



informe progresivo

nº
72

Diciembre
1997

**Estimación de la población del calamar gigante
Dosiducs gigas en el litoral peruano mediante el
análisis de cohortes**

Juan Argüelles, Carmen Yamashiro

3

**La dieta del guanay *Leucocarbo bougainvilli* y el
piquero peruano *Sula variegata* en la costa peruana
durante agosto de 1997**

Jaime Jahncke, Aquiles García-Godos, Elisa Goya

25

DGIRH
48 - 49

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. El INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CALAMAR GIGANTE *DOSIDICUS GIGAS* EN EL LITORAL PERUANO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE COHORTES

Juan Argüelles Carmen Yamashiro

Dirección de Evaluación de Invertebrados Marinos. DGIRH. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	3
1.1 Pesquería mundial de calamares	4
2. Material y métodos	5
2.1 Matriz de captura por cohorte-mes	5
2.2 Mortalidad natural	6
2.3 Áreas de distribución en mn ²	6
2.4 Sintonización	6
3. Resultados	6
3.1 Temporada de pesca	6
3.2 Abundancia relativa (t/h) y áreas de distribución (mn ²)	6
3.3 Captura y rendimiento por cohorte	7
3.4 Análisis de cohortes	7
3.5 Reclutamiento	7
3.6 Estimados de mortalidad	8
4. Discusión	8
4.1 Metodología	8
4.2 Estimación de la biomasa	8
4.3 Mortalidad natural	9
4.4 Reclutamiento	10
5. Conclusiones	11
6. Referencias	11
Tablas	13
Figuras	21

RESUMEN

En el presente trabajo se informan los estimados de la abundancia poblacional del calamar gigante mediante el análisis de cohortes para los años 1991 a 1995.

Se identificaron dos cohortes, las que se reclutan a la pesquería en diferentes momentos, los que dan origen a fuertes pulsos de reclutamiento.

Las biomásas máximas mensuales oscilaron de 6000 a 203 431 t, y de 11 477 a 42 229 t para las cohortes identificadas. Los reclutamientos se presentaron altamente variables de año a año.

La cohorte reclutada entre los meses de otoño e invierno, es la que contribuyó con más del 50% de las capturas anuales.

1. INTRODUCCIÓN

La explotación del recurso calamar gigante (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny)) se realiza en todo el litoral peruano, con mayor intensidad entre los 03°30' y 12°00' S, siendo su distribución desde California hasta el sur de Chile. Las investigaciones en

Dosidicus gigas en el Perú comenzaron en década del 70 a partir de los resultados de las exploraciones a bordo de los B/P Jimena (Setiembre - octubre 1979), B/P Rhyusho Maru 25 (Diciembre 1979 - abril 1980) y del BIC Profesor Siedlecki (Abril 1980). Posteriormente se realizaron prospecciones pesqueras del calamar gigante a bordo del buque japonés Shinko Maru 2 (4 nov - 17 dic 1989; 12 oct 1990 - 10 enero 1991) con el fin, entre otros, de evaluar la factibilidad de explotación comercial del recurso en mención.

Si bien en la literatura existente para esta especie, la mayoría describe aspectos de su biología, ecología y estructura de la población, pocos trabajos están relacionados a la estimación de parámetros poblacionales, entre los que podemos citar a EHRHARDT (1982,1983); ARKIPKIN (1986) y NESIS (1970, 1983).

Basados en estadísticas de captura mensual, composición por tallas y muestreos biológicos de este recurso, se analizan en el presente trabajo aspectos de la dinámica poblacional del calamar gigante, para lo cual se aplica el análisis de cohortes (POPE 1972) a una serie de 5 años de datos de esta pesquería, utilizando intervalos mensuales debido a la vida corta de esta especie, para la estimación del tamaño poblacional y tasas de mortalidad.

Considerando la importancia de esta pesquería en el Perú y la necesidad de proponer medidas de ordenamiento para el óptimo manejo del calamar gigante, se alcanzan los resultados obtenidos del presente análisis, con el objeto de contribuir al conocimiento integral de la especie.

1.1 Pesquería mundial de calamares

En 1967, los desembarques de cefalópodos estuvieron cercanos al millón de toneladas y representaron sólo una pequeña porción del total desembarcado de productos marinos que llegaron a los 50 millones de toneladas en dicho año. La pesquería de cefalópodos fue desarrollada por el Japón y hasta 1973 más del 60% de las capturas mundiales correspondieron a este país con las especies *Todarodes philippovae* y *Ommastrephes bartrami*, entre otros. A partir de 1970 fue incrementándose la participación de otros países en la extracción de estos recursos, prosperando en el Atlántico Oeste las pesquerías de *Illex illecebrosus*, *Illex argentinus* y *Loligo palei* (AMARATUNGA 1983).

La pesquería de altura a gran escala del recurso *Illex argentinus* se inició en 1978, con la participación de Argentina, Japón, Polonia y otros, hasta alcanzar un máximo de 234 mil toneladas en 1985 (CSIRKE 1987).

Respecto al calamar gigante *Dosidicus gigas*, de amplia distribución en el Pacífico Oriental, la pesquería en el Golfo de California (México) comenzó en 1974 a nivel artesanal obteniéndose capturas de 14 t, y alcanzó un máximo de 22 464 t en 1980, creciendo de 1974 a 1980 en un 342 %, para descender en años 1982, 1983 (EHRHARDT 1982)

En el Perú, diversas exploraciones científicas llevadas a cabo entre 1979 y enero de 1991 aportaron las bases científicas para el inicio de una extracción a nivel industrial, cuyas capturas anuales fluctuaron entre 57 703 y 164 713 t en el período 1991 - 1995 (MARIÁTEGUI Y TAÍPE 1996).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de captura, esfuerzo, composición por tamaños, estadios de madurez etc., fueron anotados por personal embarcado en los buques calamareros desde abril de 1991 a diciembre de 1995.

El tamaño poblacional y la tasa instantánea de mortalidad por pesca, calculadas mensualmente por cohorte, fueron estimadas mediante el análisis de cohortes usando como datos de entrada:

La captura mensual por cohorte, C_i

La mortalidad natural, M y

Estimación de la mortalidad por pesca del grupo mas viejo (presente en la pesquería) de la cohorte, F_t .

Las ecuaciones utilizadas fueron:

$$N(y-1,t-1) = (N(y,t) * (M / (1 - \exp(-M))) + C(y1,t1)) * (M / (1 - \exp(-M))) \dots (1)$$

$$F(y-1,t-1) = \ln(N(y-1,t-1) / N(y,t)) - M \dots (2)$$

$$N(\text{Terminal}) = C(\text{Terminal}) / (F/Z * (1 - \exp(-Z))) \dots (3)$$

En la ecuación (1), el valor de $(M/2)$ utilizada en la ecuación original de POPE (1972), ha sido reemplazada por $(M / (1 - \exp(-M)))$ (MACCALL, 1986 en MEGREY, 1989).

2.1 Matriz de captura por cohorte-mes

La construcción de la matriz captura-cohorte-mes fue obtenida de la siguiente manera:

Las frecuencias de longitudes mensuales fueron ponderadas a la captura.

