



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 47

INFORME : CARACTERIZACION DEL CICLO
FINAL REPRODUCTIVO DEL RECURSO
PULPO (*Octopus mimus*) EN LAS
REGIONES I A III

UNIDAD : UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
EJECUTORA

**SUBSECRETARÍA DE PESCA
FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**



**INFORME FINAL
PROYECTO F.I.P. N°96-47
“CARACTERIZACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DEL
RECURSO PULPO (*Octopus mimus*) EN LAS REGIONES I A III”**

**EJECUTOR:
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
IQUIQUE - CHILE
AGOSTO DE 1998**

REQUIRENTE:

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo: Dn. JUAN MANUEL CRUZ SÁNCHEZ

EJECUTOR:

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT, UNAP
Rector: Dn CARLOS MERINO PINOCHET

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE:

Jefe de Proyecto: TITO CORTEZ ORREGO, PhD.

Investigadores Principales y Consultores: TITO CORTEZ ORREGO, PhD.
ANGEL GUERRA SIERRA, PhD.
JOSÉ VERGARA POL, Msc.

Equipo de terreno:
TITO CORTEZ ORREGO
MARISOL CORDERO DÍAZ
WILFREDO COTTON M.

Observaciones directas en la naturaleza indicaron que la actividad reproductiva del pulpo estuvo circunscrita a la plataforma rocosa litoral, habitando madrigueras localizadas principalmente cercanas a fondos arenosos. Las hembras anidaron en cuevas ubicadas en aguas someras, con profundidades menores de 7 metros con una proporción significativamente mayor a profundidades que no superaron los 3 metros.

Las hembras cuidaron los huevos después del desove, aparentemente sin abandonar sus madrigueras durante el anidamiento (entre 1 y 3 meses). Coincidente con la eclosión, la hembra muere.

La condición de las hembras depende de factores ambientales y del ciclo reproductor, dedicando parte de los recursos energéticos somáticos al cuidado de la puesta para asegurar un número mínimo de descendientes.

Las condiciones oceanográficas acontecidas durante el período de estudio, expresada en un aumento de la temperatura superficial del mar respecto de la temperatura histórica del área, fueron de carácter excepcional para las tres zonas estudiadas. Estas influyeron significativamente en los aspectos reproductivos que se analizaron.

ÍNDICE GENERAL

	Página
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- MARCO TEÓRICO	3
3.- OBJETIVOS	7
4.- METODOLOGÍA	8
4.1. Diseño muestral	8
4.2. Tamaño muestra	8
4.3. Área de estudio	9
4.4. Procedimiento general	10
4.5. Reproducción	11
4.6. Índice gonadosomático (IGS)	14
4.7. Talla de primera madurez (TPM)	14
4.8. Estudio ecológico	15
4.9. Índice de condición (IGD)	17
5.- RESULTADOS	18
5.1 Dimorfismo sexual	18
5.2. Proporción sexual	18
5.3. Histofisiología del ovario	19
5.4. Variación mensual de la madurez	21
5.5. Ciclo reproductivo	25
5.6. Caracterización bioecológica	26
5.7. Comportamiento reproductor	27
5.8. Índice de condición (IGD)	28
6.- DISCUSIÓN	30
7.- BIBLIOGRAFÍA	37
8.- ANEXO FIGURAS	43
9 ANEXO TABLAS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1; Área de distribución de la especie y lugar de procedencia de las muestras analizadas.	44
Figura 2; Variaciones mensuales de la proporción sexual. Iquique.	45
Figura 3; Variaciones mensuales de la proporción sexual. Antofagasta.	46
Figura 4; Variaciones mensuales de la proporción sexual. Caldera.	47
Figura 5; Histología de un ovario inmaduro.	48
Figura 6; Histología de un ovario en vitelación.	49
Figura 7; Histología de un ovario vitelado.	50
Figura 8; Histología de un ovario en vitelación máxima.	51
Figura 9; Variaciones mensuales de la fracción hembras reproductoras durante el período de estudio. Iquique.	52
Figura 10; Variaciones mensuales de la fracción hembras reproductoras durante el período de estudio. Antofagasta.	53
Figura 11; Variaciones mensuales de la fracción hembras reproductoras durante el período de estudio. Caldera.	54
Figura 12; Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Hembras, Iquique.	55
Figura 13; Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Hembras, Antofagasta.	56
Figura 14; Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Hembras, Caldera.	57

Figura 15;	Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Machos, Iquique.	58
Figura 16;	Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Machos, Antofagasta.	59
Figura 17;	Variaciones porcentuales mensuales de grados de madurez durante el período de estudio. Machos, Caldera.	60
Figura 18;	Comparación de las temperaturas superficiales del mar ocurridas durante el período de estudio con sus promedios históricos, para cada mes, tomando como referencia la localidad de Iquique.	61
Figura 19;	Ojiva del peso de primera madurez. Hembras, Iquique.	62
Figura 20;	Ojiva del peso de primera madurez. Hembras, Antofagasta.	63
Figura 21;	Ojiva del peso de primera madurez. Hembras, Caldera.	64
Figura 22;	Ojiva de la talla de primera madurez. Hembras, Iquique.	65
Figura 23;	Ojiva de la talla de primera madurez. Hembras, Antofagasta	66.
Figura 24;	Ojiva de la talla de primera madurez. Hembras, Caldera.	67
Figura 25;	Valores mensuales del Índice Gonadosomático (IGS) para las hembras, en las tres regiones, durante el período de estudio.	68
Figura 26;	Variación en la condición de las hembras respecto del estado de madurez (EM) y localidad de procedencia.	69

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1; Cuadro resumen de tamaños muestrales. Iquique.	71
Tabla 2; Cuadro resumen de tamaños muestrales. Antofagasta.	72
Tabla 3; Cuadro resumen de tamaños muestrales. Caldera.	73
Tabla 4; Localidades de procedencia y número de muestras analizadas por mes en la Primera Región.	74
Tabla 5; Localidades de procedencia y número de muestras analizadas por mes en la Segunda Región.	75
Tabla 6; Localidades de procedencia y número de muestras analizadas por mes en la Tercera Región.	76
Tabla 7; Proporción sexual mensual en Iquique.	77
Tabla 8; Proporción sexual mensual en Antofagasta.	78
Tabla 9; Proporción sexual mensual en Caldera.	79
Tabla 10; Estados de madurez por clase de peso en hembras. Iquique.	80
Tabla 11; Estados de madurez por clase de peso en hembras. Antofagasta.	81
Tabla 12; Estados de madurez por clase de peso en hembras. Caldera.	82
Tabla 13; Frecuencia de los estados de madurez de los machos. Iquique.	83
Tabla 14; Frecuencia de los estados de madurez de los machos. Antofagasta.	84
Tabla 15; Frecuencia de los estados de madurez de los machos. Caldera.	85
Tabla 16; Caracterización del hábitat por estrato y comparación de parámetros bioecológicos.	86

Tabla 17;	Cuadro resumen de los números de individuos capturados por Región, sexo (S) y estado de madurez (EM).	87
Tabla 18;	valores promedios del índice de la glándula digestiva (IGD) de las hembras por estado de madurez (EM) y localidad.	89

1.- INTRODUCCIÓN

La reproducción es el evento más trascendente y fundamental de los seres vivos, permite que las especies perduren en el tiempo compartiendo la información genética, y difunde en sus poblaciones las características que pudieran ser valiosas para adaptarse mejor a un medio ambiente dinámico, producto de nuevas combinaciones genéticas.

En este contexto, los cefalópodos en general y los octópodos en particular, son moluscos altamente evolucionados, cuya forma de reproducirse es sexual y siempre por sexos separados, en contraste con otras clases del filum. Presentan distintos grados de dimorfismo sexual, desde muy notable en octópodos pelágicos hasta poco conspicuos en animales bentolitorales (Guerra, 1992).

Exhiben un comportamiento sexual complejo, relacionado probablemente con el gran desarrollo paralelo del sistema nervioso, y adoptan estrategias reproductivas muy interdependiente con los factores ambientales e influidas por las relaciones interespecíficas del ecosistema en que viven (Boletzky, 1981).

La madurez sexual parece tener una alta correlación con factores ambientales como la temperatura, el fotoperiodo y la alimentación (Richard, 1971; Mangold, 1983a; 1987; Wells y Wells, 1959; 1977; Wodinsky, 1978, entre otros autores).

En la maduración gonádica, el índice gonadosomático (IGS), porcentaje de la gónada en relación con el peso total eviscerado, se presenta como una muy buena herramienta para detectar y evaluar modificaciones ocurridas en el sistema reproductor de ambos sexos. Los cambios positivos del índice son consecuencia directa de las drásticas alteraciones en el tamaño y peso de los ovocitos en los procesos vitelogenéticos previos a la puesta, en el caso de las hembras, y debido a una hiperplasia del sistema reproductor en los machos, causada por la producción y almacenamiento de gametos. El IGS ha sido utilizado como indicador del estado de desarrollo gonadal, demostrando ser un buen índice, en *O. vulgaris* (Mangold-Wirz, 1963), *Eledone cirrhosa* (Moriyasu, 1981), *Eledone massyae* (Alvares y Haimovici, 1991), *Sepia officinalis* (Richard, 1971), *Illex coindetii* (Gonzalez, 1994), *Loligo vulgaris* y *Loligo forbesi* (Guerra y Rocha, 1994), *Loligo chinensis* e *Idiosepius pygmaeus* (Jackson, 1993), entre otros cefalópodos.

La forma en que los animales marinos se reproducen, es un aspecto de gran interés y comprende los parámetros clásicamente estudiado en la reproducción de las especies y también dentro de los cefalópodos. Es una resultante de complejos

procesos evolutivos, de la fórmula seleccionada de mayor rentabilidad entre el crecimiento y la reproducción de los animales. Es decir, su valor nos permitiría inferir sobre su estrategia reproductiva. En esta perspectiva, esperaríamos que, en primer lugar, ocurra una mayor variabilidad en los valores de la fecundidad intraespecífica como respuestas a distintas condiciones ambientales, como es el caso del norte de Chile. De igual manera, también se esperaría una diferencia entre especies (o poblaciones de una especie), con estrategias alimentarias y de crecimiento similares pero en distintas áreas geográficas.

Como otros octópodos (Mangold et al., 1993), el pulpo de Gould es una especie que muestra características de semelparidad, con un tiempo de desove breve, siendo los ovocitos producidos durante su madurez todos aquellos que serán evacuados como huevos en su desove anual y único durante su existencia (Cortez et al., 1992, 1995), por que esta especie, como la mayoría de los cefalópodos excepto los del género *Nautilus*, mueren después de la freza (Guerra, 1993).

Un factor adicional y complementario a los sucesos estrictamente biológicos, que condiciona en muchas ocasiones el éxito reproductor, es la conducta de los progenitores frente a los acontecimientos reproductivos.

En el Proyecto se estudian diversos aspectos biológicos de la reproducción del pulpo *Octopus mimus*, como proporción sexual, maduración, época y zonas de freza, talla de primera madurez y comportamiento reproductor, comparándose con los hallados para la misma especie en las tres Regiones del norte del país. Estos resultados son contrastados principalmente con los encontrados en *Octopus vulgaris*, especie muy semejante, y sobre la cual existe una extensa información.

En el presente Informe se entregan los resultados finales que corresponden al ciclo anual comprendido entre octubre de 1996 a septiembre de 1997, para las tres Regiones propuestas en el estudio. Se incluyen, de acuerdo con los objetivos, los siguientes tópicos:

- Relaciones talla - peso total
- Proporción sexual y de madurez sexual, por sexo y zona de estudio
- Peso y talla de primera madurez
- Cópula , anidamiento y desove del recurso por región
- Caracterización del hábitat del recurso

2.- MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA PARA LA ESPECIE *Octopus mimus* Gould, 1852, EN ASPECTOS RELACIONADOS CON EL ESTUDIO.

Se identifica el pulpo del norte de Chile como *Octopus mimus* Gould, 1852, hasta ahora considerado como *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. Se redescubre esta especie que era mal conocida y cuya distribución comprende la región faunística Peruviana. *Octopus mimus* se diferencia de *O. vulgaris*, por tener un tamaño corporal medio inferior, brazos más cortos y con un menor número de ventosas, ventosas agrandadas de menor tamaño, menor número de laminillas branquiales, su particular sistema reticular epidérmico y la diferente disposición de los cromatóforos en los recién nacidos y paralarvas. (Guerra et al., 1996; Cortez, 1995).

Se trata de una especie bien adaptada al hábitat infralitoral de la región Peruviana, donde el fenómeno El Niño produce importantes y periódicas variaciones medioambientales.

Desde el punto de vista reproductor *O. mimus* presenta un gran parecido con *O. vulgaris*. Es una especie dióica con dimorfismo sexual entre machos y hembras y con un único ciclo reproductor. Una parte de la población permanece en actividad reproductiva durante todo el año, mostrándose, sin embargo, cierta estacionalidad en la madurez gonadal de ambos sexos y en el momento de apareamiento, que acontecen preferentemente en la primavera y verano australes (Cortez, 1995; Cortez et al., 1995b).

Los machos maduran a tamaños inferiores que las hembras, observándose que el tamaño de primera madurez poblacional varía por efecto de El Niño. La fecundidad potencial de esta especie oscila entre unos 96.000 y 383.000 ovocitos por hembra madura, permaneciendo muy pocos ovocitos residuales (2.5%) en el ovario de las hembras desovadas. El apareamiento se realiza sin cortejo nupcial y a distancia usando el macho el brazo hectocotilizado para introducir los espermatóforos en la cavidad paleal de la hembra. La ovulación es total y el desove ininterrumpido y con una duración relativamente breve. Los huevos son puestos en lugares protegidos en aguas someras (hasta 8 m de profundidad). Recién puestos son ovales y miden entre 2.6 y 3.2 mm de longitud mayor. Manipulados por las ventosas periorales y proximales de la hembra forman racimos de 5 a 10 cm de longitud con un promedio de 170 huevos por racimo, los cuales son pegados al techo o a las paredes de la madriguera. La hembra cuida de la puesta hasta la eclosión de los huevos.

El tiempo de incubación depende de la temperatura del agua, siendo entre 35 y 45 días a 17°- 22°C. Las pautas de desarrollo embrionario son muy semejantes a las descritas para *O. vulgaris*.

Los recién nacidos muestran un diseño cromatófórico típico de la especie y constituyen paralarvas planctónicas que al nacer solo tienen tres ventosas en cada brazo. El tiempo de residencia de esta fase planctónica varía con la temperatura siendo entre 30 y 60 días a 17°-22°C. Debido al prolongado período de freza de la especie, probablemente exista un reclutamiento constante, pudiéndose distinguir, no obstante, distintas cohortes en la población procedentes de las hembras anidadas entre julio y diciembre y las que lo están en el verano austral, así como de las anidadas en verano tardío o en el otoño (Cortez, 1995; Cortez et al., 1996).

Las primeras paralarvas encuentran óptimas condiciones ambientales (temperatura y alimento) para su crecimiento durante el verano, mientras que los otros grupos se desarrollan en condiciones menos favorables, pudiéndose producir así ciclos vitales de diferente duración, por diferencias en la tasa de crecimiento y la edad de maduración, aunque nunca superiores a dos años (Cortez, 1995).

La estrategia reproductora de *Octopus mimus* indica que, si bien es una especie que freza una sola vez en la vida, su ciclo reproductor es flexible y capaz de explotar oportunísticamente las variaciones ambientales que se producen en su hábitat. El estado de condición observado en las hembras depende de las variaciones ambientales y del ciclo reproductor, pudiendo afectar a la reproducción, alterando el éxito del cuidado maternal de la puesta. Las hembras dedican parte de los propios recursos corporales a asegurar un número mínimo de descendientes, garantizando el desarrollo embrionario (Cortez et al., 1992; Cortez et al., 1995b; Cortez, 1995).

Octopus mimus es un activo depredador oportunista que se alimenta de crustáceos, peces, moluscos y poliquetos del ecosistema infralitoral rocoso del norte de Chile. La dieta natural de la especie es afectada por la estación anual, siendo significativamente superior el consumo de crustáceos en otoño e invierno frente a otros tipos de presa. Durante los períodos fríos el porcentaje de estómagos vacíos y el peso del contenido del tracto digestivo, en relación al peso corporal, son inferiores a los de los meses cálidos. Ambas variaciones se asocian con una reducción de tasa metabólica de los pulpos debida a la disminución de la temperatura del agua. La dieta del pulpo de Gould varía de forma significativa con el crecimiento, aumentando la importancia de los peces y disminuyendo la de crustáceos y moluscos. Por otra parte, también se observan variaciones significativas en la composición de la dieta debidas a la maduración y el sexo. Las

diferencias entre sexos se dan en individuos maduros o en postfreza, lo que se relaciona con una mayor intensidad alimentaria de las hembras que los machos durante la maduración sexual.

Las hembras de *O. mimus* en postfreza mantienen, si bien algo deprimida, su conducta depredadora, abandonando temporalmente el cuidado de los huevos para cazar (Cortez, 1995; Cortez et al., 1995a).

En conjunto, la alimentación de *O. mimus* es el resultado de la influencia combinada de factores ambientales y fisiológicos. Esta especie, como otras del mismo género, es oportunista y capaz de adoptar diversas conductas depredadoras que le permiten acceder a una amplia variedad de presas (Cortez, 1995b).

Por otra parte, se ha observado en cautividad que esta especie de pulpo tiene capacidad de seleccionar el tamaño y tipo de su alimento, existiendo una competencia intraespecífica relacionada con el tamaño del depredador. Esta puede dar lugar a una estratificación de tallas en relación a la proximidad de un área privilegiada de alimento, sobre todo de moluscos bivalvos, alguno de los cuales tienen importancia comercial, y que son capaces de ingerir después de perforar sus conchas en lugares previamente seleccionados, localizados preferentemente alrededor de los músculos aductores (Cortez et al., 1998). El número de las perforaciones en bivalvos aumentan progresivamente al aumentar el tamaño del pulpo, y su forma y dimensiones son específicas para cada tipo de presa. No se han hallado perforaciones en los crustáceos ingeridos, lo que sí ocurre en otras especies de octópodos incirrados (Cortez et al., 1995a; Cortez et al., 1996; Cortez et al., 1998; Cortez, 1995; Wolf and Pérez, 1992).

Octopus mimus es una especie de crecimiento rápido, con tasas instantáneas de crecimiento que, en cautividad (entre 17 y 22 °C), varían entre el 5.5 %/día⁻¹, en individuos inferiores a 60 g de peso corporal, y el 1 %/día⁻¹ en rangos hasta 560 g. El modelo de crecimiento que mejor se ajusta a esta especie es exponencial hasta 250 g (130 días) de peso corporal y logarítmico a partir de ese momento. Según estos antecedentes los individuos con 100 g de peso tendrían 113 días y los de 500 g unos 185 días de edad. El promedio de alimento consumido por pulpos (entre 27 y 406 g) se evalúa en el 5.16 % del peso corporal, siendo la eficacia de conversión del alimento del 43.8% en promedio. Para estos cálculos se utilizaron como alimento tres especies de moluscos bivalvos comunes en el infralitoral del norte de Chile (Cortez, 1995).

A partir de un muestreo en la población natural que se explota frente a

Iquique, utilizando el análisis de progresión modal, se analizó el crecimiento de 5 cohortes para el caso de las hembras y 10 cohortes para los machos, demostrándose, en primer lugar, que la estructura demográfica de la población es bastante compleja (Cortez, 1995).

A partir de esas cohortes, se estimó que las tasas de crecimiento diarias promedio variaron estacionalmente entre el 1.5 %/día en el verano y 0.19 %/día en el invierno para los machos, y entre 1.3 %/día y 0.1 %/día en verano y primavera para las hembras, respectivamente (Cortez, 1995).

Estas tasas fueron comparables con las obtenidas en los individuos grandes (>560 g) mantenidos en cautividad, asumiendo que el crecimiento en la naturaleza sigue las mismas pautas que el crecimiento en laboratorio. Por retrocálculo estimaron las fechas de eclosión de cada cohorte, apreciándose que fueron coincidentes con dos épocas de máxima reproducción centradas en verano e invierno, aunque hubieron nacimientos a lo largo de todo el año (Cortez, 1995).

La longevidad de *O. mimus* se estimó entre 12 y 18 meses, dependiendo de la época de eclosión y de las condiciones ambientales que se encuentren en las primeras etapas de su ciclo vital (Cortez, 1995).

Tanto de las experiencias de acuario como del análisis de las poblaciones naturales, se deduce que el tamaño dice muy poco sobre la edad del pulpo, habiéndose observado que individuos de la misma edad presentan diferencias de peso hasta de 500 g. Esta discrepancia sugiere que el análisis de una progresión modal aislada es un método inadecuado para estudiar el crecimiento de *O. mimus* (Cortez, 1995).

Actualmente existe una explotación pesquera de relativa importancia económica y social en el norte de Chile. Desde 1980 hasta 1996 las capturas anuales totales variaron entre 8 y 4157 toneladas, con un máximo logrado durante el año 1988, presenta un desembarque sostenido de alrededor de 3500 toneladas en los últimos años (Sernap, 1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1986; 1987; 1988; 1989; 1990; 1991; 1992; 1993; 1994; 1995; 1996). Se desconocen datos confiables sobre el esfuerzo pesquero, debido a las complejas características de la pesquería.

Basándose en la talla de primera madurez y época de puesta de esta especie, considerada erróneamente como *Octopus vulgaris*, existe desde 1984 una regulación pesquera que penaliza la explotación de individuos inferiores a 1 Kg de peso total e impone una veda entre el 15 de noviembre al 15 de marzo (Arancibia, 1984; Cortez, 1995).

3.- OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar el ciclo reproductivo del recurso pulpo (*Octopus mimus*) entre la I y III Regiones.

3.2. Objetivos Específicos

3.2.1. Determinar el peso y talla de primera madurez sexual del pulpo entre la I y III Regiones.

3.2.2. Determinar y caracterizar los períodos de cópula, desove y anidamiento del pulpo entre la I y III Regiones.

3.2.3. Determinar la condición de las hembras del pulpo en las poblaciones naturales de las Regiones I a III.

4.- METODOLOGÍA

4.1. Diseño muestral

En la planificación del proyecto, para hallar el tamaño mínimo de muestra, se utilizó un muestreo aleatorio simple, en donde el parámetro de interés fue el peso total (PT) de los pulpos. Su estimación fue hecha en forma "pesimista" a partir de antecedentes bibliográficos (Cortez et al., 1992; Arancibia, 1984; Guerra, 1977) y considerando una alta variabilidad respecto a la medición de estos. Con estas características se estimó pertinente proyectar las actividades de muestreo y análisis en base a un número mensual de 300 ejemplares sobre 1 Kg de peso total (S:391,409; d: 44,29g), mas 100 ejemplares bajo la talla mínima de captura.

A la luz de los resultados hallados en el presente estudio, el "n" muestral teórico estimado previo al desarrollo del proyecto, se observa plenamente adecuado, concordante con los tamaños mínimos calculados para el período 1996 - 1997 que se informa, confirmando su bondad y utilidad en el dimensionamiento de las actividades de terreno (tablas 1, 2 y 3).

4.2. Tamaños muestrales mensuales calculados en el presente estudio

4.2.1 Para los ejemplares capturados durante el Período de Veda

Los tamaños de muestras para los meses de diciembre, enero y febrero, en las tres áreas en estudio, fueron encontrados utilizando una confianza del 95% y un error de aceptación del 5 %. Su fórmula se justifica, utilizando un muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}}{d}]^2 S^2$$

$Z_{\alpha/2}$: Pto. Crítico normal; d: Error de aceptación

S^2 se estimó a través de una muestra piloto mensual. En el caso que el tamaño de muestra estimado sea menor que la muestra piloto, se utilizó esta última para realizar la estimación.

4.2.2. Para los ejemplares capturados fuera del Período de Veda

Los tamaños de las muestras para los meses de octubre, noviembre de 1996 y de marzo de 1997 en adelante, en las tres Regiones, se calcularon utilizando un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional:

$$n = \left(\frac{Z_{\infty/2}}{d} \right)^2 * \sum_{h=1}^L W_h S_h^2$$

En este caso, se definieron dos grupos de individuos; uno bajo 1 Kg de peso total y otro con pesos superiores a este valor, obtenidos principalmente de la industria pesquera. Para ambos grupos se estimaron sus varianzas mediante muestras pilotos, procediendo igual que el caso anterior y utilizando el mismo criterio .

$$\sum_{h=1}^L n_h = n \quad \text{y} \quad n_h = n * W_h$$

El Muestreo Estratificado da estimaciones mejores que el Muestreo Aleatorio Simple, ganando en precisión de los estimadores (Cochran, 1989).

4.3. Áreas y localidades de estudio

De las áreas establecidas previamente para la recolección de muestras representativas de las poblaciones en cada Región (figura 1), se obtuvieron ejemplares en las caletas y sitios que se detallan en las tablas 4, 5 y 6. Estos fueron seleccionados coincidentes con los sectores normales de captura durante la actividad pesquera del recurso, en las tres Regiones que se desarrolló el estudio.

El criterio empleado para caracterizar las poblaciones de pulpo en estudio sobre la base de muestras colectadas en distintos sectores dentro de las áreas establecidas por región, se fundamentan en la presencia de una influencia constante en toda su extensión de los factores ambientales. Estas condiciones ambientales son características para cada área, producto de condiciones oceanográficas

distintas. Con este criterio se esperarían mayores diferencias en las poblaciones con mayor separación latitudinal.

Se consideraron como perteneciente a una muestra homogénea los individuos colectados dentro de los límites pre establecidos para cada Región.

No fueron consideradas en los análisis las posibles variaciones locales que pudieron expresarse en grupos de individuos que fueron colectados en localidades dentro de cada región. No obstante, pudiesen existir diferencias en algunos aspectos reproductivos entre sectores con diferencias latitudinales pequeñas, causado por la presencia de condiciones oceanográficas excepcionales.

