

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Académico Profesional de Ciencias Biológicas



Aspectos Biológico - Pesqueros del “calamar común”,
Loligo gahi d’Orbigny, 1835 en el área del Callao
durante 1996 y 1997.

Tesis para optar el Título Profesional de

Biólogo con Mención en Biología Pesquera

por

Bach. Piero Rafael Villegas Apaza

LIMA – PERU

2001

RESUMEN

El Calamar común, *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) es una especie comercialmente importante en la pesquería artesanal de la costa peruana. Este estudio tiene como objetivo determinar aspectos biológicos de esta especie y su relación con la estacionalidad de la pesquería. Los especímenes se obtuvieron a partir de los desembarques de la pesquería artesanal del puerto de Callao en 1996-1997. Fue hallada la estructura de tallas de los individuos muestreados y su relación longitud - peso. La variación de diferentes índices reproductivos durante 1996 y 1997 se analizaron a fin de determinar el pico de desove. La estimación de la edad se hizo usando tanto datos de frecuencia de tallas, de este mismo período, como del conteo de anillos de crecimiento en estatolitos. Se detallan los aspectos más significantes de la pesquería artesanal de *L. gahi* en Callao y se presenta la variación del CPUE en 1996.

Los resultados sugieren que el ciclo de vida de *L. gahi* es parecido al que se describió en las Islas Malvinas (Falkland). El pico de desove se determinó en la primavera, con picos secundarios en el otoño e invierno. El modelo de crecimiento que mejor se ajusta a los datos es una función potencial y el tiempo de vida es aproximadamente de un año. Las fechas de eclosión fueron retrocalculadas en los meses de primavera, verano y otoño. La variación del Índice Gonadosomático (IGS) observada durante 1996 mostró los mismos picos pero uno o dos meses antes.

Palabras claves: *Loligo gahi*; Cefalópodos, Calamar, Biología Pesquera

ABSTRACT

The Patagonian Squid, *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) is a commercially important species in the artisanal fishery of the Peruvian Coast. This study aims to determine biologic aspects of this species and the possible relationship between them and the seasonality of the fishery. The specimens were obtained from the landings in the artisanal port of Callao in 1996-1997. The size structure of the sample and a length-weight relationship was found. The variation of different reproductive indexes during 1996 and 1997 was also undertaken in order to determine the peak of spawning times. The age estimation was made using both size-frequency data of this period and statoliths growth rings counting. The mean aspects of the *L. gahi* artisanal fishery in Callao are described and the CPUE variation in 1996 is presented.

The results suggest that the *L. gahi* life cycle is similar to that described in Falkland (Malvinas) Islands. The peak of spawning was determined in spring and secondary peaks in autumn and winter. The growth model that best fits the data is a power function and the life span is approximately one year. The hatching dates were back-calculated to the spring, summer and autumn months. The Gonadosomatic Index (GSI) variation observed during 1996 showed the same peaks but one or two months earlier.

Keywords: *Loligo gahi*; Cephalopods, Squid, Fishery Biology.

INDICE

		Pag.
I	Introducción	4
II	Antecedentes	7
III	Materiales y Métodos	11
	3.1 Obtención de la muestra	11
	3.2 Muestreo	11
	3.3 Aspectos biológicos	12
	3.4 Aspectos pesqueros	19
IV	Resultados	21
	4.1 Aspectos biológicos	21
	4.1.1 Composición por tallas	21
	4.1.2 Relaciones biométricas	21
	4.1.3 Ciclo reproductivo	22
	4.1.4 Talla de primera madurez	23
	4.1.5 Talla media de desove	23
	4.1.6 Estimación del crecimiento y la estructura por edades	23
	4.1.7 Estimación de las épocas de eclosión	26
	4.2 Aspectos pesqueros	26
	4.2.1 Embarcaciones y artes de pesca	26
	4.2.2 Areas de pesca	27
	4.2.3 Variación semanal del CPUE	27
IV	Discusión	28
V	Conclusiones	40
VI	Referencias Bibliográficas	42

I. INTRODUCCION

Los calamares de la familia Loliginidae son muy importantes en los diferentes niveles tróficos, pesquerías y estudios biomédicos (Roper et al. 1984; Vecchione et al., 1998). Los miembros de este grupo son costeros, demersales o semipelágicos, pero mayormente habitan las costas y plataformas continentales hasta profundidades de 600 m, y algunas especies están restringidas a aguas muy someras. La mayoría de las especies de esta familia realizan migraciones verticales y estacionales en respuesta a cambios de temperatura. La mayor parte, excepto aquellas que habitan en aguas frías, presentan estaciones de desove, con máximos en primavera o a principios de verano y otoño, correspondiendo a los dos grupos de tallas más importantes de desovantes.

Los loliginidos representan el 10% de la captura total de cefalópodos a nivel mundial, y ocupan el segundo lugar en volúmenes de desembarques después de los calamares de la familia Ommastrephidae (Rodhouse et al., 1998). Existe una pesquería de algunas especies por ejemplo *Loligo gahi* en las Islas Malvinas (Csirke, 1987), *L. opalescens* en California (Fields 1965) y *L. bleekeri* en Japón (Araya e Ishi, 1974), pero también son capturados en forma incidental en la pesquería de arrastre costero de camarones y peces demersales por ejemplo *L. gahi* y *Lolliguncula* spp. en Perú (Cardoso, 1991). En el hemisferio norte y sur los loliginidos tienen una amplia demanda, siendo comercialmente productos de mayor calidad y aceptación que los Ommastréfidos (*Todarodes pacificus*, *Illex argentinus*, *Dosidicus gigas*), debido al menor tamaño y mejor textura de su carne.

El calamar común o calamar patagónico, *L. gahi* d'Orbigny, 1835 (Fig. 1), es una especie anfiocéánica que se distribuye en el Pacífico sudeste desde Puerto Pizarro, Perú (Cardoso et al., 1998) hasta el sur de Chile, y en el Atlántico sudeste desde San Matías, Argentina hasta Tierra de Fuego (Roper et al., 1984). *L. gahi* es

un recurso nectobentónico que ha sido explotada por décadas en el Perú y Chile, muy poco se sabe acerca de su ciclo de vida, reproducción, hábitos alimenticios dinámica poblacional y potencial pesquero (Cardoso et al., 1998).

En el Perú las estadísticas pesqueras registran bajo la denominación única de calamar a tres especies de loliginidos (Cardoso, 1991; Cardoso et al., 1998) capturados a lo largo de la costa. Estas especie son *L. gahi*, *Lolliguncula panamensis* y *Lolliguncula diomedea*, siendo *L. gahi* la más abundante y de mayor distribución en nuestras aguas. En la zona de Paita se registran los mayores desembarques del recurso calamar, utilizándose para su captura una diversidad de aparejos de pesca como pinta, redes cortineras y arrastreras. En cambio en el Callao, nuestra zona de estudio, *L. gahi* es capturado por embarcaciones artesanales llamadas “pinteras”, porque emplean como aparejo “la pinta”, una forma de poteras con anzuelos.

La pesquería de calamares loliginidos en aguas peruanas no ha tenido la relevancia alcanzada en otros países; sin embargo durante 1995 y 1996 los desembarques de *L. gahi* fueron muy altos llegando a registrarse 10 250 t en este último año. Esta especie llegó a ocupar el segundo lugar en los desembarques de invertebrados capturados en el litoral peruano en ese periodo, ya que existió una pequeña pesquería industrial. Durante la pesquería de *L. gahi* entre 1995 y 1996 se ha observado al menos dos temporadas de pesca. La primera temporada se registra mayormente en los meses de otoño y la segunda durante la primavera; sin embargo, el inicio, final y duración de cada temporada depende en gran medida de las condiciones ambientales existentes. Es sabido que la ocurrencia de eventos “El Niño”, cuyo aumento de temperaturas y el cambio de un ecosistema marino típicamente frío a uno tropical, tiene un efecto negativo en las capturas de esta especie. Por el contrario el evento “La Niña” tiene un efecto positivo (Fig. 2) tal como lo reflejan las altas capturas registradas en 1995 y 1996.

El objetivo de este trabajo es determinar algunas de las características biológicas de la especie y su relación con la estacionalidad de la pesquería.

Asimismo, determinar si el modelo de ciclo de vida de *L. gahi* determinado en las Islas Malvinas (Falkland) es el mismo para los ejemplares de la región del Pacífico, que a su vez servirá de base para un desarrollo futuro de una pesquería sostenible de este recurso.

II ANTECEDENTES

Los trabajos realizados sobre calamares en nuestro país son escasos. En cuanto al “calamar común” *Loligo gahi* se han hecho estudios de índole taxonómico y pesquero (Voss, 1982; Cardoso, 1991). Benites y Valdivieso (1986) reportaron la distribución de los principales cefalópodos pelágicos de nuestro litoral, así como también los datos de capturas de esta especie durante el periodo 1964 – 1981. Cardoso et al (1998), analizaron algunos aspectos biológicos de esta especie, tales como estructura poblacional, reproducción y alimentación entre los meses de febrero y marzo de 1985 en la localidad de Huarney.

En Chile, la dinámica poblacional de *L. gahi* es estudiada por Arancibia y Robotham (1984). Ellos estimaron algunos parámetros poblacionales a partir de muestreos de captura comercial de la pesca demersal de este país y se propone un crecimiento basado en el modelo de Von Bertalanffy hasta de tres años de tiempo de vida.

En las costas del Atlántico, Patterson (1988) propuso un año de vida para esta especie a partir de datos de frecuencias por tallas y madurez de muestreos de capturas comerciales; además, identificó dos stocks cada uno con un ciclo anual de vida en la población de la zona de las Islas Malvinas (Falkland), uno que se origina del desove de primavera y el otro del desove de otoño.

La estructura de la población fue posteriormente estudiada genéticamente en la misma zona (Carvalho y Loney, 1989; Carvalho y Pitcher, 1989). Las muestras analizadas provinieron de capturas comerciales y de ambas estaciones. La evidencia electroforética no confirmó la existencia de stocks separados propuesta

por Patterson (1988), aunque los parámetros del ciclo de vida, tales como talla y madurez, colectados como parte del estudio genético, confirmaron la hipótesis de los dos stocks. El estudio de genética poblacional concluyó que la evidencia favoreció la existencia de una sola población de *L. gahi* que se aparea cruzadamente, sugiriendo que la falta de evidencia genética para la separación de stocks podría deberse a la combinación de migración y de un periodo extenso de desove de los machos.

Hatfield y des Clers (1998) sugirieron que *L. gahi* migra desde aguas costeras que son los lugares de incubación y a su vez de desove hacia aguas mas profundas de la plataforma continental, alimentándose, creciendo y madurando en el trayecto y que además había una probable migración de regreso hacia la costa para finalizar el ciclo en el momento del desove (fig. 3). Estas investigaciones demostraron que rangos estrechos de tamaños de *L. gahi* estaban asociados a rangos de profundidad y que los calamares más grandes se encontraban a mayores profundidades. Esto explicaba el enigma del tamaño aparentemente constante de la especie en las capturas comerciales durante partes de la estación de pesca, ya que las embarcaciones estaban enfocadas a determinadas profundidades de pesca. Según los mismos autores, la naturaleza migratoria de *L. gahi* significa también que los máximos de CPUE en la pesca comercial podrían ser debidas a pulsos del movimiento ya sea hacia mar adentro para la alimentación o hacia la costa para el desove.

Los trabajos de investigación para estudiar la estructura por edades de la población tanto con muestras de la pesquería como por cruceros científicos (Hatfield 1991), confirmaron la hipótesis del ciclo de vida anual y demostraron la presencia por retrocálculo de dos picos mayores de eclosión, en Agosto/Setiembre y en Diciembre/Enero. Estos picos probablemente causen los dos picos mayores de reclutamiento.

En la región de las Islas Malvinas (Falkland), el crecimiento es bastante rápido, con registros diarios en estatolitos y un tiempo de vida estimado de 1 año

para ambos sexos (Hatfield, 1991). El análisis de crecimiento es complicado por la continua migración de las sucesivas generaciones. Durante la primera estación el crecimiento es lineal, entre 0,3 y 0,7 mm por día y más rápido en machos que en hembras (Patterson, 1988; Hatfield y Rodhouse, 1994b).

Posteriormente se realizaron estudios en alimentación (Guerra et al., 1991), reproducción (Guerra y Castro, 1994). Asimismo, se han realizado estudios en migración y crecimiento (Hatfield y Rodhouse, 1994a), distribución (Hatfield y Rodhouse, 1994b) y taxonomía molecular (Brierley y Thorpe, 1994).

En la Zona de Conservación de las Islas Malvinas (Falkland), *L. gahi* es motivo de una pesquería dirigida a partir del año 1987, promediando una captura de 77 000 t anual entre 1987 y 1995, manteniéndose relativamente estable durante este periodo. En esta región se ha logrado una pesquería sostenible del calamar mediante un manejo “en tiempo real” basado en el análisis de la disminución de la CPUE usando el modelo de Leslie-DeLury modificado (Agnew et al, 1998), aplicado también con éxito en la pesquería de *Illex argentinus* “calamar argentino” (Beddington et al, 1990). Este modelo se sugiere debido al problema establecido por los estudios de edad en los calamares, en que el tiempo de vida es de un año en las especies investigadas hasta el momento. Al tratarse de especies de un solo año de vida y de un solo ciclo de desove se hace muy difícil aplicar modelos de stock – reclutamiento, dinámica de biomasa o de análisis de cohortes – rendimiento por recluta para predecir la población del año siguiente (Pierce y Guerra, 1994). El problema se hace más difícil al tratarse de especies que tienen mas de una cohorte al año como el caso de *L. gahi* en las Islas Malvinas (Hatfield, 1996) y altamente migratorias (Hatfield y Rodhouse, 1994a).

En los países del hemisferio Norte el género *Loligo* es objeto de una pesquería constante, por lo cual se ha realizado en los últimos años un extenso estudio de las especies *L. pealei*, *L. forbesi*, *L. opalescens* y *L. vulgaris* (ver Boyle 1983). El resultado de esta labor ha permitido tener un conocimiento de la biología de los loliginidos, sobretudo en la determinación del crecimiento y edad con el

desarrollo de tecnologías para el montaje y pulido de estatolitos, con los que se obtuvieron estimaciones de la edad a partir del número de anillos presentes en estas estructuras. Asimismo, se logró un avance importante con los experimentos de validación de la frecuencia de formación de estos para comprobar su naturaleza diaria (Jackson, 1994).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA:

El material biológico se obtuvo de los desembarques de la captura comercial en el Muelle Artesanal del Callao durante el periodo de 1996 - 1997, dentro del Plan de Seguimiento de Pesquerías de Invertebrados Marinos del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Este material fue obtenido semanalmente en número de 50 individuos por semana en lo posible. Este material fue guardado en bolsas plásticas y conservado en frío hasta el momento de su muestreo. Para saber si el peso de la muestra obtenida ha sido representativo de la biomasa total de la población se llevó a cabo un test simple de biomasa acumulada, en el cual se analizaron los pesos mensuales totales de las muestras promediándose con los meses anteriores. La obtención de una curva con tendencia a la asíntota indicaría que la muestra es representativa de la población (Fig. 4).

3.2 MUESTREO

Un total de 3247 individuos, 2414 machos y 833 hembras fueron muestreados durante el periodo comprendido entre enero de 1996 y mayo de 1997. Los ejemplares fueron analizados luego de ser descongelados a temperatura ambiente por una hora. La medida de la longitud del manto (LM) fue registrada usando una cinta métrica y redondeada al centímetro inferior. Luego se colectó información biológica detallada en medidas gravimétricas y lineales, incluyendo las partes reproductivas de cada uno de los especímenes.

El estado de madurez de cada individuo (Tablas 1a y b) fue registrado

usando la escala de Boyle y Ngoile (1993). Para las hembras el ovario, las glándulas nidamentales y accesorias fueron disectados libres del resto del cuerpo y pesadas al centésimo de gramo. La longitud de las glándulas nidamentales fue medida al mm más cercano. El oviducto fue pesado junto con la glándula oviducal al centésimo de gramo. En machos el testículo fue disectado libre del cuerpo, pesado al centésimo de gramo y medido al milímetro, y el órgano reproductivo (consistente de vaso deferente, complejo espermatofórico, vaso eferente y saco espermatofórico), fue disectado libre del cuerpo y pesado al centésimo de gramo. Asimismo se colectaron asimismo los estatolitos de cada individuo, los que fueron conservados en cartones horadados.

3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS:

La longitud del manto se usó como medida básica en la composición por tallas mensual de la población, que luego sirvió de base para el análisis de los parámetros poblacionales con el programa de computación FISAT (Gayanilo y Pauly, 1997). Esta medida sirvió también para la estimación de la relación Longitud - Peso y la determinación de las principales relaciones biométricas.

ELEFAN (Análisis Electrónico de Frecuencia de Longitud), es una aplicación en computadora para la estimación de parámetros de crecimiento de datos secuenciales de frecuencia de tallas. Este programa viene incluido como una rutina en el paquete FISAT (FAO - ICLARM stock assessment tools). Estos parámetros se estiman considerando que la progresión modal sigue el patrón del modelo de crecimiento estacional de Von Bertalanffy, es decir según la función:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) - (CK / 2\pi) \text{sen} (2\pi (t-t_s))$$

donde:

- L_t = Longitud a la edad t
- L_∞ = Longitud infinita o asintótica
- K = tasa de crecimiento

t_i	=	edad a la longitud i
t_0	=	edad a la longitud 0
C	=	amplitud de la oscilación del crecimiento estacional
t_s	=	punto de verano

Para la estimación de los parámetros de crecimiento se sigue una rutina previamente estandarizada que se inicia con el cálculo de la longitud infinita (L_∞). Para esto se usó el ploteo de Powell-Wetherall que usa solamente los datos de frecuencia de tallas.

El método de Powell-Wetherall permite la estimación de L_∞ y de Z/K de una muestra que representa una población en estado en equilibrio a partir de datos de frecuencia de longitud. El parámetro de entrada es la longitud más pequeña completamente reclutada por el aparejo (L' , o longitud de filo de cuchillo). La función que se usa es:

$$(J - L') = a + b \cdot L' \text{ donde:}$$

$$J = \frac{(L_\infty + L')}{(1 + (Z/K))}$$

de donde:

$$L_\infty = -a/b$$

$$Z/K = -(1+b)/b$$

En el paquete FISAT la identificación de la longitud de filo de cuchillo (L') es facilitada por un gráfico adyacente, mostrando los datos de frecuencia de longitud y donde L' es claramente identificable.

Se utilizó luego la rutina de búsqueda automática de parámetros. Esta identifica la mejor combinación de parámetros de crecimiento (L_∞ , K , WP , C y punto de inicio), a partir de un rango que se introduce como datos de entrada. Esta

identificación está asociada con el valor más alto de R_n .