La abundancia relativa mensual por rango de talla (captura en número/ esfuerzo de pesca) permitió hacer un seguimiento de las cohortes mensualmente (Fig. 1). Para la separación de estas cohortes se utilizó el método de BHATTACHARYA (1967), procedimiento que proporcionó la captura en número por cohorte y su respectiva talla media (Tablas 1 y 2).

La tabla 1, que presenta los estimados de la captura en número por cohorte-mes, fue modificada, en la cual la duración de la cohorte se acortó, para evitar el efecto de la caída abrumadora de la abundancia de un mes a otro (HOUGHTON y FLATMAN 1981 en JEREZ 1991). Esta modificación permitió obtener una mejor correlación entre la tasa de mortalidad por pesca estimada y el esfuerzo en horas.

En la ponderación en peso de los estimados de abundancia en número, como resultado del análisis de cohortes, se utilizaron los parámetros de la relación longitud-peso:

$$a = 0,014989$$

$$b = 3,164294$$

2.2 Mortalidad natural

Se estimó utilizando la ecuación de PAULY (1985), empleando los parámetros de crecimiento obtenidas en ARGÜELLES (1996) y la temperatura superficial del mar promedio en las áreas de pesca.

2.3 Areas de distribución

Fueron calculadas en mn^2 utilizando un planímetro. El cálculo se repitió cinco veces para cada mes, descartando los valores con alta varianza, y promediando los restantes para un estimado mensual. Algunos meses se descartaron del análisis cuando operaron sólo algunos buques.

2.4 Sintonización

El procedimiento utilizado para la estimación de los F terminales, consistió en variar el valor de ésta, hasta que los resultados de mortalidades por pesca (F) se ajusten a los valores de esfuerzo mensual (horas de pesca), bajo el supuesto de proporcionalidad entre el esfuerzo y la mortalidad por pesca ($F = q f$).

Para este ajuste se utilizó la herramienta Solver (Excel 5.0), que reduce las diferencias entre la mortalidad por pesca, coeficiente de capturabilidad y el esfuerzo.

3. RESULTADOS

3.1 Temporada de pesca

Si bien la pesquería del calamar gigante se realiza durante todo el año, la temporada de pesca se inicia generalmente en los meses de mayo - junio, en los cuales se observa el ingreso de reclutas, y termina en diciembre - enero, pero puede prolongarse hasta marzo. Las capturas en los meses de verano son bajas en relación a los obtenidos en el resto del año y estarían compuestas mayormente por individuos pertenecientes a la cohorte reclutada en invierno-primavera (julio - setiembre) y en menor proporción por los reclutados en otoño-invierno (mayo - junio) que aún permanecerían en el área de pesca (Figs. 2 y 3).

3.2 Abundancia relativa (t/h) y áreas de distribución (mn^2)

Si bien la distribución del calamar gigante es muy amplia en el Pacífico Oriental (Golfo de California - Sur de Chile), una de las principales áreas de pesca se encuentran en mar peruano entre los $03^{\circ}00$ y $12^{\circ}00$ S y de las 30 a 200 mn de la línea de costa.

La relación entre las áreas de distribución del recurso y la CPUE mensual mostraron que en áreas menores de $5\ 000\ \text{mn}^2$ los índices de abundancia relativa llegaron a 3 t/h, mientras que en áreas menores de $12\ 000\ \text{mn}^2$ hasta 1,7 t/h, y en áreas mayores no superaron las 0,5 t/h. (Fig 4).

3.3 Captura y rendimiento por cohorte

En las figuras 2 y 3, se puede observar la contribución de las diferentes cohortes encontradas, a la captura en número y peso de 1991 a 1995. Se puede observar que la cohorte reclutada en otoño - invierno es la de mayor rendimiento en 1991, 1993, 1994 y 1995; siendo la cohorte reclutada en invierno - primavera de segunda importancia.

En 1992, en los meses de mayo a julio, el ingreso de reclutas de la cohorte otoño -invierno estuvo disminuida grandemente, estando la captura representada, durante todo este año, principalmente por ejemplares grandes ($LM > 50$ cm) de las cuales se tenía conocimiento de su existencia desde 1991, pero que no fueron capturadas por estar disponibles ejemplares de tamaño más comercial ($LM < 50$ cm).

3.4 Análisis de cohortes

Se realizaron numerosas corridas en el análisis de cohortes, modificando los valores terminales de la mortalidad por pesca, hasta obtener correlaciones aceptables entre los estimados de mortalidad por pesca y el esfuerzo (Fig. 5), obteniéndose buenas correlaciones ($r^2 = 0,62$).

En la Fig. 6, se observa el ajuste de los estimados de mortalidad por pesca y las horas de pesca para los años 1991 a 1995; en donde se aprecia una tendencia similar entre ambas, encontrándose una diferencia en 1992, que se produce probablemente por la presencia de calamares de gran tamaño (mayores a 50 cm LM).

En las tablas 3, 4, 5 y 7 se presentan los estimados de mortalidad natural, por pesca y peso medio estimados para 1991 a 1995. De esta última se puede observar que las biomásas mensuales máximas alcanzadas por cohorte fluctuaron entre 6 y 203 mil toneladas para la cohorte de otoño - invierno, y de 11 a 42 mil toneladas para la cohorte de invierno-primavera.

3.5 Reclutamiento

De la tabla 6, puede observar los estimados de reclutamiento mensual por cohorte, y de la Fig. 1 el ingreso de reclutas a la pesquería. Si bien los reclutamientos a la pesquería se realizan durante todo el año (esto se explica por la presencia constante de ejemplares en estado desovante durante todo el año), se encuentran picos de reclutamiento, los que corresponden a las cohortes reclutadas en otoño-invierno y a las reclutadas en invierno primavera, que se diferencian en la talla media de madurez y la talla de reclutamiento.

Las tallas de reclutamiento oscilaron entre 25 y 41 cm para la cohorte reclutada en otoño - invierno, y de 22 a 26 cm para la cohorte reclutada en invierno - primavera.

En general se puede decir que los reclutamientos han fluctuado de 7 a 144 millones para la cohorte de otoño - invierno, y de 11 a 98 millones para la cohorte de invierno - primavera.

3.6 Estimados de mortalidad

En la tabla 8 se observan valores de M empleando diferentes parámetros de crecimiento y de temperatura superficial del mar, fluctuando entre 0,76 y 1,01 anual.

Teniendo en cuenta el tiempo de vida, y sabiendo que esta especie no viviría más de 3 años, M sería de 1,0 anual según TANAKA (1960) y 1,7 anual según BEVERTON Y HOLT (1959). Por esta razón se optó utilizar un valor de 0,1 mensual, la que equivale a 1,2 anual, que se encuentra entre el mínimo y máximo registrados.

En la tabla 9 se reúnen los estimados de mortalidad por pesca, total y tasas de explotación de 1991 a 1995 por cohorte. De ella se puede observar que la mortalidad total osciló entre 2,63 y 9,92 correspondiente a los años 1994 y 1993 respectivamente. Asimismo, las tasas de explotación oscilaron entre 0,60 y 0,81 para 1992 y 1993 respectivamente.