Un factor de mayor importancia dice relación con homogeneidad de las muestras obtenidas en cada localidad. Se cauteló, en alguna medida, posibles sesgos ocasionados por la presencia de condiciones ambientales locales de excepción o algún grado de agregación asociado a procesos biológicos o ambientales, recalculando los tamaños muestrales mensualmente por cada Región, obteniendo una muestra lo más homogénea posible.

4.4. Procedimiento general para el análisis de las muestras

La muestra que se analiza en el presente Informe corresponde a la obtenida de las poblaciones naturales del pulpo *Octopus mimus* en el período comprendido entre octubre de 1996 y septiembre de 1997. Estuvo compuesta por 12.682 individuos, de ambos sexos, distribuidos de acuerdo con las tablas 4, 5 y 6.

Las muestras obtenidas para los meses de octubre y noviembre de 1996 y de marzo a septiembre de 1997 fueron recolectadas de las capturas comerciales, procesándose en las industrias de congelados del área (Pesquera Vamar y Frigorífico Bajo Molle en Iquique, Norpesca en Antofagasta, Peñamar y F. Arancibia en Caldera). Los ejemplares que conformaron la muestra en estudio, fueron separados a medida que llegaban de los distintos lugares de pesca, verificándose que ellos correspondían a las áreas definidas en el protocolo de la Pesca de Investigación. Fueron analizados frescos, en la misma industria, entre 3 y 8 horas después de su captura. Este muestreo se realizó en los diez últimos días de cada mes, procurando obtener un tamaño de muestra total lo más cercano posible a 400 pulpos mensuales, de acuerdo con las estimaciones teóricas previas.

La fracción muestral con ejemplares de pesos inferiores a un kilogramo, fueron capturados por buzos mariscadores, procedentes de la misma área de las

faenas pesqueras. Los pulpos pequeños, conformaron una muestra complementaria y homogénea con pesos entre 999 y 250 gramos aproximadamente. De acuerdo con los antecedentes de la literatura (Cortez, 1995), una muestra con las características de pesos mínimos como la señalada, permite detectar los fenómenos reproductivos y de madurez necesarios para responder los objetivos del proyecto.

La recolección de ejemplares durante la época de veda (15 noviembre -15 de marzo), la realizaron buzos mariscadores locales, en cada Región, al amparo de una autorización para pesca de investigación otorgada por la autoridad competente.

Nuestro equipo de trabajo, (buzos e investigadores), obtuvo información de campo adicional, de la misma zona donde se efectúan las capturas comerciales, con el propósito de planificar las observaciones sistemáticas necesarias para el estudio de hábitat del pulpo.

En las industrias citadas previamente, de cada individuo se obtuvo la longitud total (LT) y longitud dorsal del manto (LDM) en cm, sexo (S), estado de madurez (EM), peso total (PT) y peso eviscerado (PEv) en g. Las vísceras, procedentes tanto de las pesca comercial como de las capturas propias, fueron adecuadamente etiquetadas y almacenadas entre -20 y -30 °C para chequeos posteriores, si fuesen necesarios.

4.5. Para el estudio de la reproducción

La proporción sexual se estimó sobre la muestra total de los pulpos capturados entre octubre de 1996 y septiembre de 1997 ($n = 12.682$), calculándose mensualmente por Región y para todo el período de muestreo.

A cada uno de los pulpos muestreados mensualmente, tanto a machos como a hembras, se les determinó su estadio de madurez sexual, basado en la observación directa de la condición de la gónada en fresco, empleando criterios de morfología macroscópica (Guerra, 1975; Arancibia, 1984; Cortez et al., 1992; Cortez, 1995), de acuerdo a la siguiente caracterización:

a) Hembras

Estadio 0 (virginal)

Ovario muy reducido, de color blanco; los ovocitos son inidentificables; glándula oviductal apenas diferenciable de los oviductos; oviductos transparentes.

Estadio I (inmaduro)

Ovario pequeño y blanco, de aspecto homogéneo. Glándulas oviductales perfectamente diferenciables, pequeñas y blancas, sin dibujos en la superficie externa. Ovario propio de las hembras inmaduras que tienen tamaños por encima de la talla de primera madurez y se encuentran en condiciones de madurar en cualquier momento.

Estadio II (en maduración)

Ovario de volumen mediano, turgente, de color marfil y de aspecto granuloso fino. Glándula oviductal blanca, sin anillos conspicuos en superficie externa. Estadio en que comienzan los procesos de maduración de la gónada.

Estadio III (maduro)

Ovario de tamaño grande, turgente, de color marfil y aspecto granuloso grueso. Glándula oviductal con dos anillos en la parte proximal de su superficie externa, siendo el de diámetro mayor más conspicuo; la zona distal de la superficie externa de color blanco.

Estadio IV (madurez máxima)

Ovario muy desarrollado, de gran volumen, de color marfil y de aspecto granuloso muy grueso por la presencia de los ovocitos de gran desarrollo en su interior. Glándula oviductal de máximo desarrollo, con dos anillos conspicuos en la zona proximal de su superficie externa; uno de diámetro menor de color crema y otro de diámetro mayor color café claro; zona distal blanca sin anillos. Oviductos proximales de lumen amplio y con mayor desarrollo en el sector adyacente al ovario que en la cercanía de la glándula oviductal. Estadio previo al desove.

Estadio V (desovando, en desove recién comenzado o desove avanzado)

Ovario grande, flácido, de color marfil, con ovocitos en los oviductos proximales en hembras en desove recién comenzado, hasta hembras en una mala condición fisiológica generalizada y con un gran deterioro del órgano reproductor cuando el desove está ya avanzado, entonces el color del ovario varía de castaño ladrillo a castaño oscuro. Glándula oviductal decreciendo de tamaño a medida que avanza el desove, y cuya coloración varía del crema oscuro al castaño oscuro, según el grado de degeneración del ovario.

A las hembras en este estado se les denomina también senescentes, envejecidas o gastadas, aludiendo a su deterioro somático característico. Dentro del ciclo reproductivo es el período de anidamiento.

b) Machos

Estadio II (inmaduros)

Se pueden presentar desde testículos pequeños, indiferenciables del saco espermatofórico o bolsa de Needham (virginales), a testículos relativamente grandes, turgentes, con granulación muy fina y que son distinguibles de las glándulas accesorias, pero siempre de color blanco grisáceo. Divertículo con lumen estrecho, sin espermátóforos tanto en este conducto como en el órgano terminal. Masa de espermátóforos indiferenciables en la bolsa de Needham.

Estadio III (maduros)

Testículos granulosos, túrgidos, de color blanco-crema, distinguible de las glándulas accesorias. Espermátóforos diferenciados presentes en el saco espermatofórico. Pueden presentar espermátóforos en el divertículo. Divertículo estrecho.

Estadio IV (evacuando o evacuados)

Testículo flácido, claramente separable de sus glándulas accesorias. Divertículo con lumen amplio y laxo. Con espermátóforos presentes tanto en el divertículo como en el órgano terminal.

Las apreciaciones macroscópicas de la madurez gónadal de las hembras, son validadas mediante un estudio morfológico fino de los estados de madurez previamente definidos, utilizando las técnicas histológicas convencionales para microscopía de luz (H+E).

Para algunos análisis, las hembras en estadios 0 y I se agruparon como inmaduras (EM1), se mantuvo el estadio II en maduración (EM2), y se consideró como maduras las halladas en estadios III y IV (EM4). Cuando fue necesario diferenciar las hembras inmaduras con las que presentaban algún grado de madurez, se agruparon en las primeras los estadios 0 y I, y en las segundas los estadios II, III, IV y V.

En los machos no se diferenciaron estadios de madurez intermedios y, en todos los casos, se consideraron como pertenecientes a alguno de los estadios previamente descritos (2, 3 ó 4).

4.6. Índice gonadosomático (IGS)

El índice gonadosomático (IGS) se calculó sobre la fracción de las hembras y los machos superiores a 800 g de peso corporal total. La muestra mensual analizada es la misma recolectada durante el período de estudio, por lo que las mediciones practicadas sobre los individuos y sus metodologías son las del procedimiento general. Las gónadas fueron pesadas en fresco con una precisión de +/-100 mg.

Se calcularon los índices gonadosomáticos, para ambos sexos, de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{IGS} = \frac{\text{PT ov.} * 100}{\text{P ev}}$$

donde:

PT ov = peso total del ovario (o peso total del reproductor masculino), incluidas las glándulas oviductales y oviductos; P ev = peso eviscerado.

4.7. Talla de primera madurez

La talla de primera madurez, relacionada con la longitud total (LT) y la longitud dorsal del manto (LDM) es una medida que presenta una gran variabilidad cuando se utiliza como parámetro de referencia en octópodos. Es cuestionables, debido principalmente a la estructura anatómica particular de los pulpos y la composición histológica (muscular) de estos animales, dado que las medidas de longitud están fuertemente influidas por el estado de contracción de la masa muscular y el tiempo y condiciones de muerte.

Otro factor que hace aconsejable no relacionar la reproducción con las longitudes del animal, o manejar estrategias pesqueras en función de las "tallas", es la presencia de una importante variabilidad morfológica en los ejemplares que componen la población, donde individuos jóvenes pueden presentar tamaños similares a las observadas en adultos o senescentes.

Además, en especies semélparas como *Octopus mimus*, la evolución somática durante la vida del animal, tiene una estrecha relación con los fenómenos reproductivos (Cortez, et al., 1995).

Dadas las circunstancias anteriores, el peso, en particular el peso eviscerado, parece un parámetro interesante de relacionar con la madurez, debido a la independencia que presenta éste respecto de los pesos circunstanciales, tales como la cantidad de alimento ingerido y tamaños relativos de gónada y glándula digestiva.

En consecuencia, de acuerdo con los antecedentes anteriores se analizó con mayor profundidad el peso de primera madurez. No obstante, también se entrega la talla de primera madurez (TPM) en función de la longitud total (LT).

De acuerdo con los criterios usuales para el cálculo de los parámetros de primera madurez, estos se estimaron coincidentes con el 50% de la madurez poblacional, representado por el percentil 50 de las frecuencias acumuladas de madurez.

4.8. Para el estudio ecológico

4.8.1. Observaciones ecológicas

Las observaciones para la caracterización ecológica de los lugares donde habita el pulpo y ocurren los procesos reproductivos, se llevó a cabo mediante buceo semiautónomo (Hooka).

Este estudio se realizó en la primavera de 1987, en los meses de agosto a y octubre, de acuerdo al diseño muestral descrito en el punto 4.8.2.

4.8.2. Caracterización del hábitat

Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado para proporciones con afijación proporcional. La estratificación utilizada fueron las distintas profundidades (0-3m; >3-7m; >7-12m), y el parámetro de interés para hallar el tamaño mínimo de muestra fue la proporción de cuevas "habitadas" por los pulpos.

El tamaño mínimo de muestra se estimó a través de la fórmula:

$$n = \left[\frac{Z_{\infty/2}}{d} \right]^2 * \sum W_h P_h Q_h$$

donde: $Z_{\infty/2}$: Valor de la normal tipificada que deja una probabilidad de $\infty/2$ sobre él.

d : Error de aceptación.

W_h : Ponderación del estrato h-ésimo.

Para estimar P_h y Q_h , se utilizará una muestra piloto, inspeccionando 100 posibles madrigueras por estrato. Se inspeccionaron aquellas que permitían establecer que alguna vez fueron ocupadas por pulpos, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Presencia de restos de alimentación de pulpo.
- b) Ordenamiento característico de materiales menores alrededor de la madriguera.
- c) Presencia anterior de animales en una determinada cueva (experiencia de los buzos que revisan las mismas cuevas de un área determinada para la extracción comercial del recurso).

A cada madriguera habitada se le consignaron los siguientes antecedentes:

- 1) Aspectos Biológicos:
 - 1) Sexo: M/H (macho / hembra)
 - 2) Estado de Madurez: I/M (inmaduro / en reproducción)
 - 3) Número de individuos con peso total:
 - a) < 1 Kg.
 - b) 1-2 Kg.
 - c) > 2 Kg.
- 2) Ubicación de la madriguera:
 - 1) Profundidad
 - 2) Bajo bolón
 - 3) Roca
 - 4) En grietas
 - a) superficie rocas
 - b) pared rocas
 - c) Cornisas
 - 5) Oquedades rocosas
 - 6) Bajo algas
 - 7) En sustrato arenoso u otro ambiente

- 3) Ambiente:
 - 1) Expuesto
 - 2) Protegido
- 4) Relación con fondos arenosos (si / no)
- 5) Grupos zoológicos presentes alrededor de la cueva (1m²): a) Peces, b) Crustáceos, c) moluscos, d) Poliquetos e) equinodermos f) Otros.

4.9. Índice de condición (IGD)

Para éste estudio se emplearon las hembras procedentes de las tres regiones en estudio, las cuales presentaron la glándula digestiva completa y que se hallaban madurando, madura o en fase de posfreza. Este material fue obtenido desde octubre de 1996 hasta septiembre de 1997 de acuerdo al procedimiento general y de las zonas anteriormente indicadas (figura 1).

De cada ejemplar se obtuvieron los siguientes datos: peso total (PT) y peso eviscerado (PEv). Para la mayor parte de estas hembras, se obtuvo además del peso del aparato reproductor (ovario, oviductos y glándulas oviductales), el peso de la glándula digestiva (PTOv y PGD respectivamente).

El índice de condición (IGD) empleado fue el mismo que el utilizado por Castro et al. (1992) y Castro y Lee (1994), definido por la expresión:

$$\text{IGD} = \frac{\text{PGD}}{\text{PT} - \text{PGD}} * 100$$

El estadio de madurez asignado a cada hembra se hizo utilizando la escala de madurez descrita previamente. Se emplearon animales en estadios II a V.

Para evaluar la covariación entre pares de variables se usó una correlación lineal simple (Sokal y Rohlf, 1981). Las comparaciones estadísticas de (PT) (PEv) y PGD entre sucesivos estadios de madurez se llevó a cabo mediante un t - test, prueba que también se utilizó para comparaciones del (PTOv) entre individuos en maduración y maduros.

5.- RESULTADOS

5.1. Dimorfismo sexual

Los sexos pudieron ser reconocidos externamente en los individuos adultos por la presencia en los machos de un brazo hectocotilizado, que siempre se encontró en el tercer brazo de la derecha.

En pulpos machos con peso total entre 10 y 12 gramos, fueron los más pequeños encontrados en el intermareal y durante las inmersiones no sistemáticas en aguas someras. Fue evidente el canal espermatofórico en el tercer brazo derecho, que lo recorre en toda su longitud, y que representó una evidencia precoz del hectocotilo. Este carácter permite separar uno y otro sexo por comparación externa a tamaños tempranos de su desarrollo. No obstante, el sexo también puede ser identificado examinando la anatomía interna de los órganos reproductores.

Se observaron ventosas agrandadas (2-4) en el segundo y tercer par de brazos de los machos adultos y, ocasionalmente en hembras adultas, aunque dichas ventosas fueron más pequeñas.

5.2. Proporción sexual

En las figuras 2, 3 y 4 y tablas 7, 8 y 9 se muestran las proporciones sexuales mensuales, expresadas como porcentajes, de los pulpos capturados entre octubre de 1996 y septiembre de 1997. El número de machos predominó ampliamente sobre el número de hembras durante todo el período analizado, con la única excepción del mes de noviembre de 1996 en la localidad de Antofagasta, en que la presencia de machos fue levemente menor (figura 3). Las proporciones sexuales mostraron un comportamiento similar en las dos primeras Regiones, y en ambos casos no fueron significativamente diferentes de 1:1 ($p > 0.01$) durante el período analizado, con la sola excepción del mes de enero del que se alternaron con meses de igual proporción de sexos (tablas 7 y 8). La Tercera Región, a diferencia de las otras, mostró un patrón distinto en la distribución de sexos, registrándose un número de machos significativamente mayor que el de las hembras durante los meses de octubre y noviembre de 1996 y de febrero a septiembre de 1997, con la única excepción en el mes de mayo en que sus proporciones no se presentaron significativamente distintas (tabla 9).

Las diferencias significativas fueron siempre en favor de los machos durante el período analizado, observándose una proporción sexual total (M/H) de: 1,29 : 1 en Iquique (n= 4257); 1,23 : 1 en Antofagasta (n= 4338); y 1.5 : 1 en Caldera (n= 4087).

5.3. Histología del ovario

La histoarquitectura del ovario de *Octopus mimus* esta representada por una envoltura gonadal de tejido fibroconectivo con fibras delgadas de musculatura lisa. Desde la pared interna de este conjuntivo se origina hacia el interior del órgano un grueso tabique que se ramifica a medida que se profundiza. Estas ramas se caracterizan por presentar abundante irrigación y contener en ellos el epitelio germinal y estroma ovárico. De acuerdo al desarrollo del epitelio germinal y la predominancia de un estado ovocitario, se confecciono la siguiente escala de madurez microscópica del ovario:

Citología e histomorfología ovárica:

I INMADURO

Se aprecia dos tipos de ovocitos, previtelogénicos tempranos y previtelogénicos tardíos: los primeros, representados por ovocitos en íntimo contacto con los tabiques, se caracterizan por presentar una forma ovoide, con núcleo central vesiculoso, nucléolo prominente y citoplasma fuertemente basófilo. Externamente se encuentran rodeados por una capa de células planas (células del folículo). En un grado de desarrollo más avanzado, este tipo de ovocito, a diferencia del anterior, se presenta pedunculado y con su núcleo ligeramente excéntrico, formandose una segunda capa de células foliculares cúbicas en intimo contacto con el ovocito a medida que avanza en su desarrollo. Los previtelogénicos tardíos representados por ovocitos pedunculados de forma ovoide alargada, citoplasma basófilo con presencia de vacuolas que tienden a disponerse hacia la periferia. Su núcleo vesiculoso con nucléolo prominente se encuentra desplazado hacia el extremo opuesto del pedúnculo. Su envoltura folicular representada por células planas y cúbicas llegan a conformar cuatro grandes invaginaciones hacia el citoplasma (invaginaciones intraepiteliales) a medida que avanza en su desarrollo, encontrandose en cada una de ellas un vaso sanguíneo (figura 5). Agrupa los estadios macroscópicos 0 y I.

II EN VITELACIÓN

Presencia de ovocitos pedunculados, piriformes alargados. Citoplasma con vacuolas y gránulos de vitelos, manteniéndose las invaginaciones intraepiteliales anteriormente descritas. No se aprecia la vesícula germinativa. Su envoltura folicular no presenta cambios. Hay presencia de ovocitos previtelogénicos (figura 6). Considera el estado II macroscópico.

III VITELADO

Predominio de ovocitos pedunculados, piriformes extremadamente alargados. Citoplasma completamente vitelado de aspecto homogéneo, con la presencia de invaginaciones intraepiteliales. No se observa la vesícula germinativa. La representatividad de ovocitos previtelogénicos disminuye (figura 7). Considera el estado III macroscópico.

IV MÁXIMA VITELACIÓN

Ovario con ovocitos piriformes extremadamente alargados (de mayor tamaño que el anterior). Vitelo de aspecto licuado. Pérdida de la forma regular de la invaginación. En este estado se observa el desarrollo de una zona cortical acidófila entre las células foliculares y el ovocito (figura 8). Considera el estado de máxima madurez.

V DESOVADO

Estroma ovárico representado por tabiques eminentemente fibrilares, los cuales presentan abundante vasos sanguíneos. Se aprecian vestigios de envolturas foliculares en degeneración representadas por una desorganización celular, pérdida de la disposición lineal de sus células, vacuolización y una marcada oclusión del lumen en un mayor grado de reabsorción. En algunos casos se pueden observar ovocitos en regresión, con propiedades similares al anterior, pero con restos de vitelo en su interior. En este estado es posible observar ovocitos residuales en máxima vitelación, los que a diferencia de los encontrados en el estado anterior se caracterizan por no estar pedunculados, sin envoltura folicular y carencia de invaginaciones intraepiteliales, manteniéndose la zona cortical acidófila anteriormente mencionada.

Con respecto al examen microscópico de las glándulas oviductales, estas presentaron espermatozoides y carencia de ovocitos en la totalidad de los ejemplares

analizados. Este hecho evidencia, probablemente, un gran dinamismo en el proceso de puesta de la especie.

5.4. Variaciones mensuales de la madurez e índices de madurez.

5.4.1. Cambios mensuales en la madurez gonadal.

En las figuras 9, 10 y 11 se muestran las proporciones mensuales de las hembras que se encontraron en algún estado de madurez en relación al total de hembras halladas para todo el período analizado en las tres Regiones. Se observó para estas localidades, hembras en reproducción durante todo el año. No obstante, se advirtió un aumento de la actividad reproductora, respecto de lo esperado, desde marzo a septiembre con altos valores hacia el final del período de estudio. Las estaciones cálidas (primavera-verano), tuvieron su máxima expresión reproductiva en enero para Iquique, octubre-diciembre para Antofagasta y octubre-noviembre para Caldera. Fueron dados principalmente por un alto número de hembras que empezaron a madurar (EM2), decreciendo gradualmente hacia el otoño (figuras 12, 13 y 14). Un notable repunte experimentó la actividad reproductora en el período frío del ciclo anual -otoño/invierno- (figuras 9, 10 y 11).

En los machos, un importante porcentaje de individuos se presentó y permaneció maduro durante todo el ciclo anual analizado en todas las regiones (figuras 15, 16 y 17). No obstante, el suceso reproductivo del apareamiento (influido por las condiciones oceanográficas) se insinúa como de ocurrencia estacional, acotado entre enero y julio, con un máximo en febrero - mayo (figuras 15, 16 y 17) y sincronizados con picos de altas frecuencias de reproducción de las hembras. Esta máxima actividad reproductora de los machos se detecta como un significativo descenso de la proporción madura y un aumento al mismo tiempo, en una proporción similar, los machos evacuados. Los machos inmaduros presentaron sus valores mínimos anuales concordantes con el aumento de la proporción de machos frezantes.

5.4.2. Determinación del período de apareamiento y cópula

El descenso de la fracción de los machos maduros y el aumento de los estados evacuados son sucesos indicadores de reproducción (cópula). En este

contexto, se estimó que ocurrió el fenómeno de apareamiento y cópula en octubre de 1996 y en un período acotado entre diciembre de 1996 a septiembre de 1997, para las Regiones I y II. En la III Región este evento reproductivo se presentó durante todo el año 1997, de enero a septiembre.

Estos prolongados y atípicos períodos reproductivos de los machos parecerían tener su origen en condiciones de excepción (presencia del fenómeno El Niño), y estar fuertemente influidos por el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) en ese período (figura 18).

Dadas las condiciones imperante en las tres Regiones de estudio, los resultados obtenidos no pueden tomarse como referencia para el manejo de la pesquería en el mediano o largo plazo.

Las observaciones directas de los eventos de cópula fueron realizadas en una zona de presencia histórica alta de animales, comprendida entre Iquique y Playa Los Verdes, realizadas durante el pico reproductivo de invierno - primavera (agosto a octubre de 1997). Los eventos fueron identificados en muy baja frecuencia -solo en dos ocasiones- durante las salidas semanales efectuadas al área, ocurriendo ambos sucesos reproductivos la primera semana de septiembre. Esta actividad reproductiva no fue comparable en términos cuantitativos con lo esperado, de acuerdo con los antecedentes de la madurez poblacional analizada previamente. El apareamiento fue similar al descrito por Cortez en 1995.

5.4.3. Madurez por peso y talla de primera madurez

5.4.3.1. Madurez por clase de peso

La distribución de las frecuencias por clases de pesos, tanto en las hembras como en los machos, mostró una distribución de estructura normal y unimodal, lo que indica la presencia de un único grupo de madurez en cada sexo. El examen de la todas las hembras recolectados durante el período de estudio para cada Región, mostró que la fracción más numerosa fue la de hembras inmaduras, ocupando un rango amplio dentro de las clases de pesos analizadas, cuya mayor frecuencia se concentró en la clase de pesos 801 - 900 g en Iquique (tabla 10), entre los 1001 y los 1100 g en Antofagasta (tabla 11) y los entre 1101 y 1200 en Caldera (tabla 12). Las hembras maduras (EM4) fueron halladas con una

significativa baja frecuencia en la fracción reproductora en relación a las otras fases de la madurez (EM3 y EM5) (tablas 10, 11 y 12). Estas proporciones parecen indicar que los eventos fisiológicos que suceden después que se ha iniciado el fenómeno reproductor hasta el comienzo del desove son breves, pasándose rápidamente de hembras en maduración a hembras envejecidas.

En las tres Regiones se observó un incremento de la frecuencia en las hembras en reproducción con el aumento de las clases de pesos, en comparación con la fracción inmadura. Sin embargo, cuando se compararon los valores máximos de las distribuciones de frecuencias entre las hembras madurando, maduras y envejecidas, las diferencias que presentaron se hicieron mínimas (no significativas) en las dos primeras, pero fueron apreciables (significativas) entre las maduras y las envejecidas (tablas 10, 11 y 12).

Los machos maduros fueron la fracción más abundante que se observó en la muestra analizada, presentándose en prácticamente todos los rangos de pesos (tablas 13, 14 y 15). Al igual que las hembras, el valor mayor de la frecuencia de pesos en los machos maduros fue hallado en un rango de peso significativamente superior que el de los inmaduros. De manera contraria a lo que ocurrió en las hembras, la mayor frecuencia de los machos evacuados se presentó en una clase de pesos significativamente mayor a la de los pulpos maduros (tablas 13, 14 y 15), confirmando de esta manera un drástico deterioro somático en las hembras después del desove en relación a los machos.