Otra estimación de la edad se realizó con el análisis de progresión modal. Este método consiste en la estimación de los parámetros poblacionales de una especie por medio de la descomposición de las distribuciones normales a partir de datos de frecuencia de longitud. Este método se usa cuando se encuentran en una misma muestra varios grupos de edad (cohortes). El método de Bhattacharya consiste básicamente de la identificación de distribuciones normales, cada una representando una cohorte de la especie dada, de una mezcla de distribuciones. Una vez que una distribución ha sido identificada esta es eliminada de la distribución total y el procedimiento es repetido tanto como sea posible identificar distintas distribuciones normales. Por cerca de 80 años fue el único método disponible para la estimación de la tasa de crecimiento de cefalópodos (Arkhipkin, 1991).

El análisis de progresión modal (APM) no se detiene cuando la descomposición de las distribuciones normales finalizan, sino que los resultados claves de la descomposición (es decir las medias modales) deben ser graficadas para formar incrementos de crecimiento a través del tiempo.

Para la estimación de la edad por medio de estructuras duras se seleccionó un total de 82 estatolitos a partir de muestreos realizados el 15/04/97 (de 8 machos), 23/05/97 (17 machos y 14 hembras) y el 13/10/97 (43 machos), tratando de abarcar ambas temporadas de pesca. La selección de los estatolitos se hizo siguiendo la metodología de Arkhipkin (1991). Se realizaron montajes y pulidos de los estatolitos para el conteo de microincrementos (Lipinski y Durholtz, 1994) y obtener una estimación de edad adicional a la obtenida con el paquete FISAT.

Los estatolitos fueron limpiados individualmente con alcohol y xilol por un minuto para eliminar los restos de tejidos. Luego fueron luego montados en una mezcla de resina epóxica Buehler y endurecedor Buehler en proporción 10:2,

respectivamente. El montaje fue realizado en moldes especiales y se dejó que la mezcla se endureciera hasta el día siguiente. Luego estos bloques fueron cortados, siguiendo un plano establecido para el pulido (Fig. 5), y pegados a láminas portaobjeto (Fig. 6), siguiendo la metodología de Lipinski y Durholtz (1994) para *Loligo vulgaris reynaudii* con ciertas modificaciones. Cada estatolito fue pulido por ambos lados con la ayuda de una lija micropulidora de 0,3 micrones Buehler y con una Tela pulidora Buehler. El plano correcto de pulido fue controlado con la ayuda de un microscopio compuesto Carl Zeiss. Los incrementos de crecimiento fueron revelados en el domo lateral del estatolito. Estos fueron contados directamente desde el anillo natal hasta el borde del domo a un aumento de 400x. La metodología usada en este trabajo facilitó el conteo de anillos, con el núcleo y el borde del estatolito en el mismo plano. Sin embargo, algunos anillos cerca de la periferia del estatolito fueron difíciles de identificar y en algunos casos una extrapolación fue necesaria.

Hasta el presente, estudios de validación para la temporalidad de los microincrementos en esta especie no se han realizado aún, pero tomando en consideración los resultados obtenidos en otras especies de esta misma familia se asume que éstos se dan en forma diaria (Rodhouse y Hatfield, 1990). Las fechas de eclosión se calcularon restando la edad en días de cada individuo de la fecha de captura de los especímenes.

La determinación del ciclo reproductivo y picos de desove durante el periodo de muestreo se realizó mediante el análisis de la variación mensual del promedio de los siguientes índices:

Machos:

- El Índice Gonadosomático

$$\text{IGS} = \frac{\text{PG} \times 100}{(\text{PT} - \text{PG})}$$

- Factor de Condición (a): que se despeja de la relación Longitud – Peso:

$$\text{PT} = a.LM^b$$

- Coeficiente del Complejo Espermatofórico

$$\text{CCE} = \frac{\text{PCE}}{(\text{PCE} + \text{PG})}$$

- Índice Longitud del testículo:

$$\text{ILT} = \frac{\text{LT}}{\text{LM}}$$

Donde: PG = Peso de la gónada (Testículo)
 PT = Peso total
 PCE = Peso del complejo espermatofórico
 LT = Longitud del testículo

Hembras:

- El Índice Gonadosomático

$$\text{IGS} = \frac{\text{PG} \times 100}{(\text{PT} - \text{PG})}$$

- Factor de Condición (a): que se despeja de la relación Longitud – Peso:

$$\text{PT} = a.LM^b$$

- Coeficiente del Oviducto

$$\text{COv} = \frac{\text{Pov}}{\text{PG} + \text{Pov}}$$

- Índice de la Glándula Nidamental

$$\text{IGN} = \frac{\text{LGN}}{\text{LM}}$$

Donde: PG = Peso de la gónada (Ovario)
 PT = Peso total
 Pov = Peso del oviducto
 LGN = Longitud de la glándula nidamental

Estos índices fueron correlacionados con la variación mensual de los porcentajes de los distintos estadios de madurez. La escala de madurez empleada es la propuesta por Boyle y Ngoile (1993).

Se usó el método de Udupa (1986) para la estimación de la talla media de primera madurez de hembras y machos. Esta metodología consiste en un test

estadístico que proporciona la talla antes mencionada y un rango de confianza al 95 %, por medio de un ajuste a una curva logística como una proporción entre los individuos inmaduros y maduros de una muestra. Para este análisis se confecciona una tabla de frecuencias por rangos de longitud por grados de madurez de la siguiente forma:

LM	Estadios de Madurez			n	Lm	Log Lm	r1	p1	X1	q1	(p1*q1/n-1)
	I	II	etc.								
1											
2											
3											
.											
.											
Total				Σn				Σp	X_m		$\Sigma(p1*q1/n-1)$

donde:

- n = Número total de individuos en el rango de tallas
- Lm = Longitud media del rango de tallas
- Log Lm = Logaritmo de la longitud media
- r1 = Total de individuos completamente maduros
- p1 = Proporción de individuos maduros del total (r1 / n)
- X1 = $\text{Log } J_2 - \text{Log } J_1$
- q1 = 1 - p1
- Xm = promedio de X1

Luego para hallar la talla de primera madurez (M) se usa la siguiente formula:

$$M = \text{antilog}(m),$$

donde:

$$m = (\text{Log Lmad}) + (Xm/2) - (Xm * \sum p), \text{ y}$$

Log Lmad = logaritmo de la menor longitud a la cual todos los individuos están completamente maduros.

Para hallar el límite de confianza de este valor al 95% se emplea la siguiente formula:

$$\text{Límite} = M \pm (1.96 \sqrt{(Xm^2) * \sum (p1*q1/n-1)})$$

Se usó además el método de ajuste de la curva del porcentaje acumulado del estadio desovante (Vazzoler, 1979), para el cálculo de la talla media de desove. Este método eminentemente gráfico consiste de la confección de una curva de porcentajes acumulados del estadio desovante por rango de tallas. En esta curva se tiene como eje x a las tallas y en el eje y a los porcentajes acumulados. La talla media de desove resulta de la extrapolación al eje de las tallas del punto al cual el porcentaje acumulado del estadio desovante es de 50%.

3.4 ASPECTOS PESQUEROS

Los datos de la pesquería artesanal de esta especie en el puerto del Callao, durante 1996, fueron usados para confirmar las estaciones de desove y de reclutamiento previamente establecidas basándose en el análisis de los datos de muestreos en laboratorio. Los datos que se usaron fueron proporcionados por el Proyecto "Determinación del Potencial Pesquero Artesanal en el Litoral Peruano"

que ejecutó el Instituto del Mar del Perú, en el marco del Programa de Cooperación Técnica para la pesca CEE – VECEP ALA 92/43, mediante el cual se registraron las capturas y esfuerzos pesqueros en forma diaria. Los datos obtenidos consistieron de desembarques por embarcación, hora de zarpe, hora de arribo, número de tripulantes, tipo de aparejo y zona de pesca. Con esta última información se establecieron las principales áreas de pesca en la zona del Callao. Los datos se recolectaron a partir del 15 de Marzo hasta el 20 de Diciembre de 1996 y se acumularon en forma semanal según calendario, correspondiendo la semana 1 al 15 de marzo y la semana 41 al 20 de diciembre.

La variación semanal de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) durante el año 1996 se analizó con tres medidas de esfuerzo distintas: captura por horas, captura por viajes y captura por tripulantes. Para la estimación de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) la captura es expresada en kilogramos y las unidades de esfuerzo en horas de pesca, número de viajes y número de tripulantes, analizándose las posibles diferencias entre los índices de CPUE obtenidos. Las horas de pesca se contabilizaron a partir de la diferencia entre la hora de partida y la hora de arribo, si bien esta medida no indica necesariamente el tiempo efectivo de pesca, se consideró que las horas de viaje entre el puerto y la zona de pesca fueron constantes durante el periodo analizado. El número de viajes fue la cantidad de viajes que realizó la flota artesanal para la pesca del calamar. El número de tripulantes fue considerado como el total de personas a bordo de la embarcación durante el viaje.

IV RESULTADOS

4.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS

4.1.1 Composición por tallas

El rango de tallas en los machos estuvo comprendido entre 70 y 390 mm de LM y en las hembras entre 80 y 190 mm de LM. Las longitudes medias de los machos fueron más grandes ($p < 0.05$ prueba de t student) que las hembras (Fig. 7). Se encontraron dos grupos modales bien definidos para los machos, entre 70 y 160 mm con moda en los 130 mm y el otro entre 170 y 390 mm con moda en los 210 mm, y uno solo para las hembras, con moda en los 130 mm (Fig. 8 y 9). Los dos grupos modales para la distribución por tallas de machos se apreciaron durante todo el año y más claramente en los periodos de julio - agosto y diciembre - abril (Fig. 8). En cambio en las hembras no se apreció esta característica (Fig. 9).

4.1.2 Relaciones biométricas

Los resultados de las relaciones longitud del manto – peso total, son los siguientes:

Hembras	:	$PT = 0.001 LM^{2.184}$	$R^2 = 0,732$
Machos	:	$PT = 0,0022 LM^{1,9876}$	$R^2 = 0,9172$

Las figuras 10 a y b muestran la tendencia de los datos para ambos sexos. El análisis de la pendiente nos indica un crecimiento alométrico y diferencias significativas entre ambas pendientes ($p < 0.05$, prueba de t student).

4.1.3 Ciclo reproductivo

La variación del Índice Gonadosomático para hembras (Fig. 11a) evidenció una mayor actividad reproductiva durante la primavera, alcanzando el máximo en el mes de noviembre. Además se observan otros picos secundarios, uno de mediana intensidad en el invierno (julio) y otro más pequeño en el otoño (marzo – abril). Para machos (Fig. 11b), la variación del IGS no fue marcadamente estacional; sin embargo se apreció un máximo durante el verano (diciembre) y en invierno - primavera.

El factor de condición en el caso de las hembras presentó un máximo durante el verano (febrero), y otros picos secundarios en los meses de mayo, julio y noviembre (Fig. 12a). En el caso de los machos el máximo valor se observó durante el mes de junio y picos menores en agosto, enero y mayo de 1997 (Fig. 12b).

El coeficiente del Oviducto (Fig. 13a) presentó mínimos valores durante los meses de febrero – abril, julio y octubre – diciembre de 1996. En 1997 volvió a declinar en el mes de marzo. En el caso de los machos el coeficiente del complejo espermatofórico presentó sus menores valores durante enero y abril – mayo (Fig. 13b). El IGN mostró máximos los meses de enero y abril, apreciándose poca correspondencia con el IGS (Fig. 14a). Por otro lado, el ILT si mostró una variación similar a este índice (Fig. 14b).

Una relación inversa entre el IGS y los coeficientes del Oviducto (COv) y Complejo Espermatofórico (CCE) se observó para hembras y machos, respectivamente (Figs. 15a y 15b). En las hembras esta relación sigue una tendencia logarítmica según la siguiente fórmula:

$$\text{COv} = -0,3385 \text{ Ln (IGS)} + 0,9886$$

Se determinaron los porcentajes mensuales del estadio desovante para hembras y machos. Los resultados son presentados en las figuras 16a y 16b. En el

gráfico correspondiente a las hembras se aprecia un máximo de madurez durante el mes de enero seguido por una caída pronunciada en los meses siguientes, volviéndose a recuperar con un segundo pico de desove en el invierno, y otros en primavera y verano para luego caer nuevamente en forma pronunciada durante el verano del siguiente año, apreciándose en el mes de marzo un incremento de la madurez para constituir un pico de desove en mayo.

4.1.4 Talla de primera madurez

Los resultados del test de Udupa (1986) para hallar la talla de primera madurez mostraron que en las hembras es mayor que en los machos, siendo para las primeras de $11,23 \pm 0.47$ cm y para los últimos de $9,73 \pm 0.32$ cm (Tabla 2a y 2b).

4.1.5 Talla media de desove

La talla media de desove fue estimada en 13,0 cm para hembras y 18,8 cm para machos, siendo estos valores coincidentes con las tallas promedios de las capturas (Figs. 17a y 17b).

4.1.6 Estimación del crecimiento y la estructura por edades

Las estimaciones de la longitud infinita con el paquete FISAT para hembras y machos (Fig 18a y b) mostraron los siguientes resultados:

Machos: $L_{\infty} = 354,9$ mm

Hembras: $L_{\infty} = 223,9$ mm

Mediante el uso de la rutina de búsqueda automática de parámetros se identificaron dos cohortes con distintos parámetros de crecimiento para hembras y machos (Fig. 19a y 19b). Estos parámetros son los siguientes:

Para machos:

1^{ra} cohorte:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 340 \text{ mm} \\ K &= 1,8 \\ WP &= 0,1 \\ C &= 0,9 \end{aligned}$$

2^{da} cohorte:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 370 \text{ mm} \\ K &= 1,7 \\ WP &= 0,3 \\ C &= 0,2 \end{aligned}$$

Se observó que una de las cohortes tiene como estimado de eclosión el mes de enero y la otra en agosto.

Para hembras:

1^{ra} cohorte:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 225 \text{ mm} \\ K &= 2,0 \\ WP &= 0,1 \\ C &= 0,1 \end{aligned}$$

2^{da} cohorte:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 225 \text{ mm} \\ K &= 1,8 \\ WP &= 0,0 \\ C &= 0,1 \end{aligned}$$

Para las hembras se apreció que una de las cohortes también tiene como eclosión el mes de enero. La otra cohorte se estimó que se inicia en el mes de julio. A pesar que las dos cohortes se ajustan bien a los datos se apreció al menos un grupo modal presente en la misma muestra que no parece pertenecer a ninguna de las cohortes encontradas.

Para machos los resultados de la unión de las medias modales mensuales obtenidos con el método de Bhattacharya o de Análisis de Progresión Modal (APM), a partir de los datos de frecuencia de longitud, se presentan en la figura 20. Se apreció en estos resultados la presencia de más de dos cohortes, a diferencia de

los resultados de la rutina ELEFAN. Sin embargo, las cohortes a las cuales se les ha podido efectuar un seguimiento constante durante el periodo de estudio poseen parámetros poblacionales cercanos a los estimados por los métodos anteriores.

$$\begin{array}{l} 1^{\circ} \text{ Cohorte (N}^{\circ} 3) : \\ \quad L_{\infty} = 409,8 \text{ mm} \\ \quad K = 1,85 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2^{\circ} \text{ Cohorte (N}^{\circ} 4) : \\ \quad L_{\infty} = 338,55 \text{ mm} \\ \quad K = 2,67 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 3^{\circ} \text{ Cohorte (N}^{\circ} 5) : \\ \quad L_{\infty} = 368,43 \text{ mm} \\ \quad K = 1,80 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4^{\circ} \text{ Cohorte (N}^{\circ} 6) : \\ \quad L_{\infty} = 382,93 \text{ mm} \\ \quad K = 1,59 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 5^{\circ} \text{ Cohorte (N}^{\circ} 7) : \\ \quad L_{\infty} = 401,27 \text{ mm} \\ \quad K = 1,37 \end{array}$$

En el caso de las hembras, la descomposición de las distribuciones normales no presentó una tendencia que permita el seguimiento de una cohorte.

Los resultados del conteo de anillos en 82 estatolitos de *L. gahi* se resumen en las figura 21a y 21b, en las cuales se relaciona el número de anillos con la longitud del manto. La función que mejor se ajustó a la tendencia de los puntos fue la potencial aunque se observó una leve diferencia con respecto a la lineal. Con este resultado se sugiere además un ciclo de vida de un año para esta especie. Las ecuaciones, coeficientes de correlación y estimados de LM teóricos a la edad de un año son dados en la tabla 3. En cuanto a las hembras se encontró una correlación baja entre la longitud del manto y el número de anillos en la muestra de marzo - abril.

4.1.7 Estimación de las épocas de eclosión

Las fechas de eclosión retrocalculadas de los resultados del conteo de anillos en estatolitos son dadas en las figuras 22a y 22b. Los individuos capturados en marzo – abril habrían eclosionado en el periodo comprendido entre febrero y setiembre (verano – primavera), con un pico en abril – junio (Fig. 22a). Los capturados en octubre habrían eclosionado entre setiembre y febrero (primavera y verano), con un máximo en diciembre (Fig. 22b). Cuando se acumulan los resultados de las dos épocas se obtiene la variación de la incidencia de la eclosión durante 1996. La variación del IGS se ajusta a estos resultados observándose aproximadamente un mes de diferencia entre los máximos de IGS y los de eclosión (Fig. 23).

4.2 ASPECTOS PESQUEROS

4.2.1 Embarcaciones y artes de pesca

Durante el año 1996 se utilizaron cuatro tipos de artes para la pesca del calamar común: la más utilizada es la pinta seguida por el cerco y cortina (Fig. 24a). La que demostró tener la mayor eficiencia para la captura de esta especie fue el cerco seguida por la pinta y por último la cortina (Figs. 24b y 24c).

4.2.2 Areas de pesca

Las principales áreas de pesca se detallan en la figura 25. En las figuras 26a, 26b y 26c las áreas de pesca se encuentran ordenadas según su importancia en Nº de viajes, captura por día y captura por hora, respectivamente. Se observó que las islas San Lorenzo y El Frontón fueron las mas frecuentadas durante el año 1996; sin embargo, otras áreas son las que han tenido las mayores capturas totales por día y horas de pesca. En el caso de las áreas con mayores capturas registradas estas correspondieron al Morro Solar y la Antena, y las áreas con mayor captura por

hora de pesca son La Antena y Camotal.

4.2.3 Variación semanal de la Captura por unidad de esfuerzo

Las figuras 27a, 27b y 27c muestran las variaciones semanales de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), utilizando las distintas unidades de esfuerzo durante el año 1996.

Las tres figuras presentan variaciones similares observándose cuatro máximos de CPUE en el periodo estudiado. El primero en la semana 5^a, un segundo en la semana 16^a, el tercero en la 21^a y el cuarto en la 31^a. Esto indicaría la ocurrencia de varios periodos de mayor abundancia relativa del recurso en la zona del Callao.

V DISCUSION

La muestra analizada en el presente estudio ha sido considerado como representativo de la población, aunque faltan considerar varios aspectos, tales como tallas y grados de madurez. Asimismo hay que tomar en cuenta en este análisis de la muestra no es constante durante todo el año, por la misma tendencia estacional de las capturas. Sin embargo, los resultados obtenidos aquí son lo suficientemente consistentes como para permitir explicar ciertos aspectos de la biología y pesquería del calamar *L. gahi*.