Del análisis de la mortalidad por cohortes, puede decirse en líneas generales que la cohorte reclutada en otoño - invierno presenta mortalidades (Z) más altas en relación a la cohorte reclutada en invierno-primavera (Tabla 9).

4. DISCUSIÓN

4.1 Metodología

La utilización de un intervalo de tiempo menor al año en este trabajo obedece a que raramente el calamar gigante vive en la pesquería más de un año. Si bien en la ecuación de POPE (1972), el intervalo de tiempo (dt) utilizado es un año, bajo la condición de que M y F no sean mayores que los límites especificados ($M < 0,3$, $F < 1,2$), que se cumple por lo general para las especies de calamares (de rápido crecimiento, corta vida y alta mortalidad), MEGREY (1989), DEFEO (1988), PIERCE Y GUERRA (1994) consideran que deberían usarse intervalos de tiempo menores a un año.

La utilización de $(M/(1-\exp(-M)))$ en lugar de $(M/2)$ en la ecuación 1, según MACCALL (1986 en MEGREY 1989) da una mejor aproximación cuando la mortalidad natural es grande, ampliando el rango de valores de M , y cuando la asunción de que toda la captura es tomada a la mitad del intervalo de tiempo no es válida.

4.2 Estimación de la biomasa

Si bien no existe una metodología hecha específicamente para cefalópodos, según PIERCE y GUERRA (1994), muchos métodos han sido aplicados, desde la relación Stock - Reclutamiento (*Todarodes pacificus* stock japonese), índices de reclutamiento (Saharan Banks cephalopods stocks), estimados de biomasa por área barrida (Stock de *Loligo pealei* e *Illex illecebrosus* del Atlántico noroeste) hasta el análisis de cohortes (*Illex argentinus* en las islas Malvinas), por lo que la estimación de la biomasa del calamar gigante empleando el análisis de cohortes con base mensual, es un intento más en la aplicación de metodologías en la evaluación de poblaciones de calamares.

Respecto a la estimación de biomásas del calamar gigante en su área de distribución sólo existen los antecedentes del análisis de cohortes basado en longitudes y estimaciones del stock utilizando el método DE LURY para el stock del Golfo de California (EHRHARDT 1983) y las evaluaciones por área barrida hechas en centroamérica (SÁNCHEZ 1994).

Los estimados de biomasa del calamar gigante en diferentes áreas de su distribución mediante diferentes métodos muestran una gran variación, así EHRHARDT (1983) registró un máximo de 13 500 t en el mes de mayo de 1980 para el Golfo de California. Para la zona económica exclusiva del Pacífico de Nicaragua, SÁNCHEZ (1987) encontró una biomasa disponible de 30 000 t para los meses de noviembre y diciembre de 1984; asimismo VALDIVIA Y MEJÍA (1985) estimaron 28 000 t del recurso para los meses de agosto y setiembre utilizando la misma metodología. BÉNDIK *et al.* 1987 (en Sánchez 1994), con los datos de poteras y utilizando densidades por metro cuadrado, estimaron una biomasa para diferentes épocas del año, obteniendo un rango de 5 a 12 mil toneladas y un máximo de 100 000 toneladas.

Las estimaciones de biomasa del calamar gigante en el Perú durante el período 1991 - 1995 mediante el análisis de cohortes, muestran que las poblaciones de calamares poseen grandes fluctuaciones; esto también fue apreciado por CSIRKE (1987) para el calamar argentino. Estas fluctuaciones parecen ser propias de las poblaciones de calamares en el mundo, como establecen PIERCE Y GUERRA (1994), quienes aseveran que los cefalópodos son recursos de ciclos de vida corta, que ofrecen pocas oportunidades para ajustar estrategias de pesca durante el tiempo de vida de cualquier cohorte, con tasas de crecimiento variable, con stocks altamente volátiles, altamente sensibles a la sobrepesca de reclutamiento y contrariamente, capaces de una rápida recuperación.

4.3 Mortalidad natural

Cuando se estima el tamaño del stock, usualmente se asume que la mortalidad natural es conocida. Esta puede provenir de información acerca de la edad máxima y resultados de marcaje, y en el peor de los casos puede provenir de conjeturas obteniéndose estimados con alta varianza (NYGARD Y LASSEN, 1996).

La tasa de mortalidad natural está relacionada con parámetros como longevidad, nivel trófico, ciclo de vida, pertenencia a un ecosistema inestable etc. Por estas razones la mortalidad natural en los calamares debe considerarse alta (EHRHARDT *et al.* 1983, PEREIRO 1982), en vista que existen antecedentes, como el anotado por NIGMATULIN y LAPTIKHOVSKY (1994), quienes afirman, después de un análisis reproductivo en 17 especies de cefalópodos, que en la mayoría de calamares la duración de vida no excede el año, excepto para *Dosidicus gigas* y *Ommastrephes bartrami*.

En vista de la dificultad de la estimación de la mortalidad natural por métodos directos, ésta ha sido estimada para muchos recursos por métodos indirectos (BEVERTON y HOLT 1957, TAYLOR 1958, ALLEN 1971, PAULY 1978, 1980 entre otros). Todos ellos relacionan la mortalidad natural con parámetros como la longevidad, crecimiento, temperatura, madurez sexual, etc.

Por estas razones en este trabajo se estima M mediante la ecuación de PAULY (1985), el cual puede tener una gran varianza, primero, porque se obtuvo de la correlación de parámetros de crecimiento en 175 stocks de peces, y segundo que en esta ecuación la longitud infinita está referida a la longitud total, y en los calamares la medida corporal es la longitud del manto. Sin embargo, ésta ha sido utilizada por CSIRKE (1987) para el calamar argentino, quien opina que la validez de estos estimados debe estar en gran medida respaldada por los conocimientos que se tiene de su biología e historia de vida. CSIRKE (1987) y HILBORN (1996) mencionan que los resultados de biomasa obtenidos podrían estar sujetas a discusión, cuando se utiliza una M incorrecta, ya que la mortalidad natural influye grandemente estos resultados. Recalcando que la subestimación de M podría causar una sobreestimación de la mortalidad por pesca y una subestimación del stock calculado. Lo que haría que las evaluaciones fueran pesimistas, mientras que sucedería lo contrario si se sobreestima M . De otro lado HILBORN (1996) asegura que si uno busca tendencias en lugar de valores absolutos, el sesgo causado no puede ser serio.

La tasa de mortalidad natural anual ($M=1,2$) estimada mediante la ecuación de PAULY (1985), se encuentra dentro del rango obtenido por EHRHARDT (1983) para esta misma especie en el Golfo de California, y por debajo de los estimados de M según BEVERTON y HOLT (1959), y TANAKA (1960), por lo que los estimados de biomasa estarían subestimados.

Otro problema por resolver, es obtener un estimado de M que varíe con la edad (en este trabajo se supuso una M constante para todas las edades). NYGARD y LASSEN (1996), plantean que cuando la pesquería está constituida principalmente de peces jóvenes o existe una considerable mortalidad de desovantes, es necesario tener una M variable con la edad. También proponen que M podría ser constante, cuando la pesquería toma ejemplares grandes, la predación no varía año a año y la mortalidad de desovantes no es considerable.