La relación que se observó entre algunos parámetros corporales la longitud total (LT), considerando la totalidad de los individuos capturados, de ambos sexos, y considerada por regiones fueron las siguientes:

Entre la talla (LT) y el peso de la gónada (PG) esta representada por una recta donde:

-Para las hembras:

a) Iquique	a=-188.5;	b=3.18;	r ² =0.22;	n=1616
b) Antofagasta	a=-127.3;	b=2.24;	r ² =0.2;	n=1978
c) Caldera	a=-183.4;	b=3.51;	r ² =0.22;	n=1357

-Para los machos:

a) Iquique	a=-8.5;	b=0.37;	r ² =0.38;	n=2040
b) Antofagasta	a=-15;	b=0.44;	r ² =0.49;	n=2331
c) Caldera	a=-17.9;	b=0.55;	r ² =0.53;	n=1997

Entre la talla (LT) y el peso total (PT) esta dada por las siguientes rectas:

a) Iquique	a=-1085.4;	b=34.0;	r ² =0.51;	n=4257
b) Antofagasta	a=-1299;	b=38.3;	r ² =0.64;	n=4338
c) Caldera	a=-1468.9;	b=46.4;	r ² =0.58;	n=4087

5.4.3.2. Peso y Talla de primera madurez

Las medidas corporales de los pulpos, en general, presentan una gran variabilidad en términos de longitud. Esto se debe a que poseen un soma muscular elástico y deformable, cuya longitud es afectada por las numerosas circunstancias que pueden determinar su estado de contracción al momento de ser medidos. En esta perspectiva, es aconsejable utilizar la variable peso para describir, como en este caso, los eventos reproductivos en estudio. Se determinó el peso de primera madurez (PPM) en función del peso eviscerado, para evitar la influencia de estados de madurez en la determinación de estos valores (el variable peso de las gónadas puede afectar hasta 1/3 del peso total del animal).

En las tablas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se muestran para los pulpos capturados en Iquique, Antofagasta y Caldera las frecuencias de las fracciones inmaduras y maduras, por clase de peso y para ambos sexos.

El peso en el cual se expresó la madurez poblacional (peso de primera madurez o PPM) de acuerdo con el criterio del 50%, fue de 1439 g (P_{50}) para las hembras procedentes de la Primera Región (figura 19), de 1524 g para las procedentes de la Segunda Región (figura 20) y de 1910 g para las hembras de la Tercera Región (figura 21). En todos los casos se consideró la muestra total del período para su determinación.

El PPM de las hembras fue significativamente mayor que el presentados por

los machos, lo que indicó que estos últimos maduraron a tamaños significativamente inferiores que las hembras.

Los pesos eviscerados encontrados para la hembra madura más pequeña y de mayor tamaño fueron de 459 g - 3560 g, 462 g - 4215 g y 765 g - 3910 g, para Iquique, Antofagasta y Caldera, respectivamente. Los pesos extremos en los machos maduros se hallaron en pulpos de 215 g - 3364 g, 265 g - 3602 g y 254 g - 3848 g, en las respectivas regiones.

La talla de primera madurez (TPM) expresada en función de la longitud total (LT), se estimó en 82.95 cm para la I Región (figura 22). Para la II Región fue de 79.82 cm (figura 23). En la III Región se calculó en 79.45 cm (figura 24).

5.5. Ciclo reproductivo

5.5.1. Índice gonadosomático (IGS)

Los valores medios mensuales del índice gonadosomático (IGS) para las hembras de las tres regiones, se muestran en la figura 25.

La evolución del desarrollo de la gónada expresada por el índice gonadosomático, consecuencia de la maduración sexual, indicó al igual que en los análisis anteriores, la presencia de hembras en actividades reproductoras durante todo el período y en todas las localidades muestreadas (figura 25).

En la primera región se observaron valores significativamente altos en el período noviembre - febrero, y un aumento, también significativo, de de abril a septiembre. En la Segunda Región los mayores valores del IGS se evidenciaron temprano en la primavera, hasta diciembre, presentando también un período de maduración entre abril y septiembre. Caldera presentó a su vez, un período reproductivo estival con un máximo entre octubre y noviembre, repitiendo como en las regiones anteriores, una ascenso de los valores del índice en el período otoño - invierno de 1997. Los valores más bajos se presentaron hacia finales del verano (figura 25), coincidentes con la distribución de los porcentajes mensuales de madurez (figuras 12, 13 y 14) y la presencia de individuos envejecidos e inmaduros en los meses previos (figuras 15, 16 y 17).

5.5.2. Época de puesta

Se observó una correlación significativa entre el IGS (Fig.25) y la variación del número mensual de la fracción reproductora de las hembras (Fig. 9, 10 y 11),

durante todo el período analizado. De manera similar, evolucionó paralelamente la madurez, tanto en machos como en hembras. Como era de esperar, las fracciones en maduración y maduras respecto a las envejecidas en ambos sexos lo hicieron en forma opuesta y complementaria.

Los valores promedios mayores del IGS mensual, en ambos sexos, se presentaron acompañados de una desviación típica (DT) grande. La relación IGS - DT estaría dada por la coexistencia de hembras inmaduras con hembras en distintos grados de desarrollo gonadal en época de reproducción, y asumiría un valor de dispersión máximo en una época de reproducción máxima. La DT tuvo un buen sentido biológico en la reproducción y representó de manera razonable esta actividad.

Las coincidencias significativas de los diferentes criterios expuestos anteriormente, solo permiten establecer un calendario de la actividad sexual en las poblaciones naturales del pulpo en las tres regiones en estudio, dadas las condiciones oceanográficas de excepción que influyeron en el área, durante el período de estudio.

Se presentó el siguiente comportamiento reproductivo:

Una actividad reproductiva basal en las hembras durante todo el año, con dos períodos de reproducción máxima acotados en las tres Regiones entre primavera y verano, y otro, probablemente influido por El Niño, en otoño - invierno.

Los machos presentaron una fracción importante de su población madura durante todo el año. Esta actividad reproductora de los machos estuvo también probablemente influida por las altas temperaturas del mar, excepcionalmente presentes.

5.6. Caracterización bioecológica de la especie

El sector ubicado entre la caleta Los Verdes y Huayquique, al sur de Iquique, se identificó como un área típica de la especie donde se encontraron todos los ambientes a evaluar en presente apartado. Se trata de una zona con una alta densidad poblacional (tabla 4) donde se observó una importante actividad reproductiva (figura 9). Área de interés para la actividad pesquera del recurso. Es, además, el área en que se colectaron los especímenes sobre los cuales se realizó la redesccripción de la especie.

La investigación bioecológica se realizó entre agosto y octubre de 1997.

5.6.1. Tamaño mínimo de muestras

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}}{d}]^2 S^2 \quad \text{donde: } Z_{\alpha/2}: 1.96; d: 0.06; n: 218.$$

Como se revisaron 100 cuevas por estrato que cumplieran con la condición de ser madriguera de pulpos, se tomaron como muestra final, esta muestra piloto: $n_1 = 73$; $n_2 = 73$ y $n_3 = 73$

5.6.2. Hábitat

Las observaciones realizadas en la naturaleza para esta especie, indican que el área natural en que desarrollan sus actividades reproductivas está circunscrita principalmente a la plataforma rocosa litoral (tabla 16), habitando madrigueras que consistieron en oquedades naturales de las rocas, grietas y cornisas. No obstante, también se identificaron madrigueras - aunque en menor proporción- en espacios naturales entre y bajo bolones o cantos rodados, que les permitieran una protección adecuada (tabla 16).

Significativamente seleccionaron su madriguera en una relación de cercanía con fondos arenosos, donde se encontrarían la mayoría de los bivalvos (almejas y otros) comúnmente utilizados en su dieta y encontrados en la entrada de las madrigueras.

5.6.3. Zona de puesta y puesta

Las cuevas donde se encontraron las hembras anidadas estaban ubicadas en la plataforma rocosa litoral, en aguas someras, con profundidades inferiores a siete metros y con una gran proporción en fondos no superiores a los tres metros (tabla 16).

5.7. Comportamiento reproductor posfreza

Las hembras cuidaron los huevos después del desove, aparentemente sin abandonar sus madrigueras durante el período de anidamiento. Sin embargo, en los análisis de los contenidos estomacales de algunas hembras senescentes procedentes de la pesquería se hallaron restos de comida, lo que parecería un indicio en el sentido de que sí abandonarían temporalmente el cuidado de los huevos para alimentarse.

Las hembras anidadas disimularon y protegieron la entrada de la madriguera,

utilizando conchas vacías, rocas pequeñas o cualquier objeto sólido de la vecindad, susceptible de ser usado con estos propósitos. En situaciones de peligro, la hembra defendió su puesta cubriendo la entrada de la madriguera con su cuerpo, adoptando una posición de defensa en que exponía la región oral del cuerpo frente a la agresión.

Los extremos distales de los brazos permanecieron siempre fuertemente sujetos a las paredes de la madriguera, impidiendo una fácil remoción de la hembra.

El cuidado de las puestas, al igual que en otros octópodos, incluyó la limpieza de los huevos con las ventosas de los brazos y la emisión chorros intermitentes de agua entre los racimos, expelidos por el sifón. Finalmente, y coincidiendo con el término de la eclosión (EM5), producto de la degradación masiva de todos los tejidos corporales, la hembra muere.

No fue posible estimar directamente la duración del anidamiento, debido a las dificultades que presentó la identificación del momento del desove y el extenso tiempo que dura esta actividad (entre 2 a 3 meses, dependiendo de las condiciones ambientales). La alta tasa de extracción ocurrida en la zona que se realizó la caracterización bioecológica de la especie (primavera de 1997), también impidió el seguimiento de hembras anidadas por un tiempo prolongado. Sin embargo, analizando los cambios mensuales de la composición porcentual de los estados de madurez en las regiones estudiadas (figuras 12, 13 y 14), durante los picos de máxima reproducción (figuras 9, 10 y 11), se puede apreciar que una disminución de los estados EM2 con el consecuente aumento de los estados EM 4 y EM5 dura entre 1 a 3 meses. Si bien estos valores representan mas bien la actividad poblacional, en picos reproductivos intensos y angostos (asunción de sincronismo), tienen valor como un tiempo estimado de la actividad reproductiva individual.

5.8. Índice de condición (IGD)

La figura 26 muestra las modificaciones que presentó la condición de las hembras madurando, totalmente maduras y en pospuesta, expresado como índice de condición (IGD), para las tres localidades es estudio.

La condición experimentó variaciones dependiendo de la madurez sexual y de las localidades de procedencia de las muestras (figura 26, tabla 18). Se observó un descenso significativo del IGD desde las fases en maduración y maduras

con respecto a las hembras pospuesta ($p < 0.001$). El valor más bajo del IGD se halló en las hembras posfreza ($p < 0.001$). Sin embargo, el índice no varió significativamente cuando las hembras en maduración alcanzaron el final de ésta ($p > 0.05$).

Considerando el tema con referencia a la localidad de procedencia, el IGD mostró la misma pauta entre los estadios de madurez sucesivos ($p < 0.05$), excepto el caso de las hembras en maduración y maduras respecto de las envejecidas procedentes de Caldera, donde esta diferencia se hizo mayor. Atendiendo al mismo estado de madurez entre las localidades estudiadas, el IGD de las hembras madurando y maduras mostró el mismo patrón; es decir, disminuyó levemente, no alcanzando niveles de diferencias significativas. Además, el índice de condición de las hembras posfreza disminuyó significativamente en relación con el de los ejemplares maduros de la misma localidad, en todos los casos. Por último, el patrón en las distintas poblaciones que siguió el IGD de las hembras en posfreza fue diferente del seguido por las hembras en maduración y madurando (figura 26), donde el valor promedio más bajo de éste se observó en Caldera.

6. DISCUSIÓN

Octopus mimus, al igual que todos los cefalópodos, es una especie dioica, cuyas diferencias morfológicas externas entre los sexos se limita casi exclusivamente a la presencia del hectocotilo en los machos, con una posición constante: el tercer brazo derecho. A diferencia de *O. cyanea* (Van Heukelem, 1976), *O. vulgaris* (Packard, 1961; Mangold, 1983a; 1987), sus 2-4 ventosas agrandadas en la zona proximal de los brazos dorso o ventrolaterales de los machos no son muy aparentes.

En los animales jóvenes fue posible distinguir sus sexos externamente a partir de los 10 gramos de peso total, a diferencia de *O. vulgaris* en que el hectocotilo comienza a diferenciarse entre los 50 y 70 gramos (Mangold, 1983a). En *O. maya* los sexos no son diferenciables hasta que alcanzan un peso entre 25 y 450 g (Van Heukelen, 1983a).

Para muchos octópodos de hábitos solitarios como *Enteroctopus megalocyatus* (Ré, 1984), *Octopus vulgaris* (Guerra, 1975; 1979a; 1981; Mangold, 1983a), se señala que la proporción de sexos esperada en las poblaciones es de 1 : 1, es decir un número semejante de machos y de hembras.

El número de machos y hembras encontradas durante el período de estudio para *Octopus mimus*, mostró diferencias significativas respecto a la proporción de sexos del 50 %. Aunque siempre la relación reveló un mayor número de machos, las diferencias de las proporciones sugieren un ciclo de distribución de los sexos a lo largo del año. Las diferencias no significativas en la capturas de las hembras en épocas de máxima reproducción podrían ser consecuencia de una migración vertical asociada a procesos de madurez (se aprecia una tendencia -sin llegar a ser significativa en el área estudiada-), como los sugeridos por Mangold - Wirz (1963) y Guerra (1977) en el Mediterráneo Catalán y Guerra (1977 y 1979), Hatanaka (1979a y b) y Smale y Buchan (1981) en las costas occidentales de Africa, y como consecuencia de la búsqueda de mejores condiciones de su alimentación, previo a su reproducción. Observaciones en este sentido indican que *Octopus mimus* no realizan desplazamientos importantes (Cortez et al., 1992). Otras posibles explicaciones para esta diferencia en número en favor de los machos serían: a) la

de asegurar el encuentro de ambos sexos y el apareamiento durante todo el ciclo reproductor (Arancibia, 1984); b) una menor accesibilidad a la pesca por parte de las hembras en algunos períodos; c) un porcentaje de muertes mayores en las hembras respecto de los machos en las tallas mayores (Hatanaka, 1979).

Estos resultados son congruentes con los informados por Mangold - Wirz (1963), quien encontró una mayor proporción de machos (1,4 : 1) en capturas realizadas sobre *O. vulgaris* en el Mediterráneo.

Investigaciones en "*O. vulgaris*" de las aguas japonesas han indicado también la predominancia de los machos en muestras anuales, señalando una proporción de hembras del 44%, llegando a ser inferiores (41%) en muestras recolectadas en períodos de desove y anidamiento (Takeda, 1990). En muestras compuesta por pulpos con pesos superiores a 1 Kg la proporción encontrada fue de un 23%, lo que sugiere la predominancia de los machos en poblaciones en que los individuos alcanzan gran tamaño (Takeda, 1990). La tendencia inversa presenta por *O. mimus* en los grupos de pesos mayores, en donde la proporción de sexos favorecería significativamente a las hembras, se explicaría por una mayor accesibilidad a su captura que los machos de tamaño similar, probablemente debido a migraciones hacia aguas someras por razones reproductivas, donde son altamente vulnerables a los mariscadores a resuello, que son los principales extractores de este recurso.

Nuestros resultados son concordantes con la proporción sexual encontrada por Arancibia en 1984 (1.3 : 1 de machos sobre hembras), realizando un muestreo estacional (verano del 84) en la misma especie y en una de las áreas de estudio (Iquique) del presente trabajo.

Los resultados de madurez encontrados en el presente estudio sugieren que *Octopus mimus* es una especie en la que al menos una parte de su población permanece en actividades reproductoras durante todo el año. No obstante, se insinúa una estacionalidad en la madurez gonadal de ambos sexos y el momento de su apareamiento. Sin embargo, en el presente estudio no se pueden acotar sus límites debido a la ocurrencia del fenómeno oceanográfico "El Niño", que impide esclarecer con una mínima precisión los procesos biológicos que son influidos por la temperatura como el reproductivo o de edad / crecimiento de la especie. De esta manera, todas las conclusiones aquí mencionadas no deberían ser utilizadas para el manejo pesquero sin explicitar claramente sus limitaciones.

Estas tendencias que se insinúan son concordantes con las presentadas por *Octopus vulgaris* del Mediterráneo occidental (10 - 25 °C) que mostraron maduración sexual durante todo el año, mientras que hembras desovando fueron encontradas de febrero a agosto y hembras anidadas hasta octubre (Mangold - Wirz, 1963; Guerra, 1975; Mangold y Boletzky, 1973), no existiendo puesta durante los meses de invierno. Para la misma especie en el Atlántico subtropical occidental (20 - 30 °C), concretamente en la Bahamas, no se halló estacionalidad en la puesta (Wodinsky, 1972). En las costas del noroeste de Africa (10 - 20 °C) Guerra (1979) observó un período de freza intensa desde marzo a octubre, siendo observada la ocurrencia de dos desoves estacionales: abril - mayo y septiembre - octubre por Hatanaka (1979a) y Takeda (1990). En las poblaciones de arrecifes coralinos en las aguas del suroeste de Africa (17 - 28 °C) el período de puesta ocurre durante todo el año, aunque es probable la existencia de estacionalidad (Smale y Bucham, 1981).

Una explicación posible a la presencia de una fracción madura durante todo el año en el norte de Chile, podría estar relacionada con la presencia de la variación en la temperatura superficial del mar hacia la mitad final del período de muestreo, que se expresó como un sustantivo aumento de temperatura respecto de las temperaturas históricas promedios para esa época del año (figura 18).

Al igual que ocurre con una misma población de *O. vulgaris* (Mangold, 1983a) de una área geográfica determinada y cuando se comparan individuos de diferentes zonas, las hembras de *O. mimus* del norte de Chile maduran a tamaños muy diferentes. Los factores que determinan la madurez sexual son complejos, influyendo sobre todo el fotoperíodo y la temperatura (Van Heukelem, 1979; Mangold, 1983; 1987; Forsythe y Hanlon, 1988; Forsythe, 1993).

Nuestros resultados, coincidentes con informaciones proporcionadas por grupos de buzos mariscadores que detectaron la presencia de un número importante de hembras maduras y anidadas en algunos sectores costeros en épocas no esperadas, podrían ser explicados por la presencia en sectores protegidos de la costa, de aguas con alta tasa de residencia o un calentamiento local de las aguas someras, que podrían permitir que hembras inmaduras de tamaño apropiado, comenzasen a madurar, y que esto pudiese ocurrir durante todo el año, o al menos en períodos inusuales.

Cómo afectan las condiciones oceanográficas sobre el comportamiento

reproductor de las distintas especies del ecosistema litoral, no es aún claro para el área influida por El Niño, por lo que las hipótesis aquí plateadas a este respecto necesitan ser contrastadas con información de campo durante estos eventos y mediante experimentos en ambiente controlado. En este aspecto es donde adquiere relevancia el presente estudio.

En *O. mimus*, al igual que en la mayoría de los pulpos (Mangold, 1983a; 1987; Hartwick, 1983; Hanlon, 1983), los machos maduraron a tamaños inferiores que las hembras.

Los pesos de primera madurez (PPM) hallados para los machos en el presente trabajo son menores que los estimados en el verano de 1984 para la misma especie (1000 g) y en el mismo área (Arancibia, 1984). Sin embargo, las hembras presentaron valores mayores en su PPM cuando se contrastaron los valores globales de ambos estudios. Cuando se compararon con un período equivalente al analizado por Arancibia, se encontró un valor superior del PPM respecto del obtenido por el estudio precedente. Estas diferencias podrían ser consecuencia de las condiciones oceanográficas distintas.

Otro factor que probablemente influyó bajando los PPM en el estudio anterior, fue el haber considerado los estados desovados dentro de la fracción "en reproducción" para la estimación del índice. Los pesos medios de las hembras desovadas decrecen significativamente hacia los estados tardíos, previo a su muerte, subestimando el valor real del PPM.

Los pesos de primera madurez encontrados para los individuos de ambos sexos, fueron similares a los hallados para *O. vulgaris* en el Mediterráneo, en donde las hembras en desove presentaron un peso promedio entre 1000 y 1500 g (10 - 25 °C) (Mangold, 1983a), con pesos mínimos de madurez de 140 g para los machos, y 200 g (Guerra, 1975) o 480 g (Mangold, 1983a) para las hembras. Sin embargo, en la misma especie, los pesos promedios fueron notablemente mayores en las costas sureste (17 - 28 °C) y noroeste (10 - 20 °C) de Africa, con valores entre 2500 - 3000 g (Smale y Bucham, 1981; Mangold, 1983) y 2500 - 4000 g (Guerra, 1975; 1979; Hatanaka, 1979a y b), respectivamente, para las hembras desovando, y con pesos mínimos de madurez de 400 y 900 g para machos y hembras respectivamente en las costa sureste africana. Por el contrario, en la región occidental del Atlántico subtropical (29 - 30 °C) los valores promedios hallados para las hembras en freza y el peso mínimo de una hembra encontrada madura fue de 700 y 182 g respectivamente (Wodinsky, 1972).

El tamaño al cual se alcanza la madurez sexual parece depender primariamente de la luz, temperatura y disponibilidad de alimentos (Mangold, 1983a, 1987), correlacionándose en la naturaleza positivamente las altas temperaturas con altas tasas de ingestión y, a su vez, con un crecimiento rápido (Mangold, 1983).

Los resultados hallados en poblaciones naturales de *O. mimus* se corresponden con esa tendencia general, de modo que los valores mensuales menores de las tallas de primera madurez, producidas primordialmente por el incremento de la fracción reproductora, se presentaron en épocas de mayor reproducción y en condiciones ambientales como las citadas precedentemente.

Un segundo factor que influiría en la distribución de los valores de los PPM mensuales, sería el crecimiento somático, que presentó en el período invierno - primavera valores significativamente mayores con respecto a las otras estaciones. Ambos factores tendrían una gran dependencia de la temperatura y un efecto antagónico en los valores que adopta el PPM: cuando mayor sea el porcentaje de hembras en reproducción menor sería su peso corporal promedio; y por el contrario, a mayor temperatura ambiental mayor tasa de ingestión y mayor crecimiento somático.

Si se relacionan los valores reproductivos altos presentados por el pulpo chileno en las condiciones de excepción antes señaladas, con las estimaciones del tiempo de incubación (30 - 45 días) en experimentos de ambiente controlado (17 - 22 °C) (Cortez, 1995). Si se considera además, un tiempo de residencia larval en el plancton similar al señalado para *O. vulgaris* a temperaturas similares, se puede especular que:

a) Los juveniles de animales nacidos entre el final del invierno y el final de la primavera, provenientes de hembras anidadas entre julio y septiembre, tendrían las óptimas condiciones ambientales de crecimiento del verano. La etapa planctónica, de extensión breve (30 - 60 días), al igual que los reclutas bentónicos se caracterizarían por altas tasas de crecimiento, influidas por las mayores temperaturas, y sincronizadas con la abundancia de los organismos presas del área.

Estos animales podrían madurar entre el invierno y la primavera del año siguiente, completando su ciclo vital en 12 - 15 meses.

b) Los nacidos de las anidadas de verano, con condiciones de desarrollo más desfavorables que el grupo anterior, no madurarían el primer invierno, probablemente el segundo verano sería utilizado para crecer, quedando en

condiciones aptas para su reproducción a partir de otoño del año siguiente, completando su ciclo vital en unos 15 meses.

c) Los nacidos de hembras anidadas en verano tardío o en el otoño, de corto período de incubación, con un tiempo medio de permanencia en el plancton y con relativamente bajas tasas de crecimiento de sus juveniles en invierno, crecerían en el verano para completar su ciclo el invierno - primavera siguiente con una edad aproximada de 17 meses.

Las hembras que se reproducen en algún período del año pueden tener su origen en distintas cohortes y si consideramos, además, los factores ambientales y biológicos que pueden influir en el proceso de maduración sexual en una misma área (Mangold, 1983), es posible predecir que las hembras puedan madurar a diferentes tamaños (Mangold, 1983), resultado congruente con la gran dispersión de tamaños observados en las hembras en reproducción de *O. mimus*.

La reproducción está fuertemente influida por los regímenes de temperaturas en la naturaleza, afectando las épocas de puesta, tallas de primera madurez y otros parámetros biológicos. Este efecto se puede apreciar claramente en especies de amplia distribución, como *O. vulgaris*, cuyas poblaciones pueden habitar áreas distintas y con condiciones ambientales diferentes, y cuyas peculiaridades en este sentido fueron discutidas previamente. En esta perspectiva, frente a alteraciones ambientales fuertes, como los efectos de El Niño, desde un punto de vista estrictamente reproductivo, esperaríamos que esta actividad fuese favorecida, madurando todas aquellas hembras que fisiológicamente se encuentren en condiciones de hacerlo (disminuyendo su PPM), o creciendo previamente para asegurar mejor "condición" en los estados tempranos.

Tanto la puesta como el cuidado de los huevos no difirió de la que presentan muchos de los octópodos como *Octopus vulgaris* (Mangold, 1983a), *Eledone moschata* (Mangold, 1983c), *E. cirrhosa* (Boyle, 1983), *O. tetricus* (Joll, 1983), *O. cyanea* (Van Heukelem, 1983b). Se ocultan durante el desove y permanecen junto a los huevos, cuidando, manipulando y limpiando los racimos con chorros de agua intermitentes durante todo el período de empollamiento, hasta que sucede la eclosión. Luego la hembra muere.

A partir de los datos presentados en este estudio, hay también cierta evidencia

de un posible, aunque débil, costo directo asociado a la maduración sexual de las hembras de *O. mimus*. La condición, expresada como el índice IGD (Castro et al., 1992; Castro y Lee, 1994) mostró una disminución significativa cuando las hembras en maduración finalizaron el proceso de madurez. Aunque el peso de la glándula digestiva (PGD) no cambió significativamente durante la fase final de la maduración, este órgano no creció paralelamente al peso eviscerado. Las diferencias encontradas en *O. mimus* en relación a *O. vulgaris* pueden deberse a la dificultad de obtener animales maduros justo antes del desove. No obstante, la pérdida de condición hallada después del inicio del desove, estuvo ligada, como ocurría en *O. vulgaris* (Tait, 1986), a una caída del peso de la glándula digestiva (PGD) y del peso eviscerado (PE). Por ello, como la ingestión de alimento en las hembras en pos-freza es muy reducida (Cortez, 1995), la energía durante este período final del ciclo vital de las hembras probablemente proviene de la degeneración de las proteínas musculares, que son el componente principal del cuerpo de los cefalópodos. Un resultado semejante se observó en *Sepia officinalis* en ayuno (Castro et al., 1992).