Las tallas alcanzadas por las hembras fueron mucho menores que las de los machos y los valores de b , de la relación Longitud - Peso encontrados son diferentes del valor de 3 que corresponde a un crecimiento alométrico. Estos resultados están de acuerdo con Cardoso et al (1998) que encontró el mismo tipo de crecimiento, pero con distintos valores de a y b . Estos parámetros dependen del estado de condición de los individuos por lo que varían ampliamente a lo largo del año según el estadio reproductivo del stock. La variación mensual del parámetro a , (factor de condición en el capítulo correspondiente a reproducción) se podría tomar en consideración como indicativo del desove.

Llama la atención la predominancia de dos modas en la distribución de frecuencia de tallas mensuales en machos (modas en 140 y 210 mm), que no se repite en la curva correspondiente a las hembras en las que sólo se observa una moda (en 130 mm). Una distribución similar fue observada por Arancibia y Robotham (1984) para Chile y por Cardoso et al. (1998) para el Perú en la misma especie. Esta menor amplitud en la distribución de tallas de las hembras hace pensar en un dimorfismo sexual en crecimiento bastante pronunciado o que

probablemente éstas presentarían una mortalidad diferencial con respecto a los machos, desapareciendo antes en la población, aunque si se comparan las mortalidades naturales halladas para hembras y machos con el método de Powell – Wetherall, se aprecia que no existe mayor diferencia, por lo que se descartaría esta hipótesis.

La variación del índice gonadosomático en las hembras indica que el principal periodo reproductivo, se da cuando ocurre la caída de este índice, durante el cambio de primavera a verano. El aumento de la temperatura probablemente induce a que la especie desove. Los otros dos probables pulsos menores de desove que ocurren en el otoño e invierno indicarían que la especie no tiene un desove estacional definido y que hay siempre un porcentaje de hembras desovantes presentes durante todo el año. En cuanto a los machos existe poca variación mensual del índice gonadosomático, presentándose alta durante todo el año, aunque se registró una caída importante en el verano que podría indicar que el evento de desove del verano es el más fuerte afectando de igual modo a hembras y machos. Para el resto del año, los machos se encontrarían estables, recuperándose en el mes de junio para volver a caer en el siguiente verano, manteniendo un porcentaje de individuos en continuo desove.

La tendencia general de la variación mensual del factor de condición fue bastante irregular. Se presentaron aumentos de este índice en los meses de verano, otoño e invierno, sugiriendo la posibilidad de varios eventos de desove en el transcurso del año. Para los machos la tendencia de la variación es la misma que la del índice gonadosomático, con una caída fuerte durante el verano y una recuperación durante el mes de junio (invierno). Con la llegada del ENSO en 1997, las condiciones ambientales fueron adversas para *L. gahi* y, asimismo, para especies presas de esta especie tales como el “pejerrey” (*Odontesthes regia regia*) y otros peces e invertebrados mas pequeños (Cardoso et al, 1998). Esto explicaría los bajos valores de este índice durante 1997. Sin embargo, durante el año 1996 se observa una relación inversa a la del Índice Gonadosomático.

La tendencia general del coeficiente del oviducto es inversa a la del índice gonadosomático, esto quiere decir que el momento de desove es aquel en el cual ocurre una subida de este coeficiente. Los resultados, en el caso de las hembras, se ajustaron a la teoría de este coeficiente (Boyle y Ngoyale, 1993), presentando una relación inversa al índice gonadosomático hallado. En cuanto a los machos el coeficiente del complejo espermatofórico presenta la misma tendencia, aunque no en forma tan clara como en hembras, registrándose una relación inversa con el índice gonadosomático. Así se observan periodos de desove durante febrero (verano), mayo (otoño) y durante gran parte del invierno. Luego se completó el ciclo repitiéndose el evento de desove de verano en diciembre y febrero del año siguiente.

El índice de la glándula nidamental no parece tener una relación definida aunque se observa una relación directa con el coeficiente del oviducto. Para los machos, la tendencia del índice de la longitud del testículo no está bastante clara pero se apreció un comportamiento similar al del índice gonadosomático. Se observaron caídas de éste en febrero y julio.

El análisis de la variación de la madurez durante el año 1996 indica que la reproducción de *L. gahi* no es estacional, al observarse un porcentaje importante de individuos en estadio de desove durante todo el año. Sin embargo, se dan pequeños periodos en los que el desove se da con mayor frecuencia.

En el caso de los machos el índice gonadosomático se relaciona muy bien con la variación de la madurez, la relación con el coeficiente del complejo espermatofórico no es muy clara, aunque Boyle y Ngoyale (1993) mencionan que la relación con la madurez es inversa, detalle que no se aprecia en los datos con claridad. El índice de la Longitud del Testículo se ajusta bien al Índice Gonadosomático, aunque se necesitaría continuar las observaciones mas largo de tiempo para confirmar esto.

Se aprecia para ambos sexos que el principal periodo reproductivo se daría

entre primavera y verano, encontrándose un segundo periodo reproductivo de menor intensidad entre otoño e invierno.

En general, el comportamiento reproductivo de los cefalópodos es controlado en gran parte por variables ambientales, dentro de las cuales la más importante es la temperatura del mar y en menor grado por la disponibilidad de alimento, fotoperiodo y ciclo lunar. A su vez el comportamiento reproductivo determina los patrones de migración entre los lugares de nacimiento en aguas costeras y de alimentación mar adentro o cerca de la costa en la época de reproducción, donde la pesquería artesanal de este recurso opera. El año 1996 y principios de 1997 se caracterizaron por presentar anomalías térmicas negativas bastante pronunciadas en lo que se llamó el efecto “La Niña”, en comparación con el Evento “El Niño” del año anterior. Este ambiente parece haber sido propicio para el desarrollo del calamar *L. gahi*, especie caracterizada por ser de aguas frías. Este se manifestó, al parecer, en una mayor actividad reproductiva; sin embargo se requiere profundizar los estudios al respecto para determinar el grado en que los parámetros ambientales afectan el ciclo reproductivo de esta especie. Es difícil saber también en que medida los resultados basados en capturas comerciales proveen un reflejo real de la población (Collins et al, 1995).

La talla de primera madurez hallada en este trabajo parece seguir la hipótesis generalizada para los cefalópodos, en la que los machos maduran más tempranamente que las hembras y en un rango más amplio de tallas (Ikeda, et al, 1993), esto quiere decir que hay una proporción mayor de machos en estadio maduro que hembras en igual condición. Probablemente en el caso de *L. gahi* ocurra lo descrito para *L. forbesi* en el que se registra una competencia de más de dos machos por copular una sola hembra (Shaw y Boyle, 1997).

Al estimar la talla media de desove en el presente trabajo se observó un comportamiento contrario a los citados en la literatura, ya que las hembras desovarían a tallas mucho menores que los machos (Hatfield y Rodhouse, 1994b). El hecho que la talla media de desove en las hembras sea mucho menor que en los

machos sugiere varias ideas con respecto al ciclo reproductivo. Una primera aproximación sería el gran dimorfismo existente entre los dos sexos, además los machos desovarían en un amplio rango de tallas. Otra conclusión que se obtiene de la pequeña diferencia de tallas entre las hembras maduras y desovantes es que el desarrollo gonadal en éstas ocurre bastante rápido y tomando en consideración también las altas tasas de crecimiento se pensaría que las hembras pasan de un estadio de madurez a otro con mucha rapidez. Esta conclusión se da sin tomar en consideración posibles pérdidas de talla y peso por la absorción de nutrientes a partir de los tejidos corporales para el desarrollo de las gónadas, aunque según Guerra y Castro (1994), en *L. gahi* el crecimiento de los órganos reproductivos tiene lugar usando energía y nutrientes derivados del alimento del calamar y no movilizándolos a partir de los tejidos somáticos.

En el caso del género *Loligo* se han hecho trabajos referentes a la periodicidad y al número de eventos del desove en casi todas las especies de importancia comercial. Para el caso de *Loligo forbesi* se establece un solo pulso de desove durante el periodo de un año, éste se da entre los meses de diciembre y marzo tal como se describe en el reporte de Boyle y Ngoile (1993) y por Boyle et al (1995), para el mar de Escocia. Sin embargo, en otros trabajos se describe un periodo de desove adicional en el mes de abril (Pierce et al., 1994; Collins et al., 1995), e incluso se habla de la posibilidad de que haya un proceso continuo de desove en zonas de mayor temperatura (Coelho et al., 1994). Quizás éste sea el caso de *L. gahi* en aguas peruanas al comprobar la existencia de amplios eventos de desove abarcando gran parte del periodo analizado.

Las diferencias en la dinámica poblacional de los grupos encontrados en aguas peruanas confirman la hipótesis de dos cohortes (Hatfield, 1991), con la posibilidad de una tercera. Es además posible la existencia del modelo de ciclo de vida descrito para las Islas Malvinas en nuestras aguas. La alta proporción de especímenes completamente maduros y desovantes registrados indican que las aguas costeras de la zona del Callao son áreas de desove. Esto es corroborado por la presencia de cápsulas de huevos observados en el fondo de esta zona en las

estaciones de pesca (Obs. pers.).

En lo referente al crecimiento, se confirmó la diferencia de los hallados en hembras y machos, teniendo estos últimos un rango de crecimiento mayor. Los resultados coinciden con lo observado en la estructura de tallas en las que rara vez llegan a los 36 cm de LM.

Los parámetros de crecimiento hallados con este procedimiento son similares a los estimados por Patterson (1988). Si bien las longitudes infinitas son diferentes entre hembras y machos, las tasas de crecimiento son bastante similares teniendo ambos sexos un tiempo de vida aproximado de un año.

La presencia de más de dos cohortes en la descomposición realizada con el método de Bhattacharya, sugiere que no hay una estacionalidad definida de la época del desove. La multiplicidad de épocas de eclosión podría significar también que las condiciones ambientales fueron bastante favorables para el desarrollo de esta especie durante el año 1996 en que se tuvo la presencia del evento “La Niña”, Sin embargo, son necesarios mayores estudios al respecto para comprobar el efecto de la migración en la distribución de las frecuencias de tallas de las muestras utilizadas (Hatfield y Rodhouse, 1994a).

Los métodos indirectos para la estimación del crecimiento han sido útiles solamente en casos donde uno o varios eventos de desove bien definidos y cortos en el tiempo ocurren en el área investigada y además sin cambios en la población debido a la migración. Sin embargo esta situación es casi irreal. Otro problema con el método indirecto de análisis modal es la interpretación de las modas. Diferentes investigadores podrían interpretarlos como clases anuales, o como generaciones dentro del mismo año. En este último caso casi siempre es incierto el cómo estas modas están asociadas con el tiempo (Arkhipkin, 1991). Las curvas de crecimiento para cualquier especie varían considerablemente en forma, dependiendo de la interpretación de las modas, como ha sido observado para algunas especies de calamares loligínidos.

Los resultados de las estimaciones de edad y crecimiento de esta especie difieren de acuerdo a los métodos utilizados en el presente trabajo. El aspecto más importante es el del número de cohortes registrados por los dos métodos ELEFAN y Bhattacharya. El primero arrojó como resultado dos cohortes al año, mientras que el segundo un aproximado de cuatro cohortes. De los dos métodos el más sensible en cuanto a la identificación de cohortes es definitivamente el de Bhattacharya, ya que descompone una por una las cohortes registradas para cada mes y con el seguimiento de medias modales se evidencia una posible progresión en cuanto al crecimiento de estas.

Hay que considerar que el presente trabajo se basa en un muestreo de la captura comercial de esta especie, por eso pueden estar afectados por la selectividad del arte de pesca. Estudios de selectividad en el método de la pinta hacen falta para determinar factores de corrección que permitan tener estimados reales de éstas. A pesar de ello se aprecia que este arte presenta muy poco efecto de selectividad, ya que se encuentran tallas en un amplio rango, desde los 7 cm hasta los 39 cm de LM.

Es probable que existan otros factores que causen posibles errores en las estimaciones del crecimiento, tal es el caso de los movimientos migratorios del recurso. La especie *L. gahi*, como cualquier especie de calamar, realiza grandes migraciones durante su ciclo de vida. Los patrones de migración para este recurso ya han sido investigados en la zona de las Islas Malvinas (Hatfield y Rodhouse, 1994b), pero aún se desconocen en nuestro medio.

Nuestros resultados de la edad obtenida por el conteo de microincrementos en los estatolitos sugieren que el tipo de crecimiento es potencial. Este resultado es diferente al obtenido por Hatfield (1991), que definió tendencias exponenciales en el crecimiento de *L. gahi* en las islas Malvinas. Aunque las condiciones ambientales en el área del Callao son diferentes cuando se les compara con las de estas islas, es necesario un estudio mas detallado que incluya individuos con un rango más amplio

de tallas para el análisis de estatolitos. Sin embargo, en la determinación de un modelo de crecimiento de un calamar tropical, hay una alta variabilidad de funciones que se ajustan a un diagrama de puntos talla - edad (Jackson, 1994, 1995; Raya et al, 1998; Arkhipkin, 1996; Arkhipkin et al., 1998). El rápido crecimiento desarrollado por muchos cefalópodos los hace bastantes sensibles a los cambios de las temperaturas ambientales. Por eso establecer un modelo de crecimiento para *L. gahi* en ambientes de condiciones altamente variables, como en la costa peruana, debe ser tomado con cautela en tanto no se dispongan de mayores evidencias sobre su comportamiento. Además, es difícil determinar con exactitud si los resultados basados en capturas comerciales dan una real idea del estado de la población (Collins et al 1995).

El crecimiento de los estatolitos de *L. gahi* fue directamente proporcional al aumento en tamaño del espécimen en ambas temporadas de pesca, sin embargo se presentaron diferencias en el crecimiento entre los calamares de temporadas distintas. Los individuos capturados en marzo - abril crecieron más rápido que aquellos capturados en octubre y alcanzaron mayores edades (hasta 440 días). Estas diferencias son además reportadas en *Loligo chinensis* (Jackson, 1994, 1995) y en *L. vulgaris* (Raya et al., 1998) que muestran mayores tasas de crecimiento en el verano.

Los datos de ambas temporadas de pesca incluyen un amplio periodo de eclosión. Aunque el número de estatolitos analizados fue pequeño, puede observarse que la eclosión fue un proceso constante durante todo el año, con picos en abril y diciembre. Este resultado difiere ligeramente del hallado por Hatfield (1991) en el área de las Malvinas donde los periodos de eclosión están bien definidos. Las condiciones cálidas de nuestras latitudes, en las épocas de verano, podrían afectar la reproducción de esta especie, tal y como es observada en *Loligo vulgaris*, *L. forbesi* y *L. pealei*, que muestran una ampliación de los periodos de reproducción con el aumento de temperaturas (Coelho et al., 1994).

Los resultados proveen una evidencia indirecta que los incrementos de

crecimiento son indicadores reales de la edad en estas latitudes. La pobre correlación encontrada en las hembras podría ser debida al pequeño rango de tallas analizado en este estudio. La menor incidencia de hembras en la muestra podría ser consecuencia de un fuerte efecto de selectividad de los anzuelos que no capturan individuos más pequeños (Lipinski, y Durholtz, 1994). Otra razón podría ser las diferencias en el comportamiento reproductivo de hembras y machos, tal y como fue observado en *Loligo vulgaris reynaudii* que migran en cardúmenes pequeños, separados por sexos, en las cercanías de los lugares de desove.

De los resultados del análisis de edad y crecimiento se sugiere que el calamar común *Loligo gahi* tiene en promedio un año de vida, pudiendo existir la posibilidad que algunos individuos puedan vivir un poco mas de un año, resultado que coincide con los hallados por Patterson (1988). Resultados similares fueron obtenidos por Hatfield (1991) para la misma especie en la zona de las Islas Malvinas.

Se aprecia una diferencia notable cuando se ordenan las áreas de pesca tomando en consideración distintos aspectos. Las áreas de pesca mayormente frecuentadas no tienen el mayor rendimiento en captura por unidad de esfuerzo. Se explicaría ésto porque en las primeras se ha ejercido una mayor presión de pesca y por lo tanto se afectarían los volúmenes capturados. Además, las áreas de mayor rendimiento se encuentran mas alejadas con respecto al puerto de partida, por lo tanto es más difícil acceder a ellas, explicando así una menor frecuencia de visitas.

La pinta fue el arte más utilizado por la flota artesanal del Callao para la pesca de calamar. Estas embarcaciones se caracterizan por ser bastante pequeñas, con solo 2 tripulantes que usan anzuelos para realizar la pesca en forma manual, utilizando como carnada trozos de carne de "pejerrey" (*Odontestes regia regia*) (Obs. pers.). Los otros artes de pesca utilizados fueron el cerco y la cortina, siendo el primero de ellos el mas efectivo para la pesca de calamares, ya que este se hallaba en áreas bastante someras. La captura de este recurso con cortina y con buceo resultaron ser las menos efectivas y la presencia del recurso con estos

métodos se dio muy ocasionalmente.

Las fuertes variaciones del CPUE en la pesquería artesanal del recurso en la zona del Callao podrían explicarse por oleadas sucesivas de inmigraciones hacia la zona de desove que a su vez son las áreas de pesca. Esto explicaría además la presencia de individuos maduros durante todo el periodo analizado (Hatfield y Rodhouse, 1994a; Hatfield y DesClers, 1998). Sin embargo, hay que considerar que la flota artesanal no ha sido constante durante el periodo de estudio, debido a que en periodos de alta abundancia del calamar hay embarcaciones de otros puertos que migran hacia zonas de alto rendimiento e incluso embarcaciones dedicadas a la captura de otras especies que se dirigen a la captura de este recurso.

Como resumen se podría mencionar que en comparación con los resultados obtenidos en otras latitudes, *Loligo gahi* tiene al parecer un ciclo de vida parecido al descrito en la bibliografía (Hatfield, 1991; Hatfield y Rodhouse, 1994b; Agnew et al, 1998). Sin embargo, se dan al parecer en nuestras aguas condiciones que permite una mayor frecuencia de reclutamientos al año que los señalados en estos reportes. Esto se tradujo en varios periodos de abundancia del recurso tal como se apreció en el análisis de la variación anual del CPUE. A su vez esto se confirma con los múltiples periodos de desove registrados en el análisis de la madurez y de los diversos índices estudiados. Faltaría saber si este comportamiento se debe excepcionalmente a las condiciones ambientales altamente favorables durante el periodo analizado o si esta característica es normal y se repite todos los años. Las capturas durante el periodo analizado fueron bastante superiores a lo observado en los años anteriores al periodo analizado. Además, después de abril de 1997 se aprecia una fuerte caída de las capturas, siendo casi nula en los meses posteriores. Esta situación tiene relación al parecer con el fuerte ENSO que comenzó a finales de 1997, originando una escasez total de este recurso en las capturas de la pesca artesanal del litoral peruano durante todo el año 1998 y parte de 1999. Sólo recientemente la especie *L. gahi* ha vuelto a aparecer en los desembarques en el litoral, coincidiendo esto nuevamente con la presencia de aguas frías atribuidas al fenómeno de "La Niña". Sería necesario complementar los resultados encontrados

en el periodo estudiado con aquellos que se obtendrán del análisis del presente año para confirmar o rechazar las conclusiones esbozadas en el presente trabajo.