Todas estas consideraciones evidencian la necesidad de contar con buenos estimados de M , para obtener estimados reales de biomasa cuando se hace uso del análisis de cohortes, sobre todo en especies como el calamar gigante, cuya dependencia del ambiente es altamente significativa.

4.4 Reclutamiento

Según PAULY (1985), el problema real con los calamares y otras especies de vida corta no son las estimaciones del crecimiento, mortalidad o biomasa, sino más bien la predicción del reclutamiento, el cual es de menor importancia en peces de vida larga, debido a que el reclutamiento contribuye a una pequeña parte del total de la biomasa. De aquí que las grandes fluctuaciones del reclutamiento observadas de 1991 a 1995 las que también fueron observadas por CSIRKE (1987) para el calamar argentino, cuyos reclutamientos fluctuaron con un factor de 10, se deban en parte al efecto de la pesca, así como también a condiciones ambientales.

5. CONCLUSIONES

1. Las biomásas máximas mensuales estimadas para el calamar gigante oscilaron de 6000 (1992) a 203 431 (1994) t para la cohorte otoño - invierno, y de 11 477 (1991) a 42 229 t (1995) para la cohorte invierno - primavera.
2. La mortalidad natural (año⁻¹) estimada osciló entre 1,0 (1994) 2,6 (1992).
3. La mortalidad por pesca estimada osciló de 1,63 (1994) a 8,02 (1993).
4. Los reclutamientos oscilaron entre 7 y 144 millones de ejemplares para la cohorte otoño - invierno, y de 11 a 108 para la cohorte invierno - primavera.
5. La cohorte otoño - invierno fue identificada como la de mayor rendimiento al contribuir con más del 50% en las capturas.

6. Referencias

- ALLEN, K. R. 1971. Relation between production and biomass. J. Fish. Res. Bd. Canada 28 (10): 1573-1581
- AMARATUNGA, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. In: CADDY J. F. (Ed.) Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap. 231: 379-412.
- ARGÜELLES, J. P. 1996. Crecimiento y reclutamiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Perú (1991 - 1994). Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 23.14pp.
- ARKHIPKIN, A. I. y S. MURZOV. 1985. Edades y patrones de crecimiento de *Dosidicus gigas* (Ommastrephidae). UDK. 594-582.2/8/265 l.p. 107 - 123 (Traducido del ruso).
- BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution in to gaussian components. Biometrics, 23: 115-135.
- BEVERTON, R. J. H. y S. J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish Invest. Min. Agr.: Fish. Food. G. B. (2 Sea Fish), 19: 533 pp.
- BEVERTON, R. J. H. y S. J. HOLT. 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics. En: CIBA Foundation colloquia on ageing. Vol. 5 The lifespan of animals, edited by G.E.W. WOLSTENHOLME AND M. O'CONNOR, London, Churchill, Vol. 5: 142-180.
- COELHO, M. L., 1985. Review of the influence of oceanographic factors on cephalopod distribution and life cycles. Sci. Counc. Stud. Nafo (9): 47-57.
- CSIRKE, J., 1987. Los recursos pesqueros patagónicos y las pesquerías de altura en el Atlántico sudoccidental FAO Doc. Téc. Pesca (286): 78 pp.
- DEFEO, O., M. REY y J. CASCUDO. 1988. Estimación del recurso almeja amarilla (*Mesodesmaactroides*) en base al análisis de cohortes (Pope, 1972). En: Com.Tec. Mix. Fr. Mar. Vol. 4:41-54
- DE LURY, DIB. 1947. On the estimation of biological populations. Biometrics 3: 145-167.
- EHRHARDT, N.M., P.S. JACQUEMIN, G. GONZÁLEZ D., P. ULLOA R., F. GARCIA B., J. G. ORTIZ C y A. SOLIS N. 1982. Descripción de la pesquería calamar gigante *Dosidicus gigas* durante 1980 en el Golfo de California. Flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera. Inst. Nac. Pesca. Sria. Pesca, México (3): 41-60
- EHRHARDT, N. M., P. JACQUEMIN, F. GARCÍA. G. GONZÁLEZ, L. LÓPEZ, J. ORTIZ y A. SOLIS. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. In: CADDY J. F. (Ed.) Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fisch Tech. Pap (231): 306-340.
- HILBORN P. AND C. J. WALTERS. 1994. Quantitative Fisheries stock assessment: choice, dynamics & uncertainty. Chapman & Hall, New York, 570 pp.
- JEREZ, GABRIEL 1990. Inves evaluación de stock recurso almeja Bahía Ancud. 1991. Inst. Fomento Pesquero, Chile. 49 p.
- JONES, R. 1982. El uso de datos de composición por tallas en la evaluación de poblaciones de peces (con notas sobre el VPA y Análisis de Cohortes). FAO, Circulares de pesca N°734.

- MARIÁTEGUI, R Y A. TAÍPE. 1996. Distribución y abundancia relativa del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Perú. Inf. Prog. Inst. Mar. Perú. N°34
- MEGREY, B. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. American Fisheries Society Symposium (6) : 8-48.
- NESIS, K. N. 1970. The biology of the Giant Squid of Perú and Chile, *Dosidicus gigas*. Oceanology Vol 10, N°1.
- NESIS, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. En: BOYLE, P. R. (ed.) Cephalopod life cycles Vol. I Species Accounts. Academic Press, London: 215-231.
- NIGMATULLIN, CH.M. Y V. LAPTIKHOVSKY. 1994. Reproductive strategies in the squids of the family Ommastrephidae (Preliminary report). Ruthenica 4 (1): 79-82.
- NYGARD, K, Y H. LASSEN. 1996. Methods to assess fish stocks. VPA and strategies for management (In press). 96 pp.
- PEREIRO, J. A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Español Oceanográfico. N°1.
- PAULY, D. 1978. A discussion of the potential use in population dynamics of the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 122 fish stocks. ICES CM 1978/G: 28 Demersal Fish Committee: 36 pp. (mimeo).
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. ICES J. Cons. 39: 175-192
- PAULY, D. 1985. Population dynamics of short-lived species, with emphasis on squids. Nafo. Sci. Council Studies (9): 143-154
- PIERCE, G. Y A. GUERRA. 1994. Stock assessment methods used for cephalopods fisheries. Fisheries Research (21): 255-285.
- POPE, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. ICNAF (9): 65-74
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada.
- SANCHEZ, R.B. 1994. Análisis de las experiencias regionales en la pesca comercial y de investigación del calamar gigante *Dosidicus gigas*. Informe programa regional de apoyo al desarrollo de la pesca en el istmo centroamericano. Investigación Recursos Pesqueros. Unión Europea - Oldepesca: 1 - 70.
- VALDIVIA, E. Y J. MEJIA. 1985. Estimación de la biomasa y captura permisible de calamar *Dosidicus gigas* en la zona económica del Pacífico de Nicaragua. Agosto de 1985. Centro de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nicaragüense de la Pesca. 33 pp.
- TANAKA, S. 1960. Studies of age-composition of fish estimated by double sampling method using the length for stratification. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 19: 657-670.
- TAYLOR, C. C. 1958. Cod growth, and temperature. J. Cons. Int. Explor. Mer, 23:366-370.

