



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

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 97 - 28

INFORME : ESTUDIO DE EDAD Y CRECIMIENTO
FINAL DEL RECURSO PULPO (*Octopus mimus*)
EN LA I Y II REGIONES

UNIDAD : UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
EJECUTORA

Departamento de Ciencias del Mar
Universidad Arturo Prat
Iquique – Chile

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Jefe de Proyecto	Miguel Araya Christie
Investigadores	Jessica Peñailillo Pastene Marianela Medina Fraser Pedro Pizarro Fuentes
Ayudante Investigación	Pamela Fuentes Améstica
Alumnos Colaboradores	Alex Alballay Araya Raúl Canales Soledad de la Piedra Ravanal José Sánchez Rivera

RESUMEN EJECUTIVO

Los muestreos de pulpo se realizaron desde febrero de 1998 hasta enero de 1999 abarcando las Regiones I y II. Los muestreos consistieron en la toma de información biométrica de cada ejemplar así como la extracción de estatolitos y mandíbulas. En total se muestrearon 3098 ejemplares. La preparación de estatolitos y posterior observación permitieron desechar a esta estructura para la determinación de la edad ya que no se formarían marcas o incrementos periódicos en ellos.

Como estructura alternativa para poder determinar la edad se utilizaron las mandíbulas, registrándoseles varias medidas morfométricas con la finalidad de establecer relaciones con el crecimiento del cuerpo y relacionarlos, además, con los incrementos. Por otro lado, se pudo determinar a través de distintas relaciones y con ejemplares mantenidos en cautiverio que la formación de los incrementos en la mandíbula inferior de *O. mimus* sería de naturaleza diaria.

Los incrementos presentes en las mandíbulas se caracterizaron por ser de un tamaño constante a lo largo de su eje de crecimiento y de mayor tamaño que *O. vulgaris* de las costas del Atlántico centro oriental. Se encontraron altas correlaciones al relacionar el número de incrementos con la longitud del eje de lectura, así como, con la longitud de la capucha. El máximo número de incrementos encontrados fue de 210 para individuos de 2000 g.

Existe una alta variabilidad en el peso y longitud dorsal del manto para una edad dada, así como individuos de un mismo peso o longitud presentan una gran diferencia en la edad. Se ajustaron tres modelos a la información de número de incrementos y peso total, como también a la longitud dorsal del manto, con el fin explicar el crecimiento de esta especie. Los modelos ajustados fueron von Bertalanffy, logarítmico y potencial; de acuerdo a la sumatoria de residuos al cuadrado, en todos los casos, el modelo que estaría explicando el crecimiento sería el von Bertalanffy.

El presente estudio confirma la imposibilidad de determinar la edad a través de los estatolitos y sería el segundo en determinar la edad a una especie del género *Octopus* y el primero en *O. mimus* del norte de Chile.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	
1. ANTECEDENTES.....	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	2
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
4. ANTECEDENTES DE LA ESTIMACION DE EDAD EN CEFALOPODOS.....	3
5. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	5
5.1. Curso taller.....	5
5.2. Muestreos.....	6
5.3. Muestreo biológico.....	7
5.4. Preparación de las estructuras.....	9
5.4.1. Estatolitos.....	9
5.4.2. Mandíbulas.....	10
5.5. Observación de las estructuras.....	10
5.6. Experimento de validación.....	11
5.7. Distribuciones de frecuencia y relaciones biométricas.....	14
6. RESULTADOS.....	17
6.1. Curso taller.....	17
6.2. Muestreos mensuales.....	17
6.3. Distribuciones de frecuencia de longitud total, longitud dorsal del manto y peso total, por sexo y estacional. Poblacional por estación y anual.....	18
6.3.1. Longitud total.....	18
6.3.2. Longitud dorsal del manto.....	19
6.3.3. Peso total.....	20
6.4. Proporción sexual.....	22
6.5. Estado de madurez sexual e índice gonado somático.....	22

6.6. Relación entre la longitud total y el peso total, por sexo, estacional y anual Poblacional por estación y anual.....	23
6.7. Relación entre la longitud dorsal del manto y el peso total, por sexo, estacional y anual Poblacional por estación y anual.....	25
6.8. Relación entre la longitud de la capucha y altura del ala; longitud dorsal del manto y peso total por sexo.....	27
6.9. Estatolitos.....	28
6.10. Mandíbulas.....	30
6.11. Relación entre el número de incrementos con longitud de la capucha y longitud eje de lectura por sexo	31
6.12. Relación entre el número de incrementos con longitud dorsal del manto y peso total por estación, sexo y poblacional anual.....	32
6.12.1. Número de incrementos y longitud dorsal del manto.....	32
6.12.2. Número de incrementos y peso total.	34
6.13. Experimento de validación.	36
7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	37
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41
ANEXOS.....	46
Análisis de Regresión entre las Variables Peso Eviscerado – Peso Total para el Pulpo de la Primera y Segunda Región.....	47
Curso Taller.....	49
Figuras.....	52

FIGURAS Y TABLAS

Figuras

Figura 1. Esquema mostrando las medidas que se tomaron a los ejemplares de *O. mimus*.

Figura 2. Vista antero-lateral de un estatolito de pulpo (*O. mimus*) a un aumento de 400X. El domo lateral corresponde al lado lateral externo y la parte que no se aprecia corresponde al lado lateral interno.

Figura 3. Esquema de la mandíbula superior e inferior de pulpo. A: ala; B: capucha; C: pared lateral; D: cresta; AA: altura del ala; LC: longitud capucha. Terminología utilizada según Clarke (1965) y Raya y Hernández-Gonzalez (*in press*).

Figura 4. Esquema de la vista sagital de una mandíbula inferior de pulpo. En la parte inferior se muestra el área del rostro donde se ubica el eje de lectura y para efectos de comprensión, se ha dibujado la apariencia de algunos incrementos.

Figura 5. Parte de los estanques utilizados para la mantención de los pulpos en el Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat.

Figura 6. Inyección intramuscular de antibiótico a los ejemplares de *O. mimus*.

Figura 7. Distribución de frecuencia de la LT por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 8. Distribución de frecuencia de la LT por estación de los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 9. Distribución de frecuencia de la LT por estación de hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 10. Distribución de frecuencia de la LT por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 11. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 12. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de los machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 13. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de las hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 14. Distribución de frecuencia de la LDM por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 15. Distribución de frecuencia del WT por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 16. Distribución de frecuencia del WT por estación de los machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 17. Distribución de frecuencia del WT por estación de los hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 18. Distribución de frecuencia del WT por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 19. Proporción sexual de machos (barras negras) y hembras (barras blancas) de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 20. Porcentaje de estadios de madurez sexual por mes de hembras y machos de *O. mimus*, en el período comprendido entre febrero de 1998 a enero de 1999.

Figura 21. Índice gonadosomático (IGS) por mes para hembras y machos de *O. mimus* durante el período comprendido entre febrero de 1998 a enero de 1999.

Figura 22. Relación entre la LT y WT por estación para las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 23. Relación entre la LT y WT por estación para los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 24. Relación entre la LT y WT para hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 25. Relación entre la LT y WT por estación para ambos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 26. Relación entre la LT y WT para todos los individuos de *O. mimus* muestreados en el estudio.

Figura 27. Relación entre la LDM y WT por estación para las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 28. Relación entre la LDM y WT por estación para los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

Figura 29. Relación entre la LDM y WT para hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 30. Relación entre la LDM y WT por estación para ambos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 31. Relación entre la LDM y WT para todos los individuos de *O. mimus* muestreados en el estudio.

Figura 32. Relación entre la longitud de la capucha y altura del ala por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 33. Relación entre la longitud de la capucha y LDM por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 34. Relación entre la longitud de la capucha y WT por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

Figura 35. Estatolito de *O. mimus* mostrando la forma característica de esta estructura, la vista corresponde al lado externo, el cual sería el domo lateral.

Figura 36. Sección delgada de un estatolito de *O. mimus*, vista con luz transmitida, la cual presenta un superficie granular y la ausencia de incrementos de crecimiento. Aumento 100X.

Figura 37. Sección delgada de un estatolito de *O. mimus*, vista con luz transmitida, donde no es posible distinguir incrementos de crecimiento. Aumento 40X.

Figura 38. Sección delgada de un estatolito de *O. mimus* mostrando la parte del domo lateral. Aumento de 1000X.

Figura 39. Fotografías al MEB de un estatolito de *O. mimus* macho de 14 cm LDM y 1010 g WT. Estuvo por 3 minutos en una concentración de 1% HCl.

a: Plano del lado interno, escala 1cm = 111,1 μ m

b: Vista del centro de la foto anterior a mayor aumento, 1 cm = 25 μ m.

Figura 40. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 36 para mostrar otros sectores y con aumento diferentes.

a: escala 1cm = 5 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m

Figura 41. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 36 para mostrar otros sectores con aumentos diferentes.

a: escala 1cm = 2,5 μ m

b: escala 1cm = 1,25 μ m

Figura 42. Fotografías al MEB de un estatolito de *O. mimus* macho de 10 cm LDM y 1120 g WT, capturado el 20 / 02 / 98. Estuvo 15 minutos en EDTA.

a: Vista general, escala 1cm = 100 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m

Figura 43. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 39 para mostrar otros sectores con aumento diferentes.

a: escala 1cm = 5 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m

Figura 44. Fotografías al MEB del estatolito de un macho de *O. mimus* de 12 cm LDM y 827 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 15 minutos en EDTA y luego 3 minutos en 1% HCl.

a: escala 1cm = 100 μ m

b: escala 1cm = 50 μ m

Figura 45. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 41 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.

a: escala 1cm = 5 μ m

b: escala 1cm = 2,5 μ m

Figura 46. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 41 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.

a: escala 1cm = 2,5 μ m

b: escala 1cm = 2,5 μ m

Figura 47. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 41 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.

a: escala 1cm = 2,5 μ m

b: escala 1cm = 1,25 μ m

Figura 48. Fotografías al MEB del estatolito de *O. mimus* hembra de 14 cm LDM y 1834 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 1 minuto en 1% HCl.

a: escala 1cm = 125 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m

Figura 49. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 45 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.

a: escala 1cm = 5 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m

Figura 50. Fotografía al MEB del estatolito de la figura 45 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos. Escala 1cm = 2,5 μ m

Figura 51. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 13 cm LDM y 1060 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

Figura 52. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de un macho de *O. mimus* de 11 cm LDM y 1155 g WT, capturado el 21/ 02/ 98. Estuvo 90 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

Figura 53. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 16 cm LDM y 1679 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 1 minuto en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

Figura 54. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 12 cm LDM y 1249 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

Figura 55. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de un macho de *O. mimus* de 11 cm LDM y 898 g WT, capturado el 21/ 02/ 98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

Figura 56. Fotografía de las mandíbulas superior e inferior de una hembra de *O. mimus* de 17 LDM y 2218 g WT, capturada el 25/ 06/ 98.

Figura 57. Distribuciones de frecuencias de la longitud dorsal del manto para las hembras, machos y combinado de la muestra (línea continua) y de la submuestra (línea punteada) a la cual se le determinó la edad.

Figura 58. Se presentan 6 fotografías de la mandíbula inferior para mostrar la apariencia de los incrementos y el eje de lectura al observarlos a un aumento de 80X (1 cm= 90 μ m) en estereomicroscopio y formando el efecto espejo con luz reflejada.

Figura 59. Ancho de los incrementos formados en la mandíbula inferior de hembras de *O. mimus* a lo largo del eje de lectura.

Figura 60 Ancho de los incrementos formados en la mandíbula inferior de machos de *O. mimus* a lo largo del eje de lectura.

Figura 61. Relación entre el número de incrementos y la longitud de la capucha para hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones durante el período de estudio.

Figura 62. Relación entre el número de incrementos y la longitud de la capucha para los dos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II regiones durante el período de estudio.

Figura 63. Relación entre el número de incrementos y la longitud del eje de lectura para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante el período de estudio.

Figura 64. Relación entre el número de incrementos y la longitud del eje de lectura para los dos sexos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante el período de estudio.

Figura 65. Relación entre el número de incrementos y la longitud dorsal del manto para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante todo el período de estudio.

Figura 66. Relación entre el número de incrementos y la longitud dorsal del manto para ambos sexos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones.

Figura 67. Relación entre el número de incrementos y el peso total para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II regiones durante todo el período de estudio.

Figura 68. Relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de *O. mimus*, muestreados en la I y II regiones durante todo el período de estudio.

Figura 69. Se presentan 6 fotografías del plano de lectura de mandíbulas de individuos de *O. mimus* mantenidos en cautiverio. E: eje de lectura; R: punta rostral; I: incrementos. La flecha gruesa muestra la marca producida en la mandíbula a causa del estrés sometidos.

Figura 70. Fotografías de secciones delgadas de estatolitos de pulpos, observados con microscopio de epifluorescencia, que fueron inyectados con antibiótico, en la cual no se observa ninguna marca característica.

Figura 71. Sección delgada de una mandíbula inferior, observado con microscopía de epifluorescencia, de un pulpo que fue inyectado con antibiótico. Se muestra con el fin de indicar que en este tipo de estructura no se produce la marca fluorescente.

Figura 72. Al igual que la figura anterior, se muestra una sección delgada de una mandíbula inferior, observado con microscopía de epifluorescencia, de un pulpo que fue inyectado con antibiótico. Se muestra con el fin de indicar que en este tipo de estructura no se produce la marca fluorescente.

Figura 73. Secciones delgadas de estatolitos de pulpos que no fueron inyectados con antibióticos y observados al microscopio de epifluorescencia. Se muestran para efectos de comparación con las figuras 70 y 72.

Figura 74. Curvas de crecimiento para diferentes especies de *Octopus* y *Eledone* mantenidos en laboratorio (fuente: Forsythe y van Heukelem, 1987). a: *O. bimaculoides* (18°C); b: *O. joubini* (25°C); c: *O. vulgaris* (18-22°C); d: *Eledone moschata* (12-20°C); e: *O. briareus* (25°C); f: *O. maya* (25°C); g: *O. vulgaris* (20-25°C); h: *O. cyanea*; i: *O. tetricus* (16-24°C); j: *E. cirrhosa*.

Figura 1(anexo). Relación entre el peso eviscerado y peso total para hembras y machos de la primera región.

Figura 2(anexo). Relación entre el peso eviscerado y peso total para hembras y machos de la segunda región.

Tablas

Tabla I. Número de ejemplares de *Octopus mimus* muestreados por mes y por sexo entre la I y II Regiones.

Tabla II. Estadígrafos de la variable LT (cm) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Tabla III. Estadígrafos de la variable LDM (cm) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Tabla IV. Estadígrafos de la variable WT (g) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Tabla V. Estadígrafos de la variable LT (cm), LDM (cm) y WT (g) de *Octopus mimus* por sexo y combinadas de todo el período de estudio.

Tabla VI. Proporción sexual mensual de 1998 y enero de 1999 con los parámetros estadísticos estimados para *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Z cal corresponde al valor de Z estimado, * diferencias significativas.

Tabla VII. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla VIII. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla IX. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla X. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT entre estación, en hembras de *Octopus mimus*.

Tabla XI. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT entre estación, en machos de *Octopus mimus*.

Tabla XII. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT por estación, entre hembras y machos de *Octopus mimus*.

Tabla XIII. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla XIV. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla XV. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Tabla XVI. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT entre estación, en hembras de *Octopus mimus*.

Tabla XVII. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT entre estación, en machos de *Octopus mimus*.

Tabla XVIII. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT por estación, entre hembras y machos de *Octopus mimus*.

Tabla XIX. Parámetros de la relación entre la LC de la mandíbula inferior con AA, LDM y WT por sexo de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. H: hembras; M: machos. t cal.: valor calculado del test t para comparación de pendientes.

Tabla XX. Parámetros de la relación entre el número de incrementos (NI) con longitud de la capucha (LC) y longitud eje de lectura (LE) de la mandíbula inferior por sexo de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. H: hembras; M: machos. t cal.: valor calculado del test t para comparación de pendientes.

Tabla XXI. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de las hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro.* estadísticamente no es significativo. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Tabla XXII. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de los machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Tabla XXIII. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Tabla XXIV. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y WT de las hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Tabla XXV. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre la NI y WT de los machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Tabla XVI. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre la NI y WT de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Los niveles de desembarque del recurso pulpo en la última década en nuestro país, han fluctuado alrededor de las 3.500 t, de las cuales sobre el 80% se extrajo de las Regiones I y II. Su importancia radica en que sustenta la actividad pesquera artesanal de un grupo importante de pescadores artesanales de la zona norte, los cuales abastecen de materia prima a las plantas procesadoras, manteniendo con ello una actividad económica relevante.

Esta pesquería actualmente carece de antecedentes adecuados para la estimación de parámetros del ciclo vital del recurso, los cuales son necesarios para implementar medidas de administración que permitan mantener niveles de explotación sustentable en el tiempo. En este contexto, el Fondo de Investigación Pesquera financió un proyecto orientado a caracterizar el ciclo reproductivo de *Octopus mimus* entre las regiones I y III. Con el fin de dar continuidad a esta línea de investigación, se ha considerado necesario incorporar un estudio de edad y crecimiento del mismo recurso, cuyos resultados permitan obtener representatividad espacial al menos en las regiones más importantes en términos de desembarque de esta pesquería.

El Consejo de Investigación Pesquera, teniendo presente el programa de investigación pesquera y acuícola remitido por la Subsecretaría de Pesca, y la conveniencia de recopilar y de contar con los parámetros que rigen la dinámica poblacional del recurso pulpo (*Octopus mimus*), para efectos de administración, ha identificado e incluido el presente estudio dentro del programa de investigación 1997, el cual fue desarrollado entre febrero de 1998 y enero de 1999.

Los objetivos planteados por el Consejo de Investigación Pesquera para el presente estudio son:

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar la edad y crecimiento del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en la I y II Regiones

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.1. Determinar la relación edad-talla de *Octopus mimus*.
- 3.2. Determinar crecimiento por sexo, estacional y anual, por rango de talla de *Octopus mimus*.
- 3.3. Determinar crecimiento poblacional, estacional y anual, por rango de talla de *Octopus mimus*.
- 3.4. Validar la periodicidad de la formación de anillos de crecimiento en estatolitos

4. ANTECEDENTES DE LA ESTIMACION DE EDAD EN CEFALOPODOS

En lo que respecta a estudios de edad y crecimiento para el grupo de los cefalópodos, se han utilizado métodos indirectos (seguimiento de clases modales) y directos, entre ellos el reconocimiento de anillos de crecimiento en estructuras duras como, estatolitos (en adelante EST), mandíbulas (en adelante MAN), gladios y cristalino (Arkhipkin, 1991).

Varios autores han trabajado en la determinación de edad en diferentes especies de cefalópodos de los órdenes Sepiida y Teuthida, mediante el método de conteo de incrementos presentes en los EST, entre ellos, Kristensen (1980) en *Gonatus fabricii*, Rosenberg *et al.* (1980) en *Todarodes sagittatus*, Hatfield (1991) en *Loligo gahi*, Bigelow (1992) en *Abralia trigonura*, Bigelow y Landgraf (1993) en *Ommastrephes bartramii* y Nakamura y Sakurai (1993) en *Todarodes pacificus*. También se ha trabajado en la validación de los incrementos presentes en los estatolitos de los calamares, Hurley *et al.* (1985) y Dawe *et al.* (1985) en *Illex illecebrosus*, Lipinski (1986) en *Alloteuthis subulata*, Nakamura y Sakurai (1991) en *Todarodes pacificus*.

Sin embargo, en octópodos, de acuerdo a la literatura recopilada, no se ha informado de la existencia de incrementos en los EST. Robinson y Hartwick (1986, *fide* Voight, 1991) hacen referencia a que no ha sido posible estimar la edad en pulpos mediante los *annuli*, pero no indican si intentaron aplicar la técnica de incrementos diarios empleada en otros cefalópodos. Boyle (1983; *fide* Jackson, 1989) postula que en octópodos no se depositarían anillos concéntricos. Por otro lado, Clarke (1978) determina que los EST de octópodos tienen rasgos tan diferentes de los de teuthoideos y sepioideos que no pueden ser considerados fácilmente como homólogos con ellos. Entre otras diferencias, presentan tal disposición de los cristales que estos tienden a desprenderse con la manipulación, lo cual podría ser una de las razones por las que no se han hecho estudios de incrementos diarios en ellos.

Con respecto al crecimiento, Mangold y Boletzky (1973, *fide* Guerra, 1979a) han observado en *Octopus vulgaris*, que los individuos pertenecientes a una misma cohorte pueden presentar una variabilidad considerable de tamaño al finalizar el primer año de vida, debido a diferentes causas, entre ellas; la diferente duración del desarrollo embrionario y la influencia de las condiciones

ambientales que afectan profundamente las tasas de crecimiento. Por lo cual, los mismos autores plantean que no existiría una relación entre el tamaño de un pulpo y su edad, lo que imposibilita el establecimiento de auténticas clases de edad en una población de estos organismos. A pesar de esto último, Guerra (1979a) informa que en una población de *Octopus vulgaris* del Atlántico centro oriental fue posible diferenciar clases de edad, y estimar los parámetros de crecimiento ajustando la función de von Bertalanffy. Además, comprueba que el ciclo biológico de esta especie es generalmente inferior a dos años.

A partir de entonces, la información que se ha obtenido, en cuanto a edad y crecimiento en *Octopus*, ha sido lograda utilizando la metodología de seguimiento de clases modales de frecuencia de longitudes, como por ejemplo en estudios realizados por Guerra (1979b) en la población de *Octopus vulgaris* del Mediterráneo, Arancibia (1984, *fide* Cotton, 1992) y Cotton (*op. cit.*) en el pulpo del norte de Chile y por Arreguín-Sánchez (1992) en *Octopus maya* de México. El problema de esta última metodología es que no se pueden tener edades absolutas. Otra metodología utilizada para conocer el crecimiento, es la mantención en cautiverio de los individuos (Forsythe, 1984) la cual presenta la incertidumbre si el crecimiento es igual en la naturaleza.

Actualmente, en el Centro Oceanográfico de Canarias, se encuentran trabajando en la problemática de la estimación de edad en *Octopus vulgaris*, es así que en el Simposio “Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution” llevado a cabo en Sudáfrica durante la primera semana de septiembre de 1998, presentaron una comunicación sobre el tema, en el que indican la posibilidad de una técnica nueva para la observación de incrementos en cortes de MAN de *Octopus vulgaris* y que al parecer serían de formación diaria, con la cual obtienen buenos resultados (Catalina Perales Raya, com. pers.).

Considerando lo expuesto anteriormente, y de acuerdo a lo solicitado en los Términos Básicos de Referencia, se intentará determinar la edad utilizando los estatolitos de acuerdo a las metodologías que se explican más adelante, y dado que existen resultados alentadores utilizando las mandíbulas, el grupo de trabajo ofrece como sobre-oferta utilizar, además, ésta estructura.