Existe una alta variabilidad dentro del género *Loligo* en cuanto a estacionalidad de la reproducción, incluso dentro de la misma especie, en la cual se encuentran ciertas diferencias entre zonas con distintas condiciones ambientales (Coelho et al, 1994), dentro de las cuales la temperatura es la más importante.

Esta característica junto con otras hacen de la pesquería de calamares una de las más difíciles de ordenar del mundo. Sin embargo, esta misma especie está siendo objeto de una pesquería en la zona de las Islas Malvinas (Falkland) que no obstante ser reciente manifiesta signos de una sostenimiento a través de los años (Agnew et al., 1998).

La pesquería del calamar común *Loligo gahi*, a pesar de ser tradicional en el litoral peruano y un recurso típico de consumo directo de los pobladores de la costa, no se encuentra ordenada en la actualidad. El interés por este recurso es meramente artesanal y quizás sus bajos niveles de captura no son importantes para una pesquería de mayores proporciones. Aún así es un recurso importante en la actividad pesquera peruana y con altos rendimientos económicos, tal y como lo manifiestan Hatfield y desClers (1998), alcanzando incluso esta especie mayores rendimientos económicos que la pesquería de *Ilex argentinus* en la misma zona, por el mayor valor de su carne en los mercados europeos y asiáticos.

Generalmente los ciclos de vida de los cefalópodos son menos conocidos que los de los peces, en parte por lo reciente de su pesquería, así como también por la dificultad en la determinación de la edad a partir de partes duras (Agnew et al., 1998). Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento general del ciclo de vida de los calamares dada su importancia en la pesquería no solamente nacional sino también mundial.

Este trabajo tiene como objetivo dar los primeros pasos en la investigación

aplicada del calamar *L. gahi*, que sea la base de su futuro manejo sostenible en nuestro país, de la misma forma que se aprovecha en las Islas Malvinas sobre la base de modelos de estimación poblacional en los que se toman en cuenta características especiales que hacen de la pesquería de calamares diferente de las conocidas actualmente (Rosenberg et al, 1990; Beddington, et al, 1990; Pierce y Guerra, 1994). Las estimaciones de parámetros poblacionales con métodos clásicos tales como el análisis de progresión modal podrían dar resultados contrarios a las teorías actuales (Sunikumar, 1996).

VI CONCLUSIONES

El tiempo de vida estimado del calamar común *Loligo gahi* es alrededor de un año, esbozado a partir del análisis tanto con FISAT como con el conteo de microincrementos en estatolitos.

El tipo de crecimiento hallado con el uso de la rutina ELEFAN es el de una función Von Bertalanffy, mientras que el hallado con el conteo de anillos en estatolitos sigue una función potencial.

Se considera el análisis de edad en estructuras duras como el más exacto para calamares.

La variación del índice gonadosomático en las hembras indica que el principal periodo reproductivo se da cuando ocurre el cambio de primavera a verano. Otros pulsos menores de desove ocurren en el otoño e invierno. En cuanto a los machos existe poca variación mensual del índice gonadosomático, presentándose alta durante todo el año, aunque se registró una caída importante en el verano

De los índices reproductivos analizados en las hembras aquellos que parecen guardar cierta relación con la variación de la madurez son el Índice Gonadosomático en una relación inversa y el Factor de Condición en forma directa, aunque este último parece estar influenciado por otros aspectos tales como falta de alimento o condiciones ambientales adversas. Asimismo, las fechas de eclosión halladas con estatolitos se relacionan muy bien con el IGS.

La talla de primera madurez hallada en este trabajo parece seguir la hipótesis

generalizada para los cefalópodos en la que los machos maduran más tempranamente que las hembras y en un rango más amplio de tallas

El hecho que la talla media de desove en las hembras sea mucho menor que en los machos se debería al gran dimorfismo existente entre los dos sexos.

Las áreas de pesca más frecuentadas por la flota artesanal mostraron tener los rendimientos más bajos de CPUE, mientras que los más alejados mostraron los más altos.

El arte de pesca más utilizado fue la pinta, pero el más efectivo para la pesca de esta especie fue la red de cerco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNEW D.J., R. BARANOWSKI, J.R. BEDDINGTON, S. DESCLERS y C.P. NOLAN. 1998. Approach to assessing stocks of *Loligo gahi* around the Falkland Islands. Fisheries Research 35: 155 – 169.
- ARANCIBIA H. y V. ROBOTHAM. 1984. Crecimiento y Edad del calamar (*Loligo gahi* Orbigny) de la Región Austral de Chile. Invest. Pesq. 31: 71-79.
- ARAYA H. y T. ISHI. 1972. Population structure of common squid in the waters around Hokkaido. Res. Rep., Tech. Couns. Agr. For. Fish. 57: 192 - 205
- ARKHIPKIN A. 1991 Methodology. En: Jereb P., Ragonese S., Von Boletzky S (Eds.) Squid age determination using statoliths. Proceedings an the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato. Roma.
- ARKHIPKIN A. 1996. Age and growth of the squid *Abraliopsis pfefferi* (Oegopsida: Enoploteuthidae) from the Central-East Atlantic based on statolith microstructure. Sci. Mar. 60 (2-3): 325 - 330.
- ARKHIPKIN A., V.V. LAPTIKHOVSKY, CH.M. NIGMATULLIN, A.V. BESPATYKH y S.A. MURZOV. 1998. Growth, reproduction and feeding of the tropical squid *Ornithoteuthis antillarum* (Cephalopoda, Ommastrephidae) from the central-east Atlantic. Sci. Mar. 62 (3): 273 - 288.
- BEDDINGTON J., A. ROSEMBERG, J. CROMBIE y G. KIRKWOOD. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin

squid fishery in Falkland Islands waters. Fisheries Research 8: 351-365.

BENITES C. y V. VALDIVIESO. 1986. Resultados de la Pesca exploratoria de 1979-1980 y Desembarque de los Cefalópodos Pelágicos en el Litoral Peruano. Boletín IMARPE 10 (5): 105 – 139.

BOYLE P. R. (Ed.). 1983. Cephalopod life cycles. Vol. I. Species accounts. Academic Press Inc. (London) Ltd. 474 pp.

BOYLE P. R. y M. A. K. NGOILE. 1993. Assessment of Maturity State and Seasonality of Reproduction in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) from Scottish Waters. pp 37 –48. En: Okutani T, O'Dor R.K. and Kobodera T. (Eds). Recent Advances in Cephalopods Fisheries Biology; Tokai University Press, Tokyo.

BOYLE P R., G L. PIERCE y L C. HASTIE. 1995. Flexible Reproductive Strategies in the squid *Loligo forbesi*. Marine Biology 121: 501 – 508.

BRIERLEY A y J. THORPE. 1994. Biochemical genetic evidence supporting the taxonomic separation of *Loligo gahi* from genus *Loligo*. Antarctic Science 6 (2): 143-148.

CARDOSO F. 1991. Los calamares y potas (Cephalopoda: Teuthoidea) del mar peruano. Biota 15 (97): 2 – 13.

CARDOSO F., J. TARAZONA y C. PAREDES. 1998. Aspectos Biológicos del Calamar Patagónico *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) en Huarney, Perú. Rev. Per. Biol. 5 (1): 9 – 14.

CARVALHO G. R. y K. H. LONEY. 1989. Biochemical genetic studies on the patagonian squid *Loligo gahi* d'Orbigny. I. Electrophoretic survey of genetic variability. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 126 (3): 221 – 241.

- CARVALHO G. R. y T. J. PITCHER. 1989. Biochemical genetic studies on the patagonian squid *Loligo gahi* d'Orbigny. II. Population structure in Falkland waters using isozymes, morphometrics and life history data. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 126 (3): 243 - 258.
- COELHO M. L., J. QUINTELA, V. BETTENCOURT, J. OLAVO y H. VILLA. 1994. Population structure, maturation patterns and fecundity of the squid *Loligo vulgaris* from southern Portugal. Fisheries Research 21: 87-102.
- COLLINS M. A., G. M. BURNELL y P. G. RODHOUSE. 1995. Recruitment. Maturation and spawning of *Loligo forbesi* Steenstrup (Cephalopoda: Loliginidae) in Irish waters. ICES J. Mar. sci. 52: 127-137.
- COLLINS M. A.; G. J. PIERCE y P. R. BOYLE. 1997. Population indices of Reproduction and Recruitment in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Scottish and Irish waters. Journal of Applied Ecology 34: 778-786.
- CSIRKE, J. 1987. The Patagonian fishery resource and the offshore fisheries in the southwest Atlantic. FAO Fish. Tech. Pap 286: 1-75.
- FIELDS, W. G. 1965. The structure, development, food relations, reproduction and life history of the squid *Loligo opalescens* Berry. Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull. 131: 1-108.
- GAYANILO F. C. Jr. y D. PAULY. (Eds). 1997. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) Reference Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). 2 (8).
- GUERRA A. y B. CASTRO. 1994. Reproductive-somatic relationships in *Loligo gahi* (Cephalopoda, Loliginidae) from Falkland Islands. Antarctic Science 6 (2):

175-178.

GUERRA A., B. CASTRO y M. NIXON. 1991. Preliminary Study on the feeding by *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae). Bulletin of Marine Science. 49 (1-2): 309-311.

HATFIELD E.M. 1991. Post-recruit growth of the patagonian squid *Loligo gahi* (D'Orbigny). Bulletin of Marine Science 49 (1-2): 349-361.

HATFIELD E.M. 1996. Towards resolving multiple recruitment into loliginid fisheries: *Loligo gahi* in the Falkland Islands fishery. ICES Journal of Marine Science. 53: 565-575.

HATFIELD E.M. y S. DES CLERS. 1998. Fisheries Management and Research for *Loligo gahi* in the Falkland Islands. CalCOFI Rep. 39: 81 – 91.

HATFIELD E.M. y P.G. RODHOUSE. 1994a. Migration as a source of bias in the measurement of cephalopod growth. Antarctic Science 6 (2): 179-184.

HATFIELD E.M. y P.G. RODHOUSE. 1994b. Distribution and abundance of juvenile *Loligo gahi* in Falkland Island waters. Marine Biology 121: 267-272.

HATFIELD E.M., P.G. RODHOUSE y J. POREBSKI. 1990. Demography and Distribution of the Patagonian Squid (*Loligo gahi* d'Orbigny) During the Austral Winter. J Cons Int Explor Mer 46: 306 – 312.

IKEDA Y., Y. SAKURAI y K. SHIMAZAKI. 1993. Maturation Process of the Japanese common squid *Todarodes pacificus* in Captivity. pp. 37-48. En Okutani T, O'Dor R.K. and Kobodera T. (Eds). Recent Advances in Cephalopods Fisheries Biology; Tokai University Press, Tokyo.

JACKSON G. 1994. Application and Future Potential of Statoliths Increment

Analysis in Squids and Sepioids. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 2612-2625.

JACKSON G. 1995. Seasonal influences on statolith growth in the tropical nearshore loliginid squid *Loligo chinensis* (Cephalopoda: Loliginidae) off Townsville, north Queensland, Australia. Fishery Bulletin 93: 749 – 752.

LIPINSKI M. y M. DURHOLTZ. 1994. Problems associated with ageing squid from their statoliths: towards a more structured approach. Antarctic Science 6 (2): 215-222.

PATTERSON K. 1988. Life history of Patagonian squid *Loligo gahi* and growth parameter estimates using least-squares fits to linear and von Bertalanffy models. Marine Ecology 47: 65-74.

PIERCE G. J., P. R. BOYLE, L. C. HASTIE y L. KEY. 1994. The life history of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Scottish Waters. Fisheries Research 21: 17 – 41.

PIERCE G. J. y A. GUERRA. 1994. Stock Assessment Methods used for cephalopod fisheries. Fisheries Research 32: 255 – 285.

RAYA C. P., E. BALGUERIAS, M. M. FERNANDEZ-NUÑEZ y G. J. PIERCE. 1998. On Reproduction and Age of the Squid *Loligo vulgaris* from the Saharan Bank (Northwest African Coast). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 78: 1 – 19.

RODHOUSE P. G y E. M. HATFIELD. 1990. Age Determination in Squid using statolith Growth Increments. Fisheries Research 8: 323 – 334.

ROPER C. F. E., M. J. SWEENEY y C. E. NAUEN. 1984. FAO Species catalogue Vol. 3. Cephalopods of the World, An annotated and Illustrated catalogue of species of interest of fisheries. FAO Fish. Synop. 3 (125): 277 pp.

- RODHOUSE P. G., E. G. DAWE y R. K. O'DOR. 1998. Squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and Influences on variability. FAO Fisheries Technical Paper No. 376: 273 pp.
- ROSEMBERG A, G. KIRKWOOD, J. CROMBIE y J. BEDDINGTON. 1990. The assessment of Stocks of Annual Squid Species. Fisheries Research 8: 335 – 350.
- SHAW P. W. y P. R. BOYLE. 1997. Multiple paternity within the brood of single females of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae), demonstrated with microsatellite DNA markers. Mar. Ecol. Prog. Ser. 160: 279 - 282.
- SUNILKUMAR. K. 1996. Estimates of Growth, Mortality and Stock of the Indian Squid *Loligo duvauceli* Orbigny, exploited off Mangalore, Southwest Coast of India. Bulletin of Marine Science 58(2): 393 – 403.
- UDUPA K. 1986. Statistical Method of Estimating the Size at First Maturity in Fishes. Fishbyte 4 (2): 8 – 11.
- VAZZOLER, A. E. A. De. 1979. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes reprodução e crescimento. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), 106p.
- VECCHIONE M. T.F. BRAKONIECHI, Y. NATSUKARI, R.T. HANLOW. 1994; A provisional generic classification of the family Loliginidae En Voss N. A., Vecchione M., Tool R.B., Sweeney M.J.; 1998; Systematics and Biogeography of Cephalopods. Smithsonian Contributions to Zoology; No.586: 215 – 222.
- VOSS, G. L. 1982. Report of the possibilities of the development of a squid fishery in Peru. RSMAS. University of Miami; Miami, FL. USA. 22 pp (inédito).

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1a: Escala de madurez adaptada de Boyle y Ngoile (1993) para machos de *Loligo gahi*.

Estadio	Descripción
I	<p>Las partes reproductivas en el estadio I solo pueden ser identificadas con la ayuda de un microscopio binocular.</p> <p>El testículo es transparente y membranoso y es reconocido por el trazado de la aorta genital. Desde el extremo posterior del estómago. Aparece como un alargamiento de la aorta genital.</p> <p>El órgano espermatofórico aparece como una gotita inmediatamente por debajo (posterior) a la base del ctenidium izquierdo. La abertura del pene esta localizado dorsalmente a la base del ctenidium izquierdo.</p>
II	<p>Todos los componentes del sistema reproductivo pueden ser vistos a simple vista.</p> <p>El testículo es pequeño, translúcido y suave.</p> <p>El órgano espermatofórico es translúcido y facilmente distinguible en sus componentes: saco espermatofórico, complejo espermatofórico y pene. La abertura del pene es anterior a la base del ctenidium izquierdo. No hay espermátóforos en el saco espermatofórico.</p> <p>El vaso deferente es transparente y no es facilmente visible</p> <p>La hectocotilización del cuarto brazo izquierdo ha comenzado.</p>
III	<p>El testículo es largo y se extiende desde el extremo posterior del estómago hasta el ápice posterior del manto. Es opaco y rígido.</p> <p>El vaso deferente esta lleno de esperma y aparece blanco cremoso.</p> <p>El complejo espermatofórico con una linea blanca. El saco espermatofórico sin espermátóforos funcionales</p> <p>El pene se extiende hasta la mitad de la longitud de la glándula de la tinta.</p> <p>La hectocotilización del cuarto brazo izquierdo facilmente reconocible.</p>
IV	<p>El testículo se extiende anteriormente pasando el extremo posterior del estómago.</p> <p>Es largo, opaco y rígido.</p> <p>El saco espermatofórico enpaquetado con espermátóforos funcionales.</p> <p>El extremo del pene al nivel del ano y de abertura del saco de la tinta.</p> <p>Vaso deferente lleno de esperma</p> <p>Hectocotilización completa</p>
V	<p>Como en el estadio IV</p> <p>Pene con espermátóforos</p>

Tabla 1b: Escala de madurez adaptada de Boyle y Ngoile (1993) para hembras de *Loligo gahi*

Estadio	Descripción
I	<p>Las partes reproductivas en el estadio I inicial solo pueden ser identificadas con la ayuda de un microscopio binocular.</p> <p>Las glándulas nidamentales son transparentes y aparecen como dos cordones anteriores al estómago y por debajo de la glándula digestiva.</p> <p>Las glándulas nidamentales accesorias son transparentes y no pueden ser distinguidas de las glándulas nidamentales.</p> <p>El oviducto y la glándula oviducal son transparentes y aparecen como gotitas posteriores a la base del ctenidium izquierdo.</p> <p>El ovario es transparente y membranoso.</p>
II	<p>La glándula nidamental accesoría aparece como una mancha escarlata dorsalmente a los extremos de las glándulas nidamentales.</p> <p>La glándula nidamental es opaca.</p> <p>El oviducto y la glándula oviducal son translúcidos y no pueden ser distinguidos uno del otro.</p> <p>La abertura del oviducto puede ser localizado dorsalmente por la base del ctenidium izquierdo.</p> <p>El ovario es translúcido y aparece como motas de algodón emanando de la aorta genital.</p>
III	<p>Las glándulas nidamentales accesorias son moteadas escarlatas y pardo rojizas, parcialmente cubiertos por los extremos anteriores de las glándulas nidamentales.</p> <p>Las glándulas nidamentales han incrementado su tamaño y son opacas.</p> <p>El oviducto es largo y transparente y su abertura se encuentra a la mitad de la longitud de la glándula de la tinta.</p> <p>La glándula oviducal es opaca.</p> <p>Los huevos y el ovario pueden ser observados a simple vista</p>
IV	<p>Las glándulas nidamentales accesorias son moteadas escarlatas, pardo oscuras y naranjas y son muy grandes.</p> <p>Las glándulas nidamentales son largas y segregan un fluido viscoso cuando se corta o estruja, el extremo anterior sobrepasa la glándula nidamental accesoría.</p> <p>Los huevos están presentes en el oviducto proximal. Las glándulas oviducal son blancas cremosas con un parche de color marrón en el extremo posterior.</p> <p>Ovario con huevos de diferentes tamaños. Huevos libres encontrados en la cavidad del cuerpo.</p> <p>La espermateca podría contener esperma, en cuyo caso aparece como manchas blancas en el área oral ventral.</p>
V	<p>Como en el IV</p> <p>Oviducto distal con huevos</p> <p>Espermateca con esperma</p>

Tabla 2a. Resultados del Test de UDUPA para hallar la Talla de primera madurez en hembras de *L. gahi* (M) y el intervalo de confianza al 95% en el área del Callao durante el periodo 1996 - 1997.