Tabla N° 1 . Captura en número de calamar gigante, 1991 - 1995.

COHORTE		Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	270707											
	MAY	375876											
	JUN	5186700	22374										
	JUL	5005308	108108										
	AGO	2121752	219573										
	SET	1965600	589920										
	OCT	2285394	1996758										
	NOV	1705896	3086064										
	DIC	1683710	438984	33768									
1992	ENE		354000	653838									
	FEB		206190	421623									
	MAR		56710	172038	220268								
	ABR		28907	145219	194453								
	MAY			134754	462600								
	JUN			427919	1398306								
	JUL			703322	325887								
	AGO			524147	235046	132292							
	SET			958078	280858	450696							
	OCT			691574		628831							
	NOV			1044836		949832							
	DIC			928075		11646615							
1993	ENE					4336307							
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY						5454724						
	JUN						28012542						
	JUL						33786316						
	AGO						23056760	1083240					
	SET						5048740	4648928					
	OCT						1192388	15440872					
	NOV						23430	5307747	4176717				
	DIC							3842608	8532832				
1994	ENE						677764	5115419					
	FEB							2717247					
	MAR							2423100					
	ABR							1537920					
	MAY												
	JUN								19153125				
	JUL								20585368				
	AGO								5800626				
	SET								7379072				
	OCT								4050312	826938			
	NOV								3022128	1054620			
	DIC									7698672			
1995	ENE									3032048			
	FEB												
	MAR										971060		
	ABR										2879970		
	MAY										3001656		
	JUN										13443540		
	JUL										23524592		
	AGO										19898100		
	SET										7552548	16105392	
	OCT											15301000	
	NOV											17254643	
	DIC											2812446	

Tabla N° 2. Longitudes medias (cm) mensuales de calamar gigante, 1991 - 1995.

AÑO	COHORTE	Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	36.5											
	MAY	36.8											
	JUN	37.4											
	JUL	40.9	22.8										
	AGO	45.9	30.4										
	SET	46	36.2										
	OCT	48	37.9										
	NOV	49.7	35.9										
	DIC	50.7	38.6	58									
1992	ENE		43.9	57.8									
	FEB			62									
	MAR			68.3	25.5								
	ABR			71.8	33.3								
	MAY			73.3	32.6								
	JUN			78.4	30.2								
	JUL			74.6	30.8								
	AGO			82.5	31.7	24							
	SET			83.1	34.2	29.9							
	OCT			83.7		29.4							
	NOV			76.2		30.2							
	DIC			82.1		33.5							
1993	ENE					33.6							
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY					27.7							
	JUN					31							
	JUL					35.1							
	AGO					36.6	26.9						
	SET					37.7	27.1						
	OCT					37.7	28.6						
	NOV					39.2	28.8	22.4					
	DIC						30	25.4					
1994	ENE						31.6	25.1					
	FEB							25.8					
	MAR							27.7					
	ABR							28.1					
	MAY												
	JUN									41.8			
	JUL									44.4			
	AGO									46			
	SET									52.4			
	OCT									54.1	30.3		
	NOV									54.6	28.1		
	DIC										30.5		
1995	ENE										30.2		
	FEB												
	MAR												
	ABR											26.9	
	MAY											28.6	
	JUN											25.9	
	JUL											27.6	
	AGO											30.4	
	SET											29.3	
	OCT											32.4	25.6
	NOV												25.5
	DIC												26.3
													27

Tabla N° 3 . Matriz de mortalidad natural de calamar gigante, 1991 - 1995.

	COHORTE	Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	0.1											
	MAY	0.1											
	JUN	0.1	0.1										
	JUL	0.1	0.1										
	AGO	0.1	0.1										
	SET	0.1	0.1										
	OCT	0.1	0.1										
	NOV	0.1	0.1										
	DIC	0.1	0.1	0.1									
1992	ENE		0.1	0.1									
	FEB		0.1	0.1									
	MAR		0.1	0.1	0.1								
	ABR		0.1	0.1	0.1								
	MAY			0.1	0.1								
	JUN			0.1	0.1								
	JUL			0.1	0.1								
	AGO			0.1	0.1	0.1							
	SET			0.1	0.1	0.1							
	OCT			0.1		0.1							
	NOV			0.1		0.1							
	DIC			0.1		0.1							
1993	ENE					0.1							
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY					0.1							
	JUN					0.1							
	JUL					0.1							
	AGO					0.1	0.1						
	SET					0.1	0.1						
	OCT					0.1	0.1						
	NOV					0.1	0.1	0.1					
	DIC					0.1	0.1	0.1					
1994	ENE						0.1	0.1					
	FEB							0.1					
	MAR							0.1					
	ABR							0.1					
	MAY												
	JUN									0.1			
	JUL									0.1			
	AGO									0.1			
	SET									0.1			
	OCT									0.1	0.1		
	NOV									0.1	0.1		
	DIC										0.1		
1995	ENE										0.1		
	FEB												
	MAR											0.1	
	ABR											0.1	
	MAY											0.1	
	JUN											0.1	
	JUL											0.1	
	AGO											0.1	
	SET											0.1	0.1
	OCT												0.1
	NOV												0.1
	DIC												0.1

Tabla N° 4. Matriz de mortalidad por pesca (f) de calamar gigante, 1991 - 1995.

	COHORTE	Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	0.0032											
	MAY	0.0054											
	JUN	0.0998											
	JUL	0.1188	0.0091										
	AGO	0.0605	0.0217										
	SET	0.0661	0.0692										
	OCT	0.0922	0.3153										
	NOV	0.0829	1.006										
	DIC	0.1	0.3178	0.001									
1992	ENE		0.4058	0.0383									
	FEB		0.3888	0.028									
	MAR		0.1555	0.0124	0.0329								
	ABR		0.1	0.0117	0.0332								
	MAY			0.0122	0.0946								
	JUN			0.0462	0.4059								
	JUL			0.0905	0.1375								
	AGO			0.0812	0.1249	0.0025							
	SET			0.1885	0.1942	0.0119							
	OCT			0.1808		0.0191							
	NOV			0.4032		0.0333							
	DIC			0.6648		0.6337							
1993	ENE					0.4509							
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY						0.0463						
	JUN						0.3187						
	JUL						0.6953						
	AGO						1.4181	0.0213					
	SET						1.4157	0.111					
	OCT						1.6836	0.5685					
	NOV						0.1	0.3433	0.0803				
	DIC							0.3973	0.2106				
1994	ENE							0.1	0.1686				
	FEB								0.1138				
	MAR								0.1266				
	ABR								0.1				
	MAY												
	JUN									0.2223			
	JUL									0.3511			
	AGO									0.1399			
	SET									0.2377			
	OCT									0.1775	0.0145		
	NOV									0.175	0.0212		
	DIC										0.1972		
1995	ENE										0.1		
	FEB												
	MAR											0.0063	
	ABR											0.0227	
	MAY											0.027	
	JUN											0.1496	
	JUL											0.3756	
	AGO											0.5559	
	SET											0.3729	0.1875
	OCT												0.2444
	NOV												0.4239
	DIC												0.1

Tabla N° 5. Pesos medios (g) mensuales de calamar gigante, 1991 - 1995.