5. METODOLOGIA DE TRABAJO

5.1. Curso Taller

La primera actividad que se contempló en el marco del presente proyecto, la cual no estaba incluida en la Oferta Técnica del Proyecto, fue realizar con el patrocinio y auspicio de la Universidad Arturo Prat, entre el 16 y 19 de marzo de 1998 el curso “Edad y Crecimiento en Cefalópodos”, siendo su principal orador la candidata a doctor y especialista en cefalópodos Catalina Perales Raya del Centro Oceanográfico de Canarias (Santa Cruz de Tenerife, España). El curso consistió en actividades teórico práctico sobre la biología del crecimiento de los cefalópodos en general, haciendo hincapié en los octópodos, además, se contempló un taller con el fin de discutir la preparación y observación de marcas de crecimiento en estructuras duras de estos organismos, principalmente estatolitos y mandíbulas. En Anexos se presenta el programa con los temas tratados en dicho curso.

El curso contó con la participación de profesionales y estudiantes de pre y postgrado de las Universidades de Antofagasta, Concepción y Arturo Prat, incluyendo, además, a las personas que participan directamente en el proyecto.

5.2. Muestreos

Una de las primeras preguntas que se plantean en estudios de esta naturaleza es: ¿cuál es el tamaño de la muestra a ser tomada para que nos represente la variabilidad que existe en la edad para un estrato de talla o peso dado y a su vez la variabilidad que existe en la talla o peso para una edad determinada?. Necesariamente, para estimar este tamaño de muestra necesitamos contar con una matriz de talla o peso a la edad. El problema al que nos enfrentamos fue que, en primer lugar no contábamos con estimaciones de edad del recurso objetivo y por otro lado, aunque obtuvimos una muestra piloto, las estimaciones de edad no estuvieron hasta varios meses después de haber comenzado el estudio, debido a que se tuvo que conocer y estandarizar la técnica de estimación de edad.

Independientemente de lo anterior, existieron otras variables que influyeron en el tamaño de la muestra, entre ellas, el corto período de vida de estos organismos, el costo de obtención de los ejemplares, de trabajar los estatolitos y/o mandíbulas en laboratorio y el tiempo utilizado en preparar y leer las estructuras.

De acuerdo a lo anterior y a los estudios realizados por Cotton (1992) y Cortez *et al.* (1992) en la misma especie en el norte de Chile, se ha asumido un tamaño de muestra de 300 ejemplares aproximadamente por mes, abarcando todo el rango de talla. Los muestreos se realizaron mensualmente desde el mes de febrero de 1998 hasta enero de 1999 abarcando en cada muestreo la I y II Región. En febrero de 1998, la muestra completa con individuos sobre y bajo el kilo de peso, fue adquirida a pescadores artesanales dado que el recurso se encontraba en veda. En los meses siguientes, el muestreo de los ejemplares sobre el kilo se realizó en las plantas de faenamiento de Iquique y Tocopilla extrayendo los pulpos aleatoriamente de las cajas donde se encontraban depositados. Los de bajo el kilo se compraban a pescadores artesanales. Posteriormente, para la determinación de la edad, mensualmente se extrajo una submuestra mediante afijación proporcional, cargándonos hacia los individuos más grandes y en los extremos cuando eran poco representativos.

5.3. Muestreo biológico

A cada ejemplar se le tomo la siguiente información:

Longitud total (LT): medida que va desde el ápice de la cabeza hasta el extremo del último brazo, con el ejemplar extendido en una superficie plana y con una precisión de un centímetro (Fig. 1).

Longitud dorsal del manto (LDM): medido desde el ápice de la cabeza hasta una línea imaginaria interocular, con una precisión de un centímetro (Fig. 1).

Peso total (WT): peso del ejemplar entero con una precisión de 1 gramo.

Peso eviscerado (WE): peso del ejemplar con la cavidad paleal vacía con un gramo de precisión.

Determinación del sexo: se determinó a partir de la disección de cada ejemplar observando macroscópicamente las gónadas. Para comparar la proporción de sexo de cada mes se utilizó la aproximación normal del test binomial de acuerdo a Zar (1984).

$$Z = \frac{|n\hat{p} - np_0| - 0,5}{\sqrt{n\hat{p}\hat{q}}}$$

donde se plantea la hipótesis nula $p_0=0,5$. El valor crítico se obtiene de $Z_{\alpha(2)} = t_{\alpha(2),\infty}$.

Peso de las gónadas (WG): Los aparatos reproductores de cada ejemplar se pesaron con una precisión de 0,01g. Con el fin de determinar períodos reproductivos y relacionarlos con el crecimiento se cálculo el índice gonadosomático (IGS) de la siguiente forma:

$$IGS = \frac{WG}{WE} * 100$$

donde WE es el peso eviscerado.

Estado de madurez sexual: se determinó de acuerdo a la escala general para *Octopus* propuesta por Arkhipkin (1992), la cual se modificó según los criterios obtenidos por Parker (1992) para *Octopus mimus* del norte de Chile, siendo esta escala la siguiente:

ESCALA DE MADUREZ PARA HEMBRAS

Estado I (inmaduro): Ovario blanco invierno, con leve tendencia al marfil, turgescente; sexo, internamente, se diferencia sin dificultad. Glándulas oviductales pequeñas anillos indistinguibles en la unión con el oviducto proximal.

Estado II (en maduración): Ovario de mayor tamaño, granuloso, tiende al color marfil; se distinguen sin dificultad las glándulas oviductales de las vísceras y presentan los dos anillos, que se aprecian con cierta dificultad.

Estado III (maduro): Ovario de gran volumen, granuloso, brillante, de color marfil, muy turgescente; oviducto proximal con apariencia filamentososa en su unión con el ovario. Se evidencian claramente los dos anillos proximales de las glándulas oviductales especialmente el externo.

Estado IV (maduro desove inminente): Ovario muy granuloso, de color marfil, menos turgescente y brillante, con lumen triangular entre los dos oviductos proximales, éstos con apariencia interna filamentososa. Glándulas oviductales con anillo café claro externo que rodea el anillo color crema, ahora estriado; la porción distal de la glándula oviductal de color crema.

Estado V (desovado): Ovario flácido, o muy flácido con lumen muy amplio entre los oviductos proximales. El ovario se torna marrón ovocitos residuales piriformes sueltos, visibles. Glándulas oviductal pasa de color crema a café en su porción distal. Hembra en estado fisiológico deplorable, cuerpo y tentáculos delgados y flácidos.

ESCALA DE MADUREZ PARA MACHOS

Estado I (inmaduro): Testículo pequeño, no distinguible del complejo de la bolsa de Needham todo color blanco invierno.

Estado II (en maduración): Testículo turgescente, bien distinguible del complejo de la bolsa de Needham por una tabicación hialina; de color blanco invierno a ocre, levemente granuloso. Complejo de la bolsa de Needham con mancha ocre en la parte proximal y de color blanco en la distal. Pene y su divertículo sin espermatozoides.

Estado III (maduro): Similar a (II), acentuándose las características de diferenciación entre los espermatozoides, y del testículo con sus glándulas accesorias; éste mantiene el mismo color que en (II). Espermatozoides en el pene, de unos 2 a 3 cm. Testículo granuloso, con estriaciones que lo cruzan, todas en el mismo sentido.

Estado IV (evacuando): Testículo flácido, claramente separable de sus glándulas accesorias; espermatozoides en el pene.

Posteriormente se les extraían los EST realizando un corte al cartílago cefálico, por detrás de los ojos, y además, las MAN las cuales eran guardadas libre de tejido en alcohol 95°. Sólo en los meses de febrero y marzo se extrajeron los EST ya que, como se explica mas adelante, fue imposible observar en ellos algún patrón de crecimiento.

5.4. Preparación de las estructuras

5.4.1. Estatolitos

Con el fin de dilucidar si los EST permiten determinar la edad de los pulpos, éstos se prepararon de acuerdo a las metodologías utilizadas en otros cefalópodos como son calamares y jibias (Kristensen, 1980; Rodhouse y Hatfield, 1990; Arkhipkin, 1991) introduciendo algunas variantes en función de las características propias del EST de pulpo.

El procedimiento consistió en fijar las estructuras a un portaobjeto con resina poliéster, en tres posiciones: anterior, lateral interna y lateral externa (Fig. 2); las posiciones y nomenclatura se colocaron de acuerdo a Raya (com. pers.). Las superficies se pulieron a mano con lijas de grano 1000 y 1500, el pulido final se realizó en paño Microclot con limpiametales comercial marca Brasso, éste producto a dado muy buenos resultados en el pulido final de EST de calamares *Loligo gahi*, en el marco de un proyecto FONDEF¹ en el cual participa el laboratorio. Los EST fueron pulidos por ambos lados hasta obtener secciones delgadas que permitieran observar los microincrementos al microscopio óptico, además, se mantuvieron en concentraciones de EDTA (etildiaminatetraacetico) al 7% por un tiempo que fueron entre 6 a 48 horas y HCl a una concentración del 1% por lapsos entre 5 a 29 minutos.

¹ Proyecto FONDEF (D97/1058)-43/97 (Desarrollo de nuevas pesquerías en recursos marinos bentónicos (gamba de profundidad *Haliporoides diomedae*), pelágicos (calamar común *Loligo gahi*) y demersales (anguila de profundidad *Ophichthus pacifici*) en Chile central”

5.4.2. Mandíbulas

Con el fin de determinar en cuál mandíbula, inferior o superior, se observan mejor los incrementos, se monto una submuestra de MAN de acuerdo al procedimiento que se explica mas abajo, finalmente después de las pruebas y lecturas se seleccionó la MAN inferior. A las MAN, antes del procedimiento de montaje, se les midió la altura del ala (AA) y longitud de la capucha (LC) terminología según Clarke (1965) (Fig. 3), luego fueron incluidas en resina poliester, para ello éstas fueron cortadas a nivel de las alas y paredes laterales con el fin de reducir su tamaño y que cupieran en los moldes de pvc. Una vez que las MAN estuvieron montadas, se procedió a pulirlas en una pulidora marca Bhueler con lija al agua de grano 320, 600, 1000 y 1500, en una sección sagital (Fig. 4) desde la punta rostral hasta la pared lateral, el pulido se realizó hasta alcanzar el eje rostral interno, el cual se observa, con luz reflejada, como una fina línea anaranjada, cuando se hizo visible se realizó el pulido final utilizando un pulidor comercial de metales marca Brasso, para que la superficie pulida quedara brillante y lisa. Cabe destacar que a pesar de contar con una pulidora el proceso de medición, montaje y pulido es lento, ya que se requiere obtener el plano de observación adecuado, de no ser así la muestra se pierde.

Finalmente antes de la observación se necesita que las marcas se hagan visibles, por lo que se somete a un proceso de desnaturalización de las proteínas que compone la MAN, para ello se obtuvieron buenos resultados manteniendo la muestra por un lapso de 6 a 12 horas en una concentración al 50% de 2-mercaptoetanol, el cual entre sus funciones, destruye la estructura tridimensional de las proteínas, luego son lavadas con agua destilada pasando suavemente por la superficie pulida un algodón. Hay que hacer notar que antes de determinar el compuesto químico adecuado, se probó con distintas concentraciones y tiempos de exposición de etildiaminatetraacetico (EDTA) y con ácido clorhídrico.

5.5. Observación de las estructuras

Las secciones delgadas de los estatolitos se observaron con luz transmitida a distintos aumentos, además, se prepararon EST para la observación al microscopio electrónico de barrido (MEB), por

si existe la presencia de incrementos mucho más pequeño y además, con el fin de conocer y entender el proceso de formación de esta estructura, para ello se prepararon en dos oportunidades muestras y se observaron en dos MEB distintos. Se utilizó el de la Universidad de Concepción, marca ETEC Corporation, modelo Autoscan y el de la Universidad Católica del Norte de Coquimbo, marca JEOL, modelo JSM – T300. Luego del pulido final los estatolitos se sometieron a los siguientes tratamientos de grabados en una concentración de 1% HCl y en EDTA por lapsos de tiempos entre 30 segundos y 15 minutos. Posteriormente en el MEB de la Universidad de Concepción, se cementaron a un portamuestra metálico mediante pegamento de carbón y se metalizó la muestra con oro de 24K formando una capa de 270 angström.

En los dos casos, una vez ubicada la zona de interés se tomó fotografías utilizando película T-MAX de 100 ASA marca Kodak.

Las MAN fueron observadas a lupa con aumento 80X mediante el efecto espejo, sin este efecto es imposible observar los incrementos presentes en estas estructuras. El eje rostral de lectura fue medido en tres secciones con el fin de evitar la curvatura de la estructura. Se contabilizaron todos los incrementos cuando la muestra lo permitía, en los casos en que no se podía contar se interpoló el tamaño de los incrementos mas cercano a la sección en la cual no fue posible observarlos.

5.6. Experimento de validación

Se realizaron dos experimentos de mantención de pulpos en cautiverio, éstos se realizaron con el fin de determinar la periodicidad de formación de los incrementos en las mandíbulas y cumplir con lo solicitado por el Consejo de Investigación Pesquera en el objetivo 3.4.

El primer experimento consistió en someter a estrés a un grupo de pulpos con el fin que estos cambios se reflejen en alguna marca característica o ancho de los incrementos formados en las MAN, luego se mantuvieron en las mejores condiciones de cautiverio por un período de días conocido hasta su sacrificio. El número de días entre el estrés y el sacrificio debería reflejarse en igual número de incrementos de crecimiento presentes en las MAN después del estrés.

La colecta de ejemplares vivos de pulpo se llevó a cabo durante la primera semana del mes de junio de 1998, a través de buceo apnea, por buzos mariscadores. Los ejemplares vivos fueron capturados en el litoral de Iquique a profundidades entre los 5 y los 15 m. Estos fueron transportados en bidones con agua de mar al Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat, en donde se realizó el trasvasije de los individuos vivos saludables a los estanques de aclimatación.

La fase de aclimatación se realizó en 14 estanques circulares cilíndricos de fibra de vidrio, 10 de ellos de dimensiones de 0,8 m de alto y 1,5 m de diámetro y 4 con dimensiones de 0,5 m de alto y 2 m de diámetro (Fig. 5) Cada estanque con un nivel de rebalse central interior de PVC de 40 mm. Los estanques fueron emplazados sobre una estructura de madera y cubiertos de un techo de malla raschell con el fin de proporcionar una buena ventilación y atenuar la elevación de la temperatura del agua por efecto de la irradiación solar.

El abastecimiento de agua de mar se logró a través de una bomba centrífuga FLIPPER modelo 2NS 50 de 2 Hp de potencia, la cual fue conducida a los estanques a través de tuberías de PVC de 2". Cada estanque fue alimentado con un flujo continuo a una tasa de entre 0,3-0,55 litros/segundo. El abastecimiento de agua de cada estanque fue a través de un difusor vertical en PVC de 32 mm que permitió un patrón de flujo circular en cada unidad de confinamiento. De esta forma se pudo cautelar las condiciones de temperatura y oxígeno disuelto del agua.

En cada estanque se colocaron bloquetas de cemento y tubos de PVC de diámetro variable con el fin de que sirvieran de guaridas o cuevas, en la cual los pulpos pudieran refugiarse durante su estadía en el estanque.

Un total de 29 pulpos (rango de peso total 72 – 1184 g) ingresaron a la fase de aclimatación, los que fueron distribuidos en densidades de uno a tres individuos por estanque, considerando que el tamaño corporal fuera más o menos similar en los estanques en donde se colocó más de un pulpo. Con esto se trató de evitar el canibalismo y luchas por el territorio ocupado.

Durante esta fase los pulpos fueron alimentados *ad libitum*, con moluscos (almeja, cholga, locate) y crustáceos (jaiba). El alimento que no fue consumido por los pulpos fue retirado de los estanques cada día para no producir descomposición de los mismos y evitar posibles causas de infección.

Una vez aclimatados los pulpos, el cual duró 8 días, se procedió a realizar la fase experimental el día 13 de junio de 1998. La fase experimental consistió en someter a los ejemplares a un período de estrés de 5 días, manteniéndolos en inanición y sin recambio de agua durante el día. Al iniciar este período a cada ejemplar se le registró el peso total.

Al finalizar el período de inanición (18 de junio), a cada ejemplar ($n = 25$) se le registró nuevamente el peso total y fueron alimentados *ad libitum* y con recambio de agua continuo por un período de 30 días. El día 17 de julio se terminó el período de alimentación para someter a los pulpos ($n = 23$) nuevamente a un período de inanición por 7 días. El 25 de julio comienzan nuevamente a alimentarse hasta el día 4 de agosto que son sacrificados.

La mortalidad en los ejemplares durante la fase experimental fue de un 28%, lo que significó que al terminó del experimento sobrevivieron 21 pulpos (rango de peso = 117,2 – 1266 g), a los cuales se les tomaron las medidas corporales, peso y sexo, extrayéndoles las MAN para su posterior análisis.

La disminución del número de ejemplares que ingresaron a la etapa experimental se debió al canibalismo, en estanques donde habían más de un pulpo como también a síntomas de enfermedad en dos ejemplares, los cuales tenían sus brazos enrollados y ausencia de piel.

El segundo experimento realizado, con el fin de validar la formación de los microincrementos en los EST consistió en inyectar un antibiótico a los pulpos, el que una vez metabolizado, como ocurre en peces y otros cefalópodos, se deposita en la periferia de las partes duras del animal (Campana y Neilson, 1985; Nakamura y Sakurai, 1991). La marca que deja el antibiótico se localiza microscópicamente por la fluorescencia que produce la luz ultravioleta, luego se introduce un bajo nivel de luz transmitida el cual permite contar el número total de incrementos,

desde la marca hasta el extremo del EST (Nakamura y Sakurai, *op. cit.*). Luego se establece la relación entre el número de incrementos y el tiempo desde el marcaje, hay que hacer notar que esta técnica a sido aplicada a individuos del grupo de los teuthoideos, no así en los octópodos.

Entre el día 28 de diciembre de 1998 y 13 de enero de 1999 se capturaron 25 pulpos de los cuales 23 sobrevivieron a la fase de aclimatación para realizar el experimento de marcaje. Los pulpos se mantuvieron en los estanques acondicionados para el primer experimento. Estos fueron pesados al inicio de la fase de aclimatación, al momento del marcaje y al término del experimento. Los pulpos fueron alimentados *ad libitum* igual que en el primer experimento, retirando el alimento no consumido al día siguiente para evitar su descomposición.

El peso promedio de los pulpos antes de la aclimatación fue de 673,64 g (n = 25; d.e.: 401,02 g). Los pulpos se mantuvieron en la fase de aclimatación por un período de 21 días. La marcación se realizó el día 18 de enero de 1999 y consistió en una inyección intramuscular (Fig. 6) de Enemycine que corresponde a un complejo de oxitetraciclina HCl y de polivinilpirrolidona en una concentración de 100 mg/ml. A los pulpos se les inyectó una dosis de 1 ml por kilo de peso. Al momento de la marcación el peso promedio fue de 662,1 g (n= 23; d.e.: 319,32 g).

El día 4 de febrero de 1999 se llevó a cabo el sacrificio de los pulpos registrando sus pesos para luego extraer los EST y MAN. El peso promedio al momento del sacrificio fue de 740,77 g (n = 22; d.e.: 319,81 g).

5.7. Distribuciones de frecuencias y relaciones biométricas

Se realizaron las siguientes distribuciones de frecuencias y análisis estadísticos. En los casos donde se realizó análisis de regresión, se presenta el mejor modelo ajustado entre varios probados, la medida de bondad de ajuste fue el coeficiente de determinación o la sumatoria de residuos al cuadrado para ajustes no lineales:

- a) Distribución de frecuencia de la longitud total (LT) por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual.
- b) Distribución de frecuencia de la longitud dorsal del manto (LDM) por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual.
- c) Distribución de frecuencia del peso total (WT) por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual.
- d) Relación entre LT y WT por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual. Para esta relación se ajustó mediante ajuste no lineal el siguiente modelo potencial:

$$WT = aLT^b$$

donde WT corresponde al peso total y LT a la longitud total. a y b parámetros a estimar.

- e) Relación entre LDM y WT por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual. Al igual que en el procedimiento anterior, el modelo ajustado corresponde al potencial..
- f) Relación entre longitud de la capucha (LC) y altura del ala (AA) de la mandíbula inferior por sexo. Se ajustó el modelo lineal: $AA = a + bLC$
- g) Relación entre LC y LDM por sexo. Se ajustó el modelo lineal.
- h) Relación entre LC y WT por sexo. Se ajustó el modelo potencial.
- i) Relación entre número de incrementos (NI) y LC por sexo y poblacional. Se ajustó un modelo del tipo logarítmico. $LC = a + b \ln NI$
- j) Relación entre NI y longitud del eje de lectura (LE) por sexo y poblacional. Se ajustó el modelo lineal. $LE = a + bNI$

- k) Relación entre NI y LDM por sexo y poblacional anual. Se ajustaron los modelos de von Bertalanffy, logarítmico y potencial, mediante ajuste no lineal a la información de LDM promedio por incremento. Las expresiones son:

$$LDM_{NI} = LDM_{\infty} (1 - e^{-K(NI-t_0)})$$

$$LDM_{NI} = a + b \ln NI$$

$$LDM_{NI} = aNI^b$$

donde LDM: longitud dorsal del manto (cm) promedio para NI; LDM_{∞} : longitud dorsal del manto asintótica; K coeficiente de crecimiento (días^{-1}); t_0 : edad o NI teórico cuando la LDM es cero; a y b de los modelos subsiguientes son parámetros a estimar.

- l) Relación entre NI y WT por sexo y poblacional anual. Ajustándose los modelos de von Bertalanffy en peso, logarítmico y potencial, mediante ajuste no lineal a la información de WT promedio por incremento.

$$WT_{NI} = WT_{\infty} (1 - e^{-K(NI-t_0)})^b$$

$$WT_{NI} = a + b \ln NI$$

$$WT_{NI} = aNI^b$$

donde WT: peso total promedio (gr) para NI; WT_{∞} : peso total (gr) asintótico; K coeficiente de crecimiento (días^{-1}); t_0 : edad o NI teórico cuando el WT es cero; a y b de los modelos subsiguientes son parámetros a estimar.

6. RESULTADOS

6.1. Curso - Taller

Entre los resultados obtenidos en el curso taller, se puede mencionar el conocimiento adquirido y reforzado sobre la biología en general de los cefalópodos, además, de los principales problemas que se tienen en la determinación de la edad y el crecimiento, principalmente en las especies del género *Octopus* a nivel mundial.

Se adquirió experiencia en la extracción de estatolitos en calamares (*Loligo gahi*) y posterior preparación de éstos para las lecturas de microincrementos. En ejemplares de *Octopus mimus* se obtuvo también el conocimiento para la extracción de estatolitos y mandíbulas y posterior preparación, siendo las técnicas aplicadas a ambas estructuras diferentes. Con las técnicas aprendidas se pudo constatar que en *Octopus mimus* no es posible la utilización de estatolitos para la determinación de la edad, obteniendo resultados distintos con el uso de las mandíbulas.

De la evaluación del curso se desprende que con las técnicas empleadas, sigue siendo imposible determinar la edad en cefalópodos del género *Octopus* utilizando los EST como ha sido indicado por Raya y Hernández-González (*in press*) para *Octopus vulgaris* del Atlántico Norte y con posterior comprobación en *O. mimus*, de acuerdo a lo que se presenta mas adelante. En vista de lo anterior las MAN son la alternativa para la determinación de la edad en forma masiva en *O. mimus*, pero aún hay que mejorar la técnica y adaptarla a los recursos y materiales con que cuenta cada laboratorio.