La condición está también afectada por factores ambientales, como lo indican los cambios estacionales observados en el IGD, donde el invierno la estación más desfavorables para las hembras en maduración y maduras (Cortez et al., 1995b; Cortez, 1995). Estos resultados concuerdan con la dinámica trófica de las hembras maduras, que mostraron un descenso de la actividad alimentaria en invierno (Cortez et al., 1995a). Sin embargo, este descenso en la condición parece que no afectó a la reproducción, la cual estuvo siempre garantizada, como sería de esperar en una especie semélpara.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- Alvares, J.A. y Haimovici, M., 1991. Sexual maturation and reproductive cycle of *Eledone massyae* Voss, 1964 (Cephalopoda: Octopodidae) in southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 49(1/2): 279-279.
- Arancibia, H., 1984. *Estudio de talla y peso de primera madurez sexual en el pulpo Octopus vulgaris*. Informe Final SERNAP, 55pp.
- Boletzky, S.v., 1981. Réflexions sur les stratégies de reproduction chez les céphalopodes. *Extrait du Bulletin de la Société Zoologique*, 106(3): 293-304.
- Boyle, P.R., 1983. *Eledone cirrhosa*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R.(Ed.). Academic Press. London: 365-386.
- Castro, B.G. & Lee, P.G. 1994. Effects of semi-purified diets on growth and conditions of *Sepia officinalis* (Mollusca; Cephalopoda). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 109A:1007-1016.
- Castro, B.G., Garrido, J.L. y Sotelo, C.G. 1992. Changes in composition of digestive gland and mantle muscle of cuttlefish *Sepia officinalis* during starvation. *Marine Biology*, 114:11-20.
- Cochran, 1989. *Técnicas de muestreo*, CECSA, Mexico, 507 pp.
- Cortez, T., Guerra, A. 1996. *Biología reproductiva de Octopus mimus Gould, 1852 (Mollusca: Cephalopoda) en aguas litorales del norte de Chile*. XVI Jornadas Ciencias del Mar, Resumen pag. 141.
- Cortez, T., Castro B.G. and Guerra, A. 1998. Drilling behaviour of *Octopus mimus* Gould. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 224:193-203.

- Cortez, T., Castro, B.G. and Guerra, A. 1995a. Feedings dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology*, 123: 497-503.
- Cortez, T., Castro, B.G. and Guerra, A. 1995b. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca; Cephalopoda). *Marine Biology*, 123:505-510.
- Cortez, T. y Cotton, W. 1995. *Explotación pesquera del pulpo Octopus mimus Gould, 1852 y evaluación de la población natural post incorporación de paralarvas competentes, discutiendo su impacto en la pesquería*. Informe técnico N°3, Proyecto; Pesquería del pulpo I Región. II Etapa. SERPLAC-UNAP. 20pp.
- Cortez, T., Cotton, W. y Parker, U. 1992. *Diagnóstico de las pesquerías del pulpo en la primera región de Chile*. Informe final. Proyecto UNAP/SERPLAC. Iquique (Chile), Diciembre 1992:114pp.
- Cortez, T. 1995. *Biología y ecología del pulpo común Octopus mimus Gould, 1852 (Mollusca: Cephalopoda) en aguas litorales del norte de Chile*. Tesis doctoral, Universidad de Vigo, Vigo (España). 293pp. En: Dissertation Abstracts Internartional. University Microfilms International.
- Cotton, W. 1992. *Evaluación de la intensidad de explotación del pulpo Octopus sp. a través del análisis de frecuencias de longitudes en el período verano-otoño de 1991 en la zona de Iquique*. Tesis para optar al título de Biologo Pesquero por la Universidad Arturo Prat, Iquique (Chile): 51pp.
- Forsythe, J.W. and Hanlon, R.T. 1988. Effect of temperature on laboratory growth, reproduction and life span of *O. bimaculoides*. *Marine. Biology*. 98:369-379.
- Forsythe, J.W. 1993. *A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods*. En: *Recent Advances in Cephalopods Fisheries Biology*. Okutani, T., O'Dor, R.K. and Kubodera, T. (Eds). Tokai University Press, Tokyo: 133-143.

- González, A. F., 1994. *Bioecología de Illex coindetii* (Cephalopoda; Ommastrephidae) de las aguas de Galicia. T. doctoral Univ. de Vigo: 237 pp.
- Gould, A.A., 1852. *Reports of the United States Exploring Expedition. Vol. 1. Mollusca and Shells.* United States Exploring Expedition 1838 - 1842 under the Command of C. Wilkes, 12: 510 pp.
- Guerra, A., 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Investigación Pesquera*, 39(2): 397-416.
- Guerra, A., 1977. *Estudios sobre la biología y estructura de las poblaciones del pulpo común (Octopus vulgaris) de la plataforma continental del mediterráneo catalán y de la costa noroccidental africana.* Tesis doctoral, Universidad de Barcelona: 274 pp.
- Guerra, A., 1979a. Edad y crecimiento de *Octopus vulgaris* del Atlántico centro-oriental. *CECAF/ECAF*. Series 78/11: 113-126.
- Guerra, A., 1979b. Estructura de la población de *Octopus vulgaris* del Atlántico centro-oriental. *CECAF/ECAF*. Series 78/11: 99-112.
- Guerra, A., 1981. The fishery of *Octopus vulgaris* off Finisterre (NW of Spain). *International Council for the Exploration of the sea*. C.M.1981/K:4.
- Guerra, A., 1992. *Mollusca, Cephalopoda.* En: *Fauna Ibérica*, vol I. Ramos, M.A. et al., (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 327p., 12 h.lám.
- Guerra, A., 1993. *Ageing in cephalopods.* In: *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology.* Okutani, T. et al. (Eds.). Tokai University Press, Tokyo: 684-686.

- Guerra, A. and Rocha, F., 1994. The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda; Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, 21(1-2): 43-69.
- Guerra, A., Cortez, T., Hochberg, E. and Mangold, K. 1996. Redescription of *Octopus mimus* Gould, 1852 (Cephalopoda: Octopodidae) from the west coast of South America. *The Veliger* (en prensa).
- Hanlon, R.T., 1983. *Octopus joubini*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. I. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 293-310.
- Hartwick, B. 1983. *Octopus dofleini*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle P.R. (Ed.). Academic Press. London: 277-291.
- Hatanaka, H., 1979a. Spawning season of common octopus, *Octopus vulgaris* Cuvier, off the northwestern coast of Africa. *CECAF/ECAF Series 78/11*: 135-146.
- Hatanaka, H., 1979b. Studies on the fisheries biology of common octopus off the northwest coast of Africa. *Bulletin of the Far Seas Fisheries Research Laboratory*, 17: 13-124.
- Jackson, G.D., 1993. Seasonal variation in reproductive investment in the tropical loliginid squid *Loligo chinensis* and the small tropical sepioid *Idiosepius pygmaeus*. *Fishery Bulletin*, 91(2): 260-270.
- Joll, L.M., 1983. *Octopus tetricus*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 325-334.
- Mangold - Wirz, K., 1963. Biologie des céphalopodes benthiques et nectonique del la Mer Catalane. *Vie Milieu*, 13 (suppl.): 1-285.
- Mangold, K., 1983a. *Octopus vulgaris*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 335-364.

- Mangold, K., 1983b. Food, feeding and growth in cephalopods. *Memoirs of the National Museum Victoria*, 44: 81-93.
- Mangold, K., 1983c. *Eledone moschata*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 387-400.
- Mangold, K. 1987., *Reproduction*. En: *Cephalopod Life Cycles*, Vol. 2. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 157-200.
- Mangold, K. & Boletzky, S. 1973. New data on reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. *Marine Biology*, 19:7-12.
- Mangold, K., Young, R. and Nixon, M., 1993. *Growth versus maturation in cephalopods*. En: *Recent Advances in Fisheries Biology*. Okutani, T., O'Dor R. K. and Kuboreda, T. (Eds.). Tokai University Press, Tokyo: 697-704.
- Moriyasu, M., 1981. *Biologie des pêches de céphalopodes benthiques. Application aux Elédones: Eledone cirrhosa (Lam. 1798), du Golfe du Lion*. Thèse de spécialité, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier: 227 pp.
- Packard, A., 1961. Sucker display of *Octopus*. *Nature*, 190: 736-737.
- Re, M.E., 1984. Maduración Sexual en *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopoda). *Centro Nacional Patagónico*, 93: 1-28.
- Richard, A., 1971. *Contribution a l'étude expérimental de la croissance et de la maturation sexuelle de Sepia officinalis L. (Mollusque, Céphalopode)*. Thèse de Doctorat d'Etat (n° 243). Université de Lille. France: 264 pp.
- Smale, M.J. and Buchan, P.R., 1981. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. *Marine biology*, 65: 1-12.
- Sernap, 1980-1996. Anuarios estadísticos de pesca. Valparaíso, Chile.

- Sokal, R. And Rohlf, F., 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Tait, I. 1986. *Aspects physiologiques de la sénescence post reproductive chez Octopus vulgaris*. Thèse de doctorat de l'Université Paris VI:148 pp.
- Takeda, R., 1990. Octopus resources. *Marine Beh. and Physiology*, 18: 111-148.
- Van Heukelem, W.F., 1976. *Growth, bioenergetics and life-span in Octopus cyanea and Octopus maya*. Ph. D. Thesis, University of Hawaii: 224 pp.
- Van Heukelem, R., 1983a. *Octopus maya*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 311-323.
- Van Heukelem, R., 1983b. *Octopus cyanea*. En: *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1. Boyle, P.R. (Ed.). Academic Press. London: 267-276.
- Wells, M.J. and Wells, J., 1959. Hormonal control of sexual maturity in *Octopus*. *Journal of Experimental Biology*, 36:1-33.
- Wells, M.J. and Wells, J., 1977. *Cephalopoda: Octopoda*. En: *Reproduction of marine invertebrates*. Vol. IV. Giese, A.C. y Pearse, J.S. (Eds.) Academic Press. New York and San Francisco: 291-236
- Wodinsky, J., 1972. Breeding season of *Octopus vulgaris*. *Mar. Biology*, 16: 59-63.
- Wodinsky, J., 1978. Feeding behaviour of broody female *O. vulgaris*. *Animal Behaviour*, 26: 803-813.
- Wolf, M. and Pérez, H. 1992. Populations dynamics, food consumption and gross conversion efficiency of *Octopus mimus* Gould, from Antofagasta (Northern Chile). Internat. Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1992/K: 1-29.10)
- Zuñiga, O., Olivares, A. y Retamales , E. 1995. Desarrollo de tecnología para la producción masiva de juveniles de pulpo *O. mimus*. Inf. F. Proy.FNDR 56pp.

ANEXO FIGURAS

Figura 1. Mapa de la costa oeste de Sudamérica desde el sur del Ecuador hasta Chile central, área de distribución de la especie. (*) = localidad del tipo y neotipo, (o) = registro de la especie en la bibliografía. El área sombreada muestra el lugar de procedencia de los individuos capturados para el presente estudio.

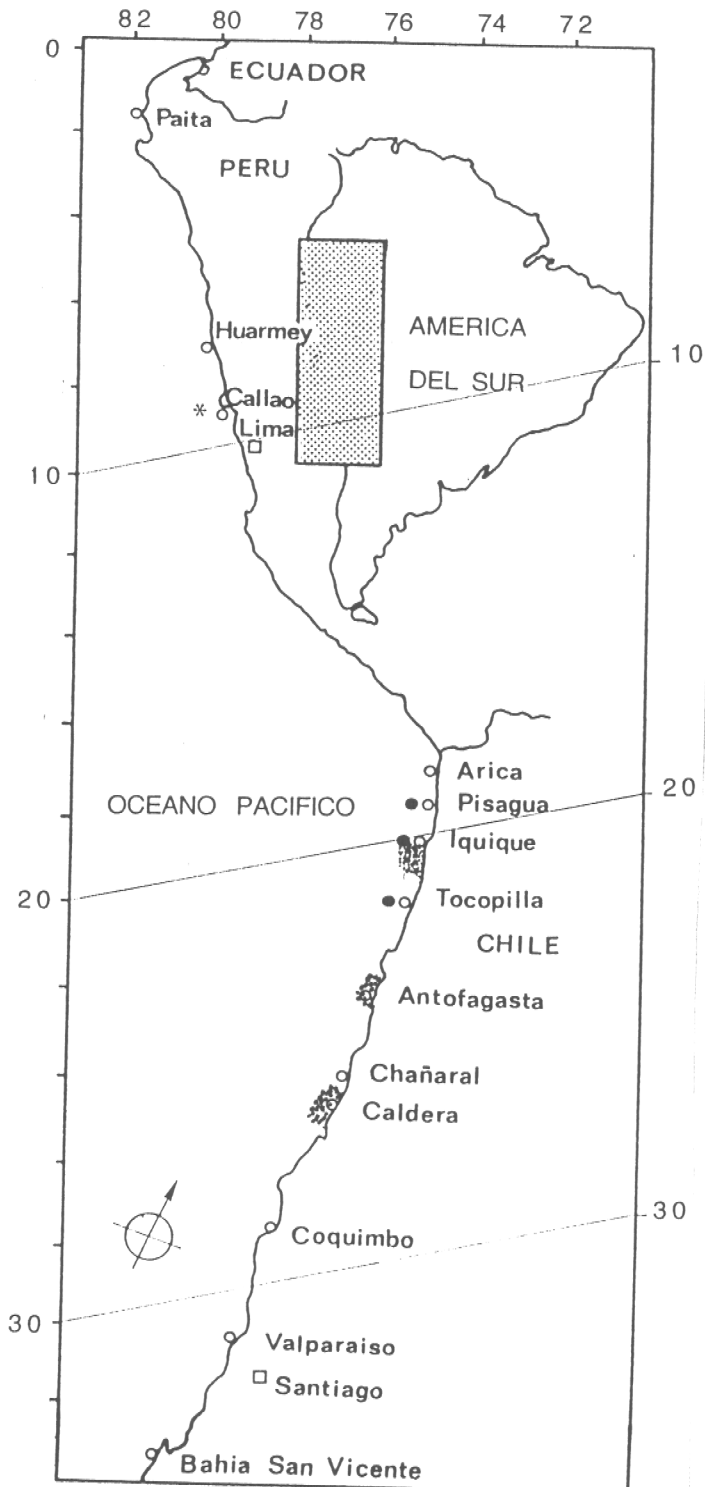


Figura 2. Variaciones en los valores mensuales de la proporción sexual presentada por *Octopus mimus*, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, capturados en la zona de Iquique (Chile). La línea continua representa a los machos y la línea segmentada a las hembras.

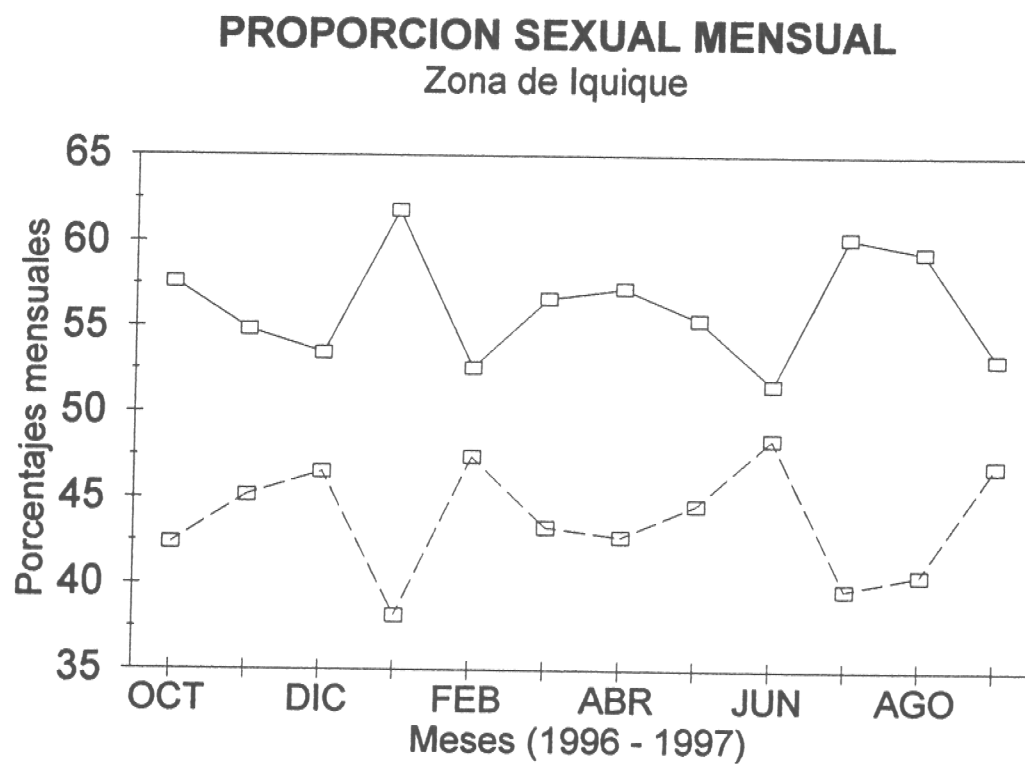


Figura 3. Variaciones en los valores mensuales de la proporción sexual presentada por *Octopus mimus*, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, capturados en la zona de Antofagasta (Chile). La línea continua representa a los machos y la línea segmentada a las hembras.

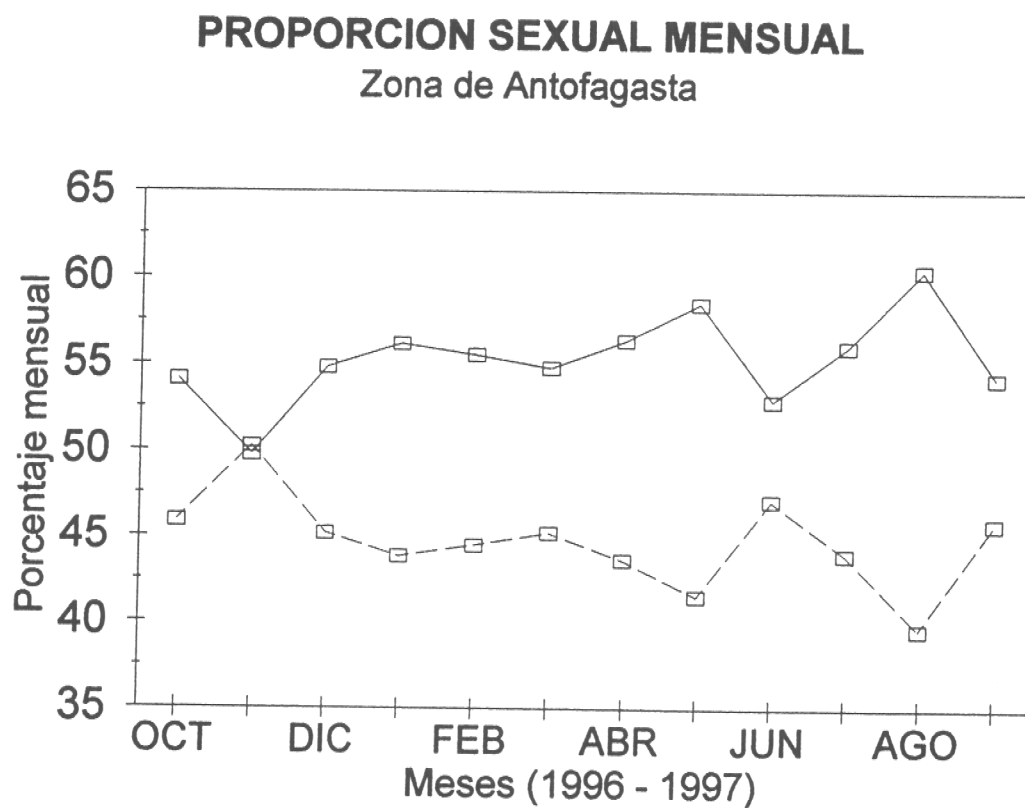


Figura 4. Variaciones en los valores mensuales de la proporción sexual presentada por *Octopus minus*, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, capturados en la zona de Caldera (Chile). La línea continua representa a los machos y la línea segmentada a las hembras.

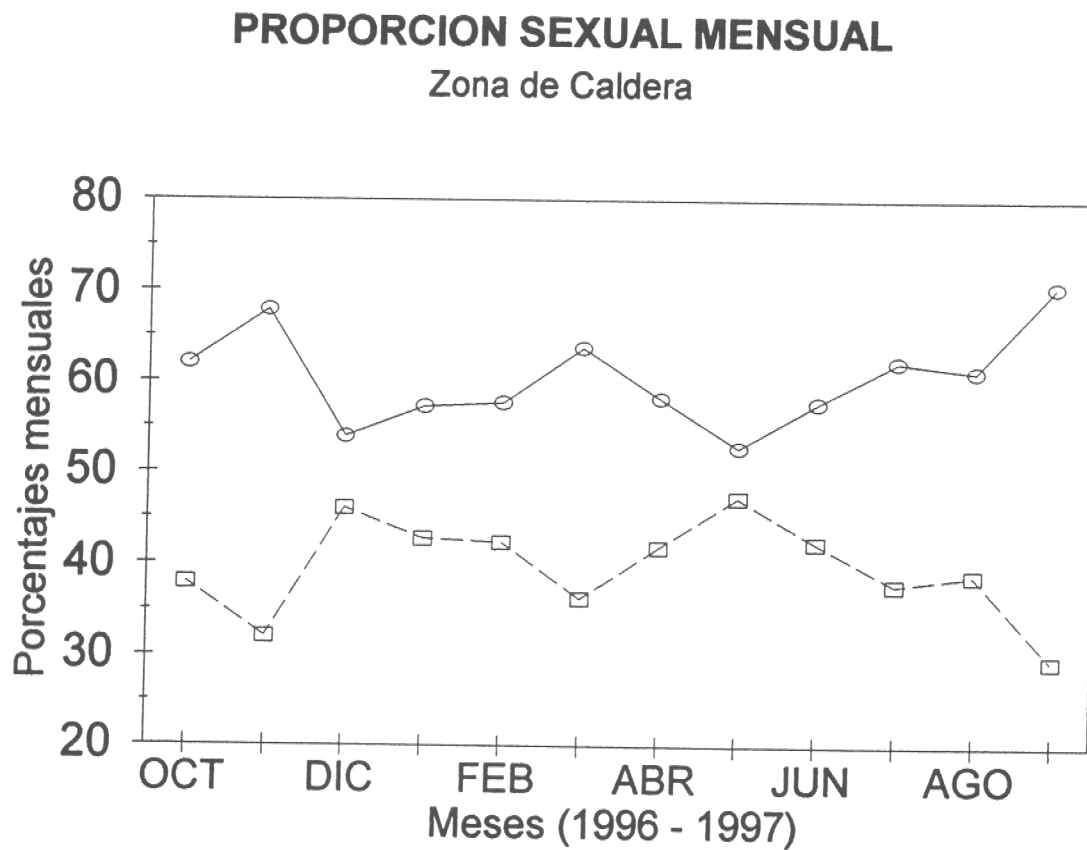


Figura 5. Corte histológico de un ovario inmaduro (H+E). A= 10X.; B=40X. Ramificación de un tabique en un ovario inmaduro (A), Ovocitos inmaduros: Previtelogénicos tempranos y tardíos con presencia de vacuolas (B).