LM	Estadio					n	L media	Log Lm	r1	p1	X	q1	(p1*q1/n1-1)
	I	II	III	IV	V								
8 – 9		5	2	0	0	7	8.5	0.9294189	0	0	0.0917704	1	0
10 – 11		1	19	11	1	32	10.5	1.0211893	12	0.375	0.0757207	0.625	0.0075605
12 – 13		3	46	100	17	166	12.5	1.09691	117	0.7048193	0.064458	0.2951807	0.0012609
14 – 15			23	70	43	136	14.5	1.161368	113	0.8308824	0.0561159	0.1691176	0.0010409
16 – 17			4	10	6	20	16.5	1.2174839	16	0.8	0.0496878	0.2	0.0084211
18 – 19				2		2	18.5	1.2671717	2	1		0	0
Totales		9	94	193	67	363				3.7107016	0.0675506		0.0182833

X = 0.067551 Intervalo de Confianza de 95%

m = 1.0502859

M = 11.227573 1.050286 +/- 0.0179024

M = 11.23 (10.77 - 11.69 mm)

Tabla 2b. Resultados del Test de UDUPA para hallar la Talla de primera madurez en machos de *L. gahi* (M) y el intervalo de confianza al 95% en el área del Callao durante el periodo 1996 - 1997.

LM	Estadios					n	L media	Log Lm	r1	p1	X	q1	(p1-q1/n1-1)
	I	II	III	IV	V								
6 - 10	1	16	49	35	14	115	8	0.90309	49	0.426087	0.2108534	0.573913	0.0021451
11 - 15		27	107	96	106	336	13	1.1139434	202	0.6011905	0.1413292	0.3988095	0.0007157
16 - 20		3	49	89	190	331	18	1.2552725	279	0.8429003	0.1064553	0.1570997	0.0004013
21 - 25		1	10	58	239	308	23	1.3617278	297	0.9642857	0.0854302	0.0357143	0.0001122
26 - 30		0	2	7	65	74	28	1.447158	72	0.972973	0.0713559	0.027027	0.0003602
31 - 35		0	0	1	0	1	33	1.5185139	1	1		0	0
Totales						1165				4.8074364	0.1230848		0.0037344

x = 0.123085 Intervalo de Confianza 95%
m = 0.9883332
M = 9.7349337 0.988333 +/- 0.0147417

M = 9.73 (9.41 - 10.07 mm)

Tabla 3. Resumen de los resultados de las estimaciones de los parámetros de crecimiento para la especie *Loligo gahi* en el área del Callao durante el periodo 1996 – 1997.

<i>Metodología</i>	<i>Grupos hallados</i>	<i>Modelo</i>	<i>Parámetros</i>	<i>LM a 1 año de edad</i>
<i>ELEFAN</i>	<i>Machos</i>			
	Cohorte de verano	Von Bertalanffy	$L_{\infty} = 340, k = 1,8$	273 mm
	Cohorte de invierno	Von Bertalanffy	$L_{\infty} = 370, k = 1,7$	295 mm
	<i>Hembras</i>			
	Cohorte de verano	Von Bertalanffy	$L_{\infty} = 225, k = 2,0$	185 mm
	Cohorte de invierno	Von Bertalanffy	$L_{\infty} = 225, k = 1,8$	180 mm
<i>Bhattacharya</i>	<i>Machos</i>			
	Cohorte 1	Von Bertalanffy	$L_{\infty} = 410, k = 1,85$	345 mm
	Cohorte 2	''	$L_{\infty} = 339, k = 2,67$	275 mm
	Cohorte 3	''	$L_{\infty} = 368, k = 1,80$	308 mm
	Cohorte 4	''	$L_{\infty} = 383, k = 1,59$	305 mm
	Cohorte 5	''	$L_{\infty} = 401, k = 1,37$	299 mm
	Cohorte 6	''	$L_{\infty} = 413, k = 1,28$	299 mm
<i>Directa</i>	<i>Machos</i>			
<i>(Estatolitos)</i>	Primera estación	Potencial	$a = 0,0014, b = 2,0785$	288.0 mm
	Segunda estación	Potencial	$a = 0,029, b = 1.5243$	228.5 mm
	<i>Hembras</i>			
	Primera estación	Potencial	$a = 7,9024, b = 0.5345$	183.7 mm

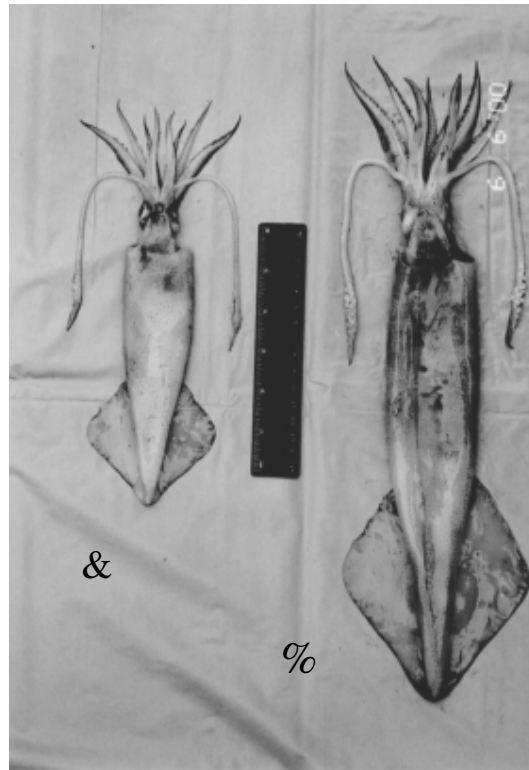


Fig. 1. Vista ventral del calamar *Loligo gahi* hembra y macho.

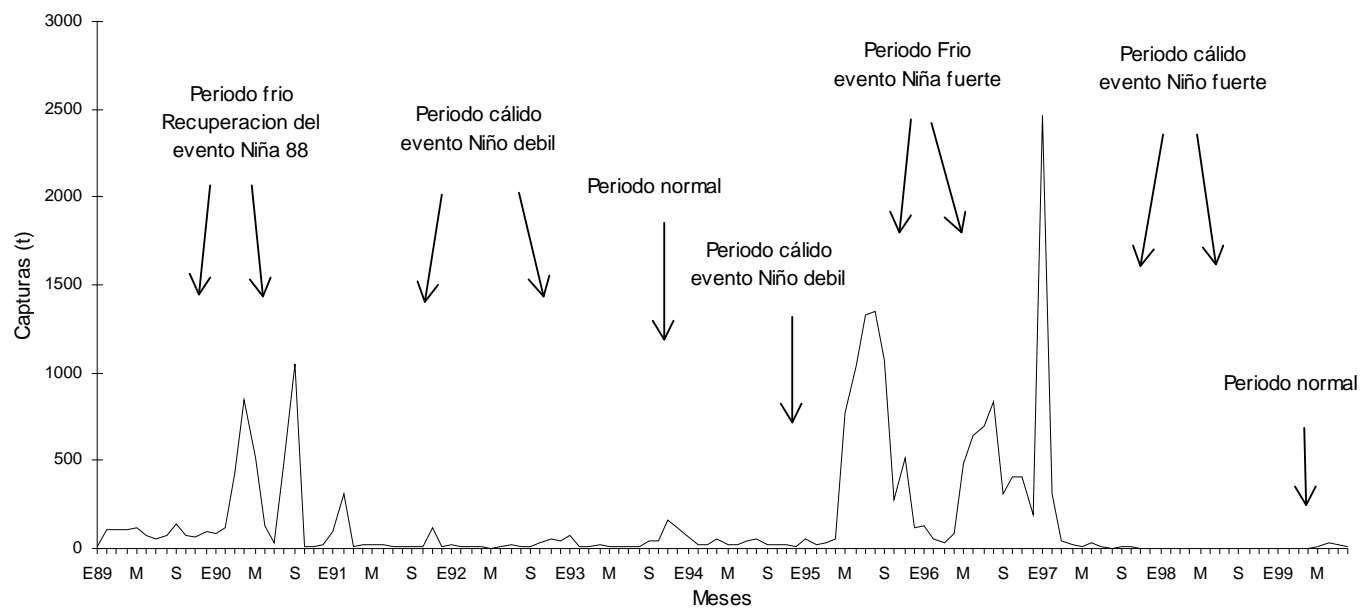


Fig. 2. Desembarques totales del calamar *L. gahi* en todo el litoral peruano durante el periodo enero 1989 – agosto 1999 y su relación con la ocurrencia de eventos el Niño y la Niña.

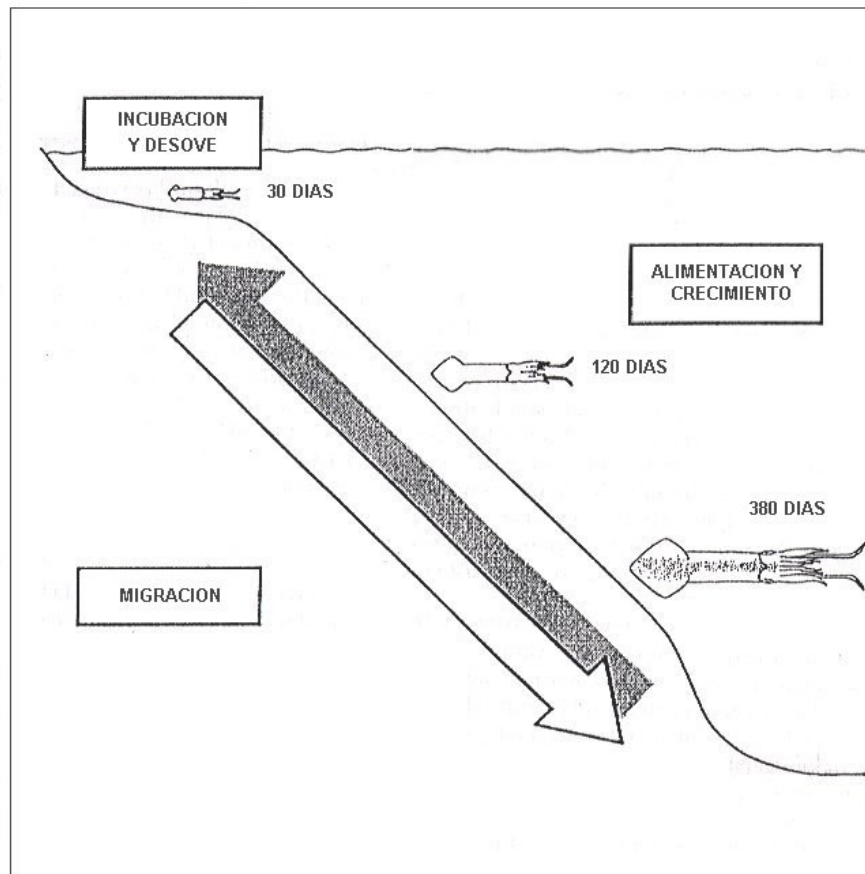


Fig.3. Ciclo de Vida del calamar *Loligo gahi* descrito por Hatfield y desClres (1998) para las Islas Malvinas.

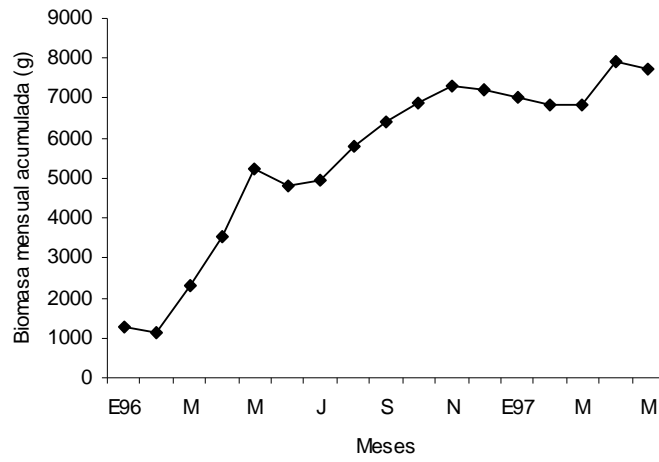


Fig. 4. Peso acumulado de la muestra de *L. gahi* analizada desde enero 1996 hasta mayo 1997 en la zona del Callao.



Fig. 5. Diagrama del estatolito de *L. gahi* indicando la nomenclatura usada, el núcleo y el plano de pulido para el conteo de anillos de crecimiento

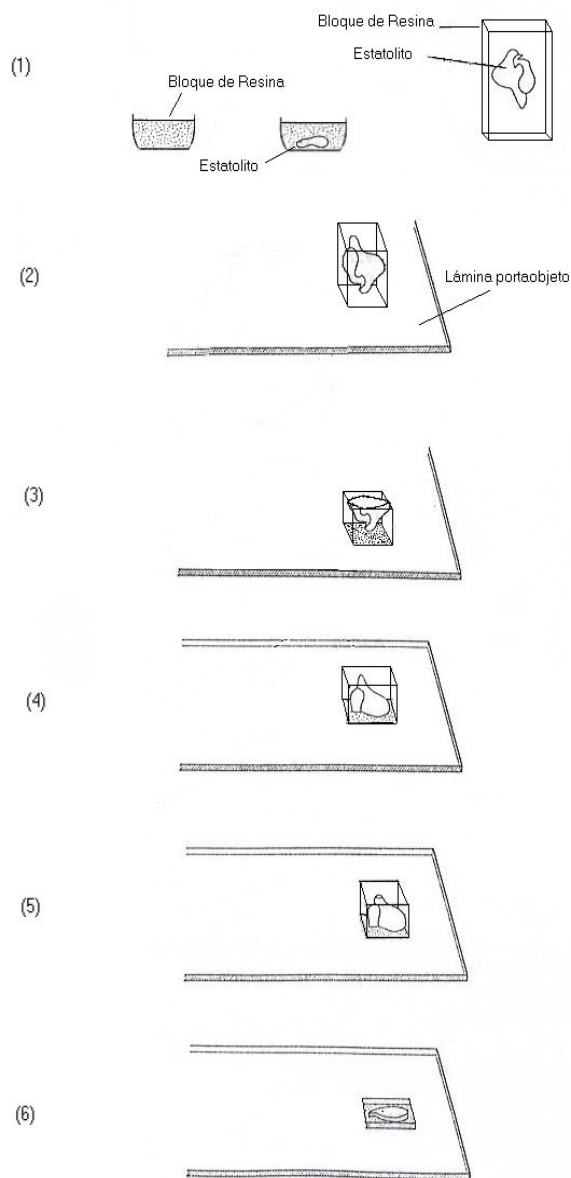


Fig. 6. Método usado para el montaje y pulido de estatolitos del calamar *L. gahi*. (1) Cada estatolito es introducido en los moldes con resina fresca y dejados hasta el día siguiente para endurecerse; (2) Cada bloque es cortado en una orientación especial y pegado a una lámina portaobjeto para un primer lijado con papel de grano grueso; (3) Una vez que se llega al núcleo se realiza un pulido con una tela especial; (4) Se procede a invertir la posición del estatolito y se pega a la lámina para lijar por el lado inverso (5) hasta obtener una lámina delgada en la cual se cuentan los anillos de crecimiento.

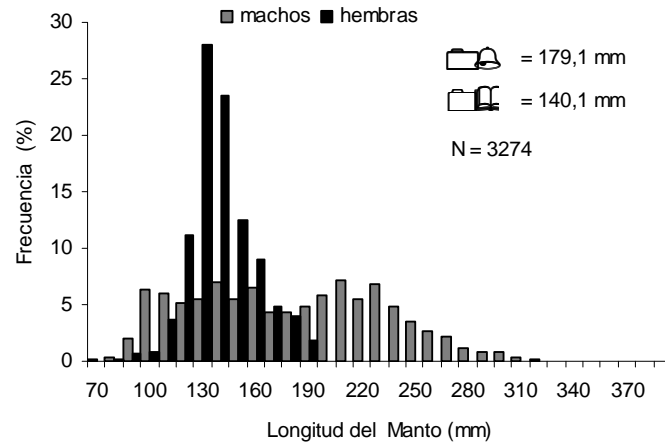


Fig 7. Composición por tallas del “calamar común” *Loligo gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo 1997.

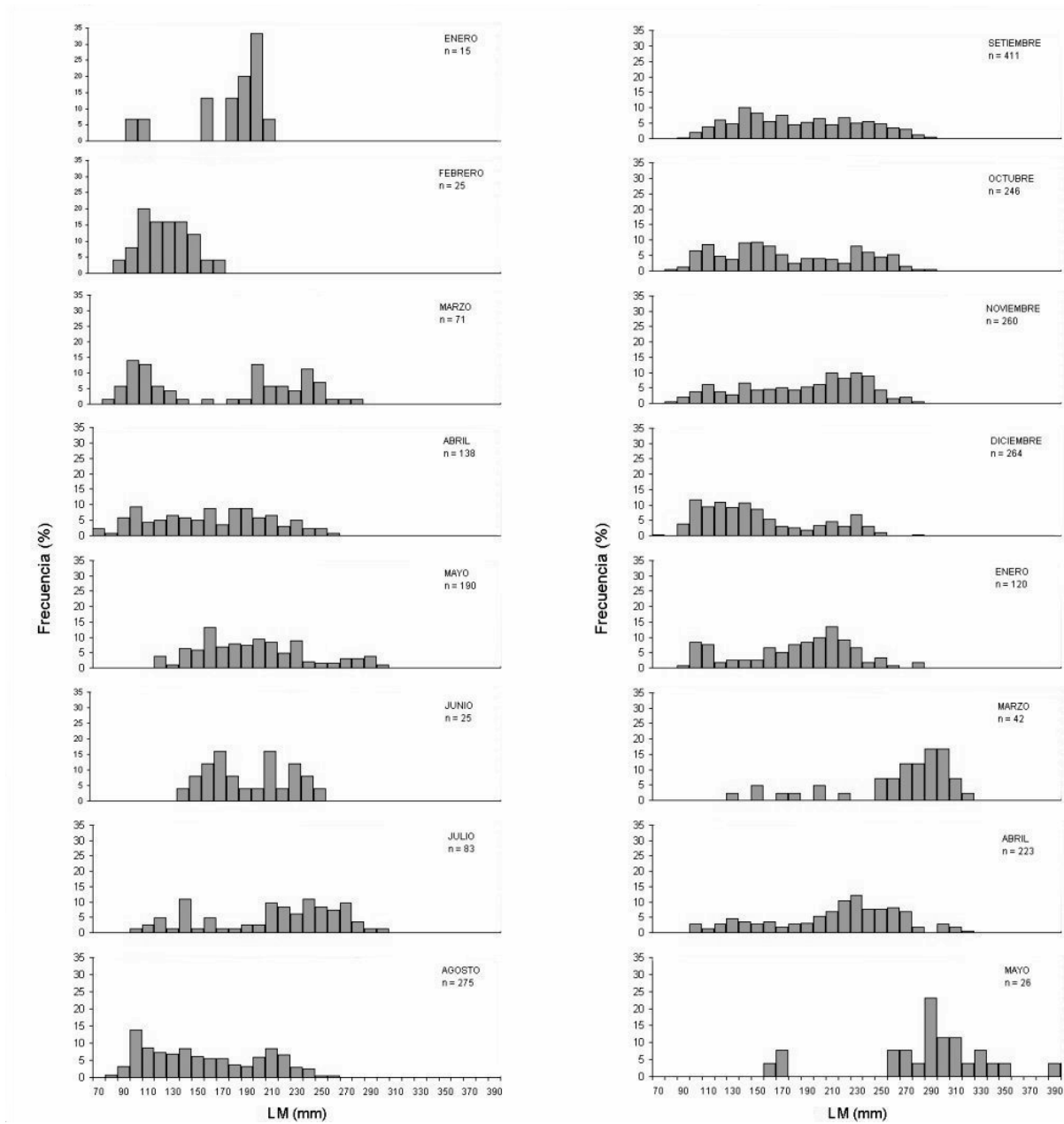


Fig 8. Composición mensual de las tallas para machos de *Loligo gahi* durante enero 1996 - mayo 1997 en la zona del Callao.