6.2. Muestreos mensuales

Los muestreos se realizaron mensualmente abarcando la I y II Regiones, comenzando en el mes de febrero de 1998 hasta enero de 1999. En la Tabla I se presenta el número de ejemplares por mes, por sexo y los indeterminados, éstos últimos aparecen debido a que fue imposible reconocer el sexo por el daño sufrido durante la extracción, con excepción del gran número de

indeterminados presentes en el mes de mayo que se debió a que en planta el proceso de faenamamiento es muy rápido por lo que no dio tiempo para determinar el sexo.

Tabla I. Número de ejemplares de *Octopus mimus* muestreados por mes y por sexo en la I y II Regiones.

sexo/mes	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Total
Machos	251	170	153	156	141	123	112	89	126	110	110	124	1665
Hembras	176	122	125	180	123	100	92	54	141	89	63	90	1355
Indet.	3	3	1	63	1	0	0	0	2	0	2	3	78
Total	430	295	279	399	265	223	204	143	269	199	175	217	3098

En total se muestrearon 3098 ejemplares de pulpos, divididos en 1355 hembras, 1665 machos y 78 indeterminados.

Con el fin de analizar la información estacionalmente y debido a que los muestreos comenzaron en el mes de febrero de 1998, los meses se han agrupado de la siguiente manera: febrero, marzo y abril estación de verano (VER); mayo, junio y julio estación de otoño (OTO); agosto, septiembre y octubre estación de invierno (INV); noviembre, diciembre y enero estación de primavera (PRI).

Las estaciones no estarán un poco corridas ???

6.3. Distribuciones de frecuencia de longitud total, longitud dorsal del manto y peso total, por sexo y estacional. Poblacional por estación y anual

6.3.1. Longitud total

En la Tabla II se entregan los estadígrafos de la variable LT por sexo y estación. En ella se aprecia que en todas las estaciones, las hembras superan a los machos en longitud total, con un valor medio entre 62,5 y 75,9 cm de LT. Los histogramas de frecuencias de tallas de las hembras presentan una distribución del tipo platicúrtica (Fig. 7), manteniéndose en todas las estaciones una moda principal entre los 65 y 70 cm. En VER e INV se habrían encontrado individuos más pequeños que en el resto de las estaciones.

en long o peso?

En VER y OTO las distribuciones de frecuencia en hembras tienden a ser bimodales con modas en los 65 y 85 cm LT en VER y 70 y 85 cm LT en OTO.

Tabla II. Estadígrafos de la variable LT (cm) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Estación	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Macho
Media	68,2	65,6	75,9	61,1	72,5	61,5	62,5	56,9
Desv. estándar	16,77	14,01	17,16	13,29	14,65	11,06	13,31	12,68
Mediana	69	65,5	77	62	72	60	62	58
Valor mínimo	16	17	21	25	17	31	31	26
Valor máximo	117	110	118	114	108	93	97	102
n	423	574	403	420	287	327	242	344

Los machos (Fig. 8) presentan rangos de talla igual que las hembras siendo las distribuciones del tipo leptocúrtica, las modas se mantienen entre los 60 y 65 cm. Al igual que en las hembras, en verano se habrían encontrado individuos más pequeños (20 cm de LT)

La distribución de frecuencia de la LT de hembras y machos juntos (Fig. 9) se aproximan a una distribución del tipo normal en que las dos primeras estaciones son levemente platicúrtica comparadas con las subsiguientes.

En el caso de la distribución de frecuencia poblacional anual, se aprecia que en los muestreos las hembras fueron algo más grande que los machos, aunque la moda en ambos sexos estuvo situada en los 65 cm de LT (Fig. 10).

6.3.2. Longitud dorsal del manto

En la Tabla III se presentan los valores de los rangos de la LDM por sexo y estación obtenidos durante los muestreos.

Tabla III. Estadígrafos de la variable LDM (cm) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Estación	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Macho
Media	12,7	12,3	14,8	11,8	14,2	11,9	12,1	11,2
Desv. estándar	3,19	2,31	3,76	2,86	3,59	2,48	2,67	2,13
Mediana	13	12	15	12	14	11	12	11
Valor mínimo	4	4	5	5	4	6	6	6
Valor máximo	22	18	22	19	24	19	20	17
n	423	574	403	420	287	327	242	344

La distribución de frecuencia de la LDM cambia en su forma con respecto a la distribución de la LT, tanto en machos como en hembras (Fig. 11 y 12), presentando la LDM curvas más platicúrticas y polimodales principalmente en las estaciones de otoño e invierno. Al igual que con la longitud total, se encontraron hembras más grandes y en mayor número que los machos durante la estación de OTO e INV principalmente.

Al juntar machos y hembras (Fig. 13) las estaciones de VER y PRI presentan una distribución normal mientras que en OTO e INV tienden a aparecer una curva polimodal, con modas principales alrededor de los 11 y 12 cm de LDM.

Las distribuciones de frecuencias poblacionales se presentan entre los 4 y 24 cm en las hembras y entre 4 y 19 cm en los machos, apreciándose en la Figura 14 que la distribución es parecida a la de LT y encontrándose una moda bien definida en los 12 cm.

6.3.3. Peso total

En la Tabla IV se entregan los estadígrafos de la variable WT por sexo y estación, en donde se aprecia que el peso medio en las hembras fue mayor que en machos durante todo el período de estudio. El peso máximo de las hembras fluctuó entre 2578 y 4509 siendo mayor que en machos, con excepción de la estación de PRI.

Tabla IV. Estadígrafos de la variable WT (g) de *Octopus mimus* por sexo y estación de muestreo durante el período de estudio.

Estación	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Macho
Media	1235,7	1107,1	1846,4	1099,9	1469,1	990,3	928,6	800,2
Desv. estándar	710,21	548,91	957,43	637,73	825,07	606,89	515,26	466,73
Mediana	1092	1017,5	1890	1011	1325	765	821	672
Valor mínimo	31	43	38	45	37	80	76	96
Valor máximo	3563	3306	4509	3462	4088	2866	2578	2617
n	423	574	403	420	287	327	242	344

La distribución de los pesos totales en las hembras son polimodales y de mayor amplitud que la de los machos (Figs. 15 y 16), en la que a lo más se presentan hasta tres modas. La distribución de frecuencia para el conjunto de machos y hembras (Fig. 17) son curvas desplazadas hacia la izquierda en la que en las tres primeras estaciones se observa la presencia de individuos superiores a los tres kilos.

En la Figura 18 se grafican la distribución de hembras, machos y combinados, en ella se observa una moda principal en los 800 g para los tres casos. Además, al igual que las curvas anteriores del WT, ésta se encuentra cargada hacia la izquierda.

La Tabla V presenta el resumen de las tres variables consideradas por sexos y combinadas, las hembras tienden a ser más grandes que los machos, tanto en longitud como en peso y la desviación estándar también es mayor.

Tabla V. Estadígrafos de la variable LT (cm), LDM (cm) y WT (g) de *Octopus mimus* por sexo y combinadas de todo el período de estudio.

Variable	LT			LDM			WT		
	Hembras	Machos	Total	Hembras	Machos	Total	Hembras	Machos	Total
Media	70,4	61,9	65,7	13,5	11,8	12,6	1411,9	1018,9	1195,2
Desv. estándar	16,58	13,38	15,48	3,54	2,49	3,12	853,66	581,1	742,38
Mediana	70	62	65	13	12	12	1244	928	1060
Valor mínimo	16	17	16	4	4	4	31	43	31
Valor máximo	118	114	118	24	19	24	4509	3462	4509
n	1355	1665	3020	1355	1665	3020	1355	1665	3020

6.4. Proporción sexual

La proporción sexual obtenida para cada mes (Fig. 19), muestra que estadísticamente se encuentran diferencias significativas en los meses de febrero, marzo, septiembre, diciembre de 1998 y enero de 1999 en los cuales dominaron los machos. En los otros meses no se encontraron diferencias significativas (Tabla VI).

Tabla VI. Proporción sexual mensual de 1998 y enero de 1999 con los parámetros estadísticos estimados para *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Z cal corresponde al valor de Z estimado, * diferencias significativas.

Mes	Hembras	Machos	Z cal.	Significancia
Febrero	176	251	3,64	*
Marzo	122	170	2,79	*
Abril	125	153	1,63	
Mayo	180	156	1,26	
Junio	123	141	1,05	
Julio	100	123	1,48	
Agosto	92	112	1,34	
Septiembre	54	89	2,93	*
Octubre	141	124	0,86	
Noviembre	89	110	1,43	
Diciembre	63	110	3,63	*
Enero	90	124	2,28	*
Total	1355	1663		

6.5. Estado de madurez e índice gonado-somático

Las hembras capturadas durante el período de estudio se encontraron principalmente en los estados II, III y IV, siendo escaso el estado V (Fig. 20a). El estado IV (maduro desove inminente) predominó en los meses de mayo, agosto y octubre, lo que coincide con los picos máximos de valores de IGS (Fig. 21a).

El estado III (maduro) en los machos predominó durante el período de estudio, siendo muy marcado en los meses de febrero, septiembre, octubre, diciembre y enero (Fig. 20b). La evolución mensual de los valores promedios de IGS (Fig. 21b) se van incrementando progresivamente en el tiempo.

6.6. Relación entre la longitud total y el peso total, por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual

En las Tablas VII, VIII y IX se presentan los parámetros de la relación entre la LT y WT para las hembras, machos y poblacional, respectivamente, y en las Figuras 22, 23, 24 y 25 se graficaron las observaciones y curvas ajustadas.

Tabla VII. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	n	r ²
Verano	0,1335 (0,0427)	2,1474 (0,0729)	423	0,731
Otoño	0,2322 (0,0662)	2,0636 (0,0637)	403	0,786
Invierno	0,0901 (0,0419)	2,2509 (0,1043)	285	0,672
Primavera	0,0717 (0,0263)	2,2758 (0,0855)	242	0,778
Total	0,0789 (0,0139)	2,2854 (0,0398)	1353	0,757

Tabla VIII. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	n	r ²
Verano	0,3035 (0,0735)	1,9516 (0,0561)	574	0,703
Otoño	0,0781 (0,0249)	2,3096 (0,0751)	420	0,741
Invierno	0,0249 (0,0132)	2,5575 (0,1249)	327	0,594
Primavera	0,1243 (0,0429)	2,1557 (0,0819)	344	0,692
Total	0,1696 (0,0283)	2,0986 (0,0389)	1665	0,666

Tabla IX. Parámetros de la relación entre la LT y WT por estación y anual de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	n	r ²
Verano	0,1959 (0,0379)	2,0563 (0,0444)	997	0,719
Otoño	0,1467 (0,0266)	2,1649 (0,0411)	823	0,809
Invierno	0,0671 (0,0201)	2,3213 (0,0688)	612	0,676
Primavera	0,1054 (0,0261)	2,1905 (0,0582)	586	0,734
Total	0,0894 (0,0101)	2,2540 (0,0258)	3018	0,744

En la Figura 26 se grafican todas las observaciones con la curva ajustada en el que se obtiene un intercepto y pendiente de 0,089 y 2,254 respectivamente.

Al comparar las pendientes estimadas para las hembras, entre las estaciones se encuentra que no existen diferencias significativas entre ellas (Tabla X), mientras que en el caso de los machos (Tabla XI) sólo entre OTO-INV y OTO-PRI no se encuentran diferencias significativas.

Tabla X. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT entre estación, en hembras de *Octopus mimus*.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
VER – OTO	0,978	-
VER – INV	0,955	-
VER – PRI	1,069	-
OTO – INV	1,774	-
OTO – PRI	1,616	-
INV – PRI	0,171	-

Tabla XI. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT entre estación, en machos de *Octopus mimus*. *: existen diferencias significativas.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
VER – OTO	4,249	*
VER – INV	5,169	*
VER – PRI	2,055	*
OTO – INV	1,916	-
OTO – PRI	1,425	-
INV – PRI	2,875	*

La Tabla XII entrega los resultados de la comparación de las pendientes de la relación LT y WT entre sexos por estación, arrojando que en las tres primeras estaciones existen diferencias significativas entre los sexos.

Tabla XII. Comparación de las pendientes de la relación LT y WT por estación, entre hembras y machos de *Octopus mimus*. *: existen diferencias significativas.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
Verano	2,398	*
Otoño	2,661	*
Invierno	1,974	*
Primavera	1,079	-

6.7. Relación entre la longitud dorsal del manto y el peso total, por sexo, estacional y anual. Poblacional por estación y anual

En las Tablas XIII, XIV y XV se presentan los parámetros de la relación entre la LDM y WT para las hembras, machos y poblacional, respectivamente y en las Figuras 27, 28, 29, 30 la información graficada. En la Figura 31 se aprecia las observaciones y curva ajustada para todos los individuos muestreados.

Tabla XIII. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	N	r ²
Verano	0,6699 (0,9944)	2,0317 (0,0545)	423	0,791
Otoño	6,7989 (0,9467)	2,0584 (0,0487)	403	0,881
Invierno	5,3057 (0,8066)	2,0931 (0,0533)	285	0,879
Primavera	3,4712 (0,6392)	2,2231 (0,0692)	242	0,835
Total	4,7154 (0,3693)	2,1608 (0,0278)	1353	0,855

Tabla XIV. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	N	r ²
Verano	4,2964 (0,8611)	2,1951 (0,0764)	574	0,646
Otoño	3,948 (0,672)	2,2551 (0,0644)	420	0,811
Invierno	1,7202 (0,3304)	2,5406 (0,0724)	327	0,818
Primavera	0,9825 (0,1839)	2,7454 (0,0728)	344	0,825
Total	2,4772 (0,2429)	2,4086 (0,0373)	1665	0,761

Tabla XV. Parámetros de la relación entre la LDM y WT por estación y anual de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro.

Estación	Intercepto	Pendiente	N	r ²
Verano	5,6339 (0,6397)	2,0925 (0,0424)	997	0,728
Otoño	5,4889 (0,4979)	2,1323 (0,0324)	823	0,883
Invierno	4,6081 (0,4838)	2,1496 (0,0377)	612	0,861
Primavera	2,4585 (0,3151)	2,3684 (0,0491)	586	0,815
Total	4,0726 (0,2164)	2,2145 (0,0193)	3018	0,831

La comparación de las pendientes de la relación LDM y WT para las hembras entre estaciones, entregó que no existen diferencias significativas entre ellas (Tabla XVI). La comparación en los machos es muy diferente ya que solamente entre VER y OTO no existen diferencias significativas (Tabla XVII).

Tabla XVI. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT entre estación, en hembras de *Octopus mimus*.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
VER – OTO	0,419	-
VER – INV	0,882	-
VER – PRI	1,938	-
OTO – INV	0,562	-
OTO – PRI	1,739	-
INV – PRI	1,483	-

Tabla XVII. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT entre estación, en machos de *Octopus mimus*.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
VER – OTO	0,691	-
VER – INV	3,438	*
VER – PRI	4,748	*
OTO – INV	3,306	*
OTO – PRI	5,044	*
INV – PRI	2,064	*

Al comparar las pendientes de la relación LDM y WT entre sexos por estación, existen diferencias significativas en OTO, INV y PRI (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Comparación de las pendientes de la relación LDM y WT por estación, entre hembras y machos de *Octopus mimus*.

Estación	t calculado	Diferencias Significativas 5%
Verano	1,887	-
Otoño	2,897	*
Invierno	5,419	*
Primavera	5,591	*

6.8. Relación entre la longitud de la capucha y altura del ala; longitud dorsal del manto y peso total por sexo

Con el fin de visualizar si existe alguna relación en el crecimiento entre la LC con alguna variable morfométrica del animal, en la Tabla XIX y Figuras 32, 33 y 34 se presentan los parámetros estimados y estadísticos de las relaciones entre la LC con AA, LDM y WT por sexo, además, el valor del test t calculado para la comparación de las pendientes en los tres modelos, de acuerdo al valor calculado las curvas entre machos y hembras son estadísticamente diferentes.

Tabla XIX. Parámetros de la relación entre la LC de la mandíbula inferior con AA, LDM y WT por sexo de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. H: hembras; M: machos. t cal.: valor calculado del test t para comparación de pendientes.

Variables	Sexo	Intercepto	Pendiente	n	r ²	t cal.
LC / AA (lineal)	H	2,5996 (0,3393)	2,6225 (0,0661)	484	0,766	2,286
	M	1,6753 (0,2829)	2,8313 (0,0629)	542	0,789	
LC / LDM (lineal)	H	0,3979 (0,5305)	2,6897 (0,1032)	484	0,585	2,054
	M	0,9708 (0,3172)	2,4317 (0,0706)	542	0,687	
LC / WT (potencial)	H	55,0132 (8,9482)	2,0293 (0,0926)	484	0,586	2,418
	M	33,7691 (3,8063)	2,2796 (0,0684)	542	0,739	

6.9. Estatolitos

El EST de *O. mimus* (Fig. 35) al momento de su extracción es de aspecto opaco y mide entre 0,6 y 1,3 mm de diámetro máximo (medida tomada por el lado interno) para ejemplares 55 y 3479 g respectivamente; presenta una forma de cono con su extremo lateral externo inclinado hacia el lado ventral que correspondería al domo lateral, mientras mas grandes los individuos la inclinación se hace mas pronunciada; el sector lateral interno es plano y correspondería al sector del ala, lugar que va fijo al tejido del estatocisto, análogo al EST de los teuthoideos.

Con las técnicas empleadas en el presente estudio, los diferentes planos de pulido y con microscopía de luz no se observaron líneas de crecimiento en los estatolitos de pulpos (Figs. 36 y 37). Con microscopía de luz se observó una superficie de aspecto granular, que a un aumento de 1000X (Fig. 38) parece estar compuesta por una serie de cristales dispuestos irregularmente.

Al observar los EST en el MEB, con distintos aumentos, planos de cortes y tratamientos (ver Figs. 39 a 55) no se observa la formación de incrementos. En la Figura 39a se aprecia un corte por el lado interno del EST, en el cual la superficie es irregular, a un aumento mayor (Fig. 39b) aparecen en algunos sectores la formación de túneles y en otros lados una superficie granular. En la Figura 40a, con mayor aumento, vemos que la superficie granular corresponde a los extremos

de cristales y en la Figura 40b la zona de túneles aparece mucho mas notoria en la que dentro de estos túneles existiría la formación de ciertos cristales (Fig. 41a). En la Figura 41b se observa otro plano de la superficie granular.

Al utilizar la solución de EDTA por 15 minutos, el efecto que produce es distinto al de las fotografías anteriores, al parecer extrae mas material de alrededor del EST (Fig. 42a). Así los túneles que se observaban, ahora aparecen mas desgastados y la superficie mucho más irregular (Fig. 42b). La Figura 43a está a mayor aumento y corresponde al centro del EST de la Figura 42a, se aprecia que el EDTA ha destruido la zona de túneles, mientras que en la Figura 43b volvemos a encontrar la superficie con la punta de los cristales.

En las Figuras 44 a la 47 se presenta un corte del centro del EST a diferentes aumentos y sectores. En estas fotografías nuevamente es característico la ausencia de incrementos, la presencia de los túneles, asemejando a un panal de abeja, y las disposición de los cristales sin un orden definido.

En un corte desde el domo lateral al lado interno del EST (Fig. 48a) se aprecian las mismas características de los cortes anteriores, a mayor aumento, aparecen también los túneles y los extremos de los cristales, que al parecer se encontrarían por debajo de los túneles (Fig. 48b). En las figuras 49 y 50 se muestran otras tomas a mayor aumento de la Figura 48a.

En las Figuras 51 a la 55 se presentan distintas fotografías para mostrar distintos cortes realizados a los EST, distintos tiempos y concentración de ácido. Estas fotografías se caracterizan por la ausencia de algún patrón de crecimiento (i.e. incrementos o marcas), la presencia en algunos sectores de los túneles y los extremos de los cristales que al parecer estarían por debajo de los túneles.

En vista de los resultados negativos obtenidos con las preparaciones de EST y la carencia de trabajos de estudios de edad utilizando estas estructuras en octópodos, es que se optó por utilizar las MAN de acuerdo a los resultados alentadores obtenidos por Raya y Hernández-González (*in press*).

6.10. Mandíbulas

La MAN en los octópodos forma parte del sistema digestivo, se compone de dos partes, la superior e inferior (Fig. 56), que se asemejan a los picos de los loros. Estas se encuentran en la base de los brazos y su componente principal es la queratina, han sido utilizadas por su valor taxonómico desarrollándose una metodología para su uso en la identificación de contenidos estomacales (Clarke, 1965; Smale *et al.*, 1993).

La MAN en términos generales se compone de 5 partes (ver Figs. 3 y 56) siendo estas la pared lateral y ala que se encuentran formando un ángulo de 90° aproximadamente entre ellas. El lado ventral de la MAN corresponde a la capucha que es levemente curvada y el extremo a la punta rostral, estas zonas van hacia el exterior del animal. La cresta es la zona que separa las paredes laterales. Las MAN al momento de extraerlas presentan una textura suave y flexible, de color café oscuro disminuyendo su intensidad hacia las zonas recientemente formadas.

Se montaron un total de 756 mandíbulas, de los cuales 337 se eliminaron debido a que en el proceso de pulido no se consiguió obtener el eje de lectura adecuado, en otros casos no fue posible observar los incrementos, por lo que se obtuvieron 419 mandíbulas para realizar las lecturas. La submuestra final que se utilizó para la determinación de la edad se puede ver en la Figura 57, tanto para machos, hembras y combinados. En esta figura se puede apreciar que la distribución de la LDM de la submuestra para edades se traslapan con respecto al muestreo total, obteniéndose más individuos hacia tallas grandes.

En las MAN fue posible observar los incrementos a lo largo de todo el eje de crecimiento, y cuando en algún sector los incrementos eran poco nítidos se interpolaba al tamaño de los incrementos mas cercanos.

En la Figura 58 se presentan 6 fotografías para mostrar el eje de lectura y la apariencia de los incrementos, el origen de formación de la mandíbula corresponde a la zona del rostro. Los incrementos están formados por unidades, una banda clara y una banda oscura, en general se caracterizan por ser de gran tamaño, si los comparamos con los incrementos presentes en

estrolitos de calamares y en otolitos de peces, por ser de un tamaño constante a lo largo de todo el eje de crecimiento, como se observa al graficar el tamaño de los incrementos por sexos a distintas distancias a lo largo del eje de crecimiento (Figs. 59 y 60). El tamaño promedio de los incrementos en las hembras fue de 25, 88 μm (d.e. =5,087) y en los machos de 25,06 μm (d.e.= 5,006), a pesar de que los valores de las medias son similares, estadísticamente existen diferencias significativas ($P=0,0125$) al aplicar el test t para dos muestras suponiendo varianzas iguales y con 1099 grados de libertad.

6.11. Relación entre el número de incrementos con longitud de la capucha y longitud eje de lectura por sexo y total

La relación entre NI y LC para ambos sexos y combinados (Figs. 61 y 62) se comportan de acuerdo a un modelo del tipo logarítmico, en que el valor de la pendiente por sexos no presentan diferencias significativas (Tabla XX). Igual situación ocurre para la relación entre NI y LE en el que se ajusta mejor un modelo del tipo lineal a los datos por sexos y combinados (Figs. 63 y 64).