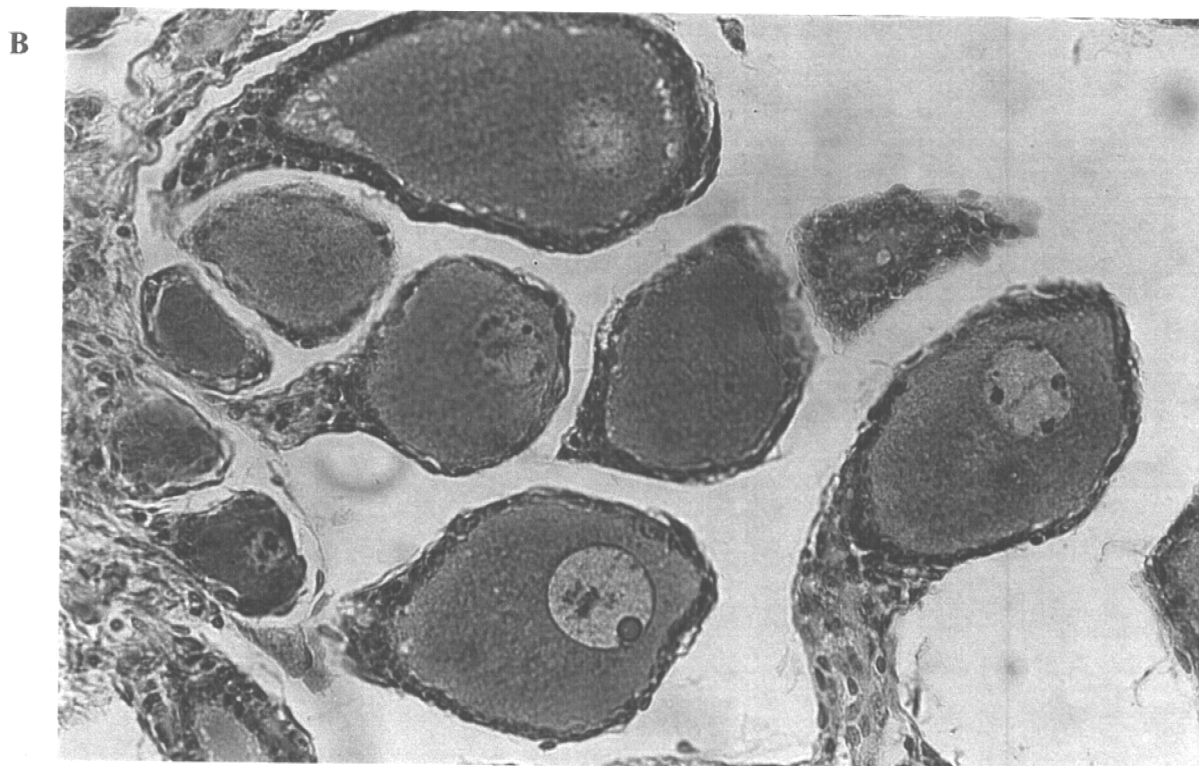
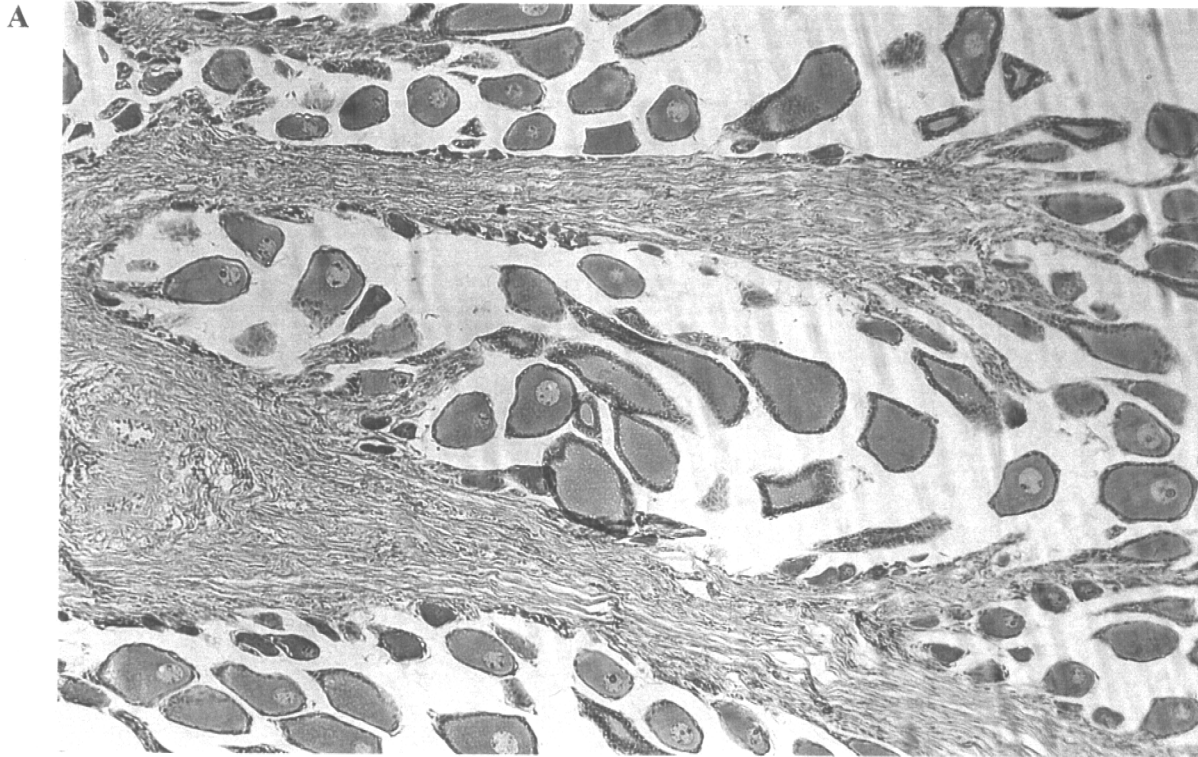


Figura 6. Corte histológico de un ovario en vitelación temprana (H+E). A= 40X.; B=40X. Ramificación de un tabique en un ovario en maduración (A), Ovocitos en maduración con invaginaciones y vacuolas (B).

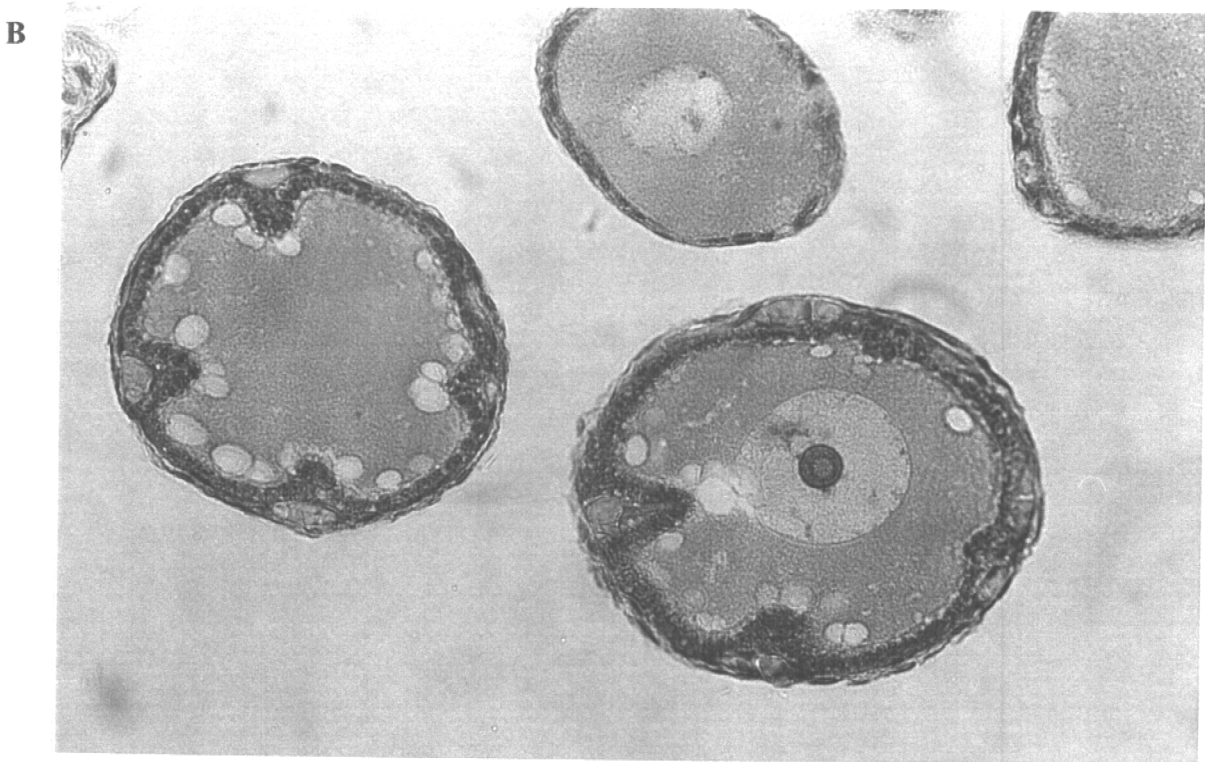
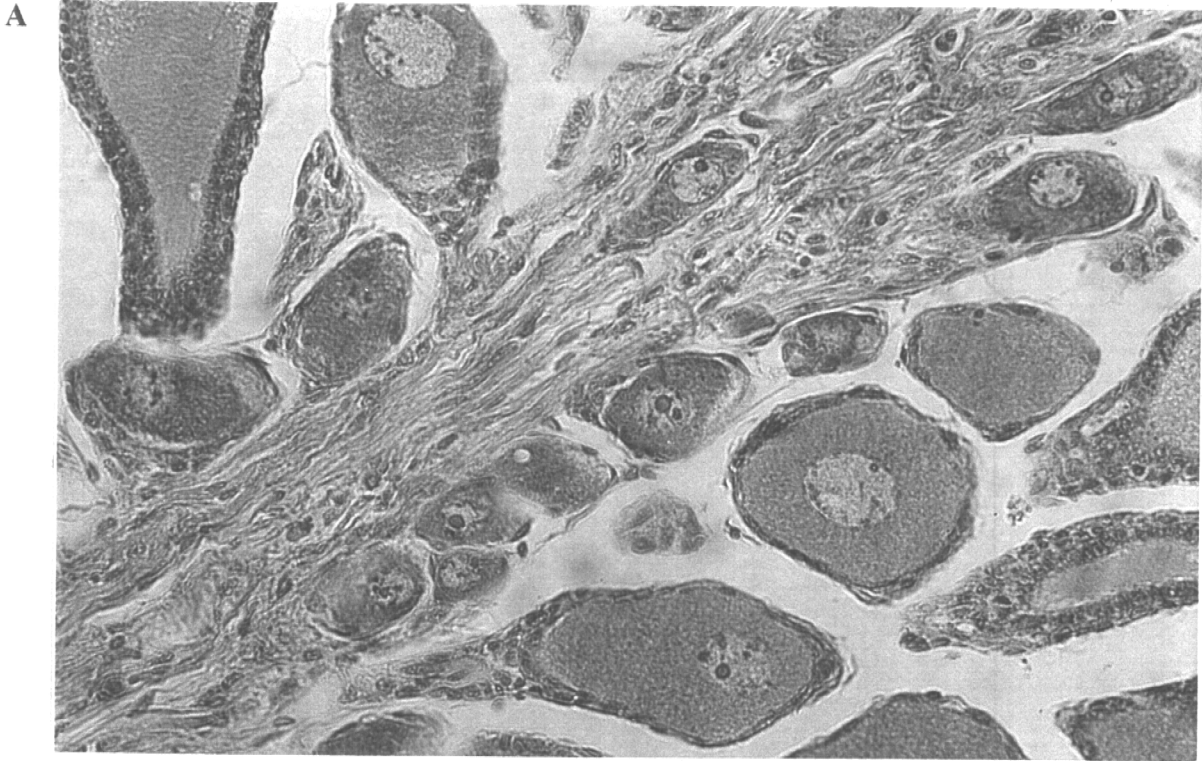


Figura 7. Corte histológico de un ovario maduro (H+E). A= 4X.; B=10X. Tabique en un ovario maduro con ovocitos en cortes transversales y logitudinales (A), Ovocitos vitelados en corte longitudinal (B).

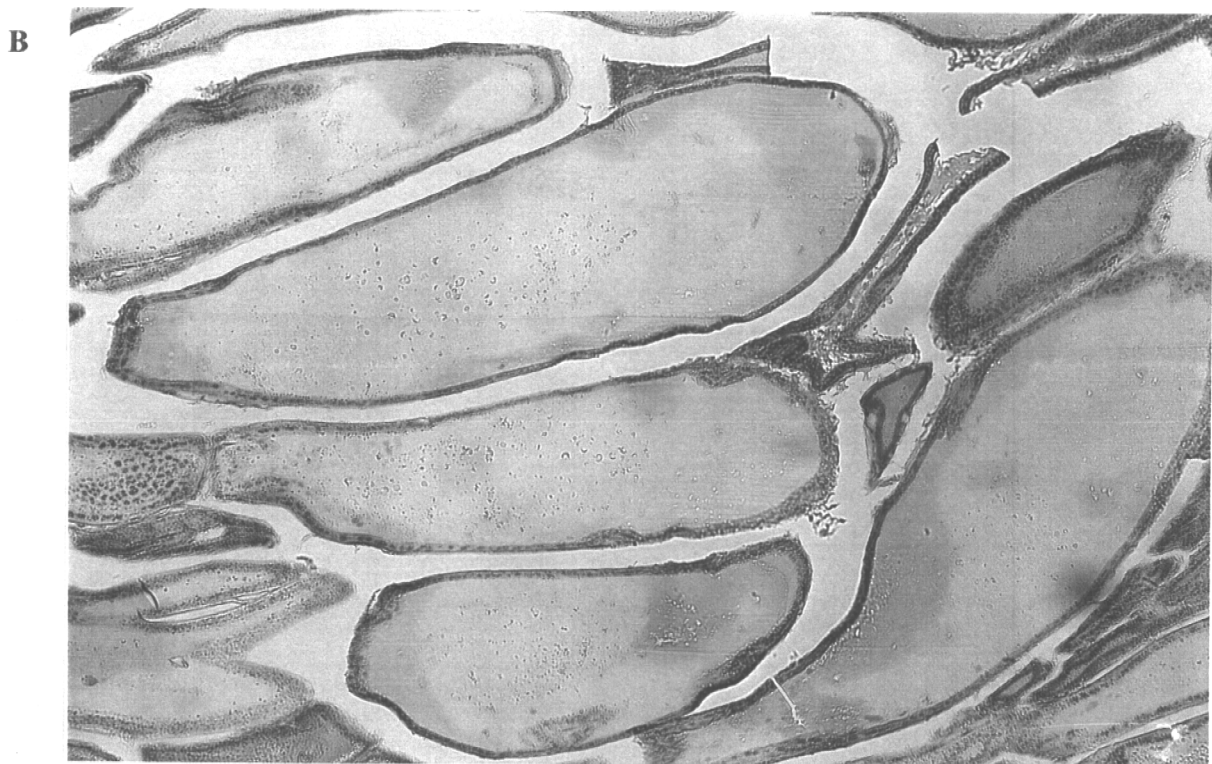
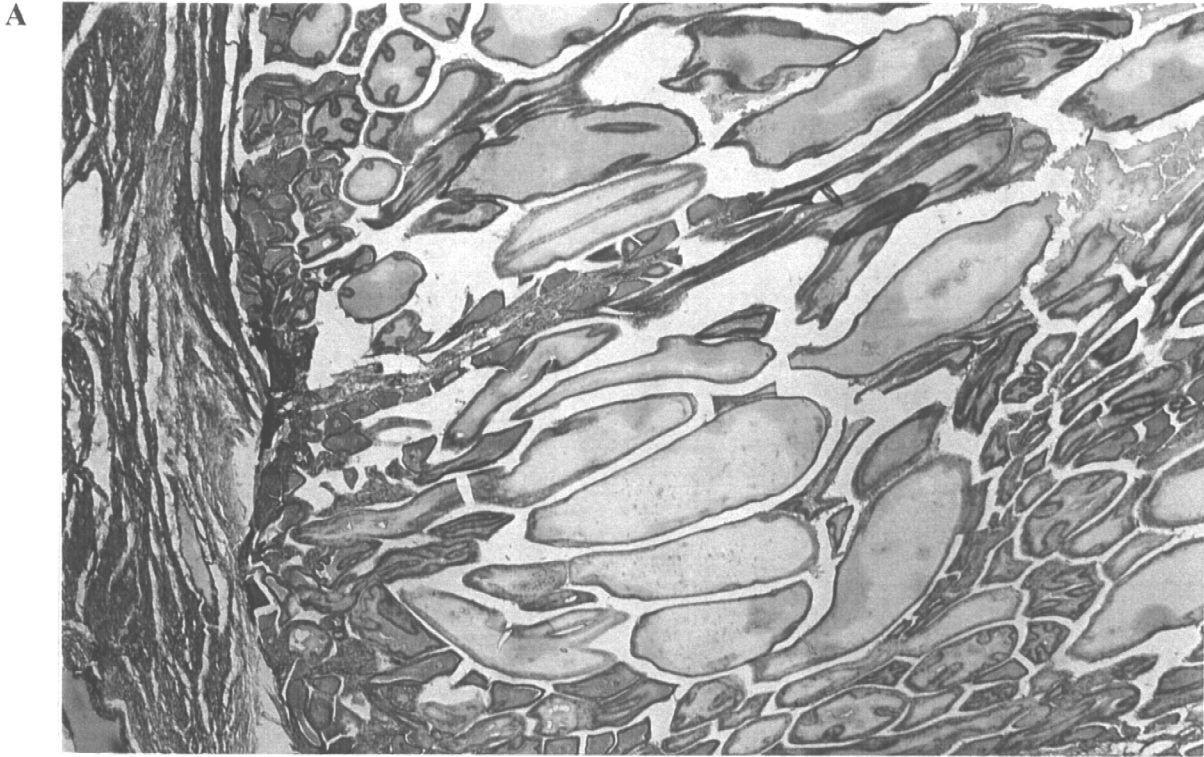


Figura 8. Corte histológico de un ovario en vitelación máxima (H+E). A= 10X.; B=40X. Ovocitos en vitelación máxima (A), Porción de un ovocitos en máxima vitelación, con una zona cortical acidófila y epitelio folicular (B).

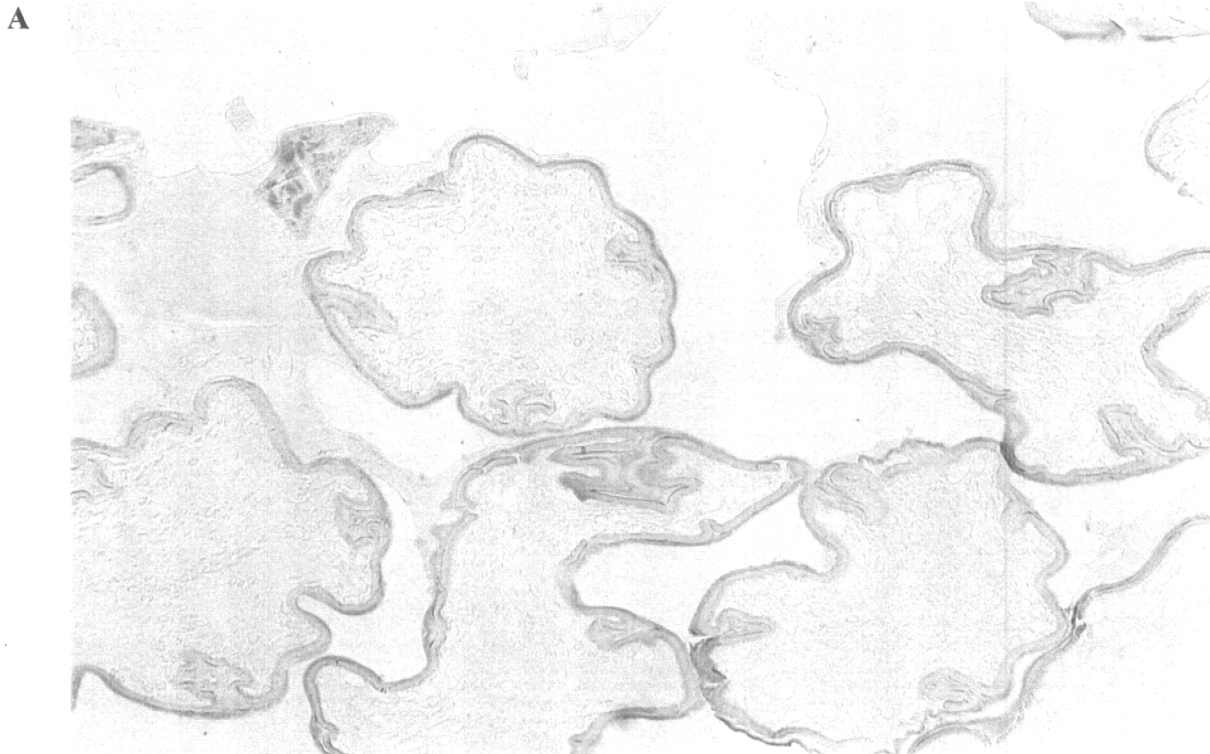


Figura 9. Relación mensual de los porcentajes de la fracción reproductora sobre el total de las hembras analizadas en Iquique.

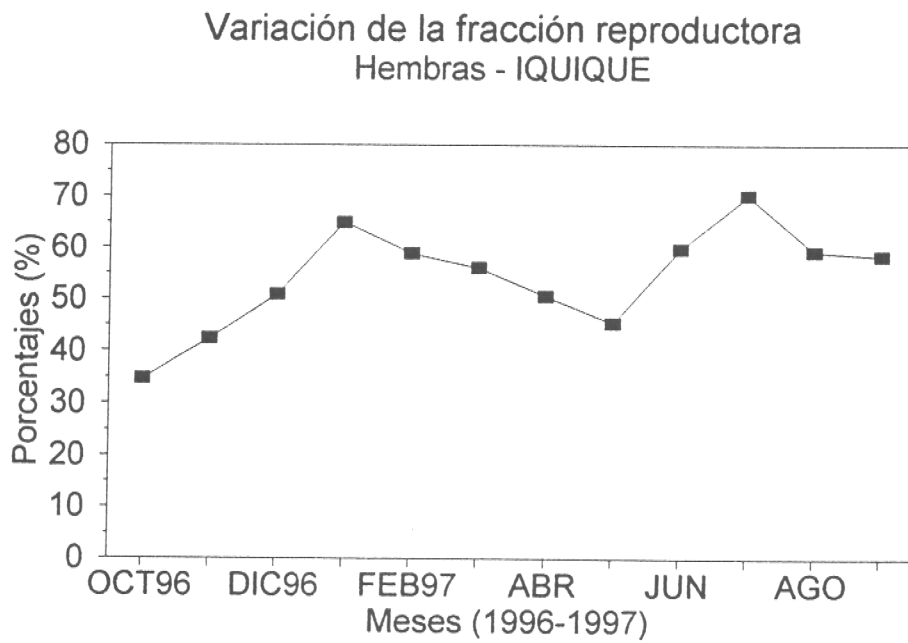


Figura 10. Relación mensual de los porcentajes de la fracción reproductora sobre el total de las hembras analizadas en Antofagasta.

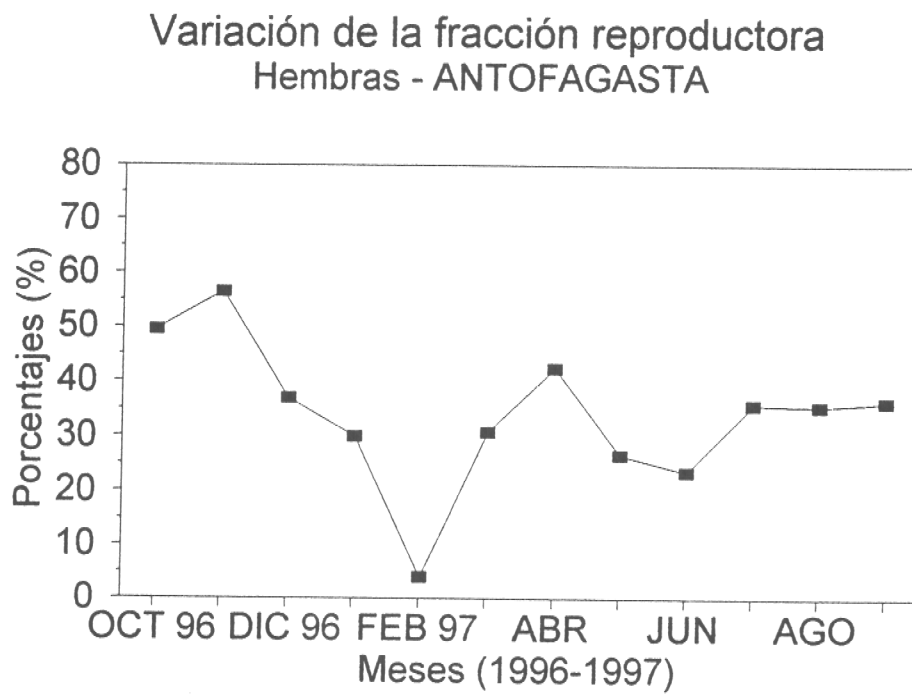


Figura 11. Relación mensual de los porcentajes de la fracción reproductora sobre el total de las hembras analizadas en Caldera.

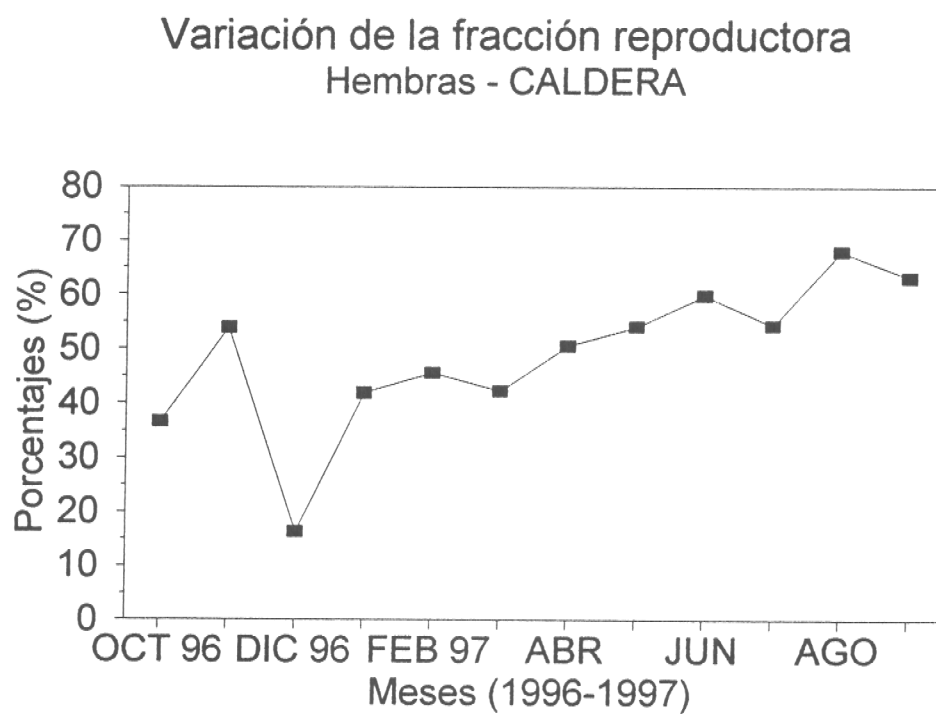


Figura 12. Porcentajes de ocurrencia mensual de los distintos grados de madurez de las hembras de *Octopus mimus* entre el período octubre 1996 - septiembre 1997 en Iquique. La línea continua y cuadros llenos representan las hembras en maduración (EM2); la línea continua y cuadros vacíos representan las hembras maduras (EM3); la línea punteada y cuadros vacíos representa a las hembras en madurez máxima (EM4); y la línea segmentada y cuadros vacíos representan a las hembras desovando, desovadas o envejecidas (EM5).