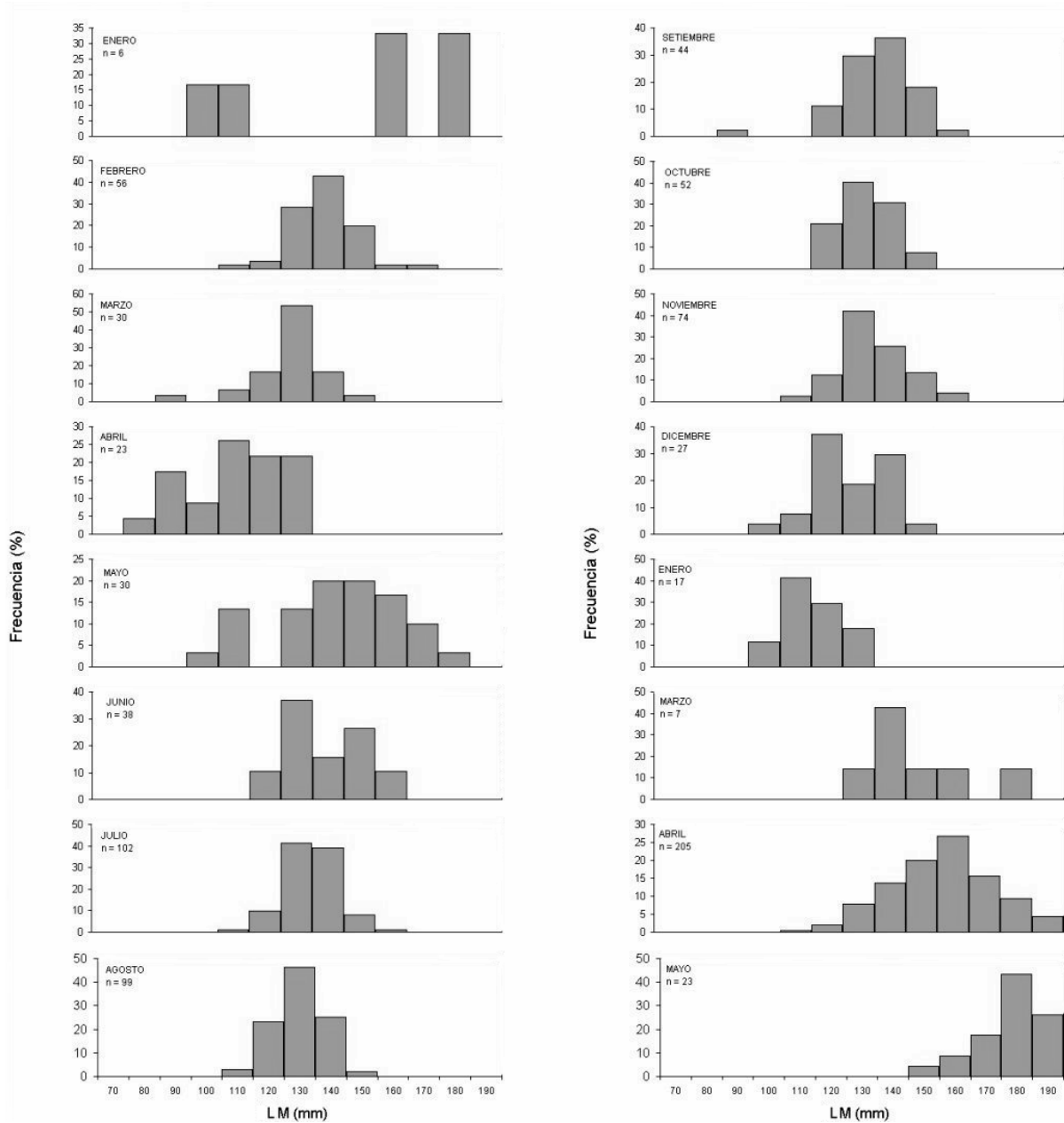
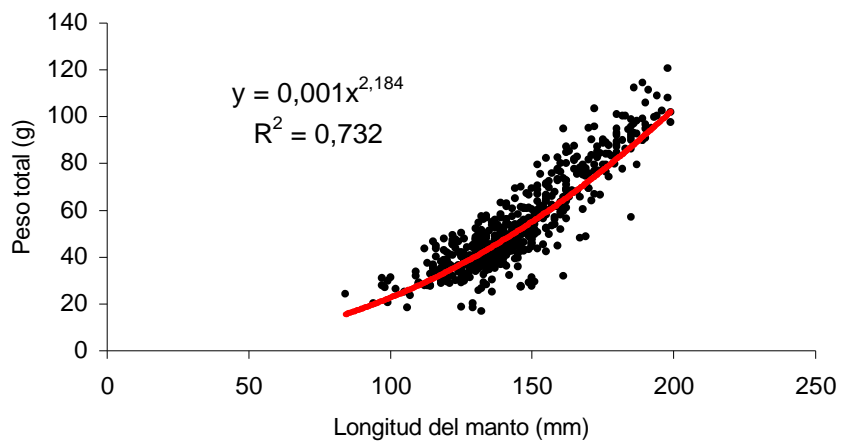


Fig. 9. Composición mensual de las tallas para hembras de *Loligo gahi* durante enero 1996 - mayo 1997 en la zona del Callao.

(a)



(b)

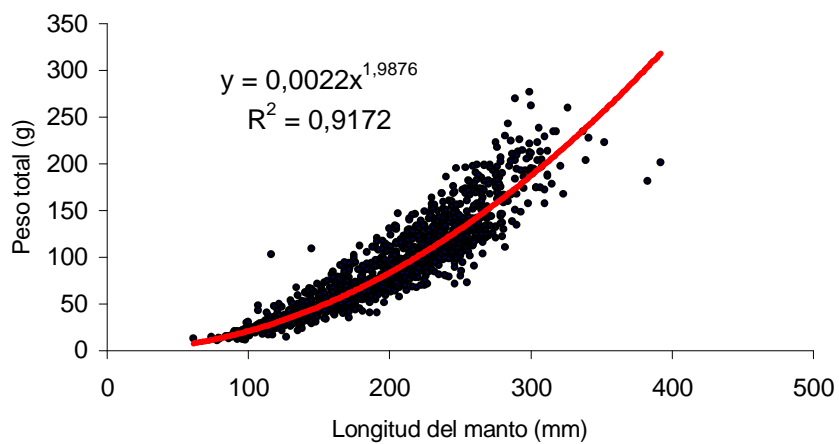
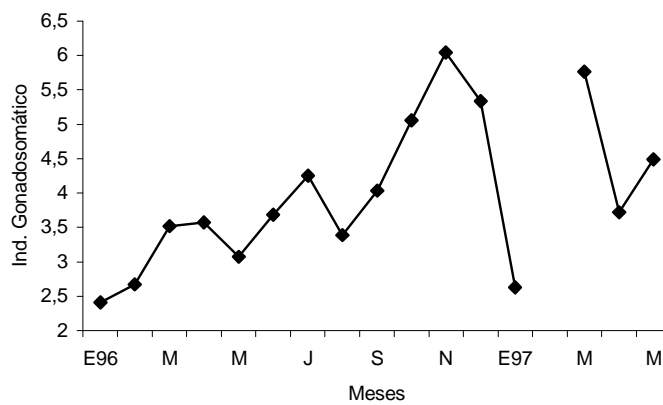


Fig. 10. Relaciones longitud del manto - peso total para hembras (a) y machos (b) de *Loligo gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo 1997.

(a)



(b)

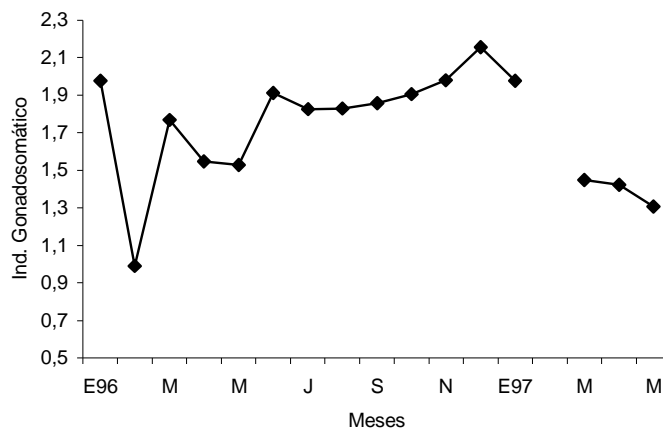
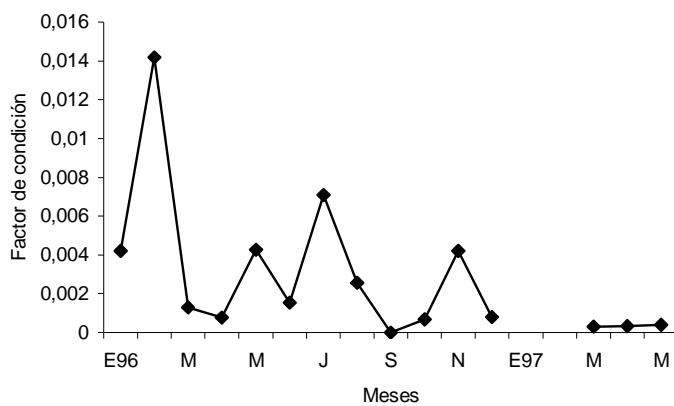


Fig. 11. Variación mensual del Índice Gonadosomático para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo - 1997.

(a)



(b)

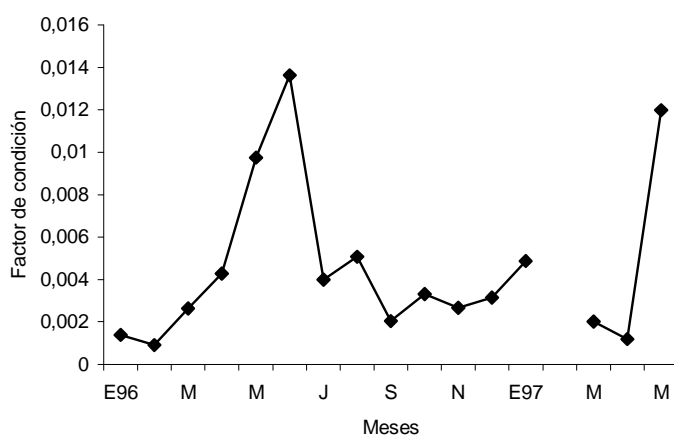
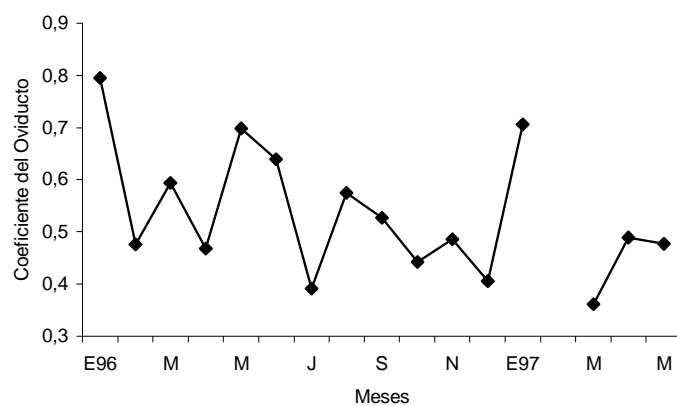


Fig. 12. Variación mensual del Factor de Condición para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo - 1997.

(a)



(b)

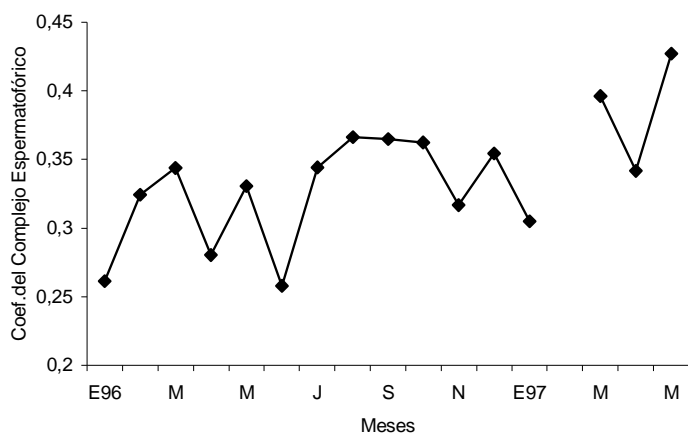
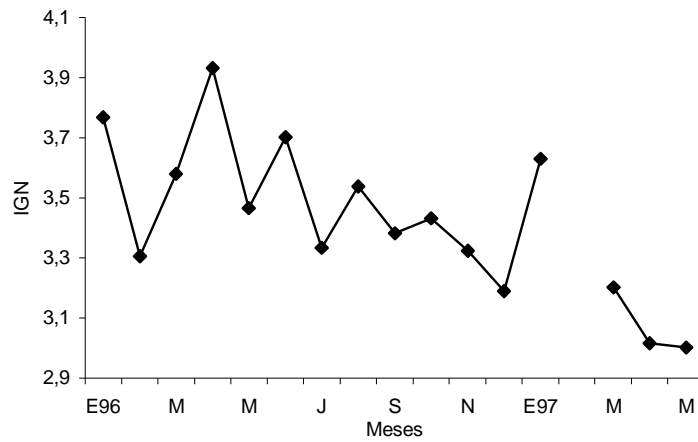


Fig. 13. Variación mensual de los Coeficientes del Oviducto y del Complejo Espermatofórico para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo - 1997.

(a)



(b)

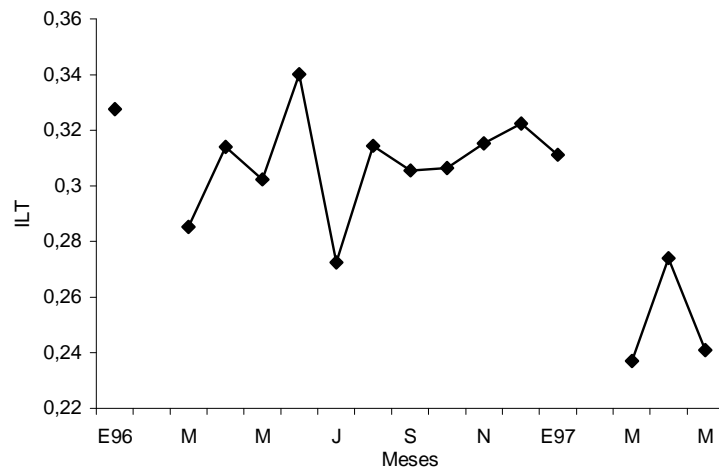
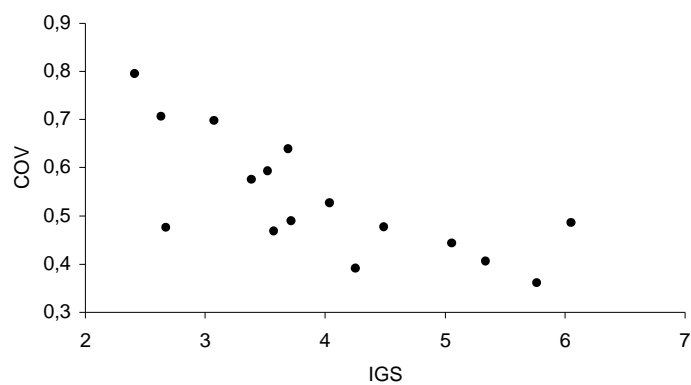


Fig. 14. Variación mensual de los Índices Glándula Nidamental y Testículo para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo - 1997.

(a)



(b)

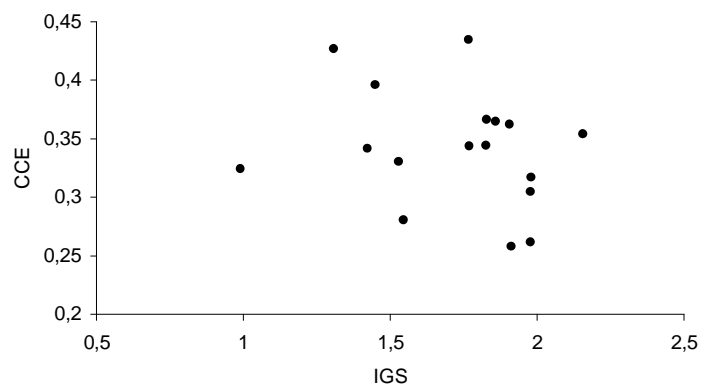


Fig. 15. Relación entre el coeficiente de complejo espermatofórico e IGS en machos (a) y el coeficiente del oviducto e IGS en hembras (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 – marzo 1997.

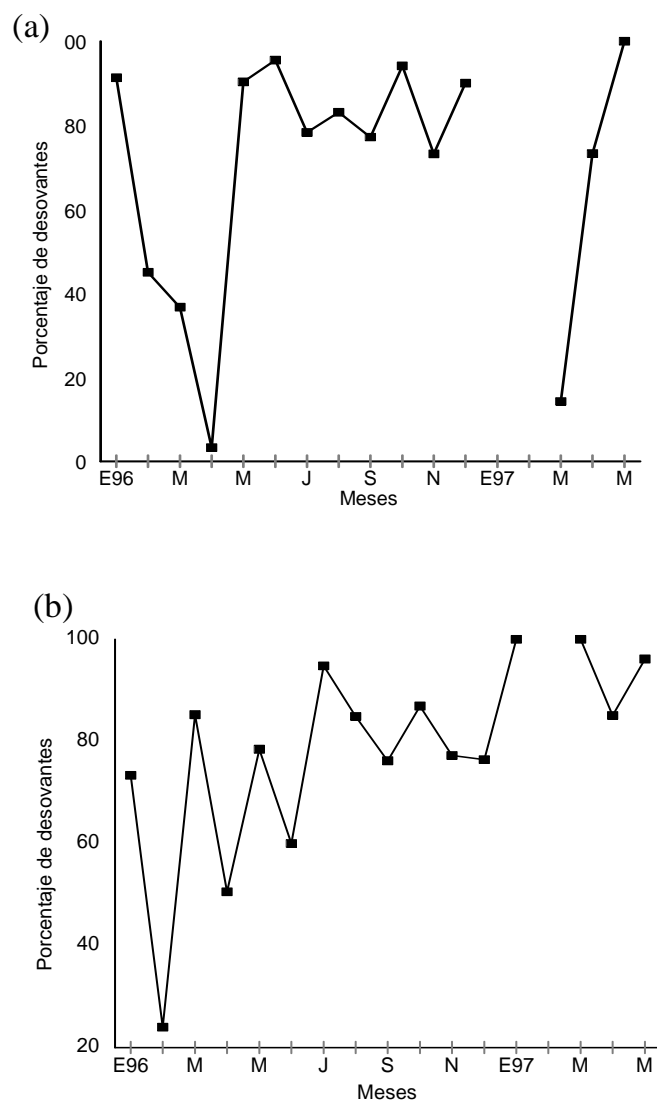


Fig. 16. Variación mensual del desove para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 – mayo 1997.