Tabla XX. Parámetros de la relación entre el número de incrementos (NI) con longitud de la capucha (LC) y longitud eje de lectura (LE) de la mandíbula inferior por sexo de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. H: hembras; M: machos. t cal.: valor calculado del test t para comparación de pendientes.

Variables	Sexo	a	b	n	r ²	t cal.
NI / LC (logarítmico)	H	-8,001 (0,7359)	2,851 (0,1569)	214	0,605	0,736
	M	-7,748 (0,7467)	2,7118 (0,1623)	199	0,582	
	H+M	-8,389 (0,5394)	2,894 (0,1161)	413	0,602	
NI / LE (lineal)	H	301,919 (101,2649)	22,926 (0,8801)	219	0,758	1,126
	M	91,166 (88,8385)	23,6974 (0,8362)	200	0,802	
	H+M	162,633 (67,6889)	23,639 (0,611)	419	0,783	

6.12. Relación entre número de incrementos con longitud dorsal del manto y peso total por sexo y poblacional anual

6.12.1. Número de incrementos y longitud dorsal del manto

En estas relaciones se ajustaron tres modelos los cuales se presentan para efectos comparativos en las Figuras 65(a y b), por sexos, y Figura 66 sexos combinados. Los parámetros estimados de cada modelo, para machos, hembras y combinados se entregan en las Tablas XXI, XXII y XXIII, respectivamente. En dichas figuras se puede apreciar la gran variabilidad que presenta la LDM con respecto al número de incrementos, siendo más notorio en las hembras. Las diferencias en las curvas ajustadas esta dada hacia los extremos, en que el modelo de von Bertalanffy por su forma tiende a alcanzar una asíntota. Entre estos modelos ajustados el que obtiene un mejor coeficiente de determinación para los dos sexos y combinados es el de von Bertalanffy.

Tabla XXI. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de las hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro.* estadísticamente no es significativo. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Hembras	Lím. Conf. 95%	t cal.	SRC	n F
LDM=LDM _∞ (1-e ^{-K(NI - t₀)})	LDM _∞	19,45 (1,4092)	16,6 22,2	13,81	575,57	100 61,12
	K	0,0159 (0,0044)	0,0072 0,0248	3,61		
	t ₀	11,383 (9,533)	-7,538 30,304	1,19*		
LDM=a + lnNI	a	-18,871 (3,1641)	-25,151 -12,593	-5,96	599,12	100 114,79
	b	7,243 (0,6761)	5,902 8,585	10,71		
LDM=aNI ^b	a	1,479 (0,3813)	0,764 2,409	3,879	631,93	100 103,74
	b	0,492 (0,0538)	0,386 0,599	9,145		

Tabla XXII. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de los machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Machos	Lím. Conf. 95%	t cal.	SRC	n F
LDM=LDM _∞ (1-e ^{-K(NI - t₀)})	LDM _∞	15,59 (0,6286)	14,34 16,84	24,81	147,74	87 112,27
	K	0,021 (0,0042)	0,013 0,029	5,11		
	t ₀	21,708 (6,3309)	9,119 34,297	3,42		
LDM=a + lnNI	a	-16,255 (2,035)	-20,302 -12,209	-7,99	162,35	87 199,11
	b	6,208 (0,4399)	5,333 7,083	14,11		
LDM=aNI ^b	a	1,306 (0,2406)	0,827 1,784	5,43	179,48	87 171,99
	b	0,485 (0,039)	0,407 0,563	12,45		

Tabla XXIII. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y LDM de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Total	Lím. Conf. 95%	t cal.	SRC	N F
LDM=LDM _∞ (1-e ^{-K(NI - t₀)})	LDM _∞	18,31 (1,0376)	16,26 20,36	17,65	955,94	187 114,22
	K	0,0159 (0,0034)	0,009 0,023	4,65		
	t ₀	13,225 (7,412)	-1,399 27,849	1,78*		
LDM=a + lnNI	a	-18,887 (2,225)	-23,277 -14,497	-8,49	987,71	187 216,34
	b	7,031 (0,478)	6,087 7,973	14,71		
LDM=aNI ^b	a	1,265 (0,238)	0,796 1,733	5,32	1034,98	187 198,01
	b	0,511 (0,039)	0,433 0,589	12,96		

6.12.2. Número de incrementos y peso total

Las gráficas de estas variables por sexos y combinados se presentan en la Figuras 67(a y b) y 68 y en la cual es notoria la variabilidad del peso total en la hembras, además, alcanzan pesos mucho más grandes que los machos. En las Tablas XXIV, XXV y XXVI se entregan los parámetros estimados de los tres modelos ajustados

Tabla XXIV. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre el NI y WT de las hembras de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Hembras	Lím. Conf. 95%		t cal.	SRC	N F
$WT=WT_{\infty}(1-e^{-K(NI-t_0)})^{2,16}$	WT_{∞}	2497,44 (261,98)	1977,49	3017,39	9,53	35114162	100 38,71
	K	0,0238 (0,0077)	0,0084	0,0391	3,07		
	t_0	23,313 (13,1444)	-2,774	49,401	1,77*		
$WT=a + \ln NI$	a	-4775,121 (786,4863)	-6335,86	-3212,38	-6,07	37017924	100 69,16
	b	1397,51 (168,5112)	106478,64 1898,68		8,32		
$WT=aNI^b$	a	41,363 (24,4972)	-7,2507	89,9763	1,69*	39121922	100 60,17
	b	0,795 (0,1224)	0,581	1,041	6,49		

Tabla XXV. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre la NI y WT de los machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Machos	Lím. Conf. 95%		t cal.	SRC	n F
$WT=WT_{\infty}(1-e^{(-K(NI-t_0)})^{2,41}}$	WT_{∞}	2083,54 (163,4627)	1758,49	2408,58	12,75	7988398	87 113,51
	K	0,0246 (0,0051)	0,0146	0,03455	4,89		
	t_0	30,183 (7,4643)	15,341	45,026	4,04		
$WT=a + \ln NI$	a	-5530,553 (457,8241)	-6440,79	-4620,32	-12,08	8214247	87 221,06
	b	1471,461 (98,9687)	1274,69	1668,23	14,87		
$WT=aNI^b$	a	7,711 (3,55123)	0,724	14,698	2,19	9793372	87 171,71
	b	1,091 (0,0942)	0,905	1,279	11,59		

Tabla XVI. Parámetros de tres modelos ajustados a la relación entre la NI y WT de hembras y machos de *Octopus mimus* de la zona norte de Chile. Entre paréntesis error estándar del parámetro. t cal.: valor calculado del test t para la significancia del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado. F: estadístico F.

Modelos	Parám.	Total	Lím. Conf. 95%		t cal.	SRC	n F
$WT=WT_{\infty}(1-e^{(-K(NI-t_0)})^{2,21}}$	WT_{∞}	2335,11 (174,9839)	1989,85	2680,37	13,34	50302892	187 97,76
	K	0,0246 (0,0053)	0,0142	0,0351	4,68		
	t_0	29,999 (7,8192)	14,572	45,428	3,84		
$WT=a + \ln NI$	a	-5312,296 (516,1013)	-6330,57	-4294,02	-10,29	53141279	187 176,21
	b	1471,72 (110,8705)	1252,97	1690,47	13,27		
$WT=aNI^b$	a	18,127 (7,8168)	2,704	33,549	2,32	56725977	187 153,38
	b	0,944 (0,9443)	0,769	1,121	10,61		

6.13. Experimentos de validación

Primer experimento: El experimento realizado para marcar las mandíbulas mediante el sometimiento a estrés de los individuos fue positivo, lográndose una marca muy notoria en las MAN como se puede apreciar en las fotografías de la Figura 69, no apreciándose la segunda marca que se pretendía que se le formara con el segundo estrés. Los incrementos presentes en la zona después de la formación de la marca presentaron un ancho promedio de $20,84 \mu\text{m}$ (d.e.=1,64), si la distancia promedio entre la marca y el vértice de las mandíbulas es de $861 \mu\text{m}$, por lo que tendríamos 41 incrementos formados en el período de cautiverio.

Segundo experimento: En el caso del experimento en el cual se utilizó un marcador químico (antibiótico), para observar la posible marca que deje éste en los estatolitos y mandíbulas, al observar las muestras al microscopio de epifluorescencia no se observa ninguna marca fluorescente que haya producido el antibiótico, tanto en los estatolitos (Fig. 70) como en las mandíbulas (Fig. 71 y 72). Con el fin de comparar, se prepararon estatolitos de ejemplares que no fueron inyectados con el antibiótico, al observarlos al microscopio (Fig. 73) éstos presentan las mismas características que los anteriores.

7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Clarke (1978) en su trabajo de descripción de los EST de los diferentes grupos de cefalópodos, expone las notables diferencias de los EST de octópodos con los otros grupos de su clase y el hecho de que los cristales se dispongan en forma azarosa, hace que tiendan a desprenderse con el manejo. Distinto a lo obtenido por Clarke (*op. cit.*), en el presente estudio se pudo comprobar que con una manipulación delicada, se puede lograr obtener buenas preparaciones para ser observados al microscopio, que en conjunto con las observaciones al MEB no entregaron indicios de formación de incrementos en los EST, por lo que éstas estructuras no servirían para determinar la edad en *O. mimus*.

La edad y el crecimiento de los representantes de la clase Cefalopoda se encuentra muy bien documentado para el orden Teutida (Jereb *et al.*, 1991) no siendo así para el orden Octopoda, ya que no existen estudios de determinación de edad en estructuras duras a nivel mundial para las especies de hábitos bentónicos, debido a que no se observa la formación de incremento en los estatolitos. Sin embargo, Raya y Hernández-González (*in press*) consiguen con un nuevo método determinar la edad en *Octopus vulgaris* del Atlántico centro oriental mediante la utilización de las mandíbulas.

La metodología de preparación y observación de las MAN resultó ser efectiva con algunas modificaciones a lo planteado por Raya y Hernández-González (*in press*), demandando gran cantidad de tiempo y recursos económicos.

Los incrementos observados en las MAN inferior se presentaron en forma notoria en el eje de lectura, no así en la MAN superior en la cual se hizo más difícil la lectura, hay que considerar que estas estructuras presentan morfología y funciones distintas (Raya y Hernández-Fernández, *in press*).

El tamaño de los incrementos observados en las MAN presenta un ancho relativamente constante, en donde no existe mucha variabilidad, lo que coincide con los resultados obtenidos por Raya y Hernández-González (*op. cit.*) en *O. vulgaris* del Atlántico centro oriental, la diferencia radica en

el tamaño de los incrementos en *O. mimus* los cuales son algo más grande. El ancho constante de los incrementos, a lo largo del eje de lectura, apoya la extrapolación que se realizó en algunas muestras para estimar la edad de los individuos.

Al utilizar microincrementos de crecimiento para determinar la edad, hay dos aspectos que hay que tener en cuenta, primero, la periodicidad de formación de los incrementos y segundo, el momento de formación del primer incremento. Sobre la periodicidad, nuestros resultados nos permiten sugerir que la formación de los incrementos son de naturaleza diaria, basado en, (a) el aspecto y tamaño constante de los incrementos; (b) la relación entre NI y LC; (c) NI con la longitud del eje de lectura en la cual se ajusto una línea recta con una pendiente de $23,6 \mu/\text{día}$; y (d) la cantidad de incrementos formados después de la marca producida por el estrés, aunque, la segunda marca no aparece claramente en los cortes de las mandíbulas y por otro lado el número de incrementos promedio entre la marca y el borde fue de 41.

En cuanto al momento de formación del primer incremento, este es un aspecto que no se determinó en el presente estudio por lo que habría que tenerlo presente en el futuro, ya que el primer incremento lo puede formar durante la incubación del huevo, o al momento de la eclosión o bien cuando se asientan al fondo. Los tiempos que pueden transcurrir en estas etapas son muy variables y dependen principalmente de la temperatura del agua, es así que el tiempo de incubación puede durar entre 35 y 45 días a 17° o 22°C y el tiempo de la fase planctónica entre 30 a 60 días con temperatura de 17° a 22°C (Cortez *et al.*, 1998). Guerra (com.pers.) indica que las MAN de los octópodos incirrados aparecen en el embrión, en un estadio que depende de la especie y a una edad que depende de la temperatura a que haya vivido. Se puede decir, aproximadamente, que a 20°C lo hacen entre los 15-20 días del desarrollo embrionario, sin embargo, no aparecen con la forma típica de MAN que tienen los juveniles bentónicos y adultos, sino que aparecen dentadas por los bordes anteriores. Estos dientes se mantienen durante la fase planctónica y, poco a poco, a medida que se van al fondo, las MAN se van conformando tal y como las conocemos en los juveniles bentónicos y en los adultos.

No obstante, a la carencia de estudios de edad y crecimiento en octópodos utilizando estructuras duras, existen estudios de crecimiento realizados con individuos mantenidos en cautiverio, e.g.,

Forsythe (1984) con *O. joubini*, Forsythe y Hanlon (1988) con *O. bimaculoides*, Hanlon y Wolterding (1989) en *O. briareus* y Cortez *et al.* (1999) en *O. mimus*, además, de una revisión del crecimiento en longitud y peso de octópodos bentónicos, también mantenidos en cautiverio, realizado por Forsythe y Van Heukelem (1987).

De los estudios anteriores, se desprende que para explicar el crecimiento de los octópodos se han ajustado una serie de modelos, tales como lineal, logístico, von Bertalanffy, exponencial, potencial, logarítmico, entre otros (Fig. 74) (Guerra, 1979b; Forsythe, 1984; Forsythe y Van Heukelem, 1987). Pero principalmente lo que mejor explica el crecimiento de estos individuos a lo largo de su historia de vida son los modelos del tipo exponencial ($y=ae^{bx}$), en una primera etapa y luego el modelo logarítmico ($y=a+b\ln x$) o el potencial ($y=ax^b$). En el presente estudio se ajustaron tres modelos a la información de LDM o WT con el número de incrementos, siendo estos el de von Bertalanffy, logarítmico y potencial, el motivo de ajustar tres modelos a los datos se debió a la gran variabilidad que presenta la LDM y el WT para un mismo número de incremento, esta variabilidad ya ha sido documentada por Mangold y Boletzky (1973, *vide* Guerra, 1979a) quienes observaron en *O. vulgaris*, que los individuos pertenecientes a una misma cohorte pueden presentar una variabilidad considerable de tamaño al finalizar el primer año de vida, debido a diferentes causas, entre ellas; la diferente duración del desarrollo embrionario y la influencia de las condiciones ambientales que afectan profundamente las tasas de crecimiento. Por lo cual, los mismos autores plantean que no existiría una relación entre el tamaño de un pulpo y su edad, lo que imposibilita el establecimiento de auténticas clases de edad en una población de estos organismos, así mismo, Cortez *et al.* (1998) indica que individuos de *O. mimus* de una misma edad pueden existir diferencias de hasta 500 g, lo que no concuerda con los resultados del presente del estudio ya que se encuentran diferencias de hasta 3000 g en el caso de las hembras y 2000 g en los machos.

De los tres modelos ajustados a la información de LDM y WT con el número de incrementos, el que mejor se ajusta, en todos los casos, es el de von Bertalanffy ya que es el que obtiene la menor sumatoria de residuos al cuadrado. Los otros dos modelos se entregan ya que las diferencias con el de von Bertalanffy no son muy marcadas y por otro lado los tres modelos son estadísticamente significativos.

Smale y Buchan (1981) con experimento en laboratorio indican que *O. vulgaris* de SudAfrica presenta un período de vida de 9 a 12 meses en el caso de las hembras y de 12 a 15 meses en los machos, encontrando una gran variación en la tasa de crecimiento individual. Así también, Domain *et al.* (1997 *fide* Raya y Hernández-González, *in press*) con ejemplares en cautiverio de *O. vulgaris* encuentra gran variación individual en el crecimiento en peso y sugieren que la especie presenta un ciclo de vida corto de alrededor de 12 a 15 meses, tanto para hembras como machos.

Es importante considerar, el período de muestreo en que se realizó el presente estudio, como respuesta al rápido crecimiento de éstos organismos, ya que nos encontrábamos bajo un evento El Niño, en donde la temperatura ocasiona un fuerte impacto en el crecimiento ya sea, acelerando o desacelerando el crecimiento (Natsukari *et al.*, 1993). Forsythe (1993a) demuestra mediante simulación con información de *Loligo forbesi*, como pequeños cambios en la temperatura pueden llegar a afectar las tasas de crecimiento y la estructura de una población de cefalópodos. El mismo autor (Forsythe, 1983b) indica que en *O. maya* la temperatura puede doblar la tasa de crecimiento, señalando que individuos que estuvieron expuestos a una temperatura de 30 °C y otro grupo a 20 °C para alcanzar una misma longitud se demoraron 75 y 165 días, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, *O. mimus* de la zona norte de Chile es una especie con una alta tasa de crecimiento alcanzando el kilo de peso a los dos meses y medio, contados desde que este forma su primer incremento en la MAN, lo que ocurriría al momento de asentarse al bentos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARKHIPKIN, A.I. 1991. Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. In: Squid age determination using statoliths. P. Jereb, S. Ragonese, S. Von Boletzky (Eds.). N.T.R.- I.T.P.P, Special Publications, N 1, 1991. 11 - 17.
- ARKHIPKIN, A. I. 1992. Reproductive system structure, development and function in cephalopods with a new general scale for maturity stages. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 12:63-74
- ARREGUIN-SANCHEZ, F. 1992. Growth and seasonal recruitment of *Octopus maya* on Campeche bank, México. NAGA, 15(2): 31-33.
- BIGELOW, K.A. 1992. Age and growth in paralarvae of the mesopelagic squid *Abralia trigonura* based on daily growth increments in statolith. Mar. Ecol. Prog. Ser., 82: 31-40.
- BIGELOW, K.A. and K.C. LANDGRAF. 1993. Hatch dates and growth of *Ommastreepes bartramii* paralarvae from Hawaiian waters as determined from statolith analysis. Recent Advances in Fisheries Biology: 15-24 pp.
- CAMPANA, S.E. and J.D. NEILSON. 1985. Microstructure of fish otolith. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 1014-1032.
- CLARKE, M.R. 1965. "Growth rings" in the beaks of the squid *Moroteuthis ingens* (Oegopsida, Onychoteuthidae). Malacologia, 3(2): 297-307.
- CLARKE, M.R. 1978. The cephalopod statolith - An introduction to its form. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 58: 701-712.

- CORTEZ, T., W. COTTON y U. PARKER. 1992. Diagnóstico de las pesquerías del pulpo en la primera región de Chile. Informe Final. Proyecto UNAP/SERPLAC. Iquique (CHILE). Diciembre 1992: 114 pp.
- CORTEZ, T., A.F. GONZALEZ and A. GUERRA. 1999. Growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fish. Res.* 40: 81-89.
- CORTEZ, T., A. GUERRA, J. VERGARA, M. CORDERO y W. COTTON. 1998. Caracterización del ciclo reproductivo del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en las Regiones I a III. Informe Final. Proyecto FIP N° 96-47, Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca. 89 p.
- COTTON, W. 1992. Evaluación de la intensidad de explotación del pulpo *Octopus sp.* a través del análisis de frecuencia de longitudes durante el período verano - otoño de 1991 en la zona de Iquique. Tesis para optar al Título de Biólogo Pesquero. Depto. Ciencias del Mar. Univ. Arturo Prat. 51 pp.
- DAWE, E.G., R.K. O'DOR, P.H. ODENSE and G.V. HURLEY. 1985. Validación and application of an ageing technique for Short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *J. Northw. All. Fish. Sci.*, 6: 107-116.
- FORSYTHE, J. 1984. *Octopus joubini* (Mollusca: Cephalopoda): a detailed study of growth through the full life cycle in a closed seawater system. *J. Zool., Lond.* 202, 393-417.
- FORSYTHE, J. 1993 a. A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods. In *Recent Advances in Fisheries Biology*. T. Okutani, R.K. O'Dor, T. Kubodera (Eds.), Tokio; Tokai University Press: 241-262.
- FORSYTHE, J. 1993 b. Comments on laboratory growth of benthic octopods and growth assessment techniques. In *Recent Advances in Fisheries Biology*. T. Okutani, R.K. O'Dor, T. Kubodera (Eds.), Tokio; Tokai University Press: 704-709.

- FORSYTHE, J. and W.F. VAN HEUKELEM. 1987. Growth. In Cephalopod Life Cycles. Vol II. Comparative Reviews Academic Press, London: 135-156.
- FORSYTHE, J. and R.T. HANLON. 1988. Effect of temperature on laboratory growth, reproduction and life span of *Octopus bimaculoides*. Mar. Biol. 98: 369-379.
- GUERRA, A. 1979a. Edad y crecimiento en *Octopus vulgaris* del Atlántico Centro-Oriental. CECAF/ECAF. series 78/11: 113-126.
- GUERRA, A. 1979b. Fitting a von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. Inv. Pesq., 43: 319-326.
- HANLON, R.T. and M.R. WOLTERDING. 1989. behavior, body patterning, growth and life history of *Octopus briareus* cultured in the laboratory. Amer. Mal. Bull. 71: 21-45.
- HATFIELD, M.C. 1991. Post-recruit growth of the patagonian squid *Lolligo gahi* (D'orbigny). Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 349-361.
- HURLEY, G. V. and BECK, P. 1979. The observation of growth rings in statoliths from the ommastrephid squid, *Illex illecebrosus*. Bull. Am. Malcol. Union Inc., 1979: 23-29.
- HURLEY, G.V., P.H. ODENSE, R.K. O'DOR and E.G. DAWE. 1985. Strontium labelling for verifying daily increments in the statolith of the short-finned squid (*Illex illecebrosus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42(2): 380-383.
- JACKSON, G.D. 1989. The use of statolith microstructures to analyze life-history events in the small tropical cephalopod *Idiosepius pygmaeus*. Fish. Bull. U.S., 87: 265-272.
- JEREB, P., S. RAGONESE and S. VON BOLETZKY. (Eds.) 1991. Squid age determination using statoliths. N.T.R.-I.T.P.P. Especial Publication. N. 1. 127 p.

- KRISTENSEN, T.K. 1980. Periodical growth rings in cephalopod statolith. *Dana*, 1: 39-51.
- LIPINSKI, M. 1986. Methods for the validation of squid age from statolith. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 66: 505-526.
- NAKAMURA, Y. and Y. SAKURAI. 1991. Validación of daily growth increments in statolith of japanese common squid *Todarodes pacificus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57: 2007-2011.
- NAKAMURA, Y. and Y. SAKURAI. 1993. Age determinación from daily growth increment in statolith of some groups of the japanese common squid *Todarodes pacificus*. *Recent Advances in Fisheries Biology*, 337-342.
- PARKER, U. P. 1992. Estimación del potencial reproductivo de *Octopus sp.* (Cephalopoda: Octopoda) durante el pico de desove verano (Enero-Abril, 1991) en la zona norte de Chile. Tesis para optar al Título de Biólogo Pesquero. Univerisdad Arturo Prat. Iquique-Chile. 112 p.
- RAYA, C.P. and C.L. HERNANDEZ-GONZALEZ. (In press). Growth lines within the beak microstructure of the Octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *South African Journal of Marine Science*.
- RODHOUSE, P.G. and E.M.C. HATFIELD. 1990. Age determination in squid using statolith growth increments. *Fish. Res.*, 8: 323-334.
- ROSENBERG, A.A., K.F. WIBORG and I.M. BECH. 1981. Growth of the *Todarodes sagittatus* (Lamarck) (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the northeast Atlantic, based on counts of statolith growth rings. *Sarsia*, 66(1): 53-57.