Variaciones de los grados de madurez Hembras - IQUIQUE

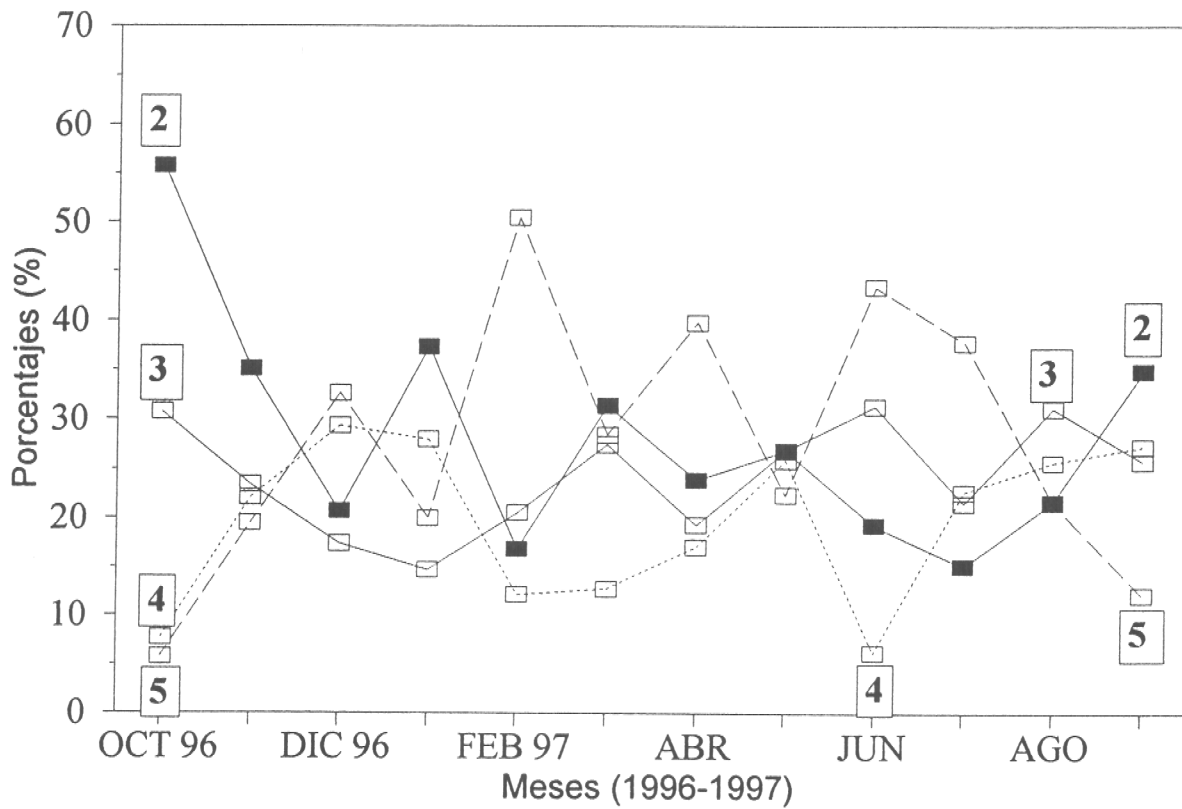


Figura 13. Porcentajes de ocurrencia mensual de los distintos grados de madurez de las hembras de *Octopus mimus* entre el período octubre 1996 - septiembre 1997 en Antofagasta. La línea continua y cuadros llenos representan las hembras en maduración (EM2); la línea continua y cuadros vacíos representan las hembras maduras (EM3); la línea punteada y cuadros vacíos representa a las hembras en madurez máxima (EM4); y la línea segmentada y cuadros vacíos representan a las hembras desovando, desovadas o envejecidas (EM5).

Variaciones de los grados de madurez Hembras - ANTOFAGASTA

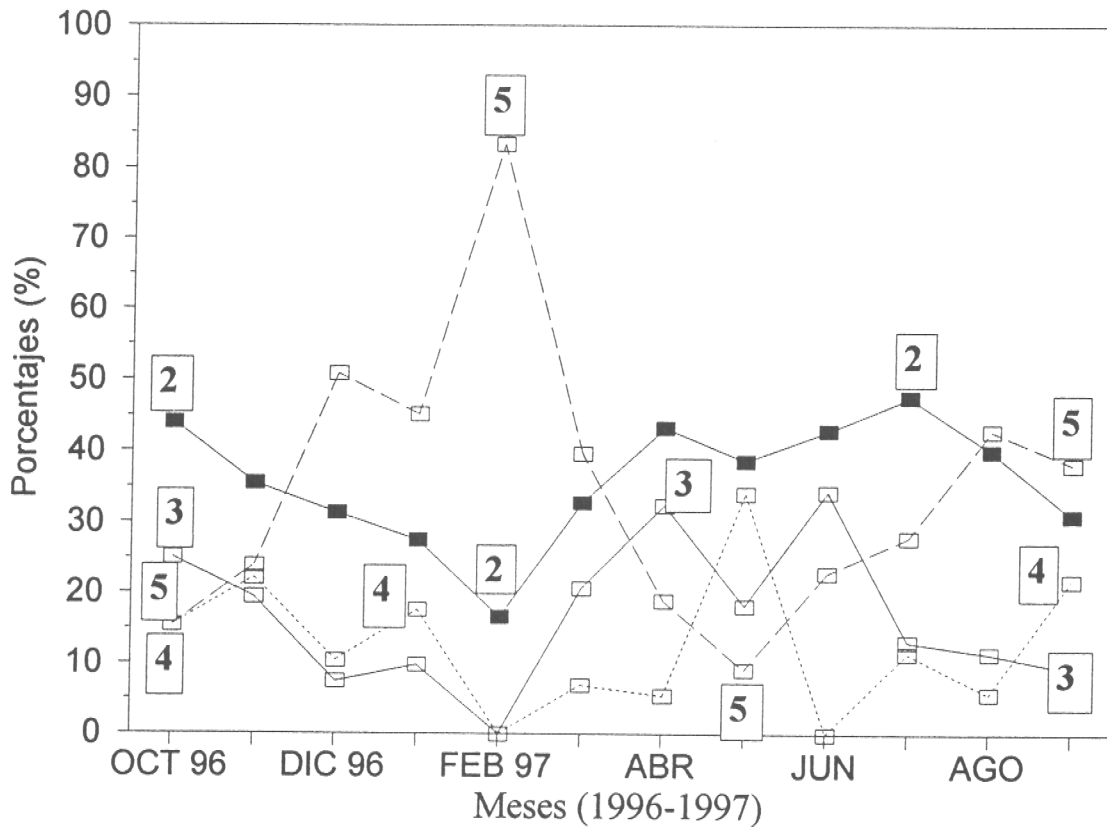


Figura 14. Porcentajes de ocurrencia mensual de los distintos grados de madurez de las hembras de *Octopus mimus* entre el período octubre 1996 - septiembre 1997 en Caldera. La línea continua y cuadros llenos representan las hembras en maduración (EM2); la línea continua y cuadros vacíos representan las hembras maduras (EM3); la línea punteada y cuadros vacíos representa a las hembras en madurez máxima (EM4); y la línea segmentada y cuadros vacíos representan a las hembras desovando, desovadas o envejecidas (EM5).

Variaciones de los grados de madurez Hembras - CALDERA

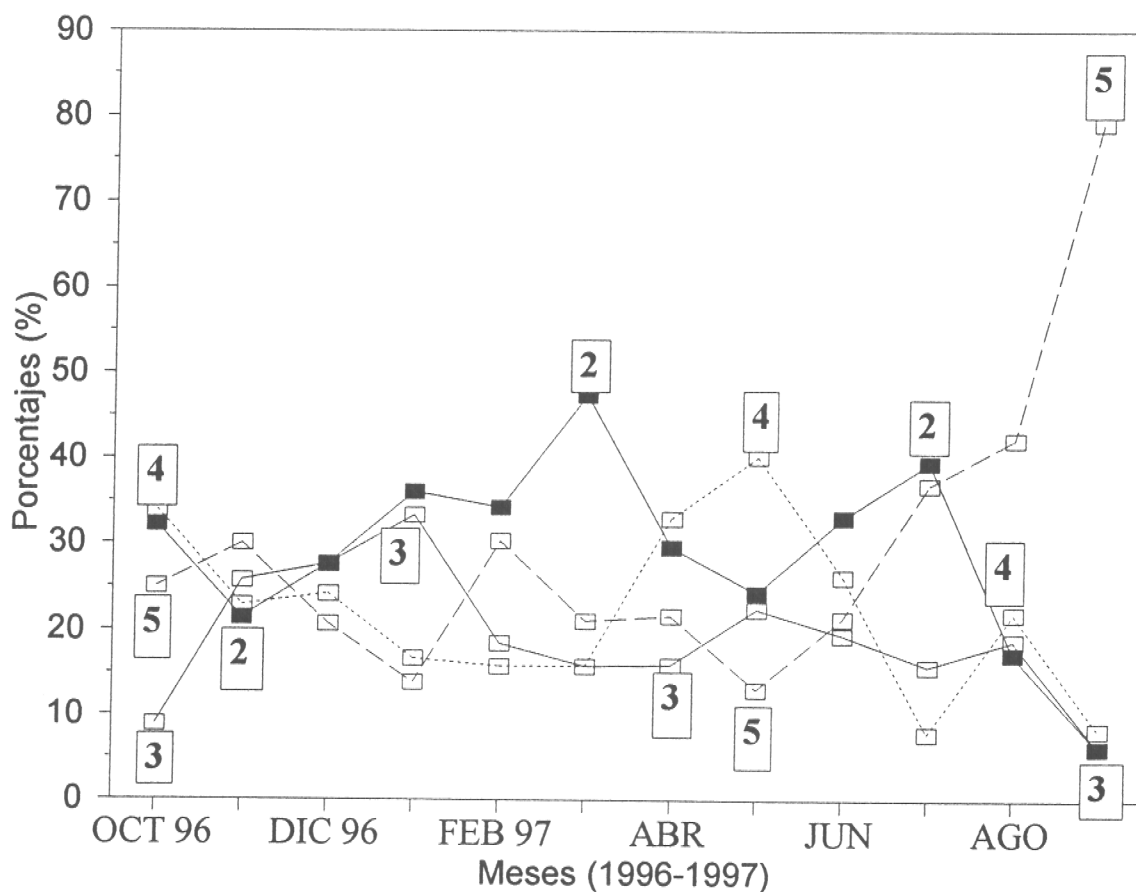


Figura 15. Porcentajes de ocurrencias mensuales de los distintos grados de madurez de los machos de *Octopus mimus* entre el periodo octubre 1996 - septiembre 1997 en Iquique. La línea continua y cuadros vacíos representa a los inmaduros, la línea continua y cuadros llenos representa a los maduros no evacuando y la línea segmentada representa los machos maduros evacuando.

Evolución de los grados de madurez Machos - IQUIQUE

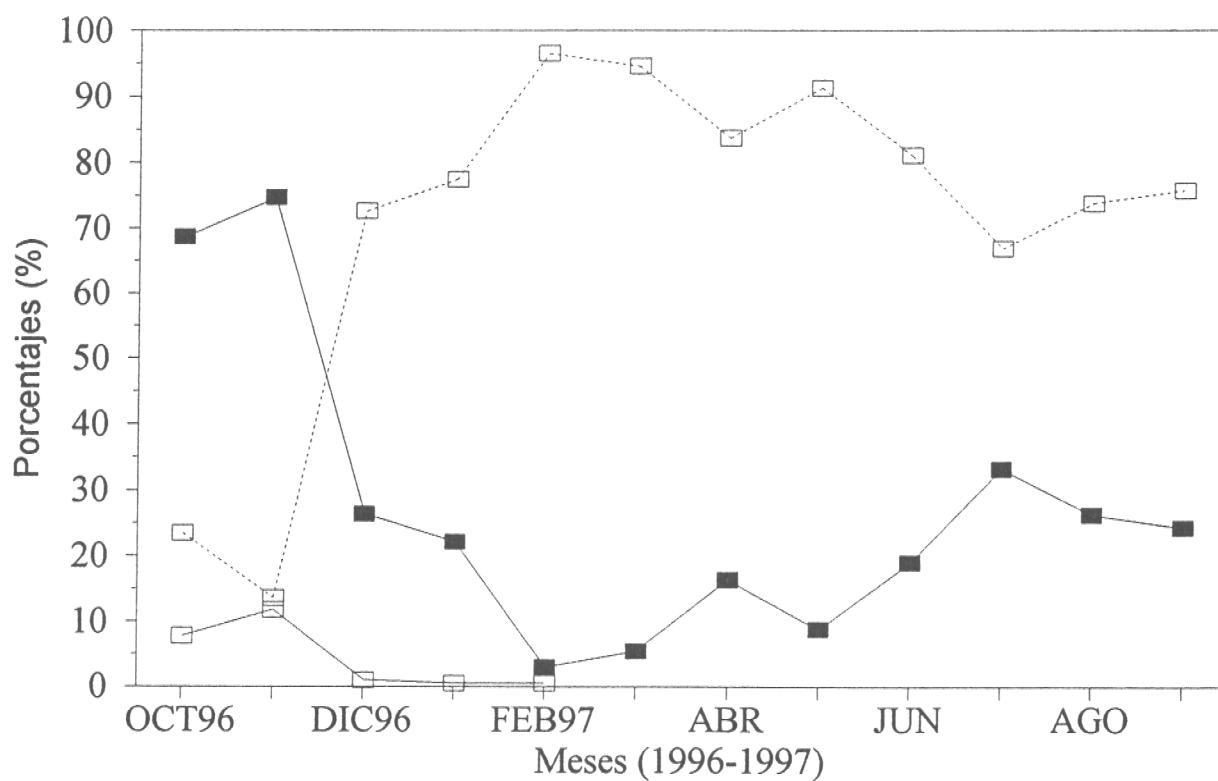


Figura 16. Porcentajes de ocurrencias mensuales de los distintos grados de madurez de los machos de *Octopus mimus* entre el período octubre 1996 - septiembre 1997 en Antofagasta. La línea continua y cuadros vacíos representa a los inmaduros, la línea continua y cuadros llenos representa a los maduros no evacuando y la línea segmentada representa los machos maduros evacuando.

Evolución de los grados de madurez Machos - ANTOFAGASTA

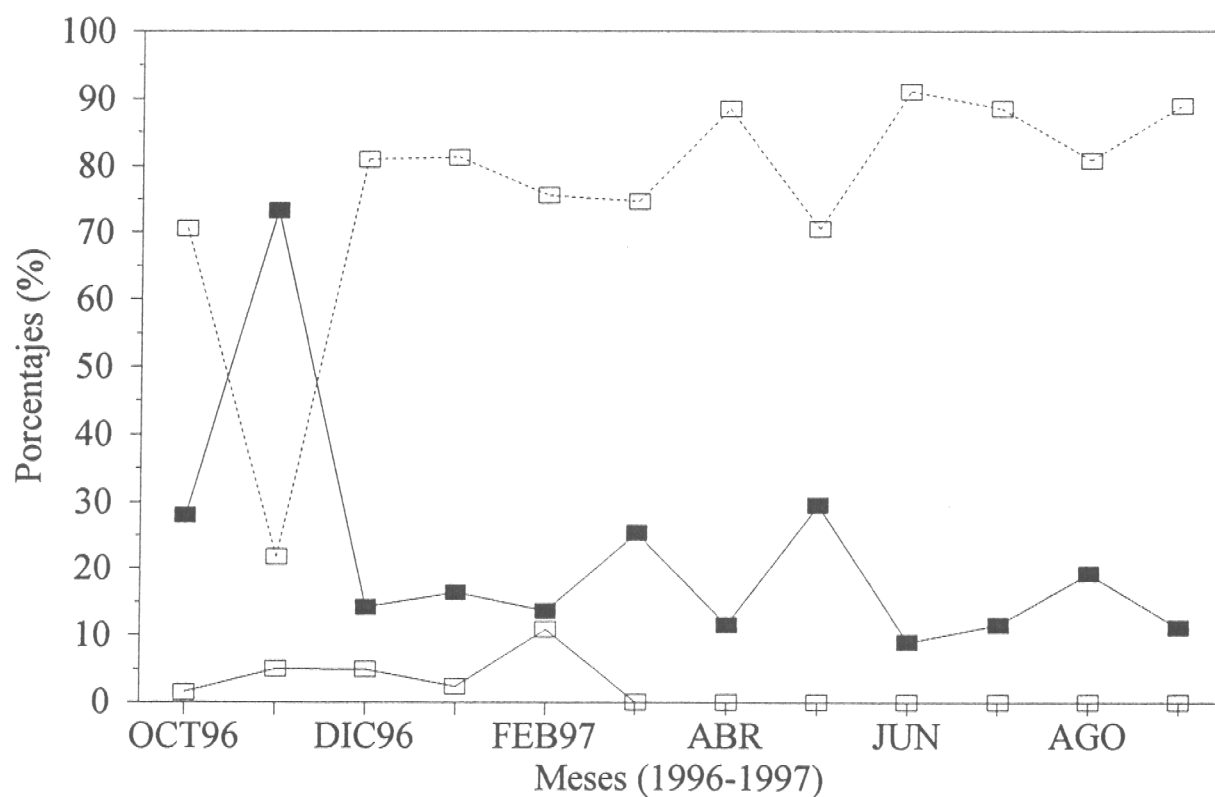


Figura 17. Porcentajes de ocurrencias mensuales de los distintos grados de madurez de los machos de *Octopus mimus* entre el período octubre 1996 - septiembre 1997 en Caldera. La línea continua y cuadros vacíos representa a los inmaduros, la línea continua y cuadros llenos representa a los maduros no evacuando y la línea segmentada representa los machos maduros evacuando.

Evolución de los grados de madurez Machos - CALDERA

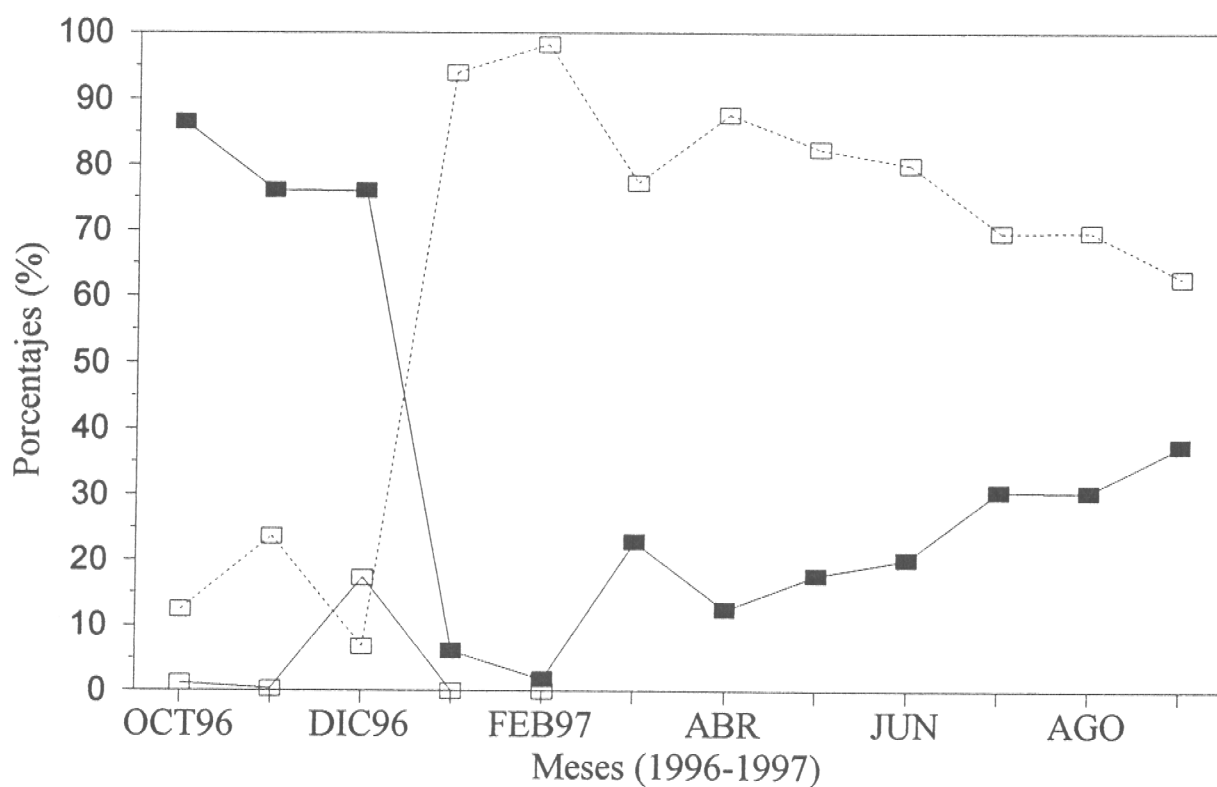


Figura 18. Temperaturas superficiales del mar. La línea segmentada representan los valores promedios mensuales históricos de la temperatura superficial del mar en la localidad de Iquique; La línea continua representan las temperaturas ocurridas durante los dos últimos ciclos anuales.

Temperatura superficial del mar Iquique

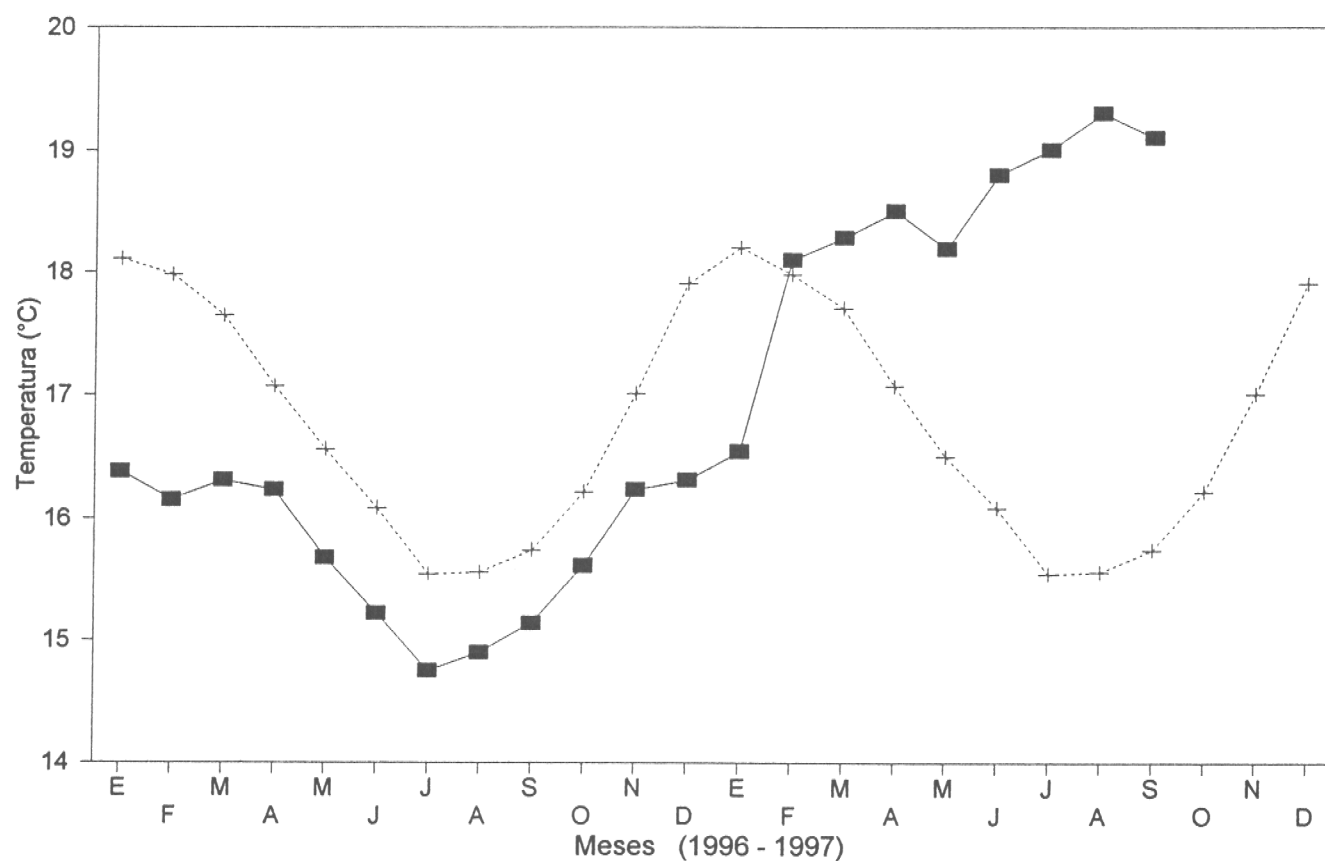


Figura 19. Ojiva del peso de primera madurez (PPM) para Iquique. Porcentajes de frecuencias acumuladas por clase de peso para las hembras maduras de *Octopus mimus*, considerando la totalidad de muestras recolectadas en el período de estudio. Una línea vertical al 50% indicaría el PPM.