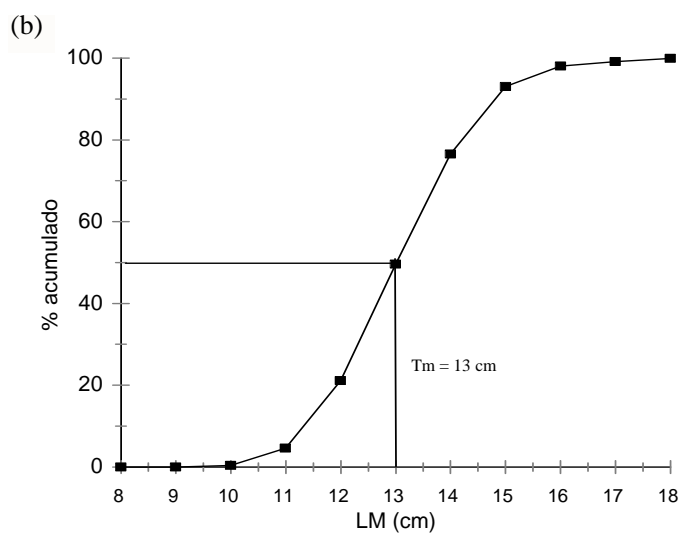
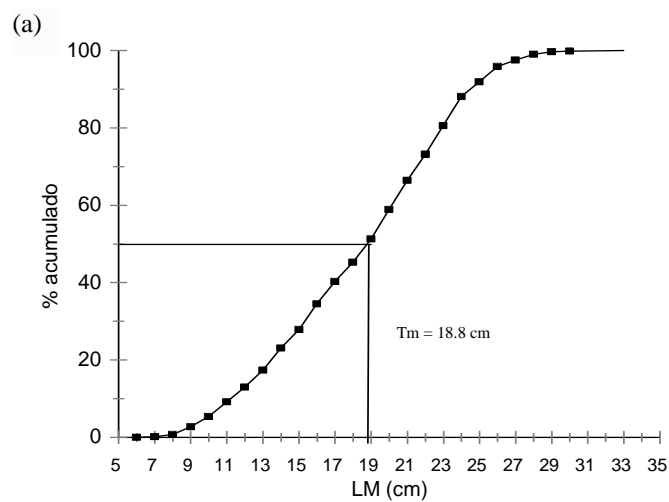


Fig. 17. Tallas medias de desove calculadas a partir de la frecuencia porcentual acumulada de los estadios IV y V por rango de tallas para hembras (a) y machos (b) de *L. gahi* en la zona del Callao durante enero 1996 – mayo 1997.

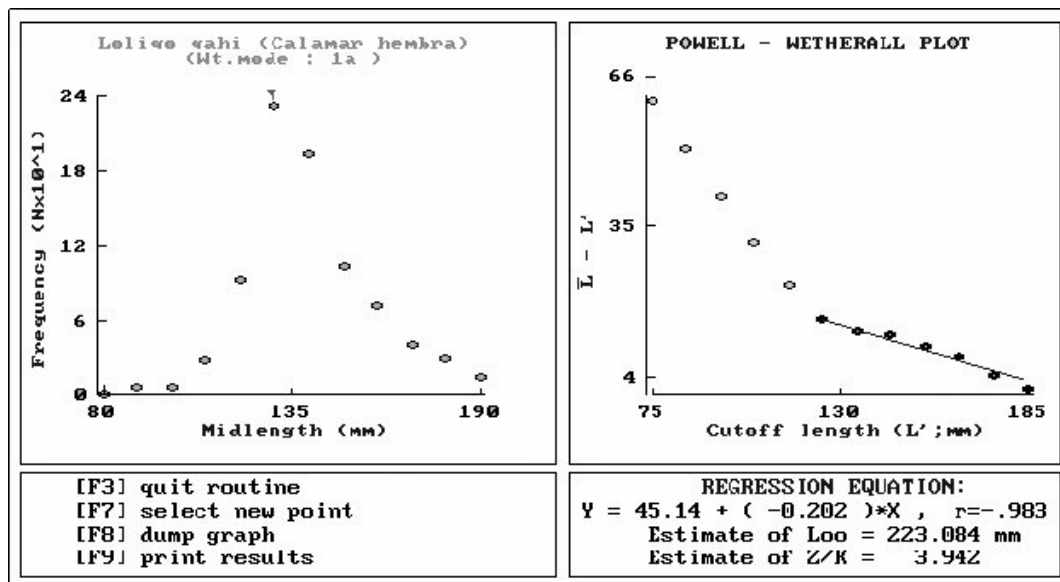


Fig. 18a. Resultados del cálculo de la Longitud Infinita para hembras de *Loligo gahi* ($L_{\infty} = 223.1$ mm) en la zona del Callao durante enero 1996 y mayo 1997.

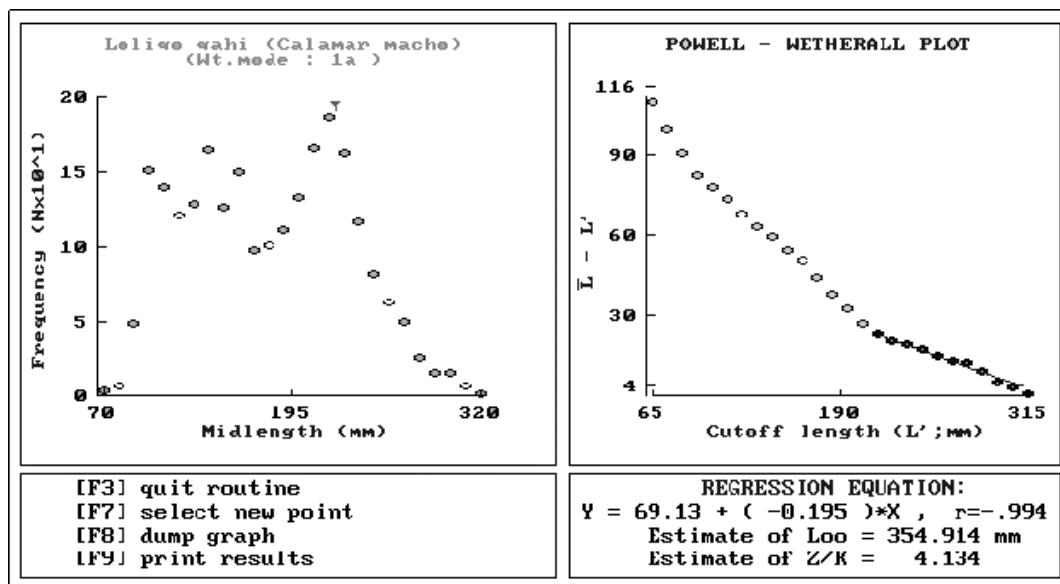


Fig. 18b. Resultados del cálculo de la Longitud Infinita para machos de *Loligo gahi* ($L_{\infty} = 354.9$ mm) en la zona del Callao durante enero 1996 y mayo 1997.

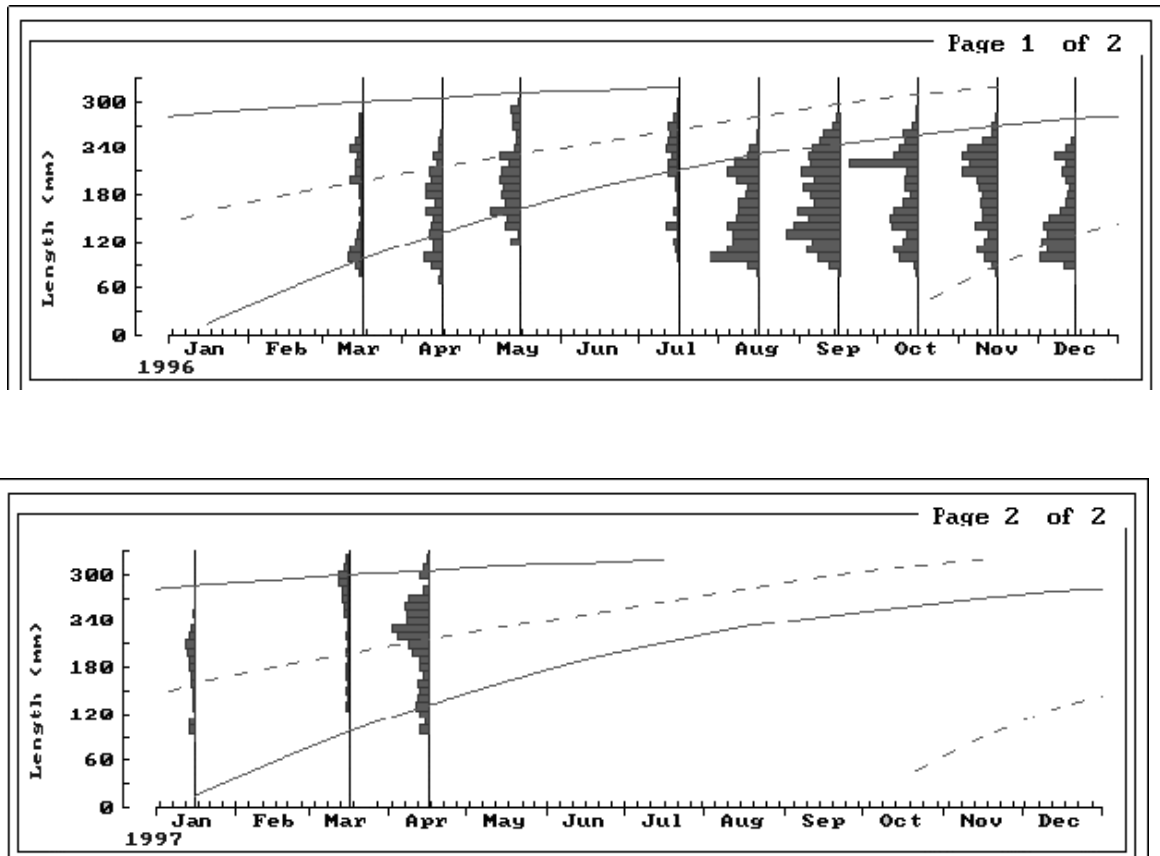


Fig. 19a. Resultado de la búsqueda automática de parámetros con el programa ELEFAN para machos de *Loligo gahi*. Primera Cohorte, línea continua: $L_{\infty} = 340$ mm, $K = 1.8$, $WP = 0.1$, $C = 0.9$, Segunda Cohorte, línea discontinua: $L_{\infty} = 370$ mm, $K = 1.7$, $WP = 0.3$, $C = 0.2$.

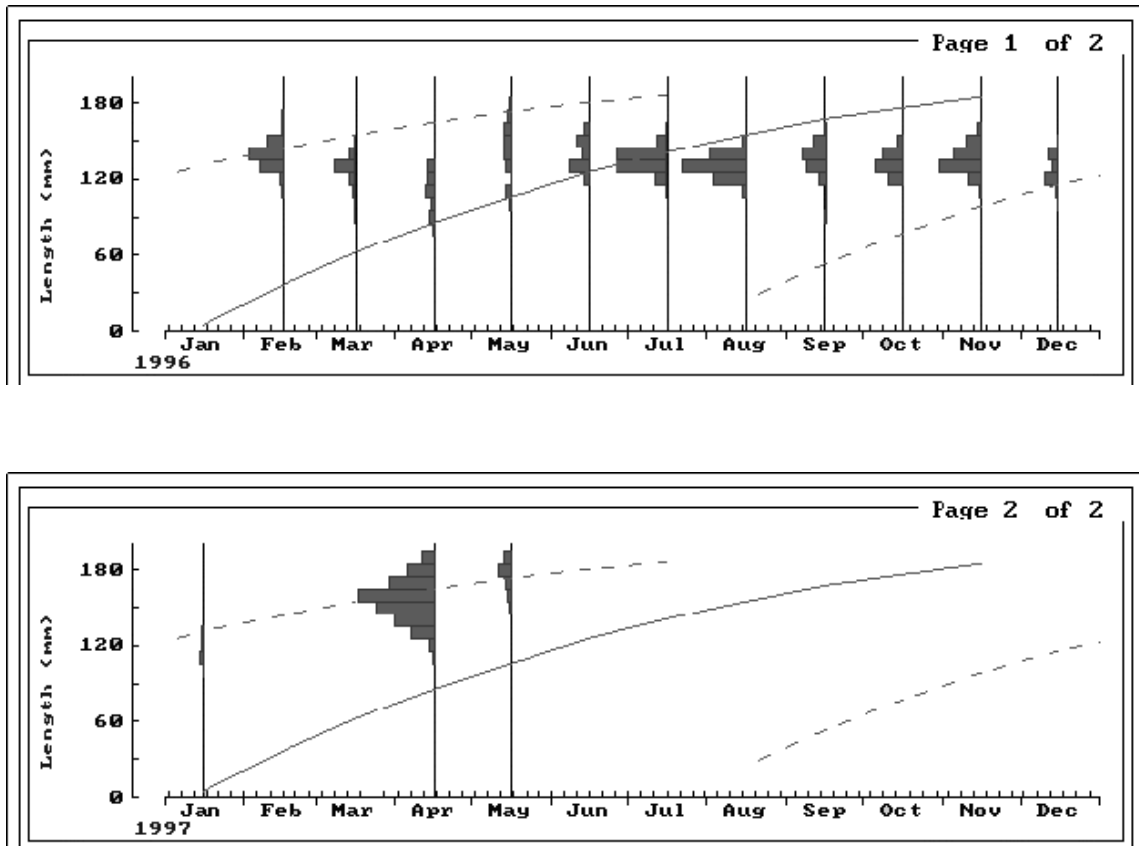


Fig. 19b. Resultado de la búsqueda automática de parámetros con el programa ELEFAN para hembras de *Loligo gahi*. Primera Cohorte, línea continua: $L_{\infty} = 225$ mm, $K = 2.0$, $WP = 0.1$, $C = 0.1$, Segunda Cohorte, línea discontinua: $L_{\infty} = 225$ mm, $K = 1.8$, $WP = 0.0$, $C = 0.1$

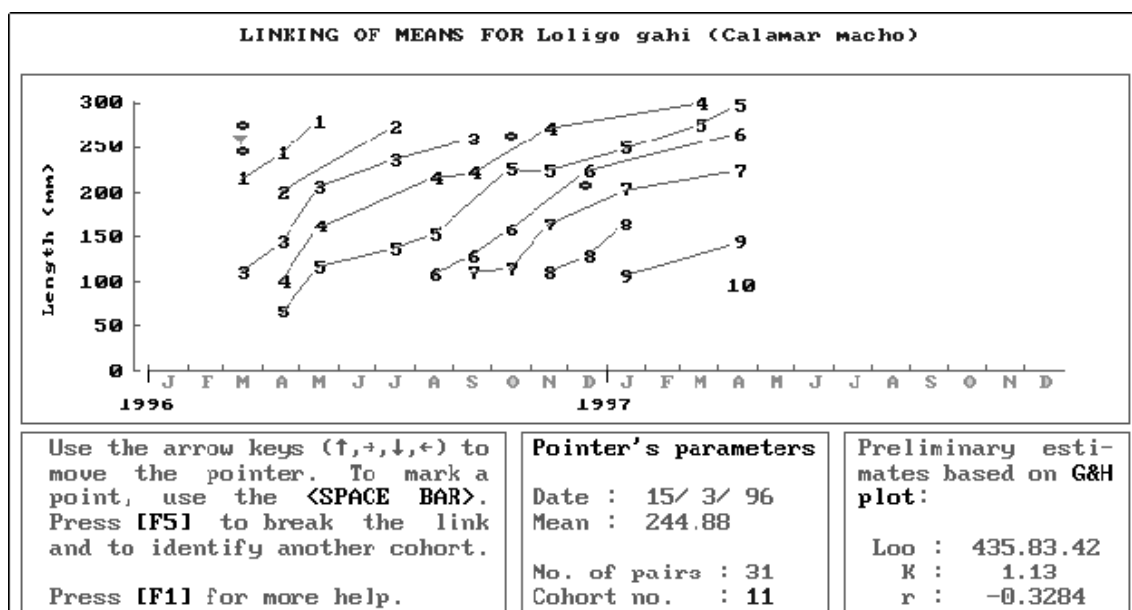


Fig. 20. Resultados del análisis de la unión de las medias modales obtenidas con el método de Bhattacharya, en la zona del Callao durante enero 1996 - mayo 1997

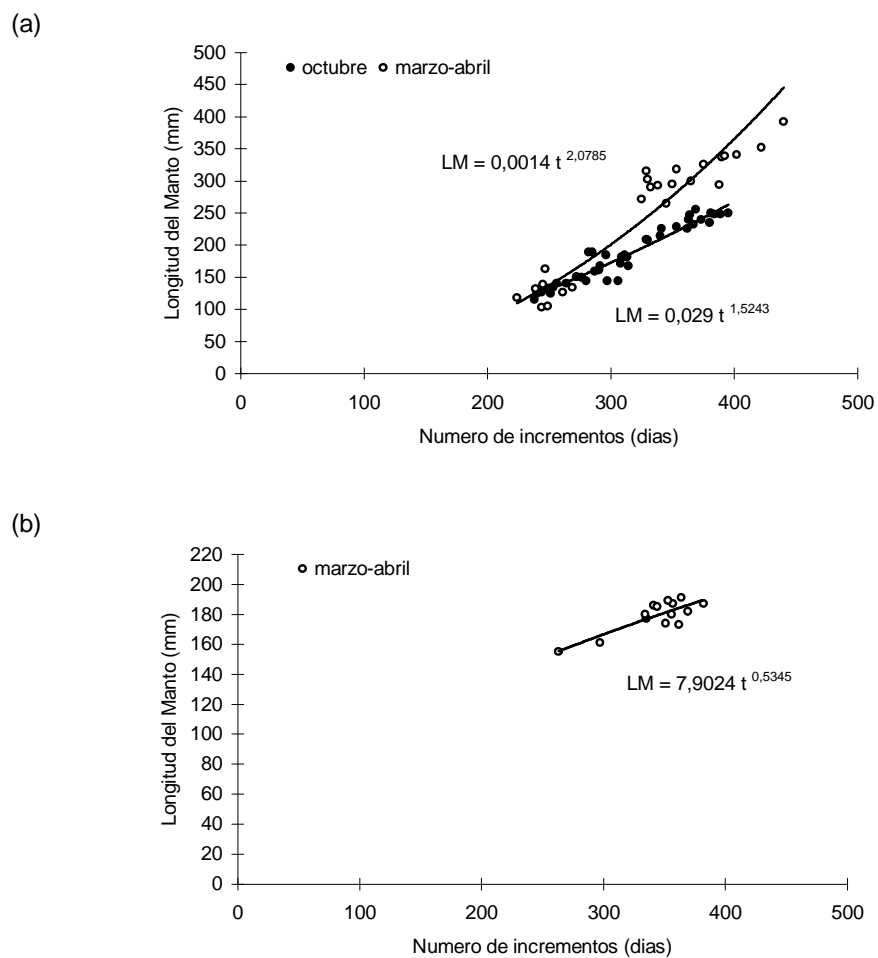
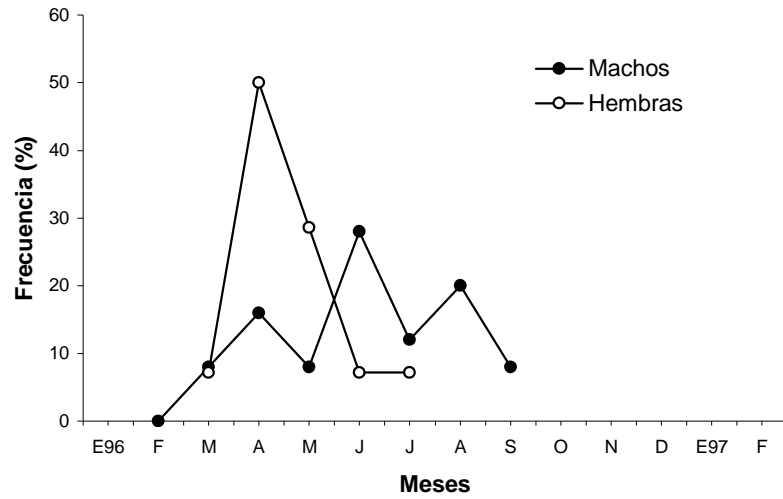


Fig. 21. Incremento en Longitud de manto según el número de anillos formados en estatolitos de machos (a) y hembras (b) de *L. gahi* en la zona del Callao capturados en marzo – abril y octubre de 1997.