SMALE, M.J., M.R. CLARKE, N.T.W. KLAGES and M.A.C. ROELEVELD. 1993. Octopod beah identification at a regional level (Cephalopoda, Octopoda: Southern Africa). S. Afr. J. Mar. Sci. 13: 269-293.

VOIGHT, J.J. 1991. Enlarged suckers as an indicator of male in *Octopus*. Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 98-106.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., 405 p.

ANEXOS

ANÁLISIS DE REGRESIÓN ENTRE LAS VARIABLES PESO EVISCERADO – PESO TOTAL PARA EL PULPO DE LA PRIMERA Y SEGUNDA REGION

Se presenta el siguiente anexo con el fin de relacionar el peso total (WT) con el peso eviscerado (WE), información necesaria para fines de comparación y de control. Los análisis de regresión están hechos para la I y II Región y por sexos, no se hizo para el total, dado que estadística y biológicamente entre los sexos existen diferencias significativas.

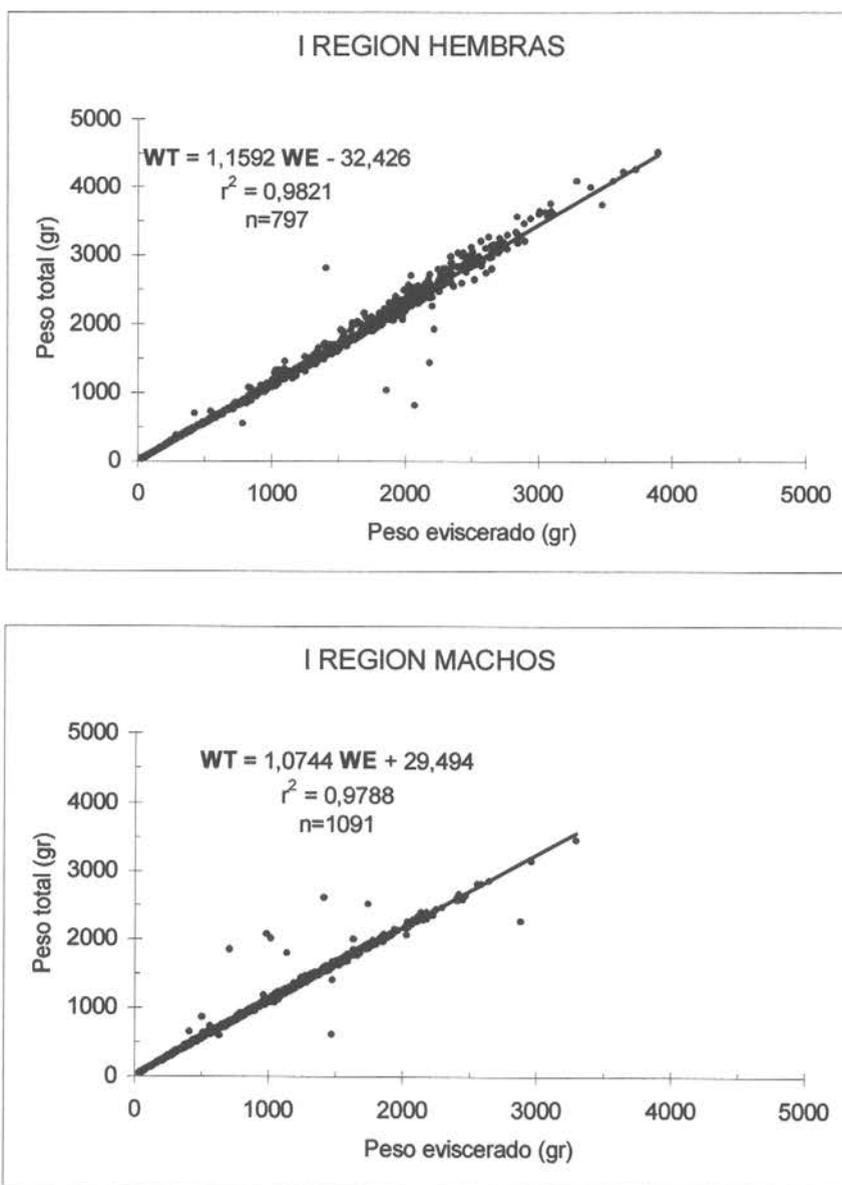


Figura 1(anexo). Relación entre el peso eviscerado y peso total para hembras y machos de la primera región.

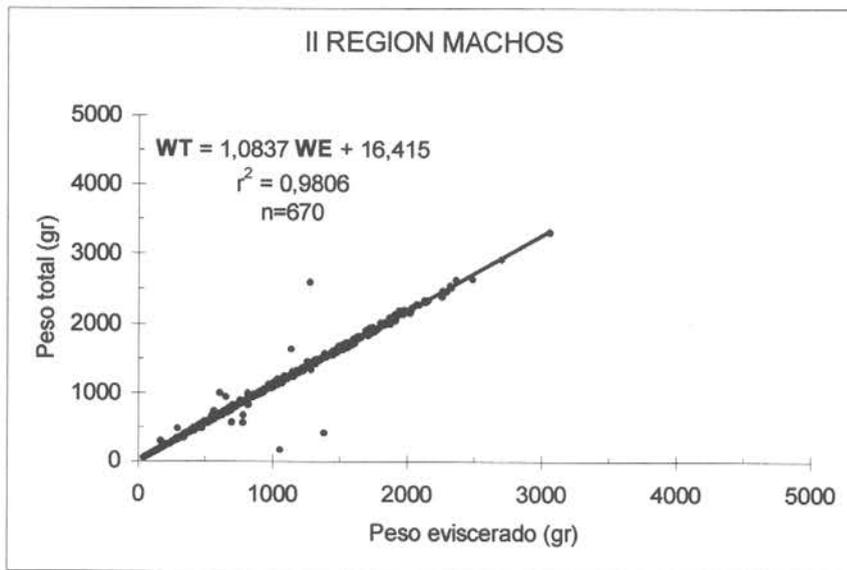
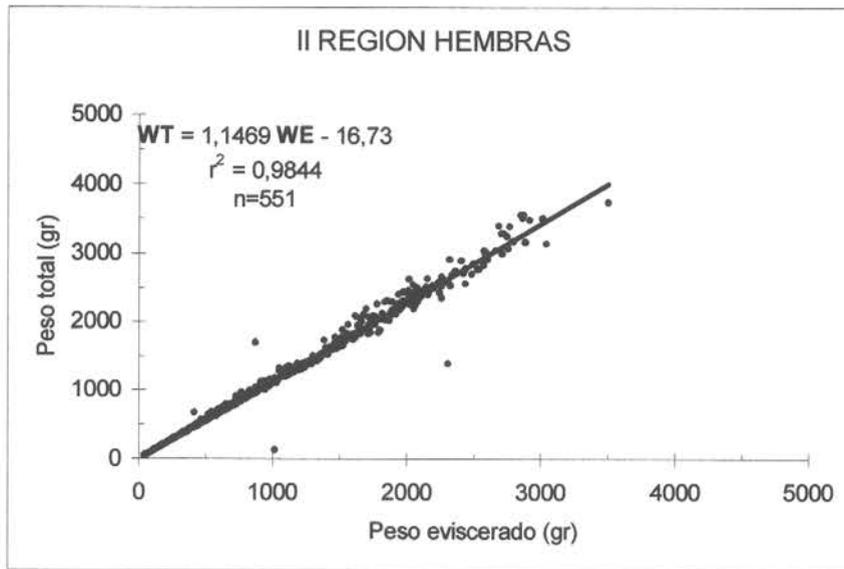


Figura 2(anexo). Relación entre el peso eviscerado y peso total para hembras y machos de la segunda región.

**UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEPTO. CIENCIAS DEL MAR
IQUIQUE-CHILE**

**CURSO: EDAD Y CRECIMIENTO EN CEFALÓPODOS
16 – 19 DE MARZO DE 1998**

PROGRAMA:

LUNES 16 DE MARZO DE 1998

09:30 – 10:30 INAUGURACIÓN

**BIOLOGÍA DE LOS CEFALÓPODOS QUE CONSTITUYEN RECURSOS PESQUEROS EN EL
ATLÁNTICO CENTRO ORIENTAL**

EXPOSITOR: CANDIDATO A DOCTOR, CATALINA PERALES
CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CANARIAS
INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

10:30-11:00 CAFÉ

11:00-12:30 CONTINUACIÓN

12:30-15:00 ALMUERZO

15:00-16:30 CONTINUACIÓN

16:30-17:00 CAFÉ

17:00-18:30 **BIOLOGÍA DE CEFALÓPODOS DE CHILE**

EXPOSITOR: DOCTOR TITO CORTEZ O.
DPTO. CIENCIAS DEL MAR, UNIVERSIDAD ARTURO PRAT.

MARTES 17 DE MARZO DE 1998

09:00 – 10:30 **ALGUNOS PROBLEMAS GENERALES EN ESTUDIOS DE CRECIMIENTOS**

EXPOSITOR: MIGUEL ARAYA C.

DPTO. CIENCIAS DEL MAR, UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

10:30-11:00 CAFÉ

11:00-12:30 **EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO EN LOS CEFALÓPODOS:
PROBLEMÁTICA ACTUAL**

EXPOSITOR: CANDIDATO A DOCTOR, CATALINA PERALES

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CANARIAS

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

15:0-16:30 CONTINUACIÓN

16:30-17:00 CAFÉ

17:00-18:30 CONTINUACIÓN

MIÉRCOLES 18 DE MARZO DE 1998

09:00 – 10:30 LABORATORIO

BIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA EN *Octopus mimus* y *Loligo gahi*

CATALINA PERALES

TITO CORTEZ

10:30-11:00 CAFÉ

11:00-12:30 CONTINUACIÓN: **EXTRACCIÓN DE ESTATOLITOS Y MANDÍBULAS**

CATALINA PERALES

MIGUEL ARAYA

15:0-16:30 **MONTAJE Y PREPARACIÓN DE ESTATOLITOS Y MANDÍBULAS**

CATALINA PERALES

16:30-17:00 CAFÉ

17:00-18:30 CONTINUACIÓN

JUEVES 18 DE MARZO DE 1998

09:00 – 10:30 **PREPARACIÓN Y OBSERVACIÓN DE ESTATOLITOS Y MANDÍBULAS**

CATALINA PERALES

10:30-11:00 CAFÉ

11:00-12:30 CONTINUACIÓN:

15:0-16:30 **ANÁLISIS DE DATOS: DEMOSTRACIÓN DE SOFTWARE “OPTIMAS”
(ANALIZADOR DE IMAGÉNES)**

CATALINA PERALES

16:30-17:00 CAFÉ

17:00-18:30 CONTINUACIÓN

18:30 CLAUSURA

FIGURAS

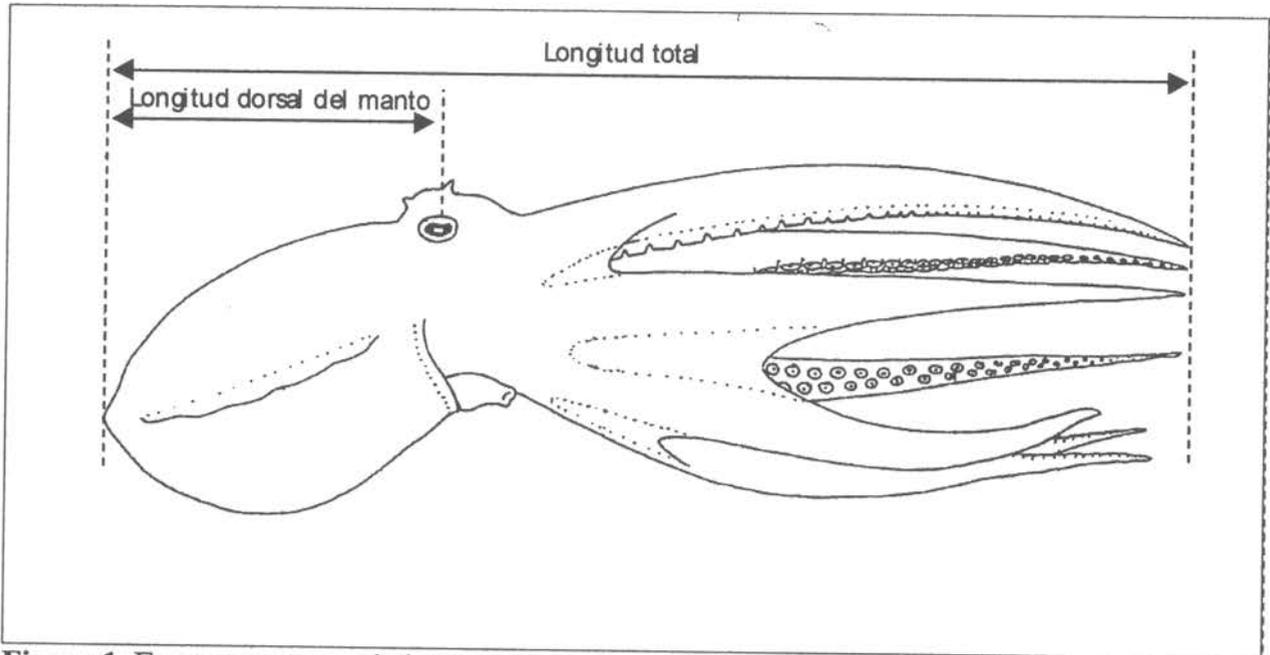


Figura 1. Esquema mostrando las medidas que se tomaron a los ejemplares de *O. mimus*.

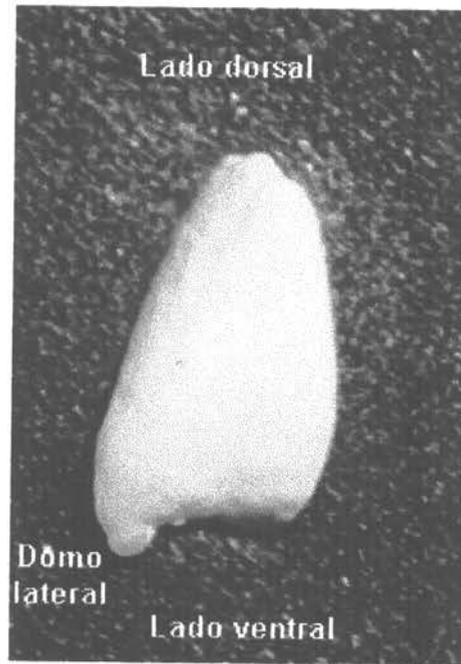


Figura 2. Vista antero-lateral de un estatolito de pulpo (*O. mimus*) a un aumento de 400X. El domo lateral corresponde al lado lateral externo y la parte que no se aprecia corresponde al lado lateral interno.

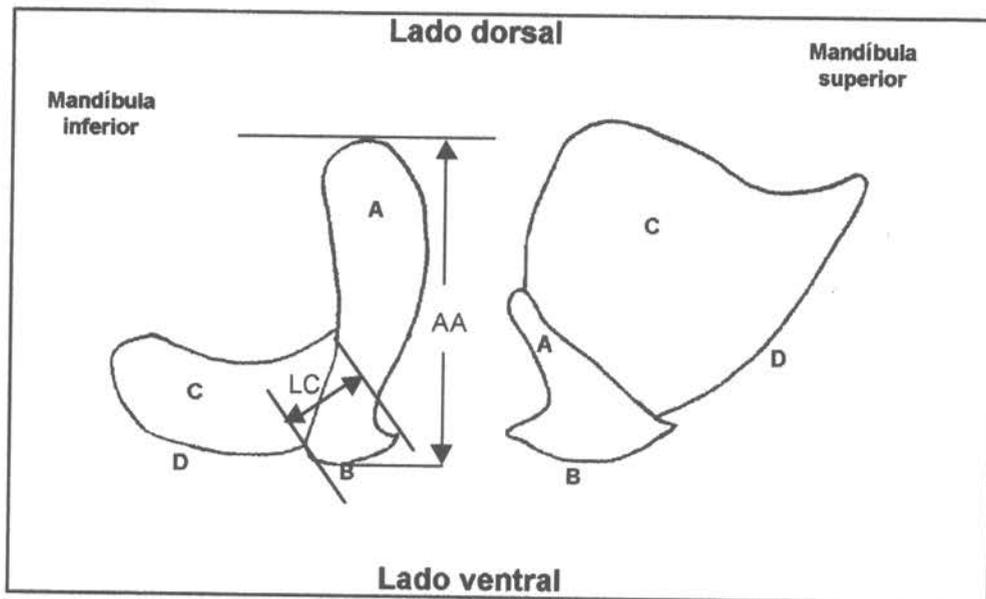


Figura 3. Esquema de la mandíbula superior e inferior de pulpo. A: ala; B: capucha; C: pared lateral; D: cresta; AA: altura del ala; LC: longitud capucha. Terminología utilizada según Clarke (1965) y Raya y Hernández-Gonzalez (*in press*).

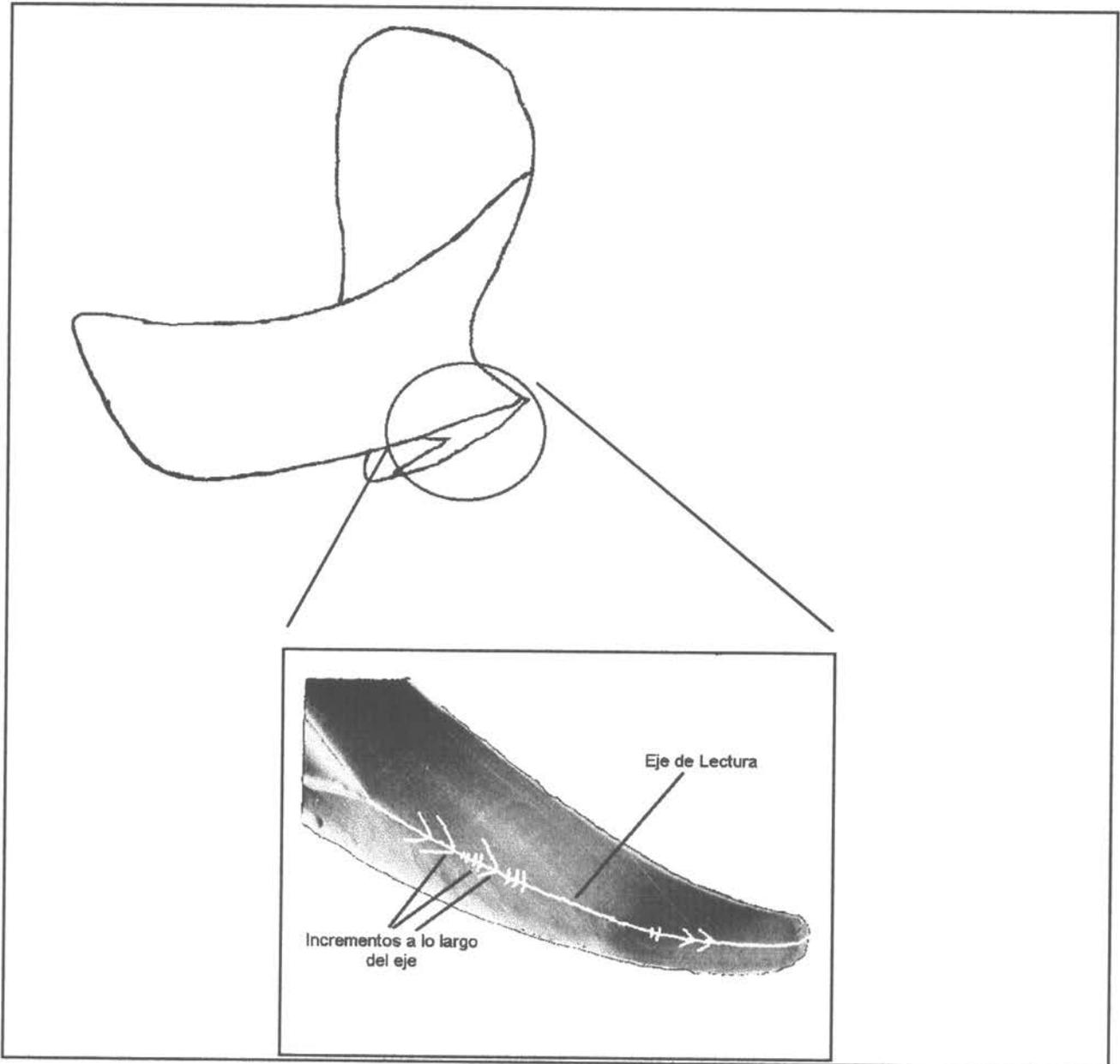


Figura 4. Esquema de la vista sagital de una mandíbula inferior de pulpo. En la parte inferior se muestra el área del rostro donde se ubica el eje de lectura y para efectos de comprensión, se ha dibujado la apariencia de algunos incrementos.



Figura 5. Parte de los estanques utilizados para la mantención de los pulpos en el Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat.

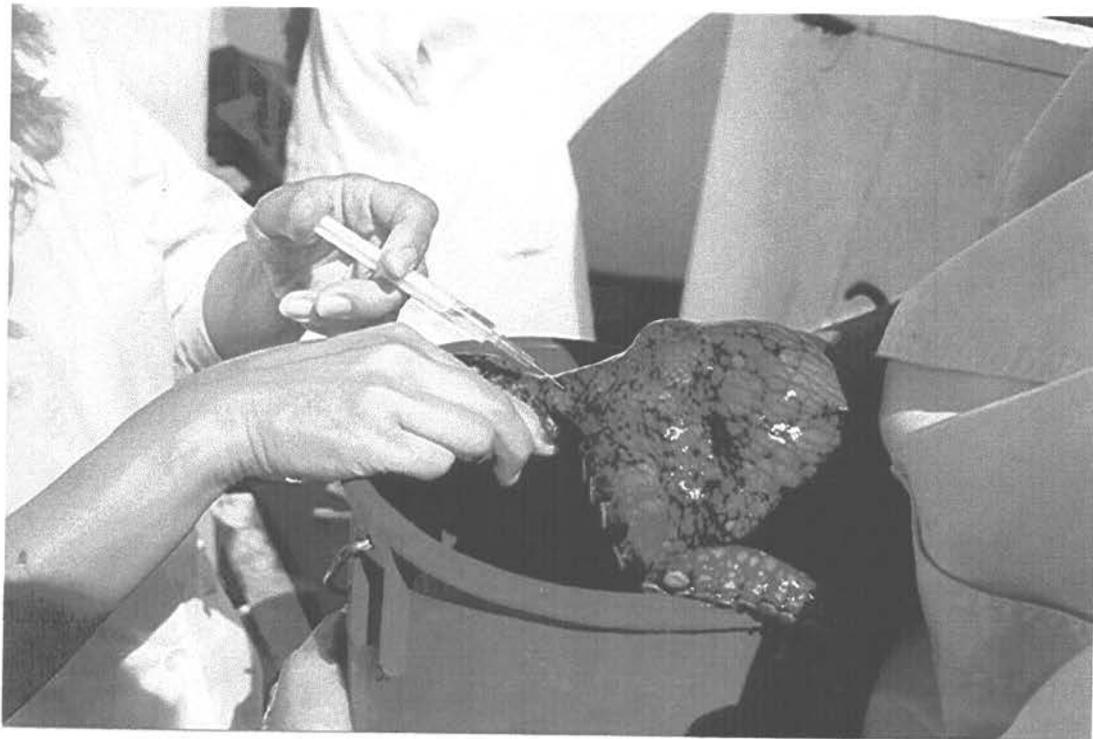


Figura 6. Inyección intramuscular de antibiótico a los ejemplares de *O. mimus*.