	COHORTE	Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	1316											
	MAY	1351											
	JUN	1422											
	JUL	1887	297										
	AGO	2718	738										
	SET	2737	1282										
	OCT	3131	1483										
	NOV	3496	1249										
	DIC	3723	1571	5699									
1992	ENE		2361	5637									
	FEB			7038									
	MAR			9559	423								
	ABR			11197	985								
	MAY			11954	921								
	JUN			14789	723								
	JUL			12638	769								
	AGO			17378	842	349							
	SET			17781	1071	700							
	OCT			18190		664							
	NOV			13515		723							
	DIC			17113		1003							
1993	ENE					1013							
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY					550							
	JUN					785							
	JUL					1163							
	AGO					1328	501						
	SET					1458	513						
	OCT					1458	608						
	NOV					1650	622	281					
	DIC						708	418					
1994	ENE						834	402					
	FEB							439					
	MAR							550					
	ABR							575					
	MAY												
	JUN									2021			
	JUL									2447			
	AGO									2737			
	SET									4133			
	OCT									4572	730		
	NOV									4707	575		
	DIC										746		
1995	ENE										723		
	FEB												
	MAR											501	
	ABR											608	
	MAY											444	
	JUN											544	
	JUL											738	
	AGO											657	
	SET											903	428
	OCT												423
	NOV												467
	DIC												507

Tabla N° 6. Estimados de abundancia en número de calamar gigante, 1991 - 1995.

COHORTE		Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR	70167188											
	MAY	63285211											
	JUN	56952869											
	JUL	46640247	11547333										
	AGO	37473841	10354290										
	SET	31916885	9167808										
	OCT	27033151	7740908										
	NOV	22306157	5109935										
	DIC	18576896	1690737	19799888									
1992	ENE		1113369	17898479									
	FEB		671382	15586505									
	MAR		411782	13713782	6970178								
	ABR		318940	12255372	6102522								
	MAY			10960169	5341347								
	JUN			9797203	4396857								
	JUL			8465047	2651094								
	AGO			6996577	2090686	41544305							
	SET			5837250	1669632	37496286							
	OCT			4374433		33527431							
	NOV			3303331		29763752							
	DIC			1997176		26049922							
1993	ENE												12507373
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY												124567622
	JUN												107616548
	JUL												70799195
	AGO												31963233
	SET												52109872
	OCT												7004230
	NOV												46159429
	DIC												1538461
1994	ENE												7477981
	FEB												34481034
	MAR												26357773
	ABR												21283578
	MAY												16968347
	JUN												
	JUL												100638796
	AGO												72911050
	SET												46438074
	OCT												36533909
	NOV												26062690
	DIC												57002254
1995	ENE												19747774
	FEB												50833832
	MAR												45031093
	ABR												
	MAY												
	JUN												33453529
	JUL												
	AGO												
	SET												
	OCT												
	NOV												
	DIC												
1995	ENE												
	FEB												
	MAR												
	ABR												
	MAY												144404195
	JUN												129847154
	JUL												114847852
	AGO												101148808
	SET												78806301
	OCT												48979723
	NOV												25420085
	DIC												98570735

Tabla N° 7 . Estimados de biomasa (t) por cohorte de calamar gigante, 1991 - 1995.

COHORTE	Coh O-I	Coh I-P	Coh G	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P	Coh O-I	Coh I-P
1991	ENE											
	FEB											
	MAR											
	ABR	92355										
	MAY	85483										
	JUN	80969										
	JUL	88003	3429									
	AGO	101851	7641									
	SET	87347	11756									
	OCT	84647	11477									
	NOV	77977	6382									
	DIC	69166	2656	112834								
1992	ENE		2628	100890								
	FEB			109692								
	MAR			131092	2949							
	ABR			137222	6008							
	MAY			131017	4917							
	JUN			144893	3178							
	JUL			106979	2039							
	AGO			121586	1761	14510						
	SET			103792	1789	26255						
	OCT			79573		22256						
	NOV			44646		21510						
	DIC			34177		26138						
1993	ENE					12668						
	FEB											
	MAR											
	ABR											
	MAY						68487					
	JUN						84481					
	JUL						82339					
	AGO						42436	26113				
	SET						10213	23679				
	OCT						2243	22738				
	NOV						426	11912	15817			
	DIC							8701	19659			
1994	ENE						6237	13878				
	FEB							11573				
	MAR							11702				
	ABR							9762				
	MAY											
	JUN								203431			
	JUL								178390			
	AGO								127087			
	SET								150987			
	OCT								119162	41628		
	NOV								92956	29245		
	DIC									33577		
1995	ENE									24176		
	FEB											
	MAR										72362	
	ABR										78991	
	MAY										51050	
	JUN										54979	
	JUL										58154	
	AGO										32165	
	SET										22949	42229
	OCT											31286
	NOV											24448
	DIC											15733

Tabla 8. Estimación de M para el Calamar gigante mediante la ecuación de Pauly 1985, utilizando valores extremos de los parámetros de crecimiento y a diferentes temperaturas

K	0.64	0.80
L inf	110	98
T (°C)	M	M
18	0.76	0.9
19	0.77	0.93
20	0.79	0.95
21	0.81	0.97
22	0.83	0.99
23	0.85	1.01

Tabla 9. Coeficientes de mortalidad natural, por pesca, total y tasas de explotación del calamar gigante, 1991-1995

AÑO	COHORTE	F	M	Z	E
1991	Coh O-I	0.63	0.9	1.53	0.41
	Coh I-P	2.79	1.1	3.89	0.72
	Total	3.42	2	5.42	0.63
1992	Coh O-I	1.02	0.7	1.72	0.59
	Coh I-P	1.15	0.6	1.75	0.66
	Coh G	176	1.3	3.06	0.58
	Total	3.93	2.6	6.53	0.6
1993	Coh O-I	5.68	0.7	6.38	0.89
	Coh I-P	2.34	1.2	3.54	0.66
	Total	8.02	1.9	9.92	0.81
	Coh O-I	1.3	0.6	1.9	0.68
1994	Coh I-P	0.33	0.4	0.73	0.45
	Total	1.63	1	2.63	0.62
	Coh O-I	1.51	0.7	2.21	0.68
1995	Coh I-P	0.96	0.4	1.36	0.71
	Total	2.47	1.1	3.57	0.69