PESO DE PRIMERA MADUREZ ZONA: IQUIQUE

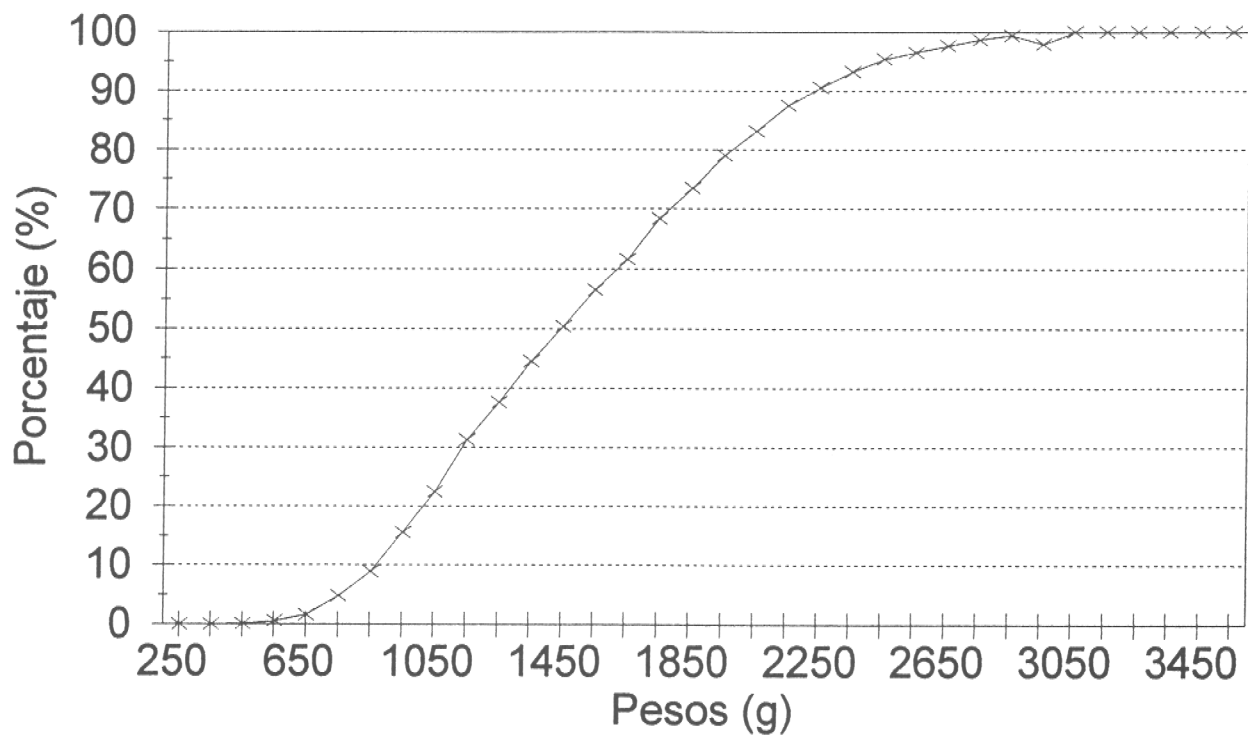


Figura 20. Ojiva del peso de primera madurez (PPM) para Antofagasta. Porcentajes de frecuencias acumuladas por clase de peso para las hembras maduras de *Octopus mimus*, considerando la totalidad de muestras recolectadas en el período de estudio. Una línea vertical al 50% indicaría el PPM.

PESO DE PRIMERA MADUREZ ZONA: ANTOFAGASTA

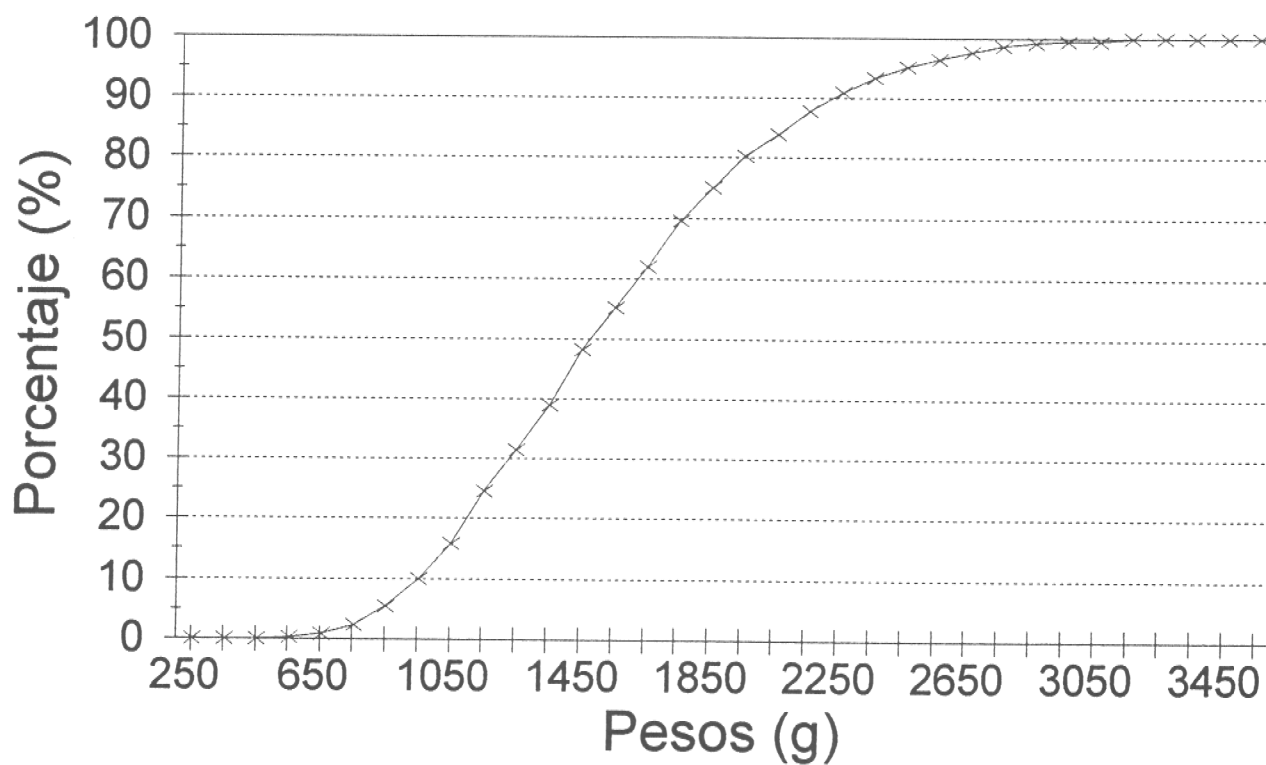


Figura 21. Ojiva del peso de primera madurez (PPM) para Caldera. Porcentajes de frecuencias acumuladas por clase de peso para las hembras maduras de *Octopus mimus*, considerando la totalidad de muestras recolectadas en el período de estudio. Una línea vertical al 50% indicaría el PPM.

PESO DE PRIMERA MADUREZ ZONA: CALDERA

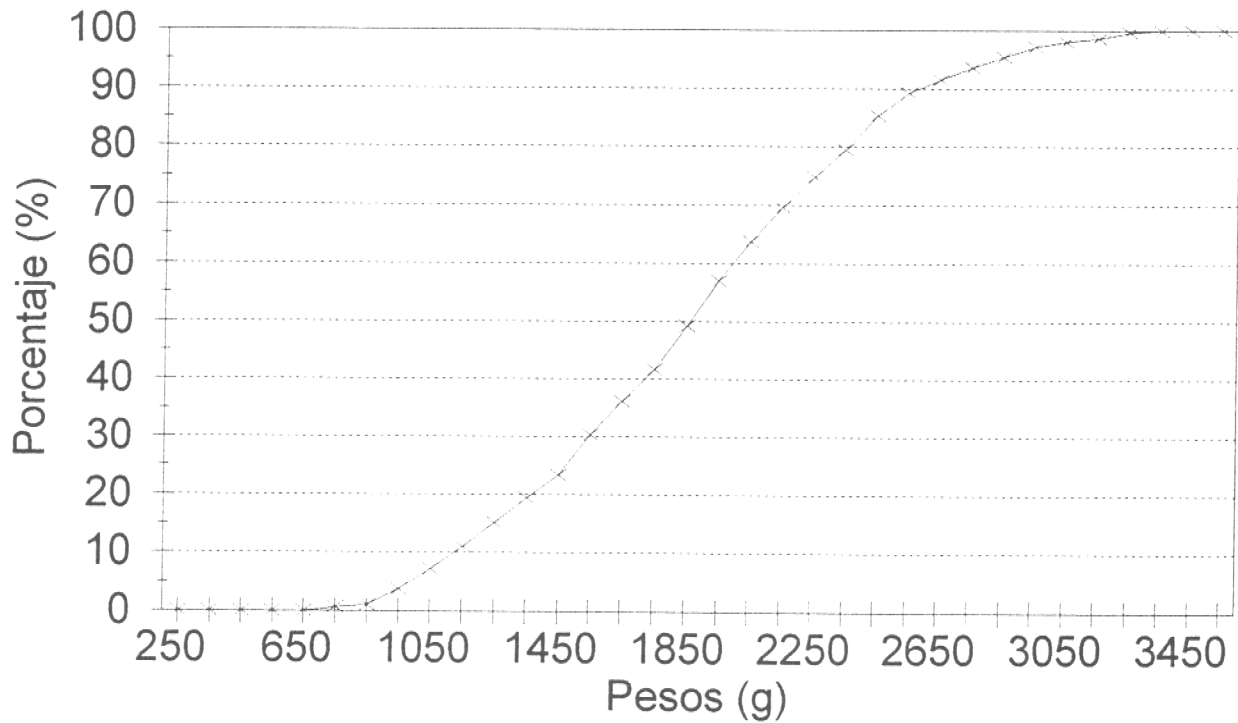


Figura 22. Ojiva de la talla de primera madurez (TPM) para Iquique. Porcentaje de frecuencias acumuladas por clase de tallas (LT), considerando la totalidad de hembras maduras. Una línea vertical al 50% indicaría la TPM.

Talla de Primera Madurez Zona: Iquique

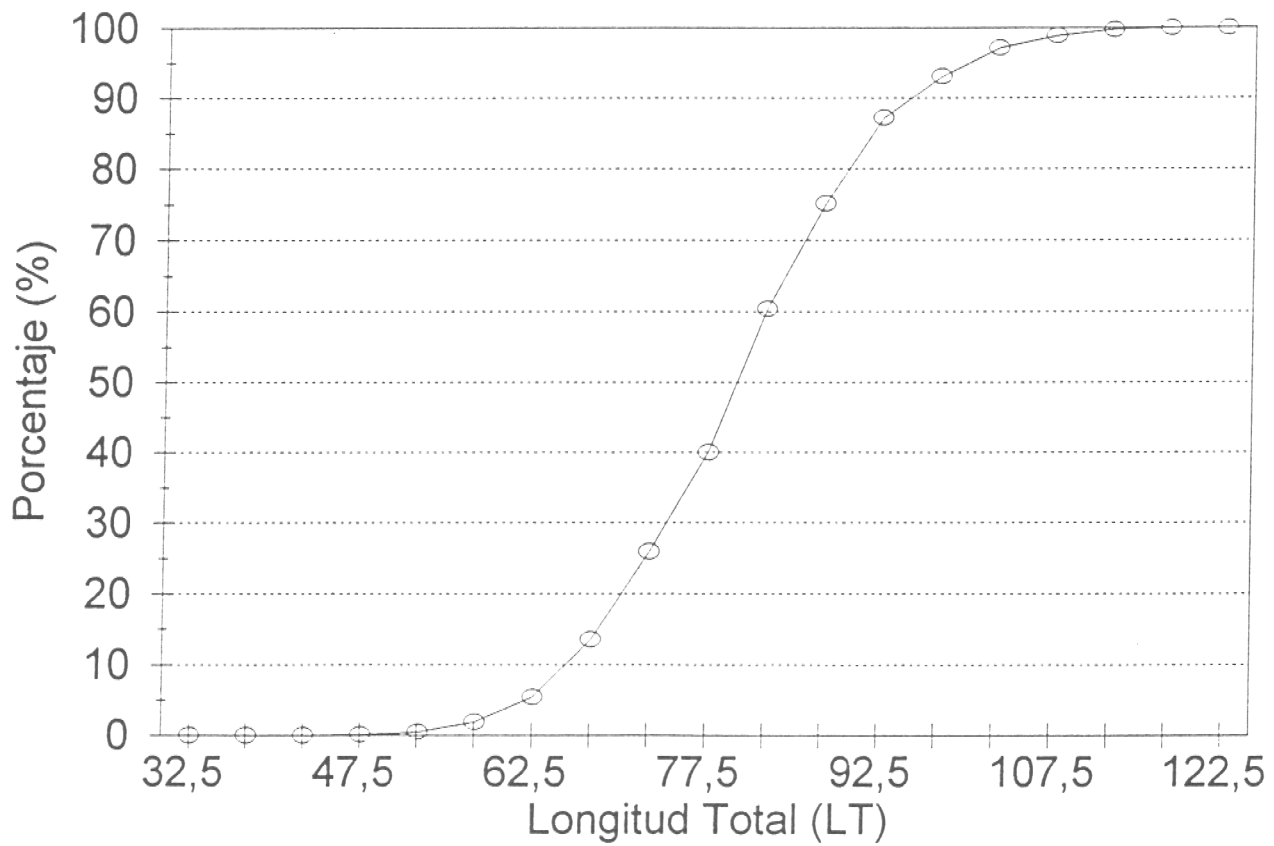


Figura 23. Ojiva de la talla de primera madurez (TPM) para Antofagasta. Porcentaje de frecuencias acumuladas por clase de tallas (LT), considerando la totalidad de hembras maduras. Una línea vertical al 50% indicaría la TPM.

Talla de Primera Madurez Zona: Antofagasta

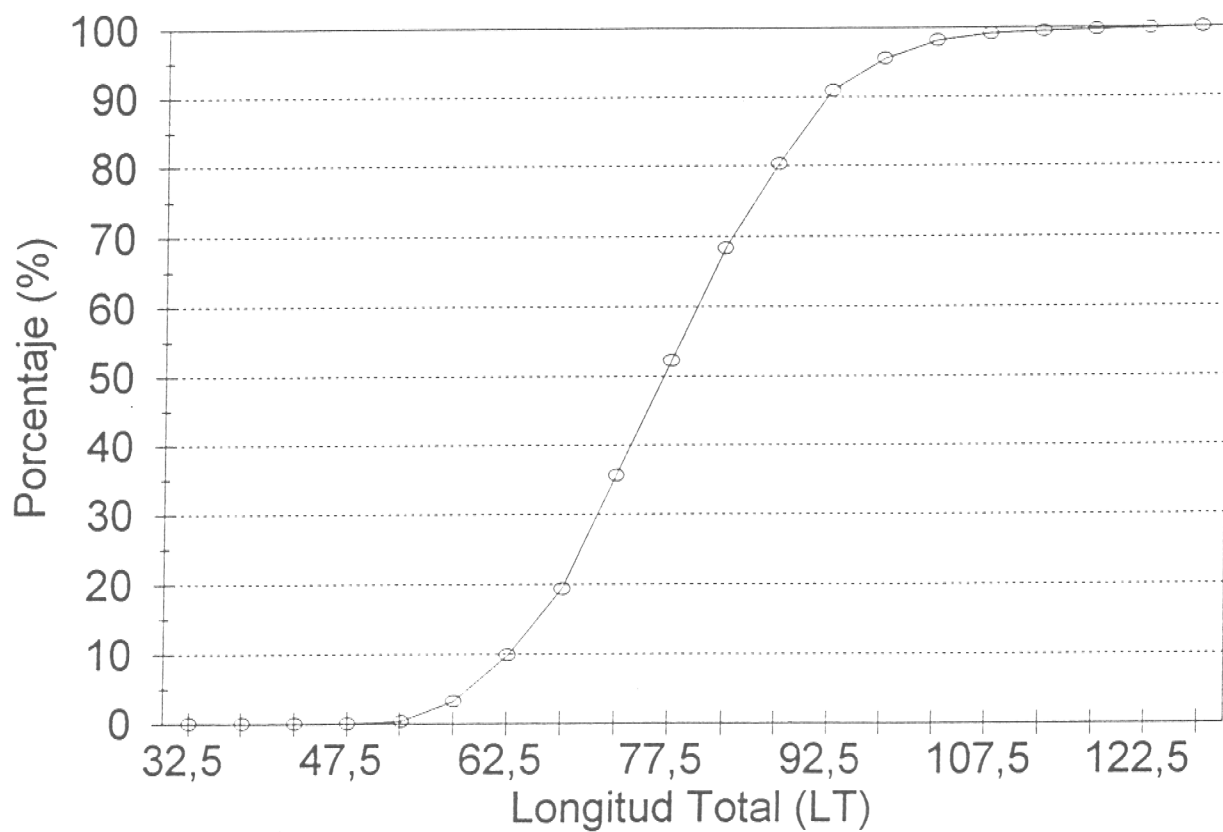


Figura 24. Ojiva de la talla de primera madurez (TPM) para Caldera. Porcentaje de frecuencias acumuladas por clase de tallas (LT), considerando la totalidad de hembras maduras. Una línea vertical al 50% indicaría la TPM.

Talla de Primera Madurez Zona: Caldera

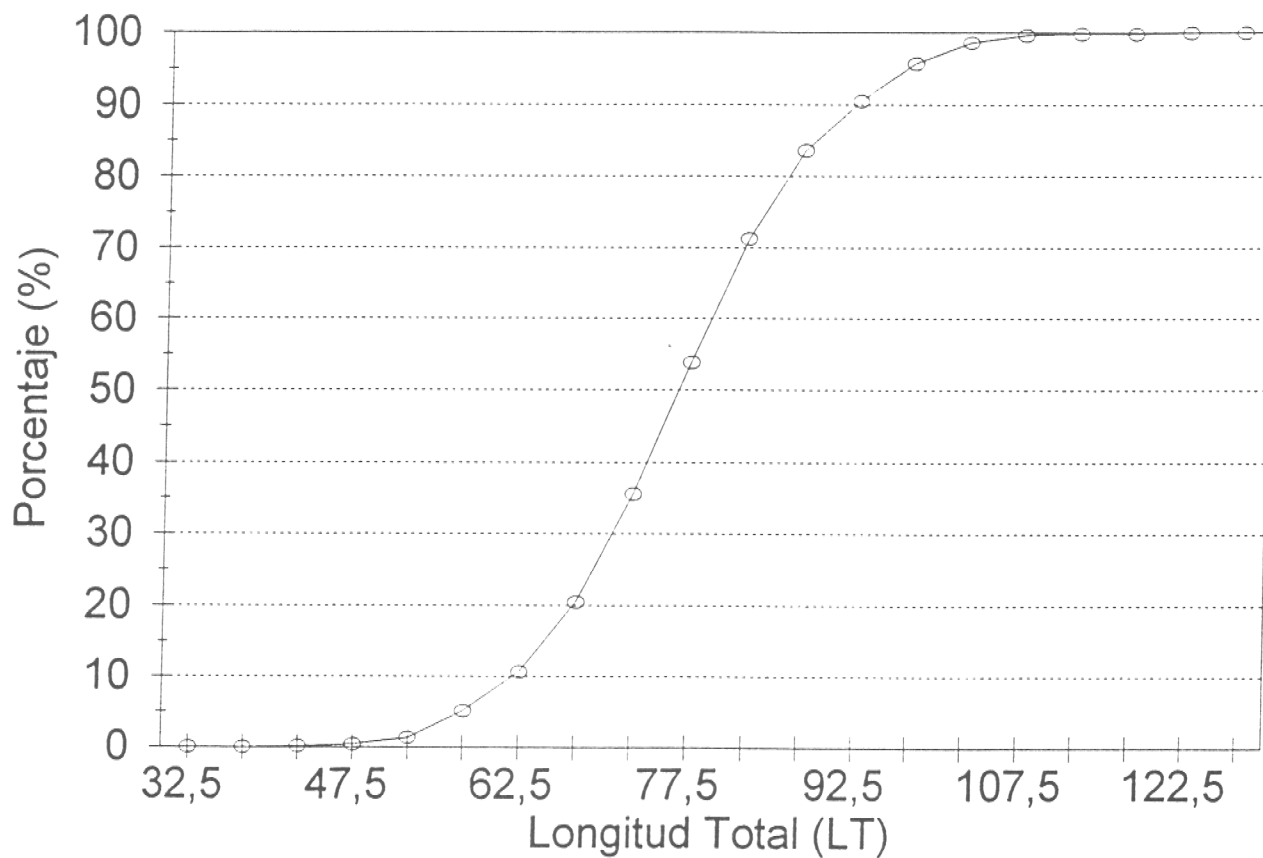


Figura 25. Valores mensuales de los índices gonadosomáticos (IGS) para las hembras de *O. mimus* entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, para las tres regiones en estudio. La línea continua y cuadros vacíos representan los valores de la Primera Región, la línea continua y cuadros llenos a la Segunda y la línea continua con cruces a la Tercera Región

Indices Gonadosomáticos (IGS) Iquique, Antofagasta y Caldera

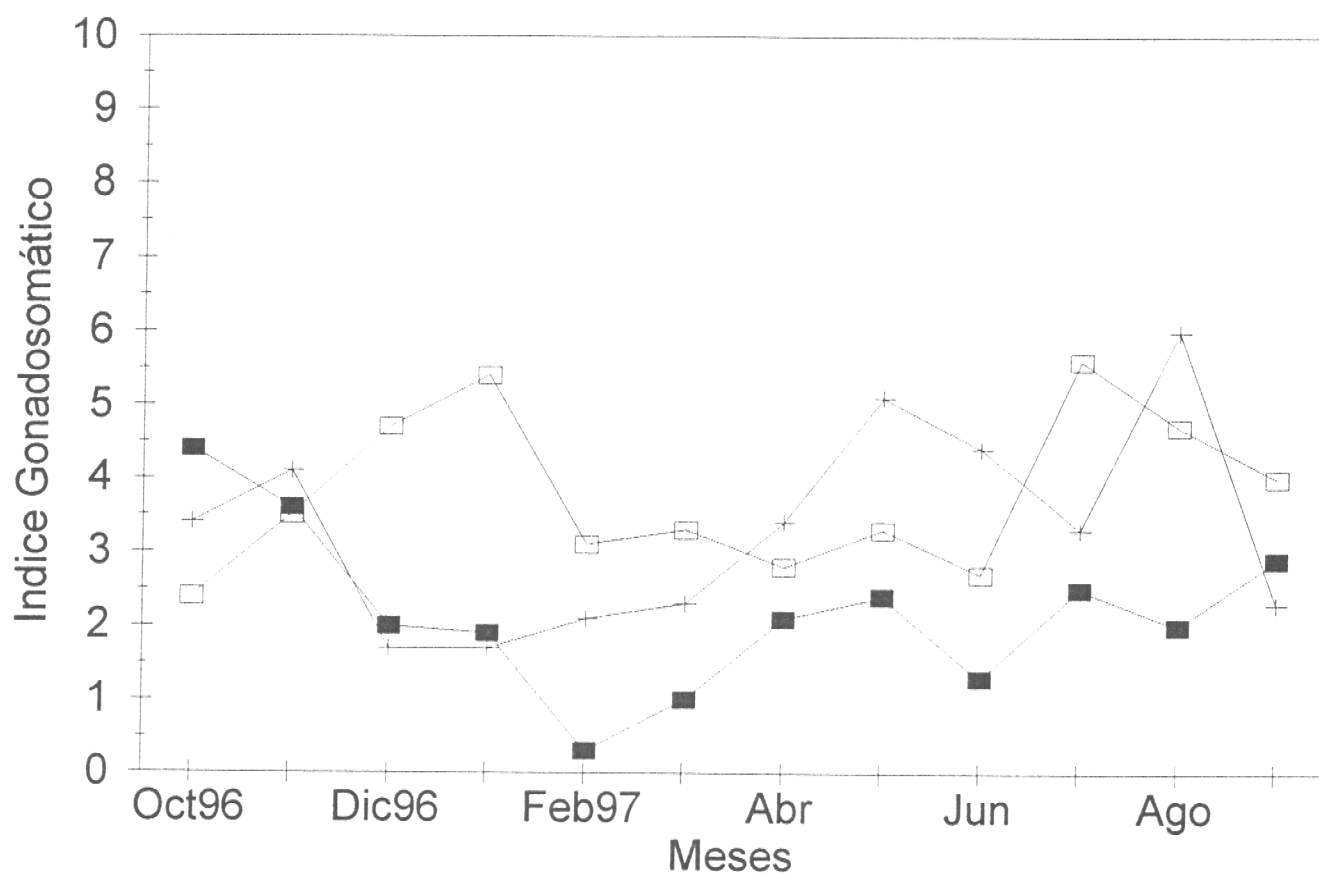
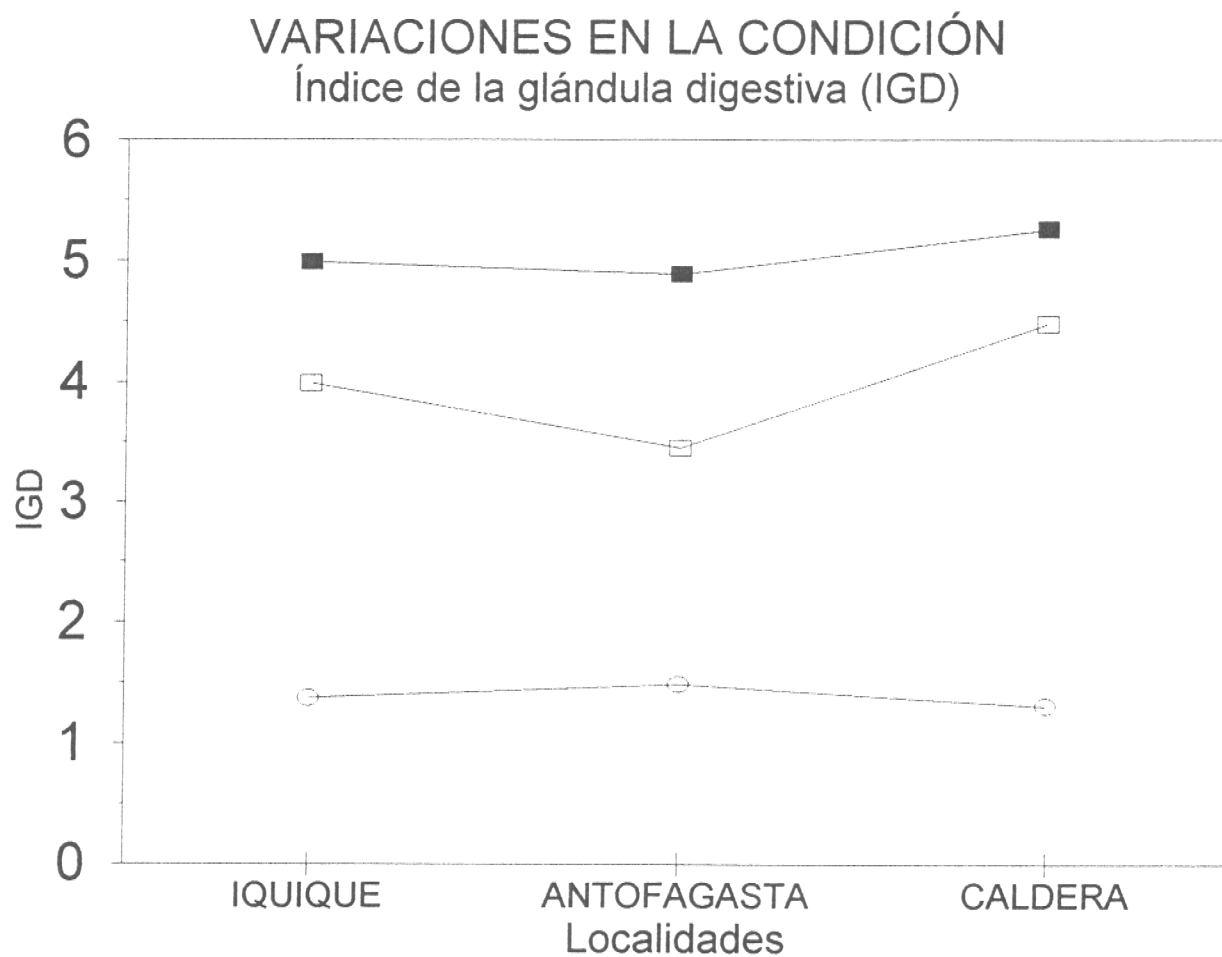


Figura 26. Variaciones del índice de condición (IGD) respecto del estado de madurez (EM) y localidad de procedencia de las muestras. Los cuadros llenos representan a las hembras madurando, los cuadros vacíos representan a las hembras maduras, y los círculos vacíos representan a las hembras senescentes.