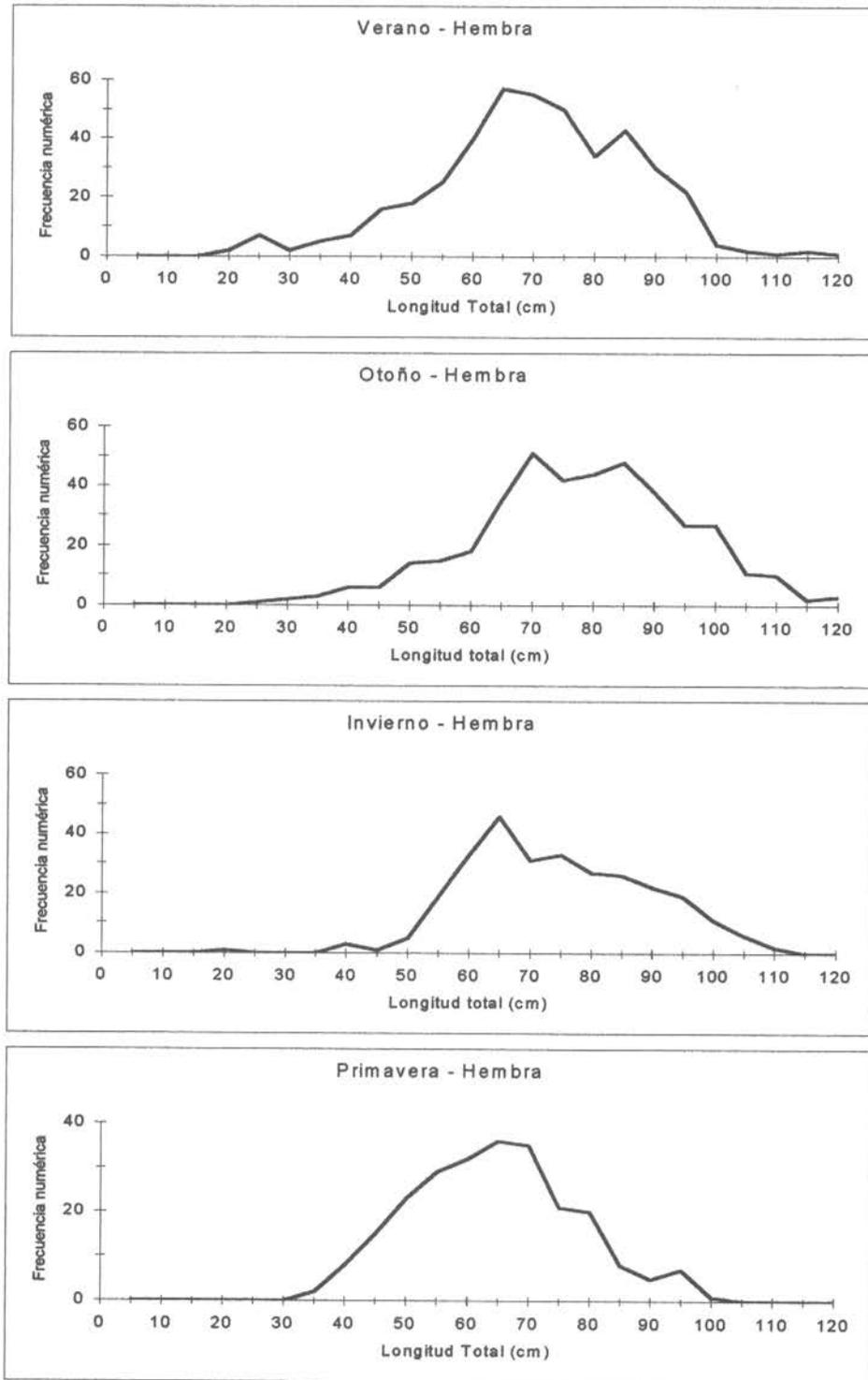


Figura 7. Distribución de frecuencia de la LT por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones

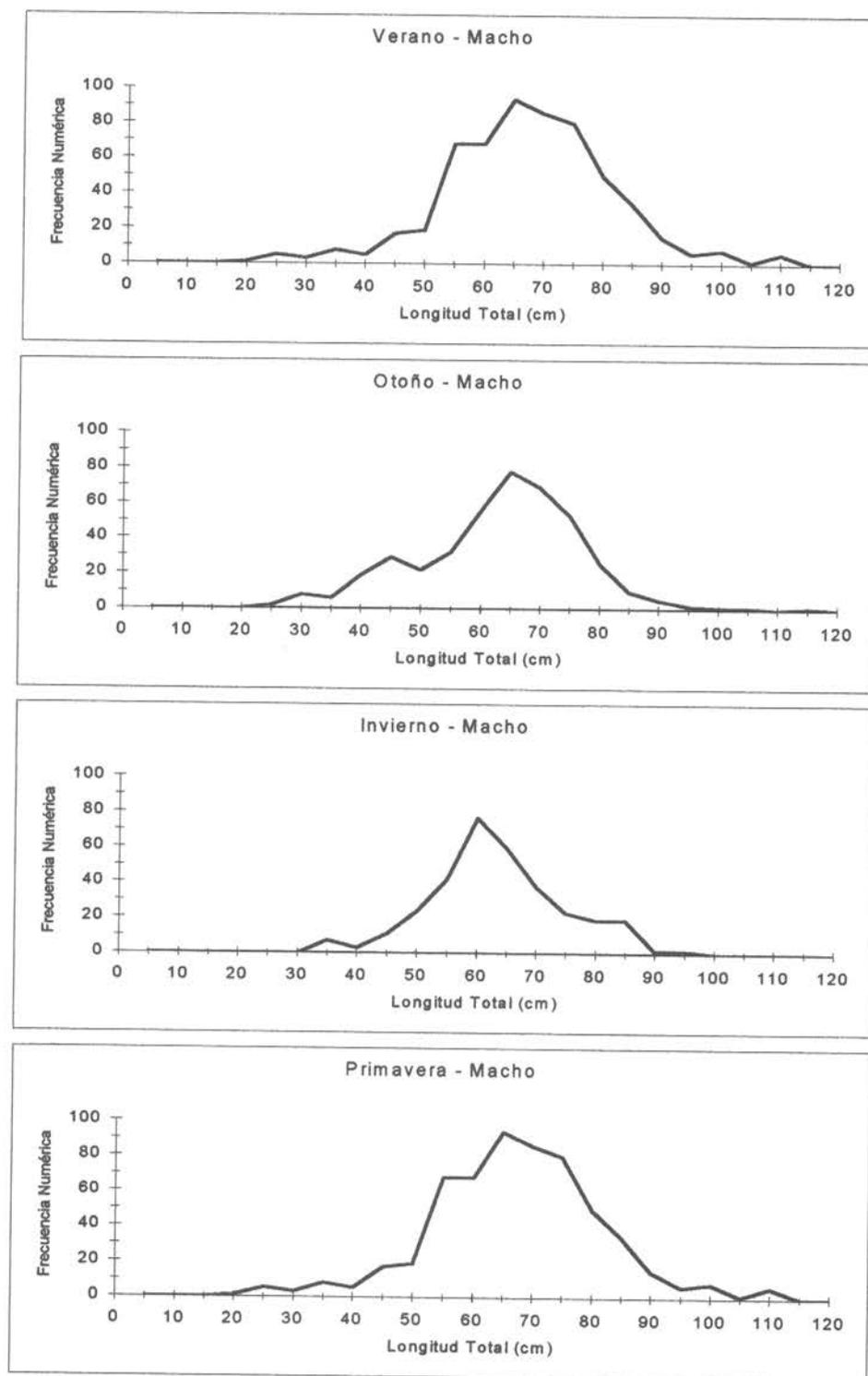


Figura 8. Distribución de frecuencia de la LT por estación de los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones

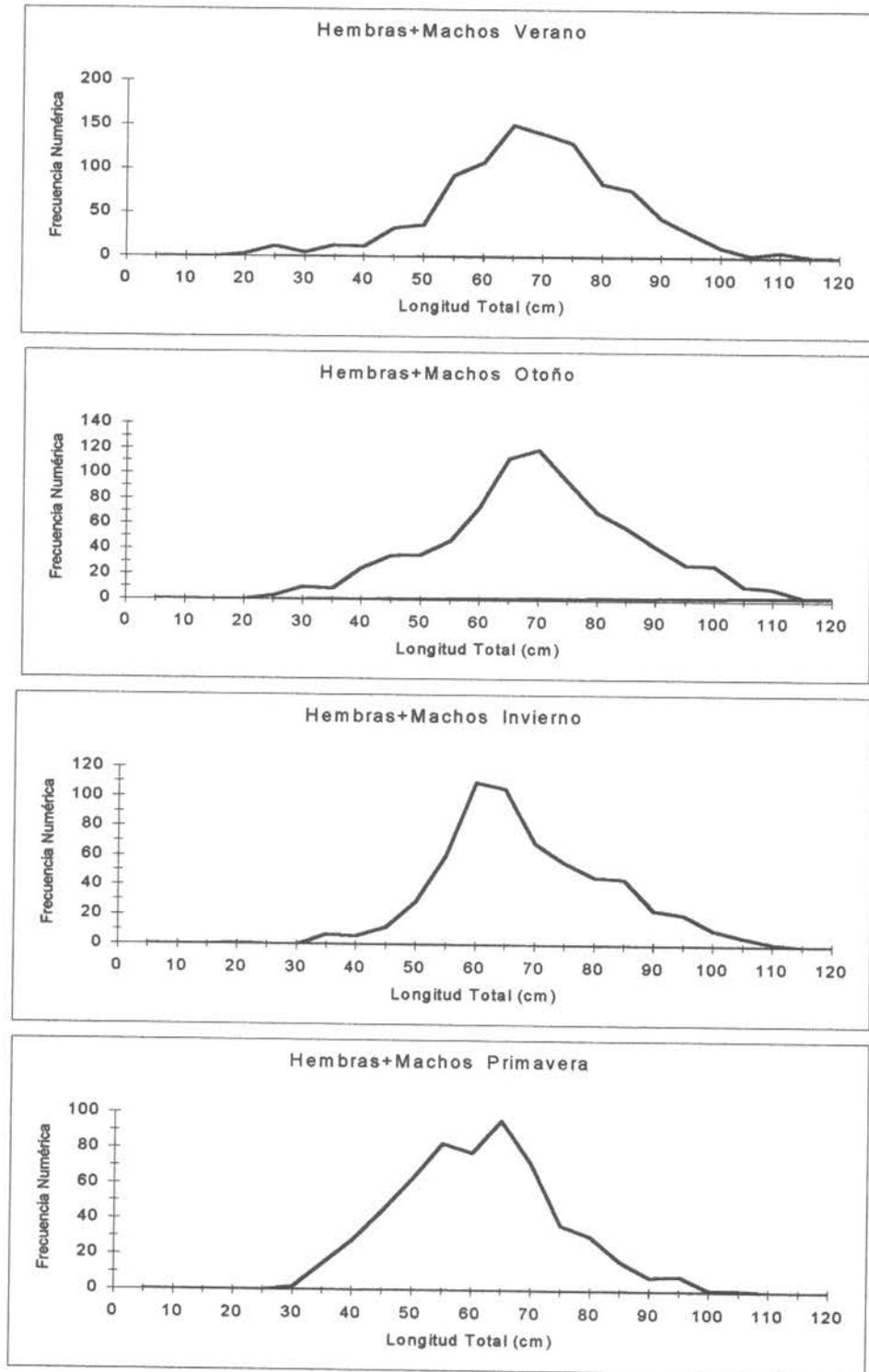


Figura 9. Distribución de frecuencia de la LT por estación de hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

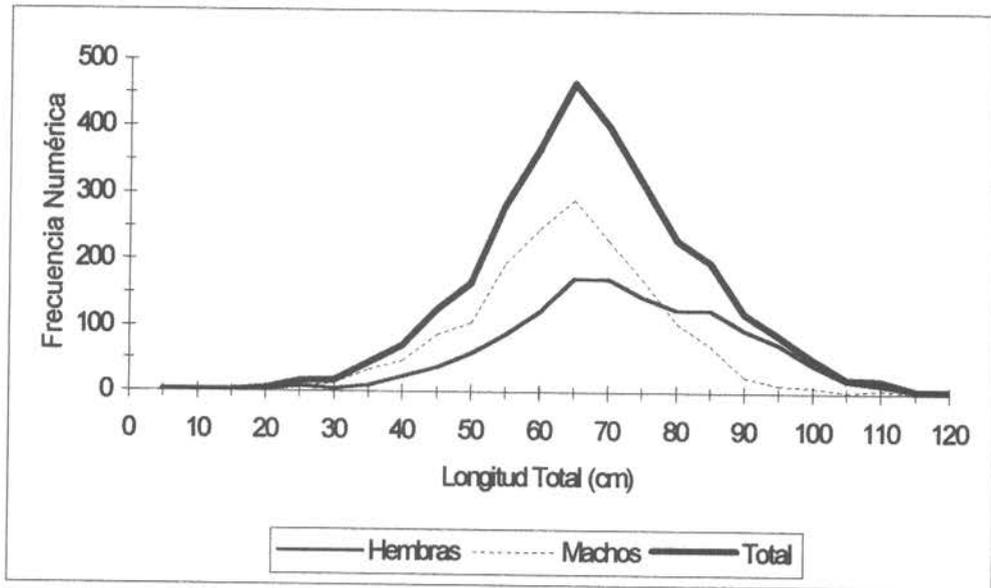


Figura 10. Distribución de frecuencia de la LT por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones

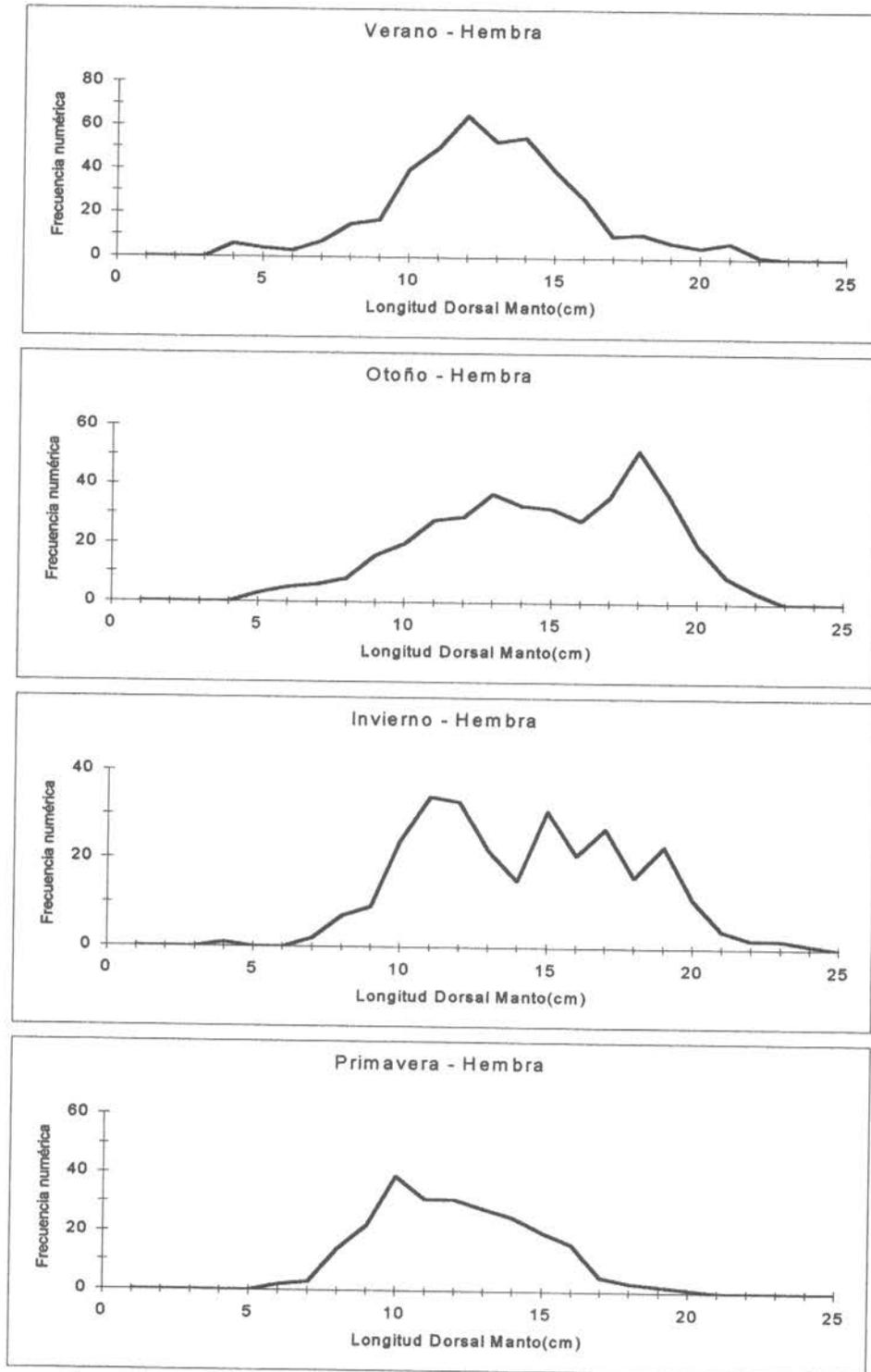


Figura 11. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

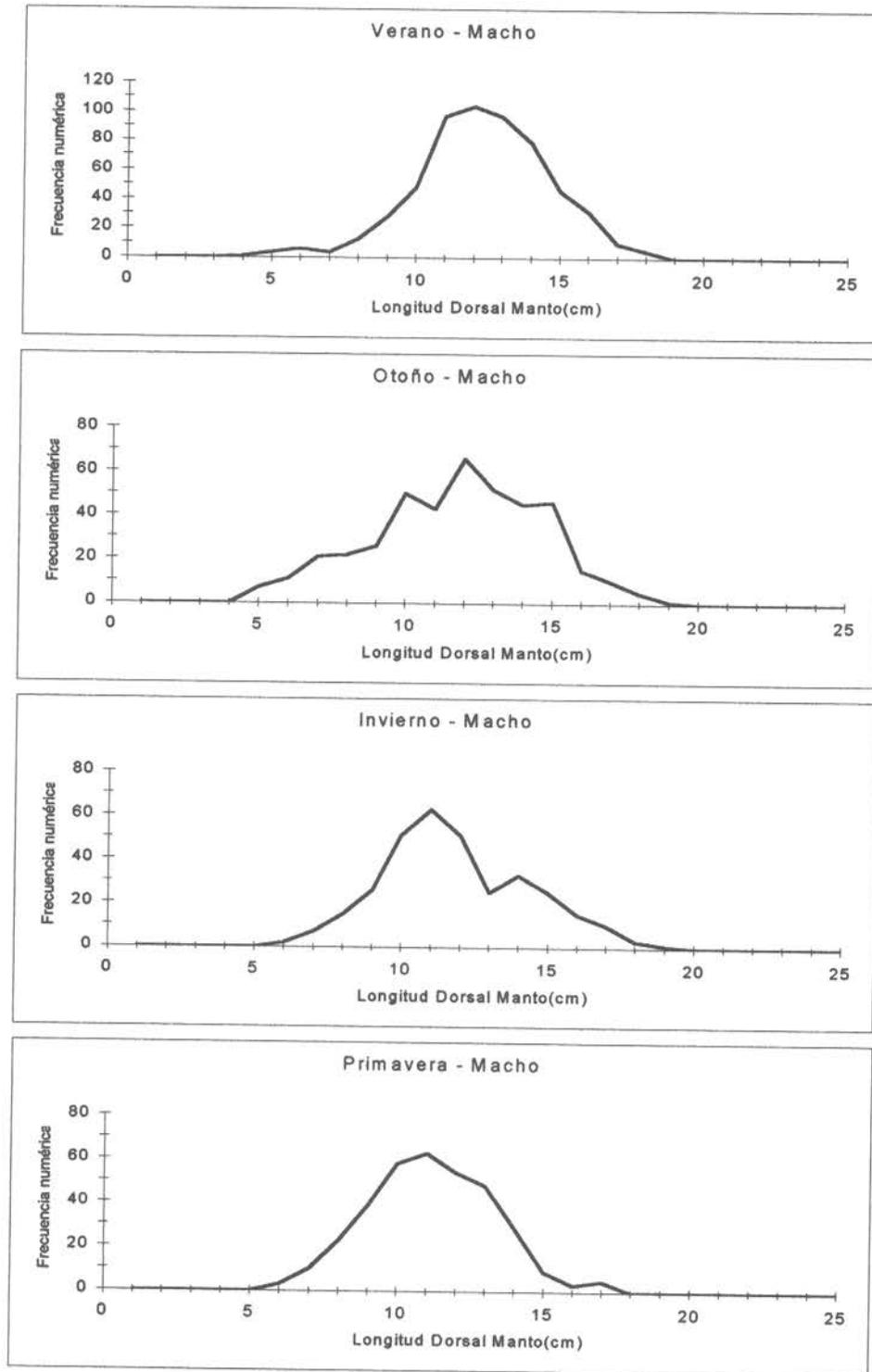


Figura 12. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de los machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