(a)



(b)

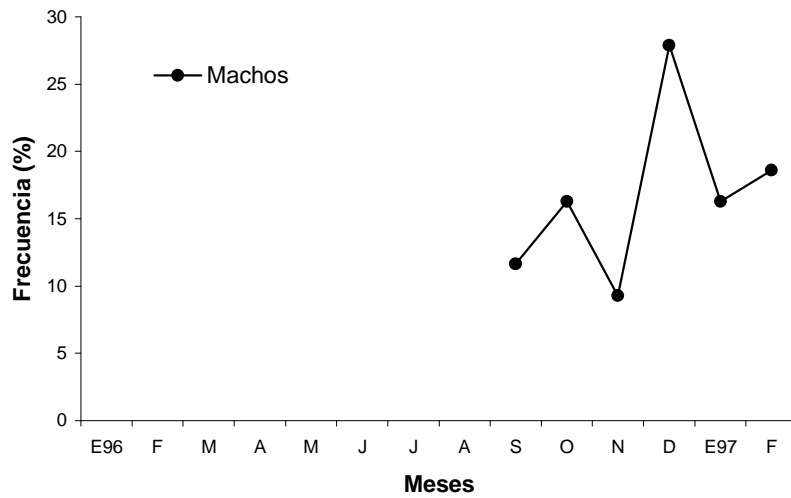


Fig. 22. Fechas de eclosión del calamar *L. gahi* para los individuos capturados en la primera temporada de pesca, marzo - abril (a) y la segunda temporada, octubre (b) de 1997.

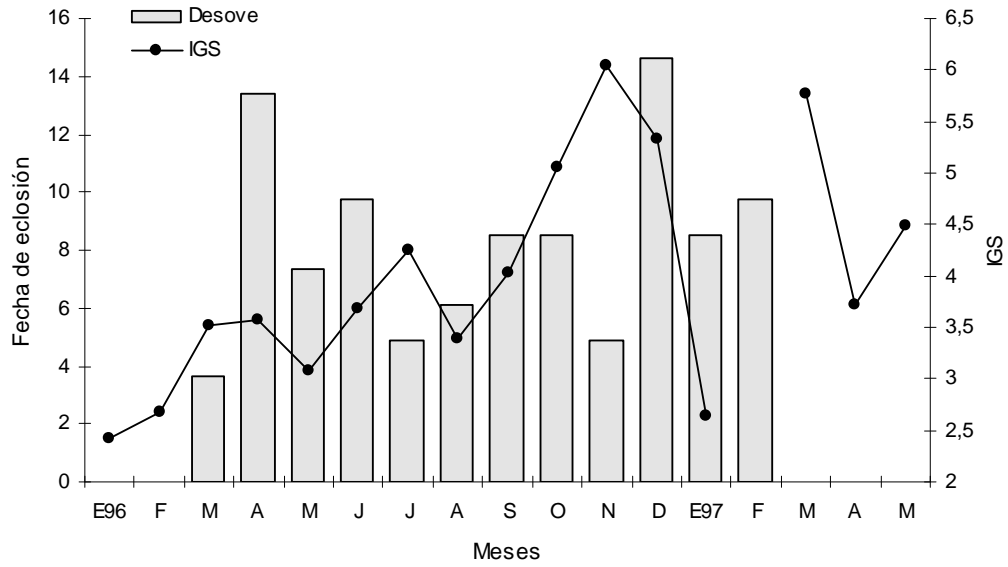


Fig. 23. Fechas de eclosión y variación del IGS para ambos sexos del calamar *L. gahi* durante 1996.

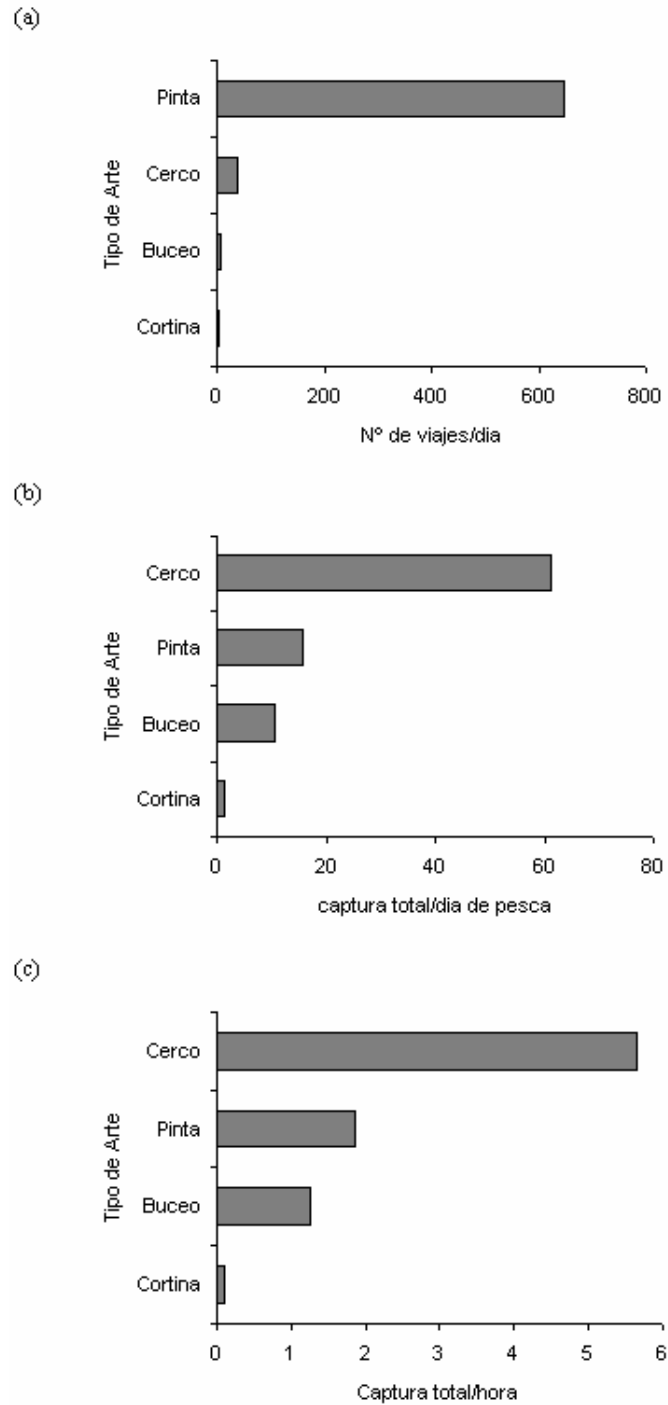


Fig. 24. Artes de pesca utilizadas en la zona de del Callao durante Marzo – Diciembre de 1996 ordenadas por importancia según número de viajes (a), capturas por día (b) y captura por hora (c).

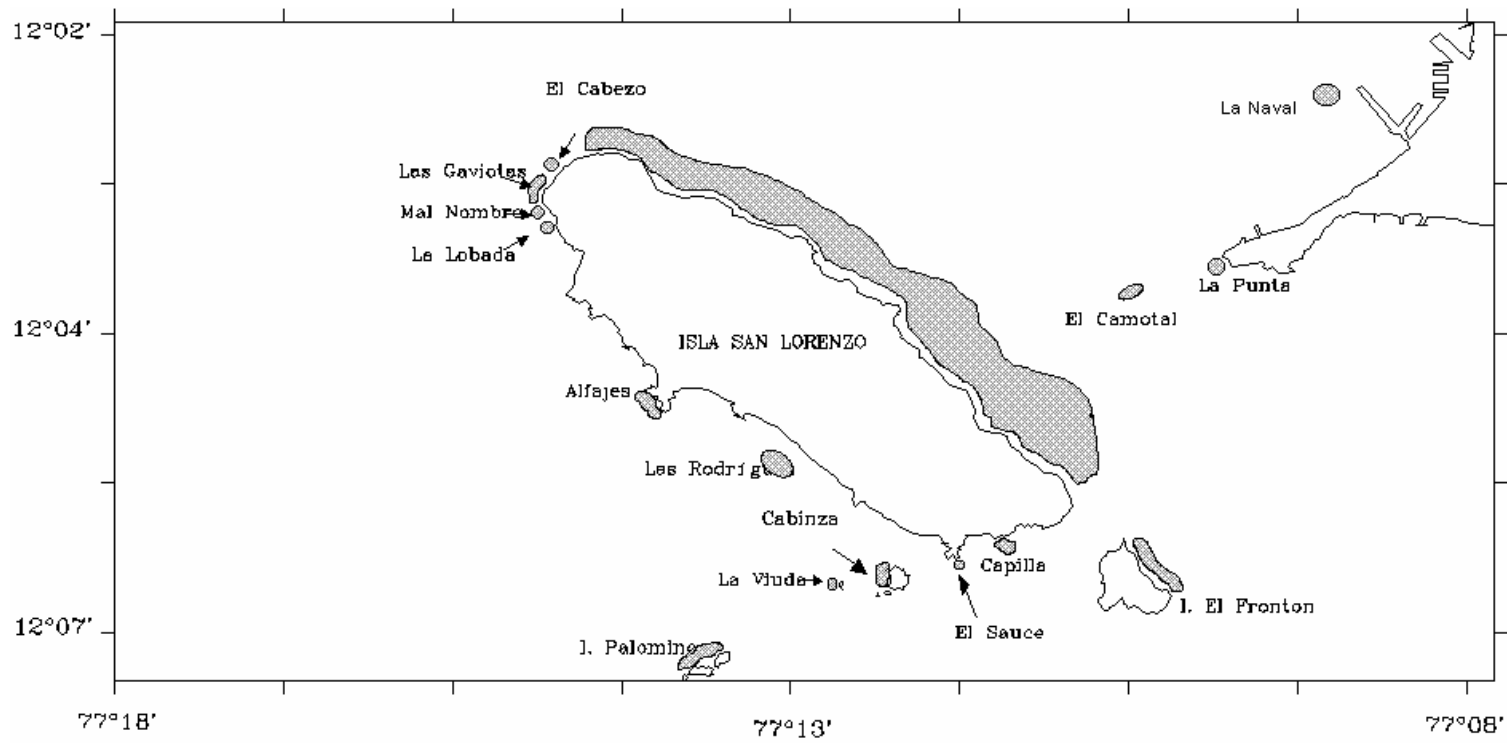


Fig. 25. Principales zonas de pesca del calamar (*Loligo gahi*) en el área del Callao durante el periodo marzo 1996 - Diciembre 1996.

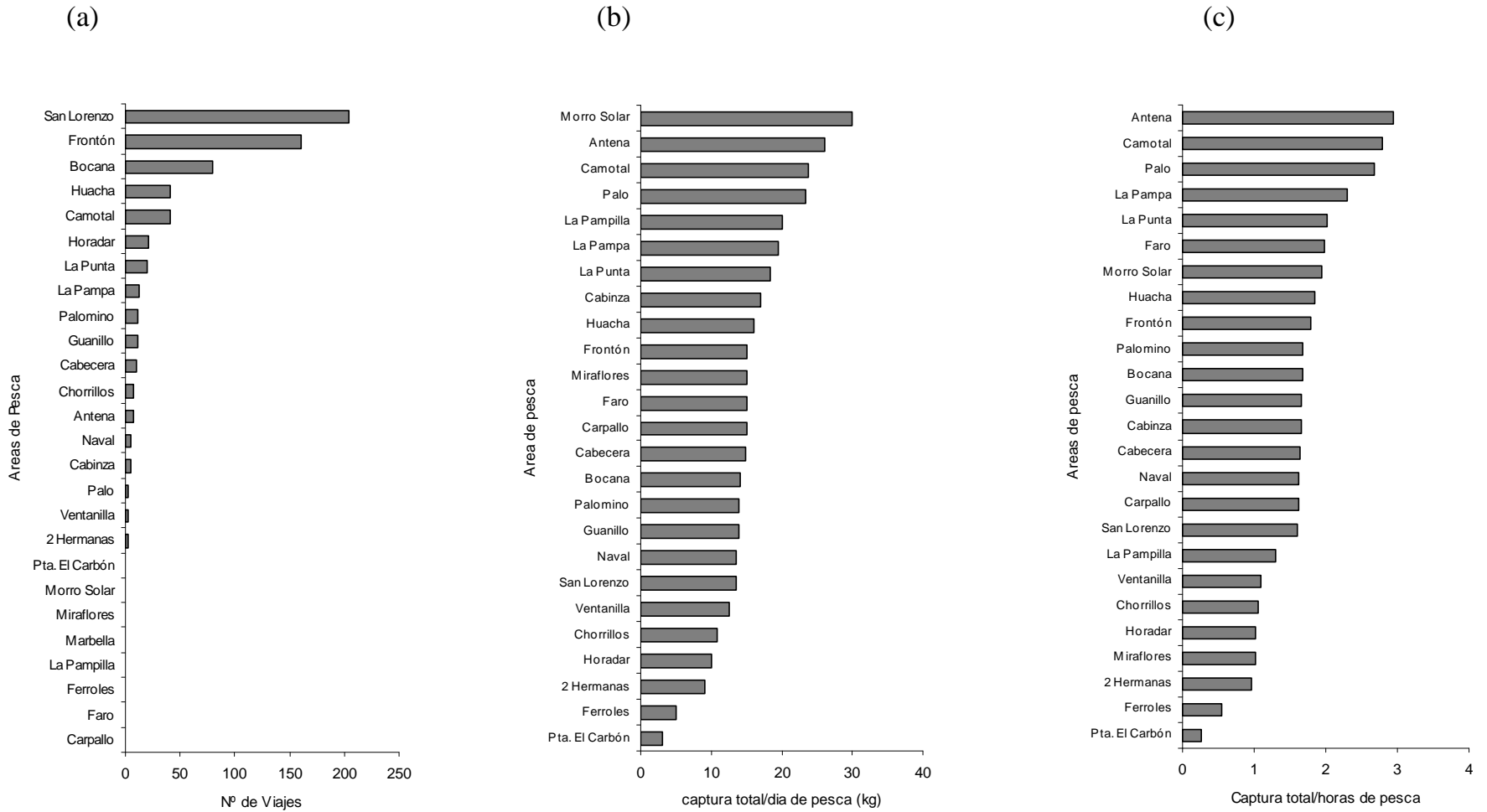


Fig. 26. Principales áreas de pesca del calamar *Loligo gahi* en al Callao durante Marzo - Diciembre de 1996, ordenadas por número de viajes (a), volumen de captura por día (b) y por volumen de capturas por horas (c).

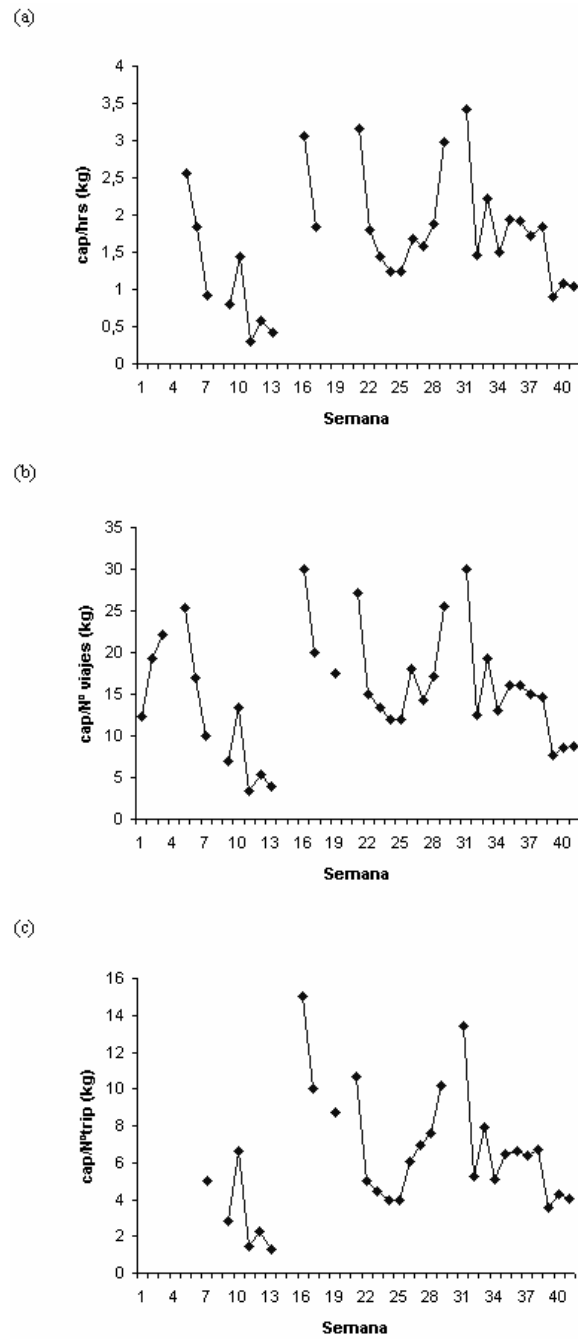


Fig. 27. Variaciones semanales de la Captura por Unidad de Esfuerzo registradas para la zona del Callao con tres medidas de esfuerzo: por horas de viaje (a), por número de viajes (b) y por número de tripulantes (c), durante Marzo - Diciembre de 1996.