ANEXO TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen de los tamaños muestrales considerando como parámetro de interés el peso total (PT)

Localidad - mes	Muestra	n-piloto	Varianza	Tamaño Mínimo	Tamaño Final	Coefficiente Variación
IQUIQUE						
octubre	> 1000g	169	41573,8	26	169	
	< 1000g	185	29105,4	29	185	
	total	354	115598,6	180	354	0,342
noviembre	> 1000g	221	52231,8	31	221	
	< 1000g	182	26927,3	25	182	
	total	403	126727,3	172	403	0,334
diciembre	total	389	78976,2	111	389	0,268
enero	total	351	85335,4	96	351	0,249
febrero	total	384	117104,6	111	384	0,269
marzo	> 1000g	380	142378,4	73	380	
	< 1000g	40	12007,4	8	40	
	total	420	181966,1	112	420	0,271
abril	> 1000g	367	180579,4	92	367	
	< 1000g	40	10699,7	10	40	
	total	407	219216,5	136	407	0,298
mayo	> 1000g	293	275056,5	119	293	
	< 1000g	39	9244,1	16	39	
	total	332	333583,2	184	332	0,346
junio	> 1000g	249	261340	101	249	
	< 1000g	39	8035	16	39	
	total	288	350232,3	180	288	0,342
julio	> 1000g	324	378041,1	104	324	
	< 1000g	56	8501,8	18	56	
	total	380	579328,1	217	380	0,376
agosto	> 1000g	264	364996,6	126	264	
	< 1000g	44	5934,5	21	44	
	total	308	480362,7	225	308	0,382
septiembre	> 1000g	203	325279,4	118	203	
	< 1000g	38	10668,7	22	38	
	total	241	433547	220	241	0,378

Tabla 2. Cuadro resumen de los tamaños muestrales considerando como parámetro de interés el peso total (PT)

Localidad - mes	Muestra	n-piloto	Varianza	Tamaño Mínimo	Tamaño Final	Coefficiente Variación
ANTOFAGASTA						
octubre	> 1000g	273	97997,9	56	273	
	< 1000g	104	25485,8	22	104	
	total	377	154506,2	152	377	0,314
noviembre	> 1000g	322	165398,9	86	322	
	< 1000g	84	29453,2	22	84	
	total	406	245237,8	193	406	0,354
diciembre	total	374	215657,3	299	374	0,441
enero	total	383	337378,3	373	383	0,51
febrero	total	398	157108,6	308	398	0,447
marzo	> 1000g	376	324608,3	156	376	
	< 1000g	42	7427,5	17	42	
	total	418	356915,9	210	418	0,37
abril	> 1000g	343	264366,5	129	343	
	< 1000g	60	10974,4	22	60	
	total	403	284363,6	197	403	0,358
mayo	> 1000g	348	249328,8	130	348	
	< 1000g	52	11849,7	20	52	
	total	400	275954,2	189	400	0,351
junio	> 1000g	165	226846,6	102	277	
	< 1000g	40	8317,9	25	40	
	total	205	285715,1	196	317	0,357
julio	> 1000g	341	229522,6	105	341	
	< 1000g	49	9004,5	15	49	
	total	390	288111,3	171	390	0,333
agosto	> 1000g	221	211292,1	74	221	
	< 1000g	32	7108,5	14	32	
	total	253	280660,5	163	253	0,325
septiembre	> 1000g	285	326194,6	133	285	
	< 1000g	47	16169,2	22	47	
	total	332	404382,4	222	332	0,379

Tabla 3. Cuadro resumen de los tamaños muestrales considerando como parámetro de interés el peso total (PT)

Localidad - mes	Muestra	n-piloto	Varianza	Tamaño Mínimo	Tamaño Final	Coficiente Variación
CALDERA						
octubre	> 1000g	237	283515,5	102	237	
	< 1000g	166	19709,1	71	166	
	total	403	337209,9	333	403	0,465
noviembre	> 1000g	314	289688,5	117	314	
	< 1000g	91	15956,8	34	91	
	total	405	375151,7	247	405	0,401
diciembre	total	386	126005,8	291	386	0,435
enero	total	201	268153,3	119	201	0,278
febrero	total	394	396998,5	174	394	0,336
marzo	> 1000g	332	364587,1	137	332	
	< 1000g	40	9259,2	16	40	
	total	372	448277,2	205	372	0,365
abril	> 1000g	373	507274,9	167	373	
	< 1000g	43	8053,1	19	43	
	total	416	592538,3	241	416	0,396
mayo	> 1000g	372	465211,3	131	372	
	< 1000g	47	9819	17	47	
	total	419	601964,3	215	419	0,374
junio	> 1000g	370	482978,4	132	370	
	< 1000g	36	8540,5	13	36	
	total	406	604402,5	199	406	0,359
julio	> 1000g	157	531158	137	157	
	< 1000g	28	8278,8	25	28	
	total	185	385750,3	179	185	0,289
agosto	> 1000g	219	353968,7	107	219	
	< 1000g	23	7836,2	12	23	
	total	242	484876	180	242	0,342
septiembre	> 1000g	200	384585,8	88	200	
	< 1000g	58	11276,7	26	58	
	total	258	719548,1	272	272	0,42

Tabla 4. Localidades de procedencia y número de muestras analizadas mensualmente en la I Región, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997. Se dan las latitudes que limitan el área de extracción.

Localidad	Lat.	O96	N96	D96	E97	F97	M97	A97	M97	J97	J97	A97	S97
Región I													
Iquique	(20° 10' S)	308	298				295	154	233	98	148	188	103
Los Verdes				242	351	384	125	197	89	92	116	109	85
Las Pizarras				147				56	10	63	90	11	27
Chanavayita			54							35	26		26
San Marcos	(21° 15' S)	46	51										
Total		354	403	389	351	384	420	407	332	288	380	308	241

Tabla 5. Localidades de procedencia y número de muestras analizadas mensualmente en la II Región, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997. Se dan las latitudes que limitan el área de extracción.

Localidad	Lat.	O96	N96	D96	E97	F97	M97	A97	M97	J97	J97	A97	S97
Región II													
Coloso	(24° 00' S)	179	161	285	162	319	48	107	98	101	63	36	71
Balneario				89	120	79	122	76	133	45	111	102	186
La Chimba		155	209		101		248	136	79	59	216	115	75
Cobjija		22	36					46	50				
Mejillones	(23° 05' S)	21						38	40				
Total		377	406	374	383	398	418	403	400	317	390	253	332

Tabla 6. Localidades de procedencia y número de muestras analizadas mensualmente en la III Región, entre octubre de 1996 y septiembre de 1997.

Localidad	Lat.	O96	N96	D96	E97	F97	M97	A97	M97	J97	J97	A97	S97
Región III													
Cisne						12							
Barranquilla	(27° 29' S)					14							
Ramadas	(26° 53' S)	336	265	310	128	219	207	235	189	244	105	188	154
Obispo	(26° 45' S)		119	79	73	149	152	91	206	71	80	51	56
Ba. Inglesa	(27° 07' S)	51					13	39	11				48
Ba. Salada	(27° 40' S)	11	22					51		91		3	
Pajonales	(27° 43' S)	6											
Total		403	405	386	201	394	372	416	419	406	185	242	258

Tabla 7. Proporción sexual mensual de *Octopus mimus* entre octubre de 1996 y septiembre de 1997 y sus niveles de significación estadística (test χ^2 , con corrección de Yates). M: machos; H: hembras; ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas ($p < 0.01$).

Mes	n mensual analizada	%M	%H	Test
Iquique:				
Oct. 96	354	57.6	42.4	*
Nov. 96	403	54.8	45.2	ns
Dic. 96	389	53.5	46.5	ns
Ene. 97	351	61.8	38.2	*
Feb. 97	384	52.6	47.4	ns
Mar. 97	420	56.7	43.3	*
Abr. 97	407	57.2	42.8	*
May. 97	332	55.4	44.6	ns
Jun. 97	287	51.6	48.4	ns
Jul. 97	380	60.3	39.7	*
Ago. 97	308	59.4	40.6	*
Sep. 97	241	53.1	46.9	ns

Tabla 7. Proporción sexual mensual de *Octopus mimus* entre octubre de 1996 y septiembre de 1997 y sus niveles de significación estadística (test χ^2 , con corrección de Yates). M: machos; H: hembras; ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas ($p < 0.01$).

Mes	n mensual analizada	%M	%H	Test
Iquique:				
Oct. 96	354	57.6	42.4	*
Nov. 96	403	54.8	45.2	ns
Dic. 96	389	53.5	46.5	ns
Ene. 97	351	61.8	38.2	*
Feb. 97	384	52.6	47.4	ns
Mar. 97	420	56.7	43.3	*
Abr. 97	407	57.2	42.8	*
May. 97	332	55.4	44.6	ns
Jun. 97	287	51.6	48.4	ns
Jul. 97	380	60.3	39.7	*
Ago. 97	308	59.4	40.6	*
Sep. 97	241	53.1	46.9	ns

Tabla 8. Proporción sexual mensual de *Octopus mimus* entre octubre de 1996 y septiembre de 1997 y sus niveles de significación estadística (test χ^2 , con corrección de Yates). M: machos; H: hembras; ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas ($p < 0.01$).

Mes	n mensual analizada	%M	%H	Test
Antofagasta:				
Oct. 96	377	54.2	45.8	ns
Nov. 96	406	49.8	50.2	ns
Dic. 96	374	54.8	45.2	ns
Ene. 97	381	56.2	43.8	ns
Feb. 97	398	55.5	44.5	ns
Mar. 97	418	54.8	45.2	ns
Abr. 97	401	56.3	43.6	ns
May. 97	400	58.5	41.5	*
Jun. 97	317	52.9	47.1	ns
Jul. 97	389	56.0	44.0	ns
Ago. 97	250	60.4	39.6	*
Sep. 97	332	54.3	45.7	ns

Tabla 9. Proporción sexual mensual de *Octopus mimus* entre octubre de 1996 y septiembre de 1997 y sus niveles de significación estadística (test χ^2 , con corrección de Yates). M: machos; H: hembras; ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas ($p < 0.01$).

Mes	n mensual analizada	%M	%H	Test
Caldera:				
Oct. 96	403	62.0	38.0	*
Nov. 96	405	67.9	32.1	*
Dic. 96	386	53.9	46.1	ns
Ene. 97	201	57.2	42.8	ns
Feb. 97	394	57.6	42.4	*
Mar. 97	372	63.7	36.3	*
Abr. 97	416	58.2	41.8	*
May. 97	419	52.7	47.3	ns
Jun. 97	406	57.6	42.4	*
Jul. 97	185	62.2	37.8	*
Ago. 97	242	61.2	38.8	*
Sep. 97	258	70.5	29.5	*

Tabla 10. Numerosidades (N) de los distintos estadios de madurez (EM) de las hembras de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (PEv), considerando toda la muestra. EM1: hembra inmadura; EM2: hembra madurando; EM3 + EM4: hembra madura; EM5: hembra desovando o desovada. Procedencia: Iquique.

Clases de peso (eviscerados)	EM1 N	EM2 N	EM3-4 N	EM5 N
201 - 300	1	0	0	0
301 - 400	11	0	0	1
401 - 500	24	1	0	0
501 - 600	39	1	0	4
601 - 700	68	4	0	6
701 - 800	119	4	9	19
801 - 900	81	11	11	19
901 - 1000	93	13	22	31
1001 - 1100	96	24	22	24
1101 - 1200	78	20	41	27
1201 - 1300	60	20	25	18
1301 - 1400	70	26	29	15
1401 - 1500	37	24	19	15
1501 - 1600	35	22	26	14
1601 - 1700	21	15	24	10
1701 - 1800	14	14	30	11
1801 - 1900	10	16	27	8
1901 - 2000	6	15	20	20
2001 - 2100	4	11	21	9
2101 - 2200	0	9	19	16
2201 - 2300	2	5	20	5
2301 - 2400	3	2	19	7
2401 - 2500	0	1	14	6
2501 - 2600	0	3	5	3
2601 - 2700	0	1	8	3
2701 - 2800		1	6	3
2801 - 2900		0	4	3
2901 - 3000		0	2	3
3001 - 3100		0	1	0
3101 - 3200		0	0	0

Tabla 11. Numerosidades (N) de los distintos estadios de madurez (EM) de las hembras de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (Pev), considerando toda la muestra. EM1: hembra inmadura; EM2: hembra madurando; EM3 + EM4: hembra madura; EM5: hembra desovando o desovada. Procedencia: Antofagasta.

Clases de peso (eviscerados)	EM1 N	EM2 N	EM3-4 N	EM5 N
201 - 300	18	0	0	0
301 - 400	30	0	0	0
401 - 500	34	0	0	0
501 - 600	74	0	1	1
601 - 700	87	1	0	3
701 - 800	104	6	1	3
801 - 900	117	6	6	10
901 - 1000	128	12	5	14
1001 - 1100	155	18	9	13
1101 - 1200	107	23	11	17
1201 - 1300	91	20	10	18
1301 - 1400	75	23	20	9
1401 - 1500	74	24	19	22
1501 - 1600	65	20	17	11
1601 - 1700	45	20	14	13
1701 - 1800	39	16	21	15
1801 - 1900	22	17	15	6
1901 - 2000	14	16	12	8
2001 - 2100	12	12	5	8
2101 - 2200	2	4	16	8
2201 - 2300	1	4	10	7
2301 - 2400	4	6	8	3
2401 - 2500	4	2	7	4
2501 - 2600	3	3	3	3
2601 - 2700	0	1	5	2
2701 - 2800	0	1	4	2
2801 - 2900		1	0	3
2901 - 3000		0	2	0
3001 - 3100			0	0
3101 - 3200			2	1

Tabla 12. Numerosidades (N) de los distintos estadios de madurez (EM) de las hembras de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (Pev), considerando toda la muestra. EM1: hembra inmadura; EM2: hembra madurando; EM3 + EM4: hembra madura; EM5: hembra desovando o desovada. Procedencia: Caldera.

Clases de peso (eviscerados)	EM1 N	EM2 N	EM3-4 N	EM N
201 - 300	7	0	0	0
301 - 400	22	0	0	1
401 - 500	21	0	0	0
501 - 600	46	0	0	0
601 - 700	90	0	0	1
701 - 800	86	1	0	4
801 - 900	92	0	2	1
901 - 1000	64	9	7	5
1001 - 1100	62	11	10	5
1101 - 1200	54	11	12	6
1201 - 1300	54	7	15	10
1301 - 1400	50	9	15	8
1401 - 1500	41	13	5	13
1501 - 1600	32	18	9	27
1601 - 1700	47	6	23	15
1701 - 1800	29	17	20	6
1801 - 1900	19	24	22	12
1901 - 2000	18	17	23	20
2001 - 2100	8	24	15	13
2101 - 2200	3	19	16	10
2201 - 2300	5	10	18	11
2301 - 2400	5	9	14	13
2401 - 2500	2	8	30	7
2501 - 2600	0	2	15	13
2601 - 2700	2	2	13	3
2701 - 2800	1	3	12	1
2801 - 2900	0	1	10	3
2901 - 3000		1	11	3
3001 - 3100		0	2	4
3101 - 3200		1	3	1
3201 - 3300		0	8	0
3301 - 3400			2	0
3401 - 3500			0	0

Tabla 13. Frecuencias de los distintos estados de madurez (EM) de los machos de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (Pev), considerando toda la muestra procedente de Iquique
EM2: machos inmaduros; EM3: machos maduros; EM4: machos evacuando o evacuados.

Clases de pesos (eviscerados)	EM2	EM3	EM4
201 - 300	1	0	2
301 - 400	10	3	1
401 - 500	14	26	6
501 - 600	14	48	16
601 - 700	4	97	44
701 - 800	1	66	72
801 - 900	1	69	105
901 - 1000	1	70	126
1001 - 1100	0	52	152
1101 - 1200	0	36	164
1201 - 1300	0	38	172
1301 - 1400	0	27	145
1401 - 1500		16	141
1501 - 1600		15	109
1601 - 1700		12	73
1701 - 1800		11	69
1801 - 1900		14	58
1901 - 2000		5	54
2001 - 2100		8	36
2101 - 2200		9	25
2201 - 2300		6	27
2301 - 2400		8	24
2401 - 2500		11	16
2501 - 2600		6	7
2601 - 2700		4	15
2701 - 2800		2	7
2801 - 2900		1	5
2901 - 3000		0	4
3001 - 3100		3	3
3101 - 3200		1	2
3201 - 3300		0	2
3301 - 3400		1	0

Tabla 14. Frecuencias de los distintos estados de madurez (EM) de los machos de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (Pev), considerando toda la muestra procedente de Antofagasta. EM2: machos inmaduros; EM3: machos maduros; EM4: machos evacuando o evacuados.

Clases de pesos (eviscerados)	EM2	EM3	EM4
101 - 200	5	0	0
201 - 300	10	5	10
301 - 400	15	4	21
401 - 500	17	11	35
501 - 600	2	26	40
601 - 700	2	44	74
701 - 800	1	62	109
801 - 900	0	56	115
901 - 1000	0	70	139
1001 - 1100	0	55	148
1101 - 1200		58	154
1201 - 1300		41	138
1301 - 1400		24	127
1401 - 1500		12	110
1501 - 1600		15	104
1601 - 1700		11	86
1701 - 1800		6	72
1801 - 1900		10	59
1901 - 2000		3	60
2001 - 2100		2	29
2101 - 2200		3	31
2201 - 2300		7	29
2301 - 2400		1	19
2401 - 2500		0	16
2501 - 2600		2	8
2601 - 2700		1	7
2701 - 2800		0	2
2801 - 2900		1	4
2901 - 3000		0	3
3001 - 3100		0	1
3101 - 3200			3
3201 - 3300			0

Tabla 15. Frecuencias de los distintos estados de madurez (EM) de los machos de *Octopus mimus* presentes en cada clase de pesos eviscerados (Pev), considerando toda la muestra procedente de Caldera EM2: machos inmaduros; EM3: machos maduros; EM4: machos evacuando o evacuados.

Clases de pesos (eviscerados)	EM2	EM3	EM4
201 - 300	6	3	0
301 - 400	15	10	0
401 - 500	13	24	0
501 - 600	5	52	4
601 - 700	1	83	24
701 - 800	0	118	36
801 - 900	0	73	41
901 - 1000		65	29
1001 - 1100		51	44
1101 - 1200		49	57
1201 - 1300		47	87
1301 - 1400		39	67
1401 - 1500		31	76
1501 - 1600		28	90
1601 - 1700		20	78
1701 - 1800		20	92
1801 - 1900		19	99
1901 - 2000		22	88
2001 - 2100		15	73
2101 - 2200		23	66
2201 - 2300		19	70
2301 - 2400		12	79
2401 - 2500		17	61
2501 - 2600		4	38
2601 - 2700		12	56
2701 - 2800		13	32
2801 - 2900		9	33
2901 - 3000		8	22
3001 - 3100		6	13
3101 - 3200		4	9
3201 - 3300		7	11
3301 - 3400		4	7
3401 - 3500		0	6

Tabla 16.- Caracterización del habitat por estrato y comparación de parámetros bioecológicos.

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	test
	0 - 3	>3 <7	> 7	Chi
N° Individuos Encontrados	15	11	5	ns
Sexo :				
M	7	7	3	ns
H	8	4	2	ns
Madurez Sexual en las Hembras:				
I	3	3	2	
R	5	1	0	
Peso Total:				
<1Kg	1	3	2	
>1 - <2Kg	5	7	3	ns
>2 Kg	9	1	0	
Ubicación Madriguera:				
Bajo Bolón	2	1	0	
Roca	98	99	100	ns
En Grietas:				
Sup. Roca	5	6	1	
Pared Roca	10	25	31	*
Cornisa	21	19	17	ns
Oquedades	59	33	21	*
Bajo Algas	1	3	2	
Sobre Arena	0	0	0	
Ambiente:				
Expuesto	66	52	54	ns
Protegido	34	48	45	ns
Relacionado con fondos arenosos:	86	89	90	ns
Grupos Zoológicos Presentes:				
Peces	98	72	56	*
Crustáceos	96	90	61	*
Moluscos	100	100	83	ns
Poliquetos	28	10	7	*
Equinodermos	85	50	23	*

ns: diferencias no significativas

*: diferencias significativas

I: inmaduros

R: en reproducción

Tabla 17. Cuadro resumen de los número de individuos hallados en las localidades: A) Iquique; B) Antofagasta y C) Caldera

A.- Número de individuos hallados en la localidad de Iquique, para ambos sexos, de acuerdo a su estado de madurez.

mes	Hembras					Machos				TOTAL	
	N° total	EM					N° total	EM			
		0,1	2	3	4	5		2	3	4	
OCT	150	98	29	16	4	3	204	16	140	48	354
NOV	182	105	27	18	17	15	221	26	165	30	403
DIC	181	89	19	16	27	30	208	2	55	151	389
ENE	134	59	28	11	21	15	217	1	48	168	351
FEB	182	75	18	22	13	54	202	1	6	195	384
MAR	182	80	32	28	13	29	238	0	13	225	420
ABR	174	86	21	17	15	35	233	0	38	195	407
MAY	148	81	18	18	16	15	184	0	16	168	332
JUN	139	56	16	26	5	36	148	0	28	120	287
JUL	151	45	16	26	24	40	229	0	76	153	380
AGO	125	51	16	23	19	16	183	0	48	135	308
SEP	113	47	23	17	18	8	128	0	31	97	241

B.- Número de individuos hallados en la localidad de Antofagasta, para ambos sexos, de acuerdo a su estado de madurez.

mes	Hembras					Machos				TOTAL	
	N° total	EM					N° total	EM			
		0,1	2	3	4	5		2	3	4	
OCT	173	89	37	21	13	13	204	3	57	144	377
NOV	204	91	39	22	25	27	202	10	148	44	406
DIC	169	102	21	5	7	34	205	10	29	166	374
ENE	167	116	14	5	9	23	214	5	35	174	381
FEB	177	171	1	0	0	5	221	24	30	167	398
MAR	189	131	19	12	4	23	229	0	58	171	418
ABR	175	101	32	24	4	14	226	0	26	200	401
MAY	166	122	17	8	15	4	234	0	69	165	400
JUN	149	114	15	12	0	8	168	0	15	153	317
JUL	171	110	29	8	7	17	218	0	25	193	389
AGO	99	64	14	4	2	15	151	0	29	122	250
SEP	152	97	17	5	12	21	180	0	20	160	332

Tabla 17. Continuación...

C.- Número de individuos hallados en la localidad de Caldera, para ambos sexos, de acuerdo a su estado de madurez.

mes	Hembras						Machos				TOTAL		
	N° total	EM	0,1	2	3	4	5	N° total	EM	2		3	4
OCT	153	97	18	5	19	14		250	3	216	31		403
NOV	130	60	15	18	16	21		275	1	209	65		405
DIC	178	149	8	8	7	6		208	36	158	14		386
ENE	86	50	13	12	6	5		115	0	7	108		201
FEB	167	91	27	14	12	23		227	0	4	223		394
MAR	135	78	27	9	9	12		237	0	54	183		372
ABR	174	86	26	14	29	19		242	0	30	212		416
MAY	198	91	26	24	43	14		221	0	39	182		419
JUN	172	69	30	20	27	22		234	0	47	187		406
JUL	70	32	15	6	3	14		115	0	35	80		185
AGO	94	30	11	12	14	27		148	0	45	103		242
SEP	76	28	3	3	4	38		182	0	68	114		258

Tabla 18 Valores promedios del índice de la glándula digestiva (IGD) por estado de madurez y localidad. n: tamaño de la muestra; x: media; sd: desviación típica

IGD			
	n	x	sd
IQUIQUE			
Madurando	456	4,987	1,435
Madura	166	3,991	2,285
Postpuesta	297	1,374	0,753
Total	919	3,639	2,174
ANTOFAGASTA			
Madurando	363	4,881	1,538
Madura	94	3,449	1,778
Postpuesta	203	1,489	1,124
Total	660	3,664	2,1
CALDERA			
Madurando	298	5,253	1,672
Madura	149	4,482	1,806
Postpuesta	195	1,309	0,848
Total	642	3,876	2,289