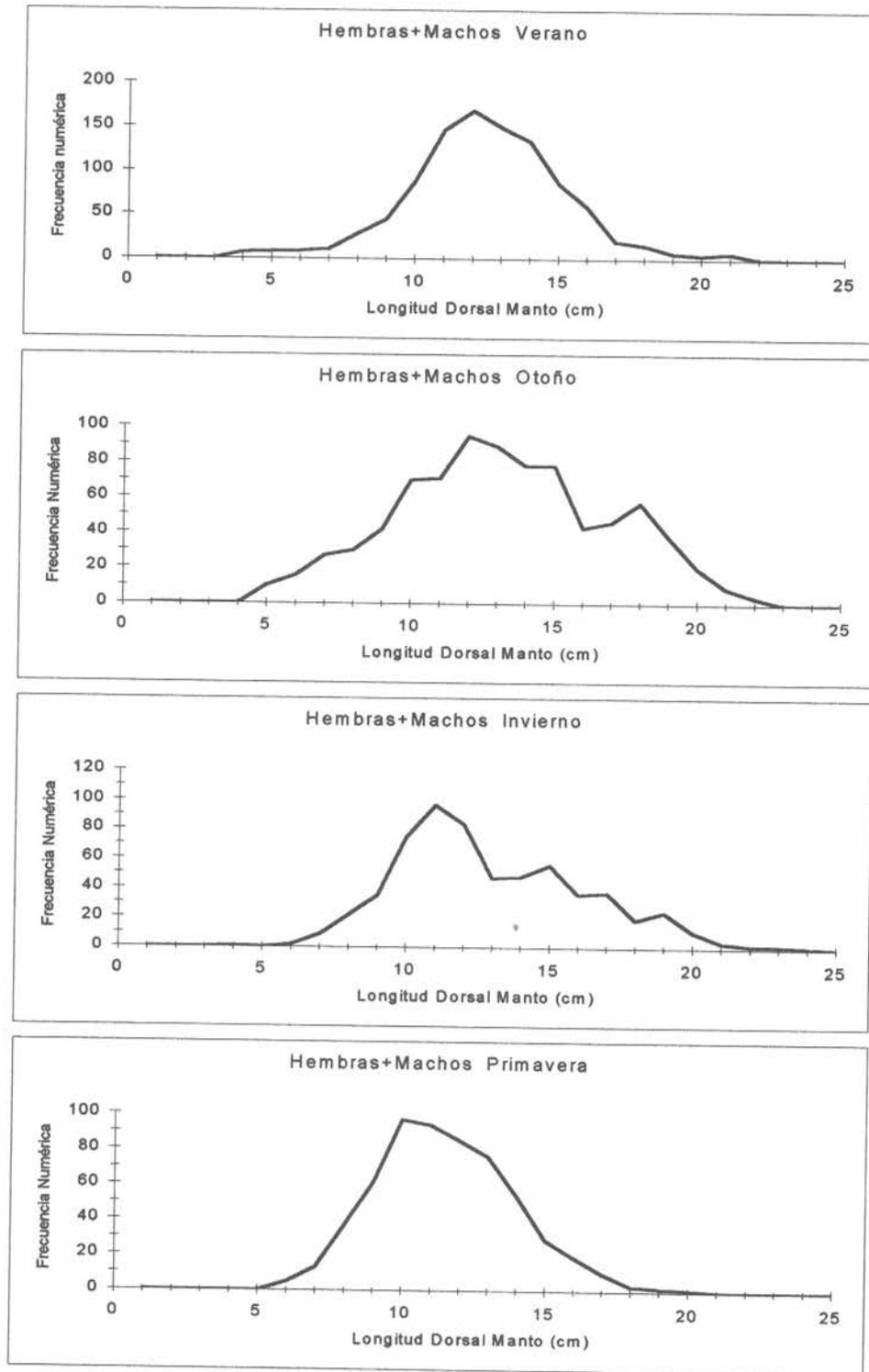


Figura 13. Distribución de frecuencia de la LDM por estación de las hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

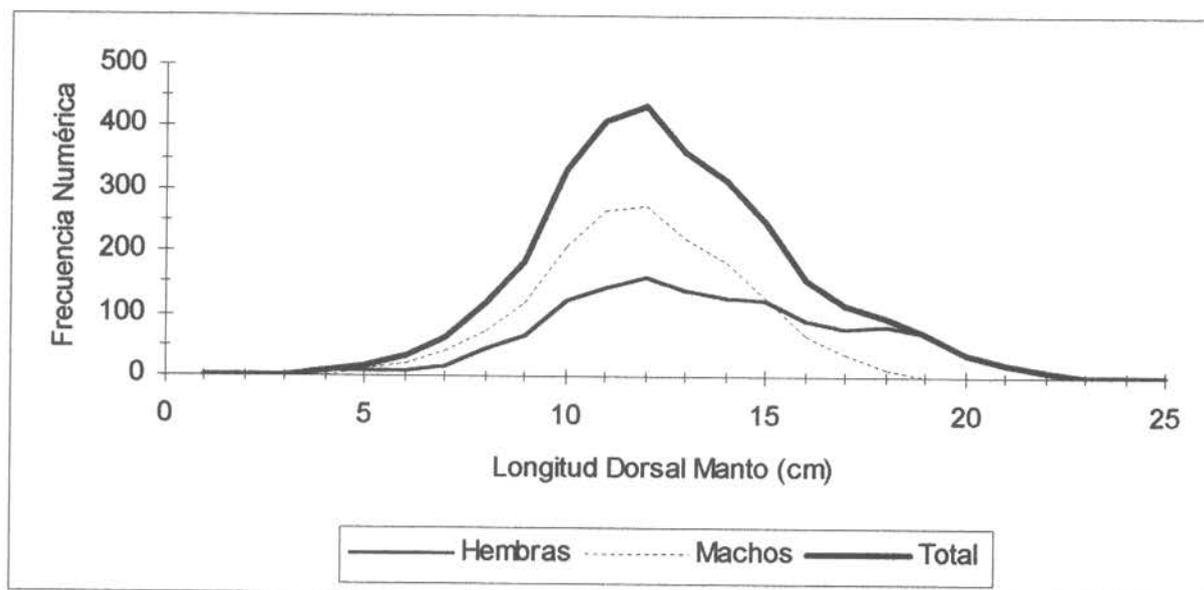


Figura 14. Distribución de frecuencia de la LDM por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

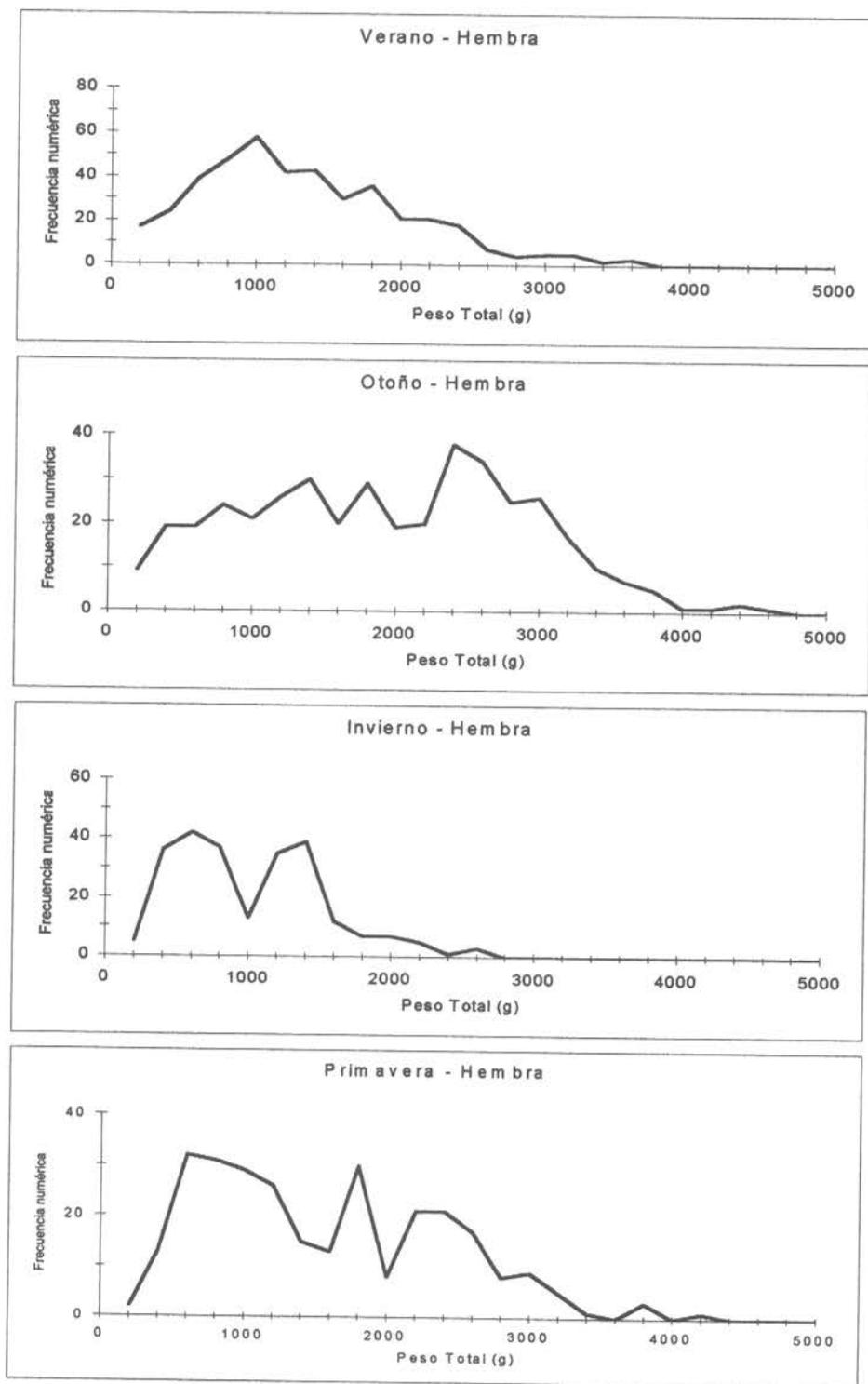


Figura 15. Distribución de frecuencia del WT por estación de las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

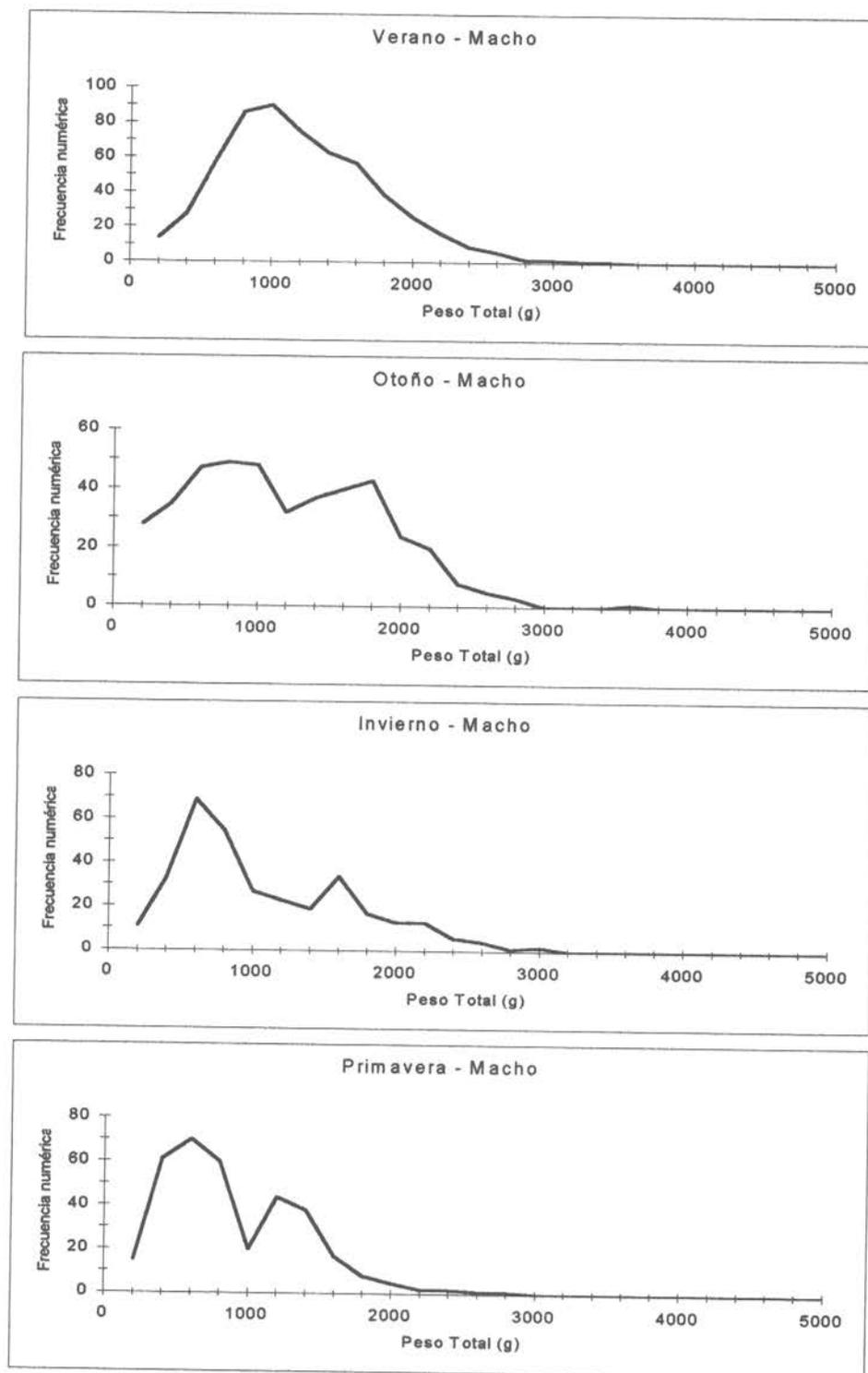


Figura 16. Distribución de frecuencia del WT por estación de los machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

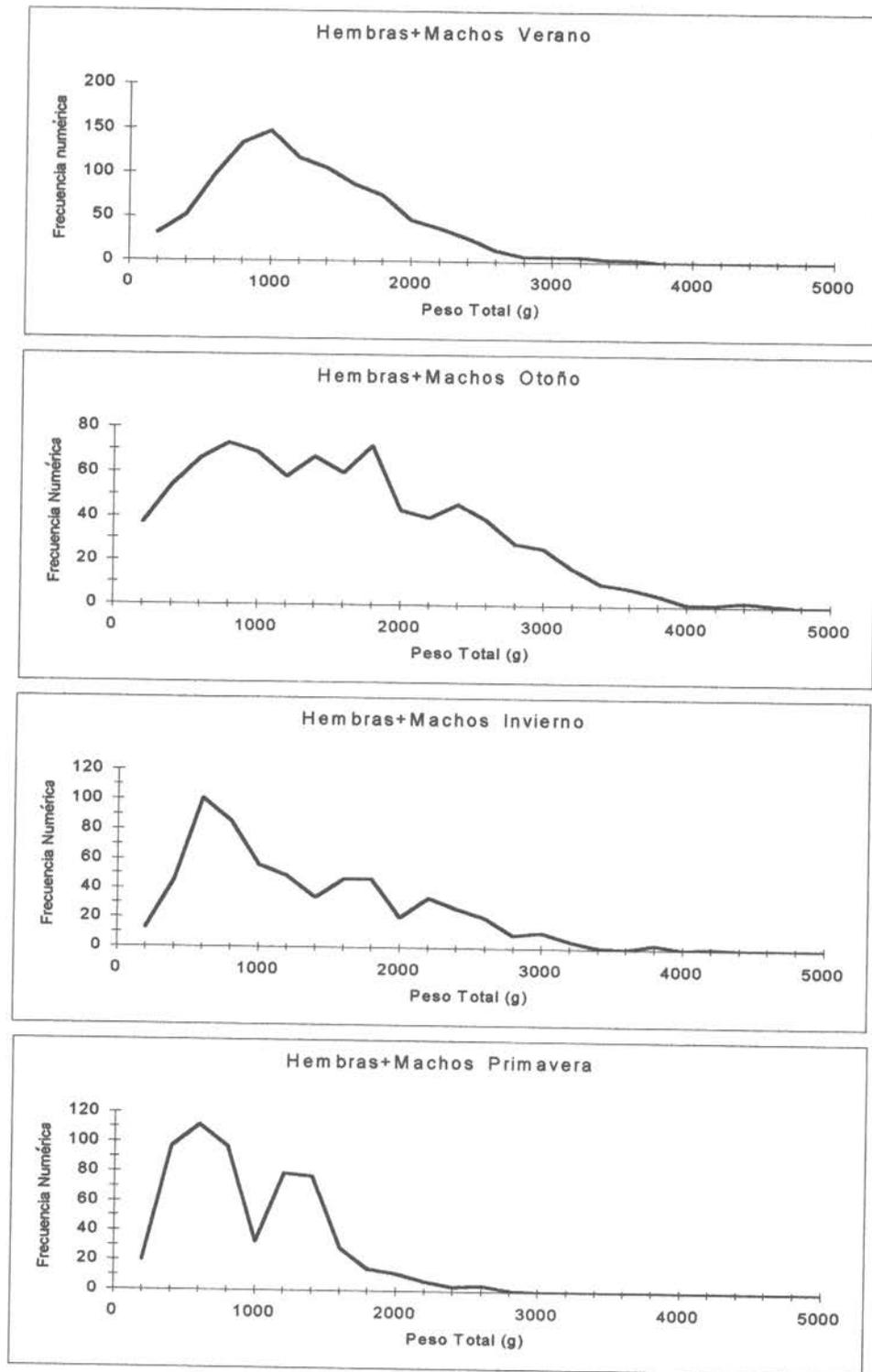


Figura 17. Distribución de frecuencia del WT por estación de las hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

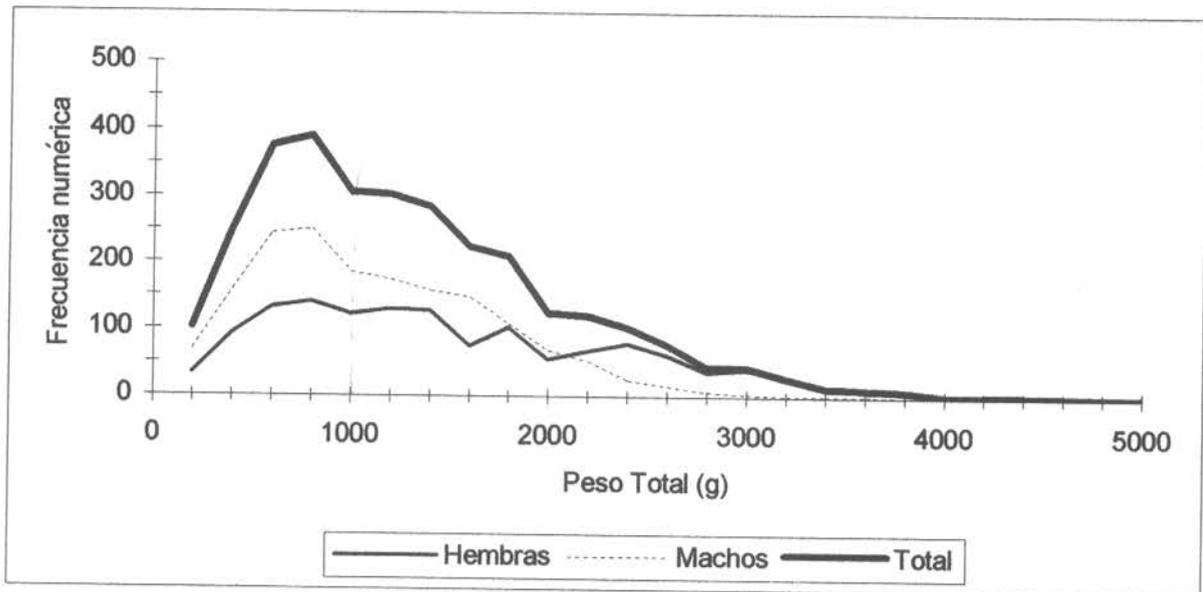


Figura 18. Distribución de frecuencia del WT por sexo y total de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

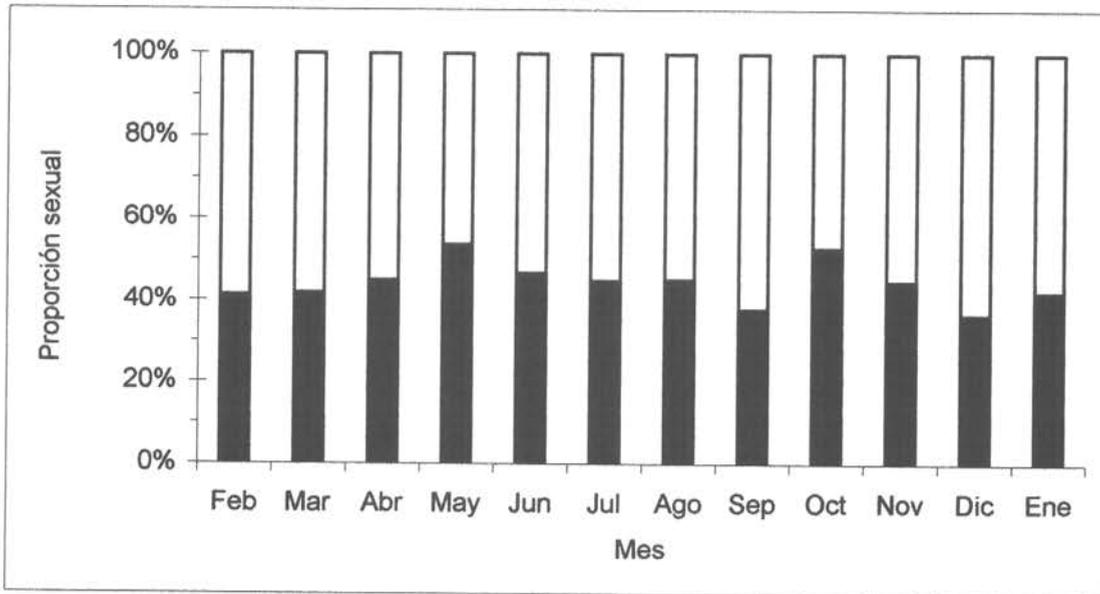


Figura 19. Proporción sexual de machos (barras negras) y hembras (barras blancas) de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

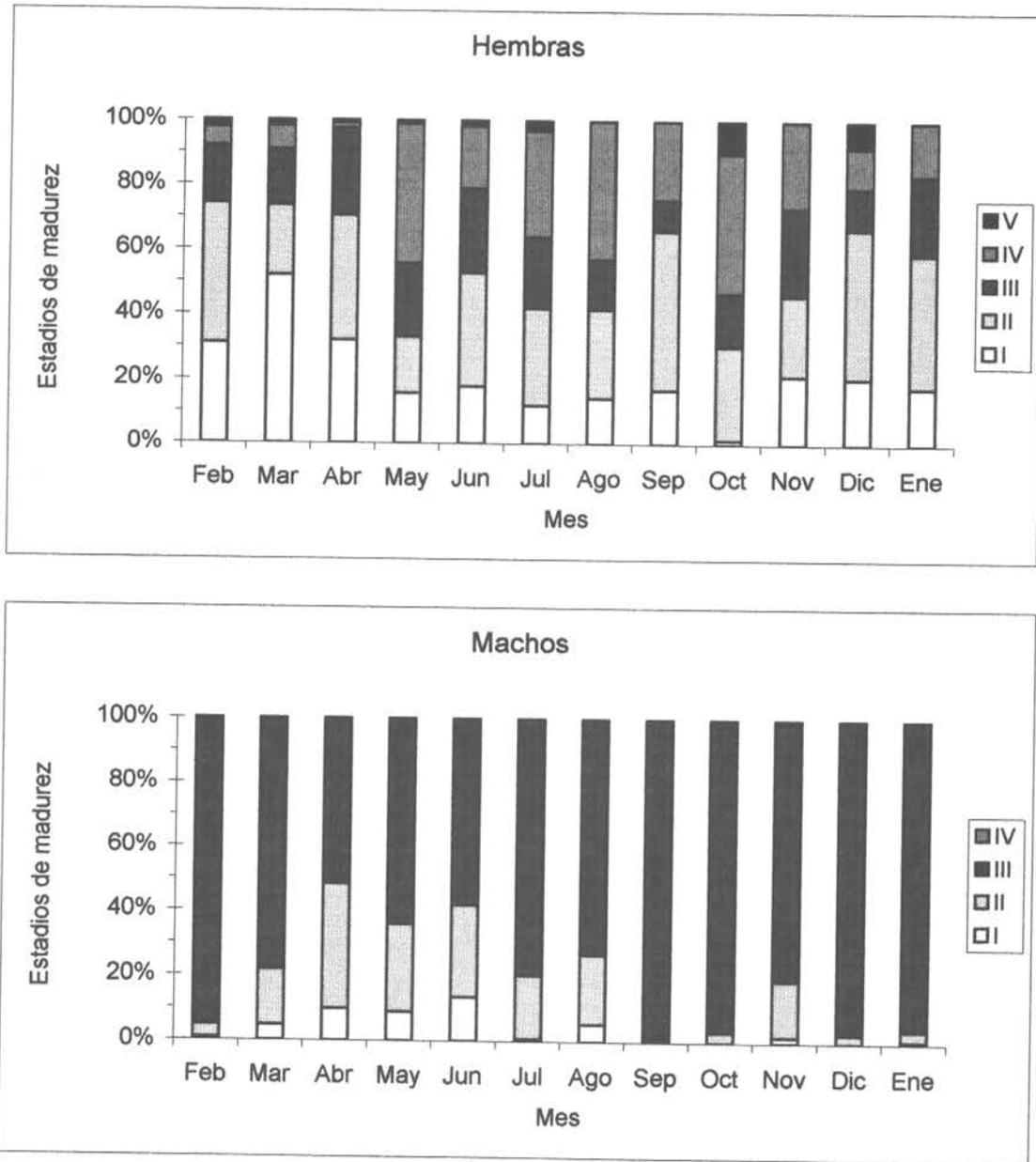


Figura 20. Porcentaje de estadios de madurez sexual por mes de hembras y machos de *O. mimus*, en el período comprendido entre febrero de 1998 a enero de 1999.