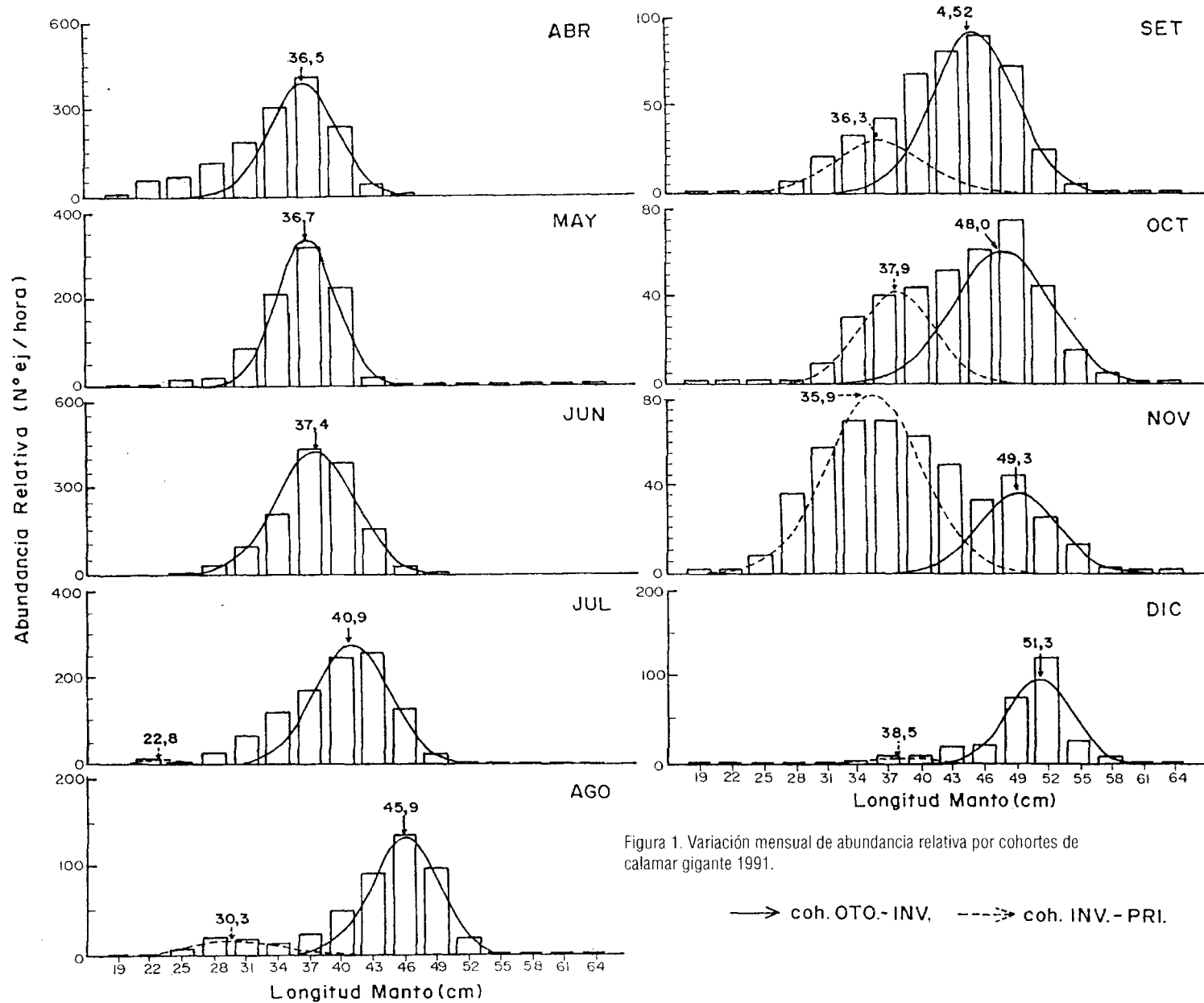


Figura 1. Variación mensual de abundancia relativa por cohortes de calamar gigante 1991.

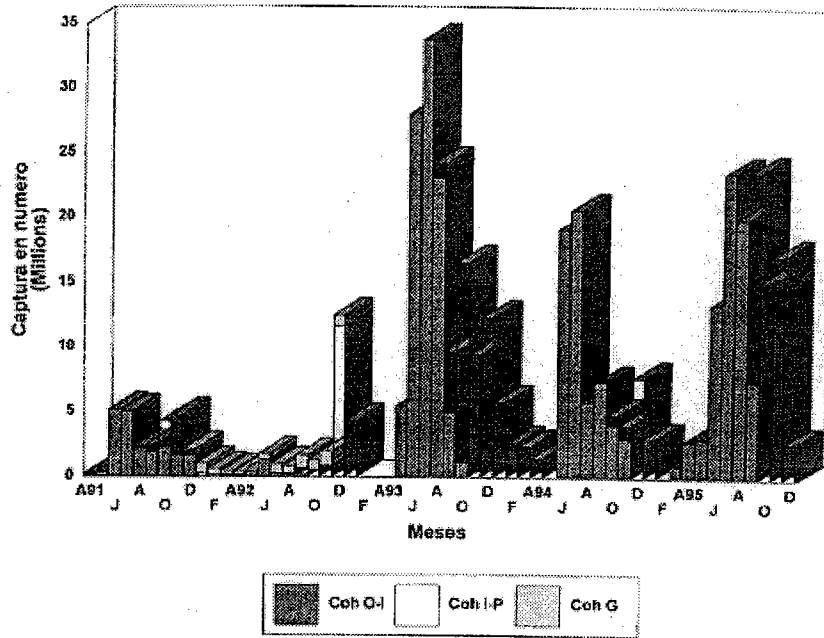


Figura 2. Captura en número por cohorte de calamar gigante. 1991-1995.

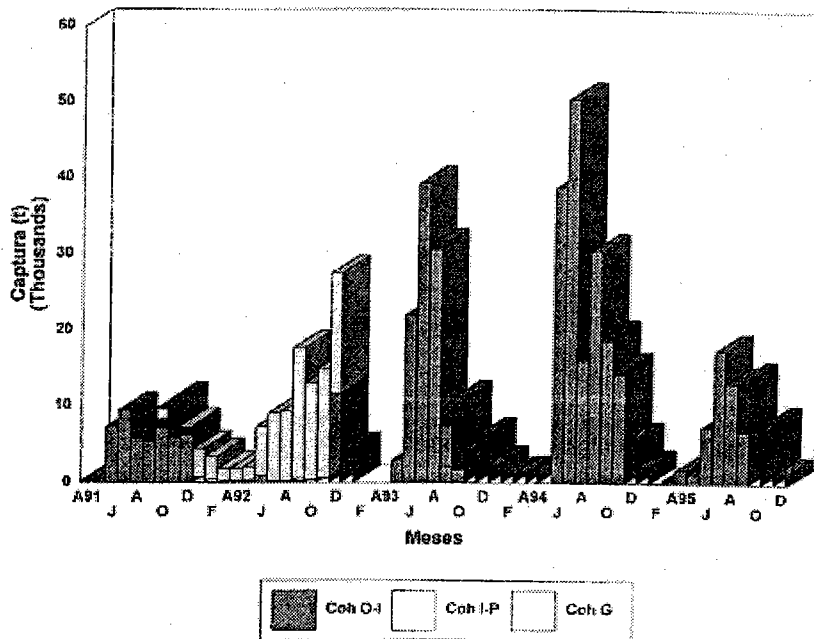


Figura 3. Captura en toneladas por cohorte de calamar gigante. 1991-1995.

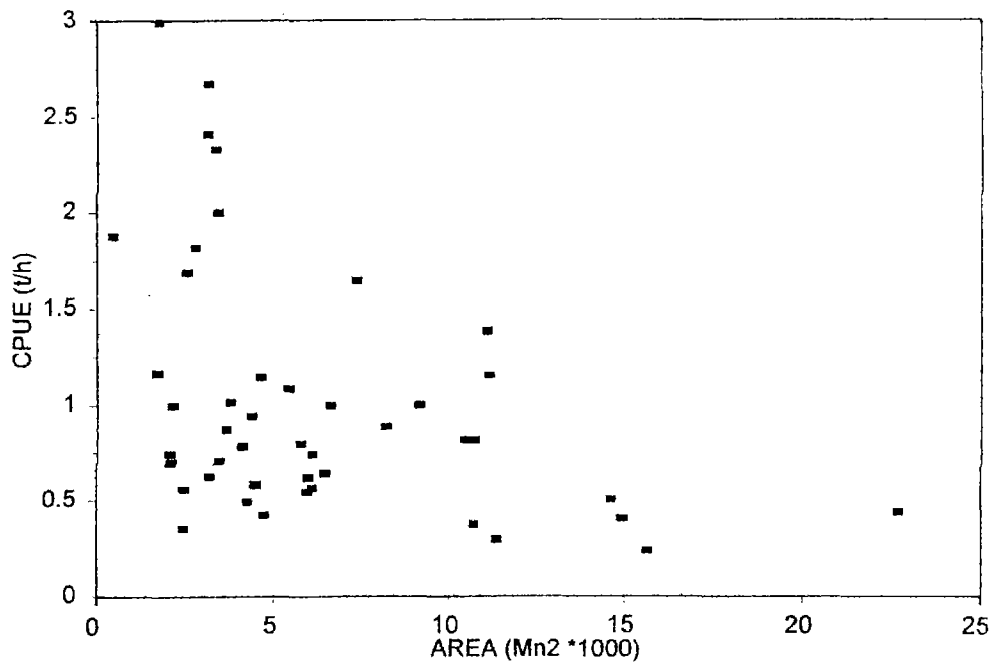


Figura 4. Variación del CPUE de acuerdo al tamaño del área de pesca del calamar gigante, 1991 - 1995.

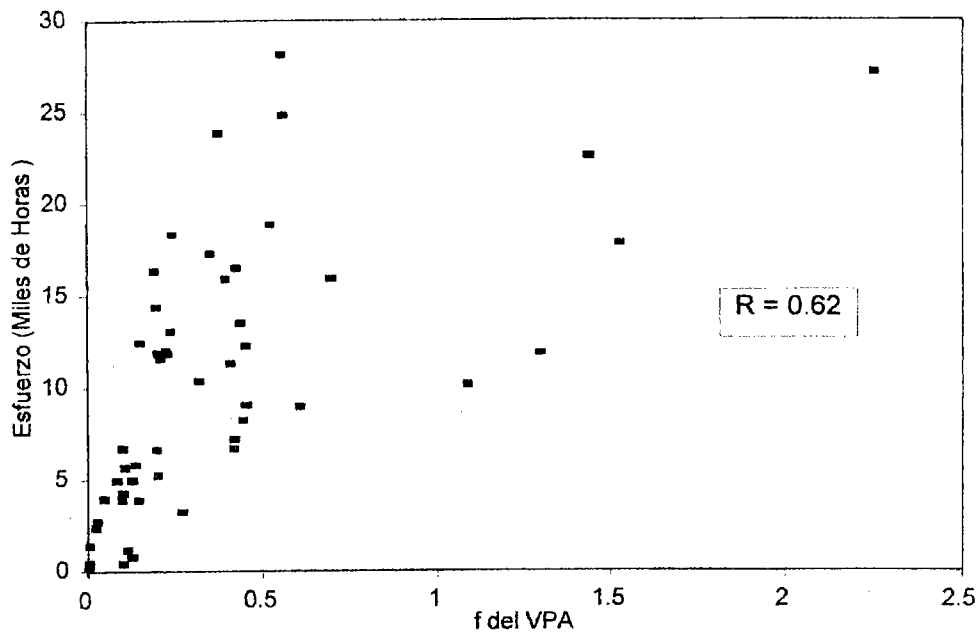


Figura 5. Correlación de F (Análisis de cohortes) vs f (horas de pesca).

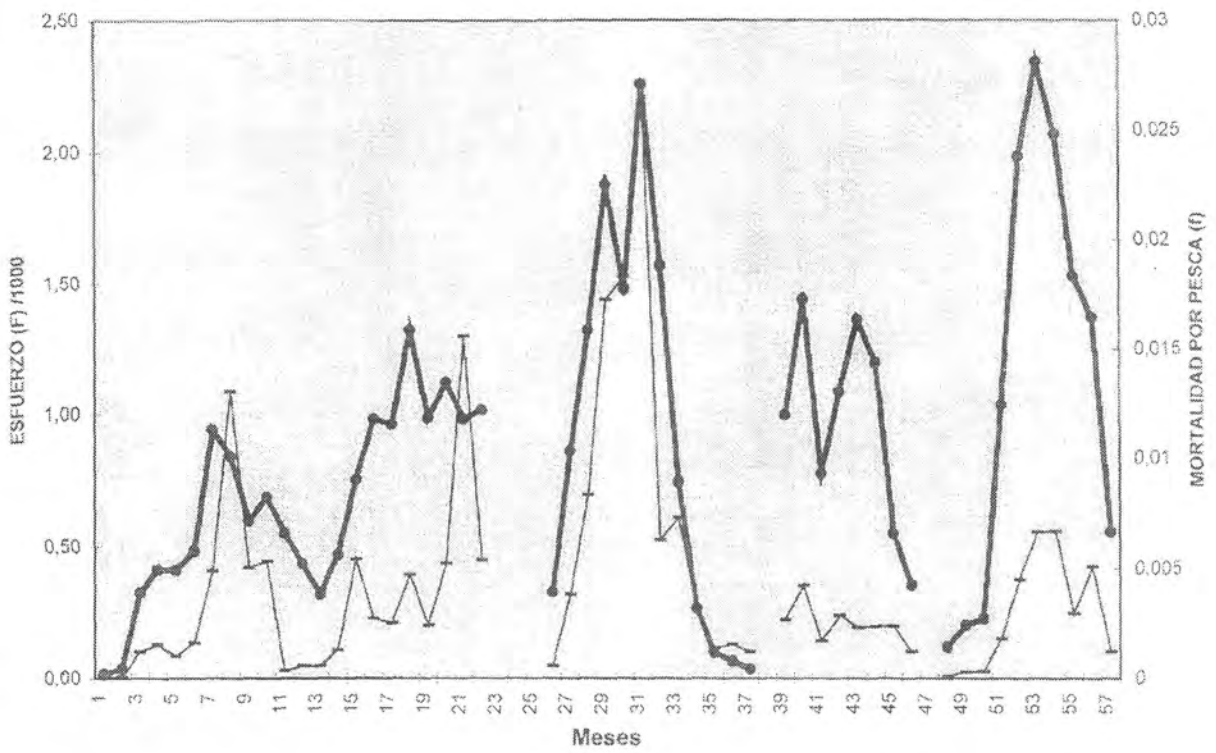


Figura 6. Sintonización del análisis de cohortes.