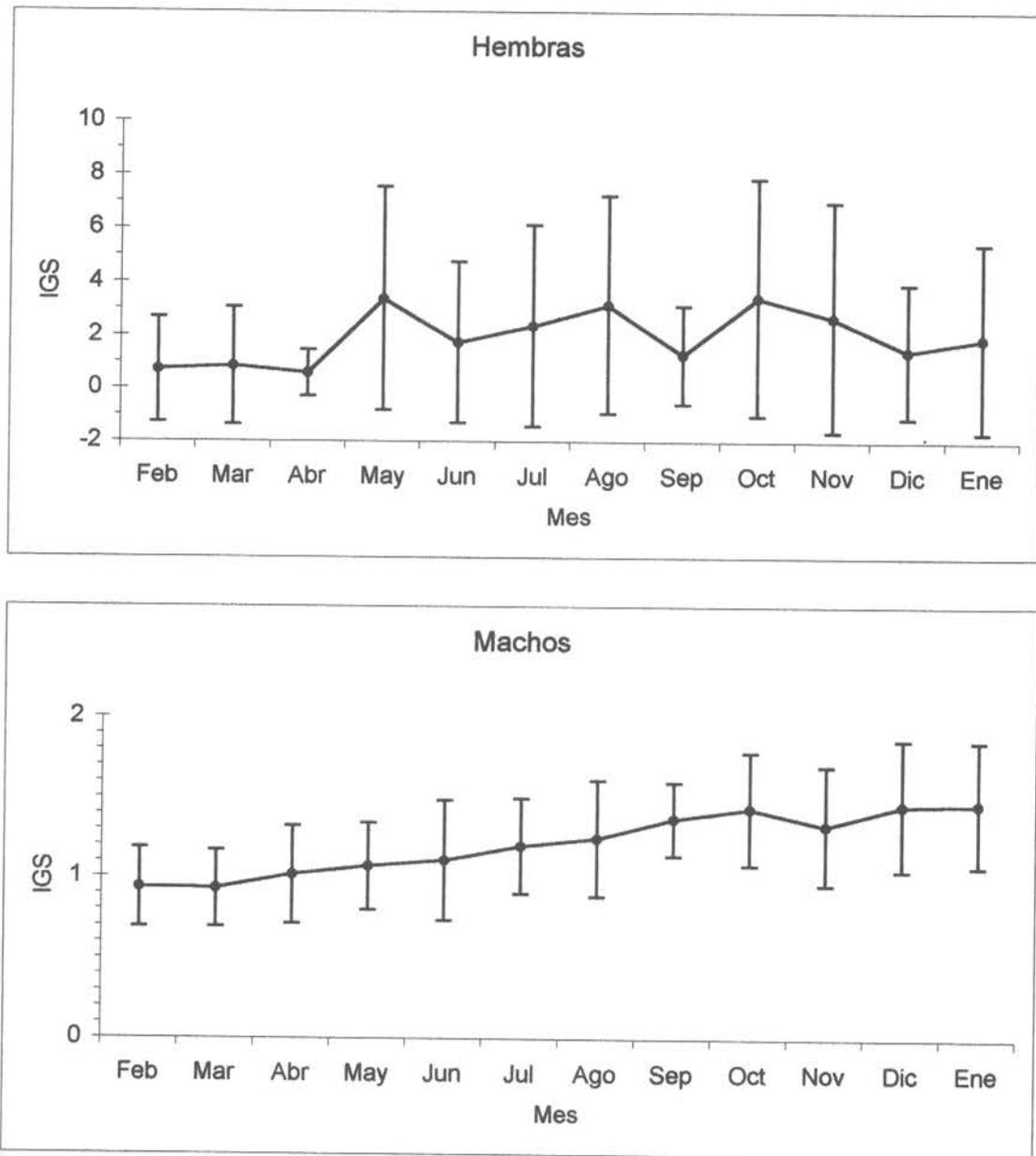


Figura 21. Índice gonadosomático (IGS) por mes para hembras y machos de *O. mimus* durante el período comprendido entre febrero de 1998 a enero de 1999.

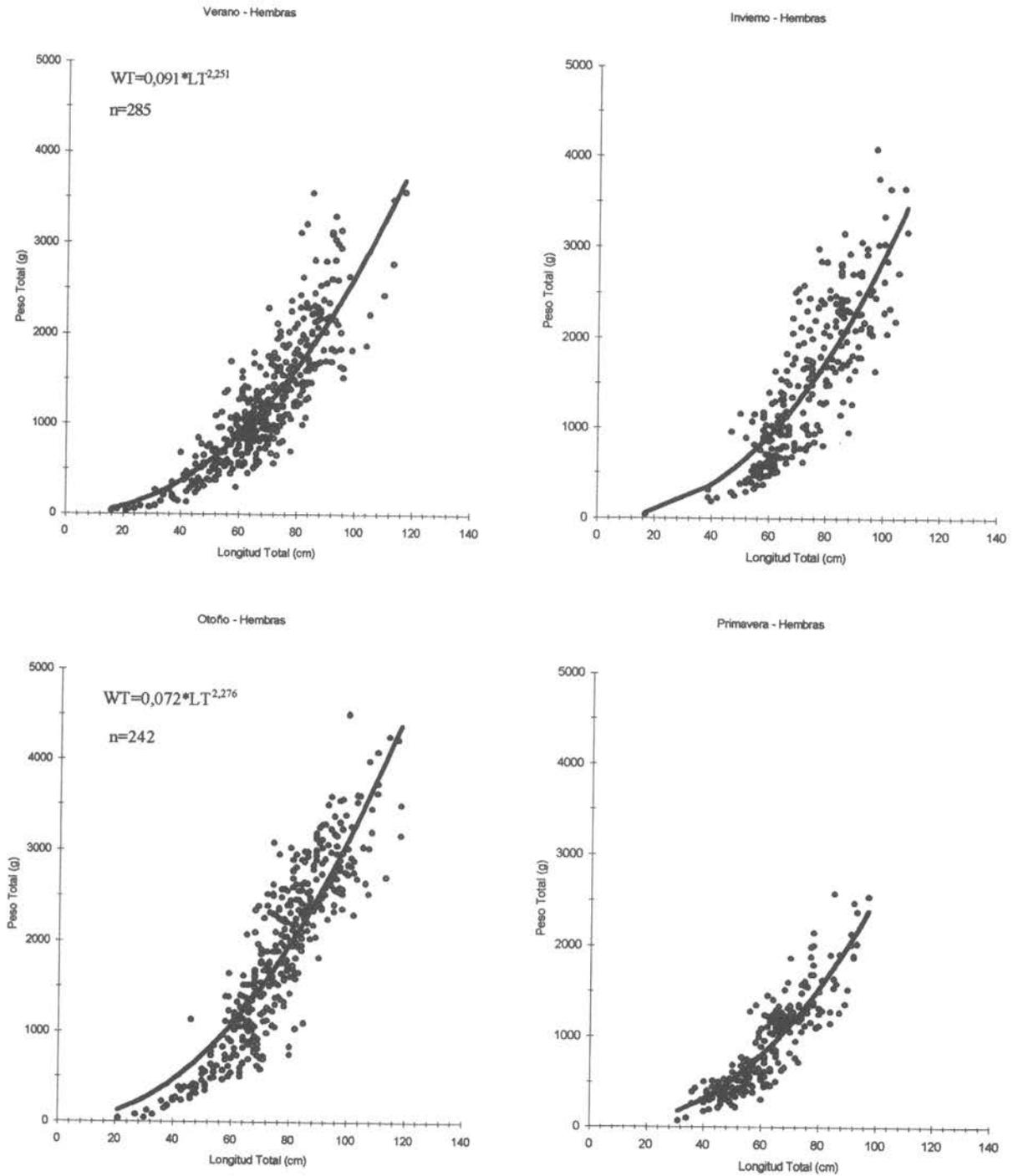


Figura 22. Relación entre la LT y WT por estación para las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

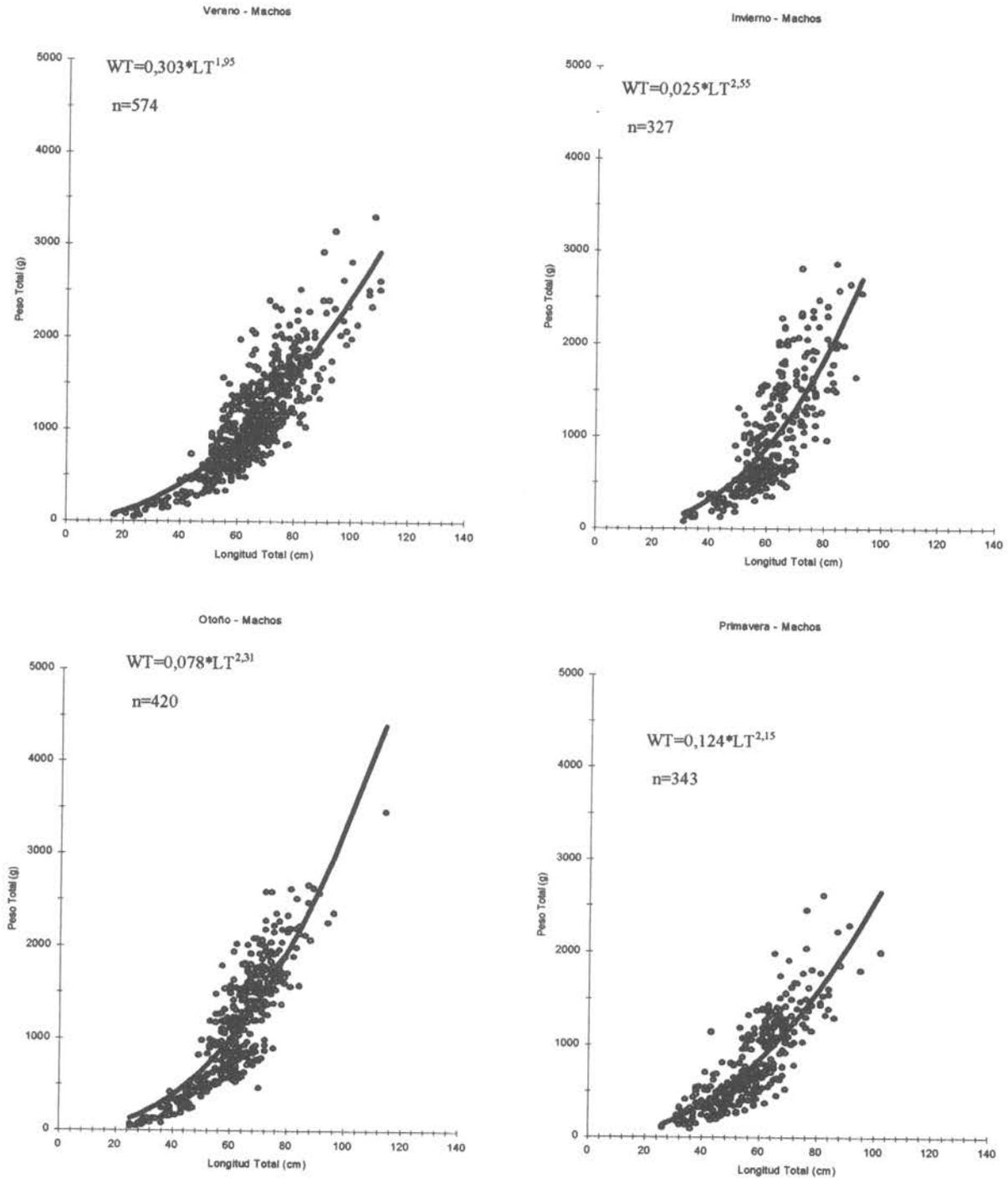


Figura 23. Relación entre la LT y WT por estación para los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

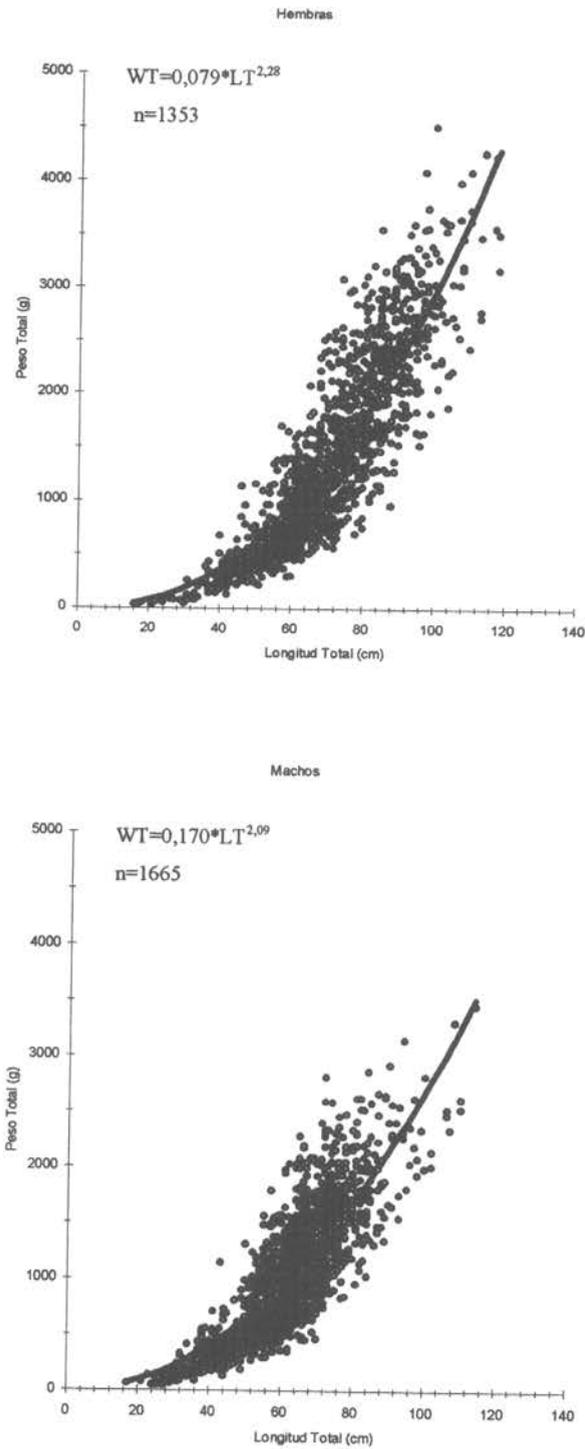


Figura 24. Relación entre la LT y WT para hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

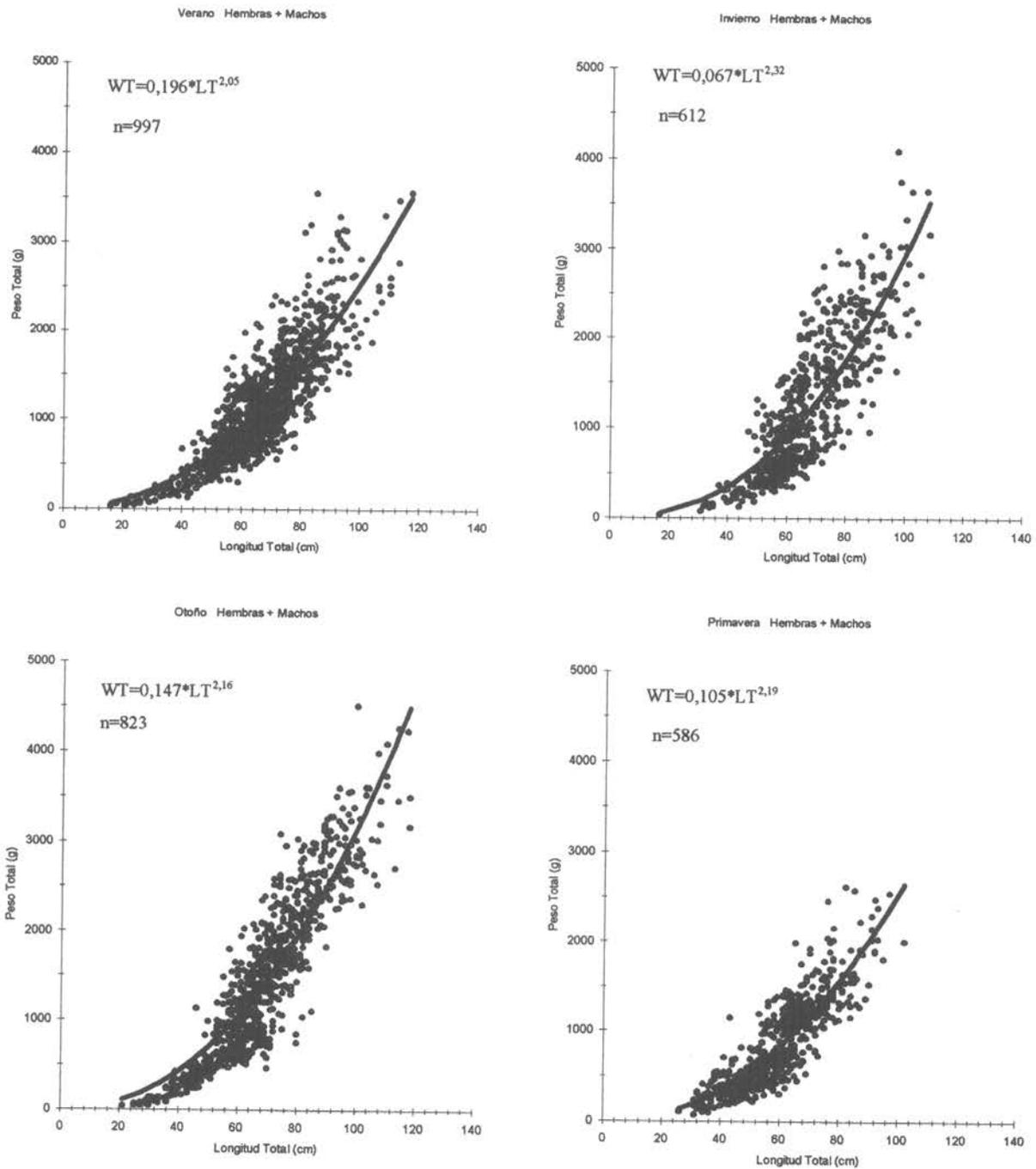


Figura 25. Relación entre la LT y WT por estación para ambos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

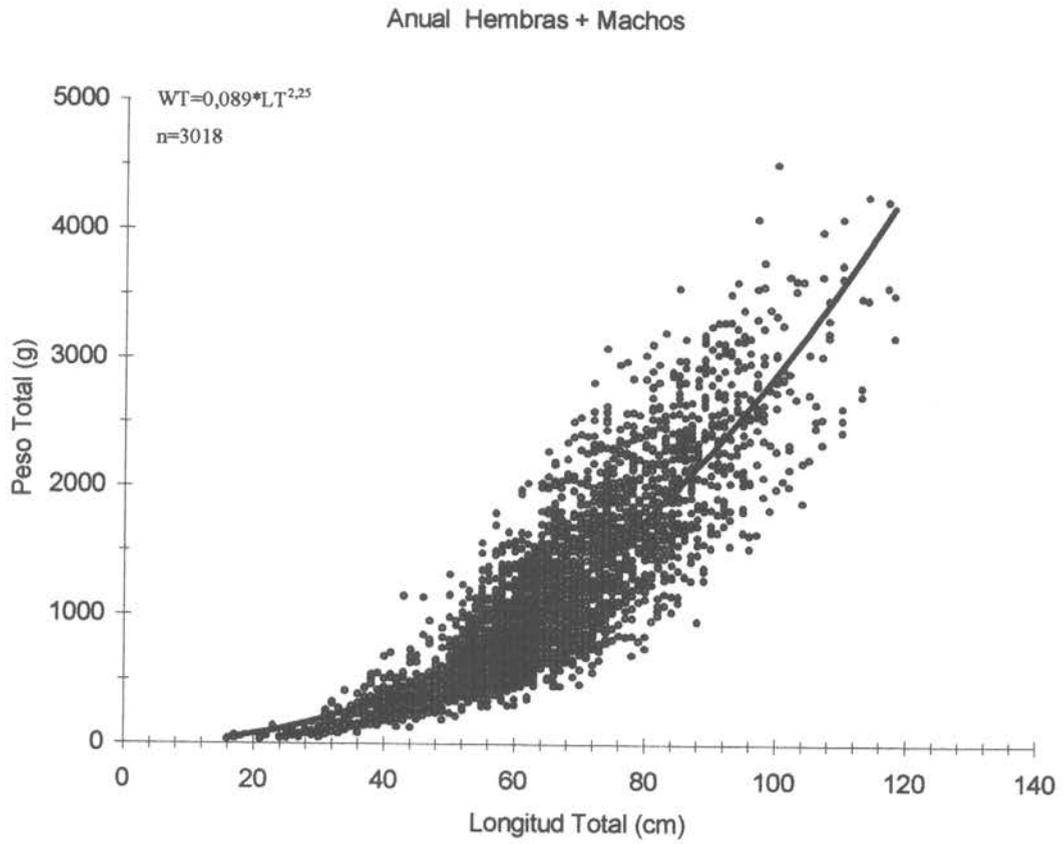


Figura 26. Relación entre la LT y WT para todos los individuos de *O. mimus* muestreados en el estudio.

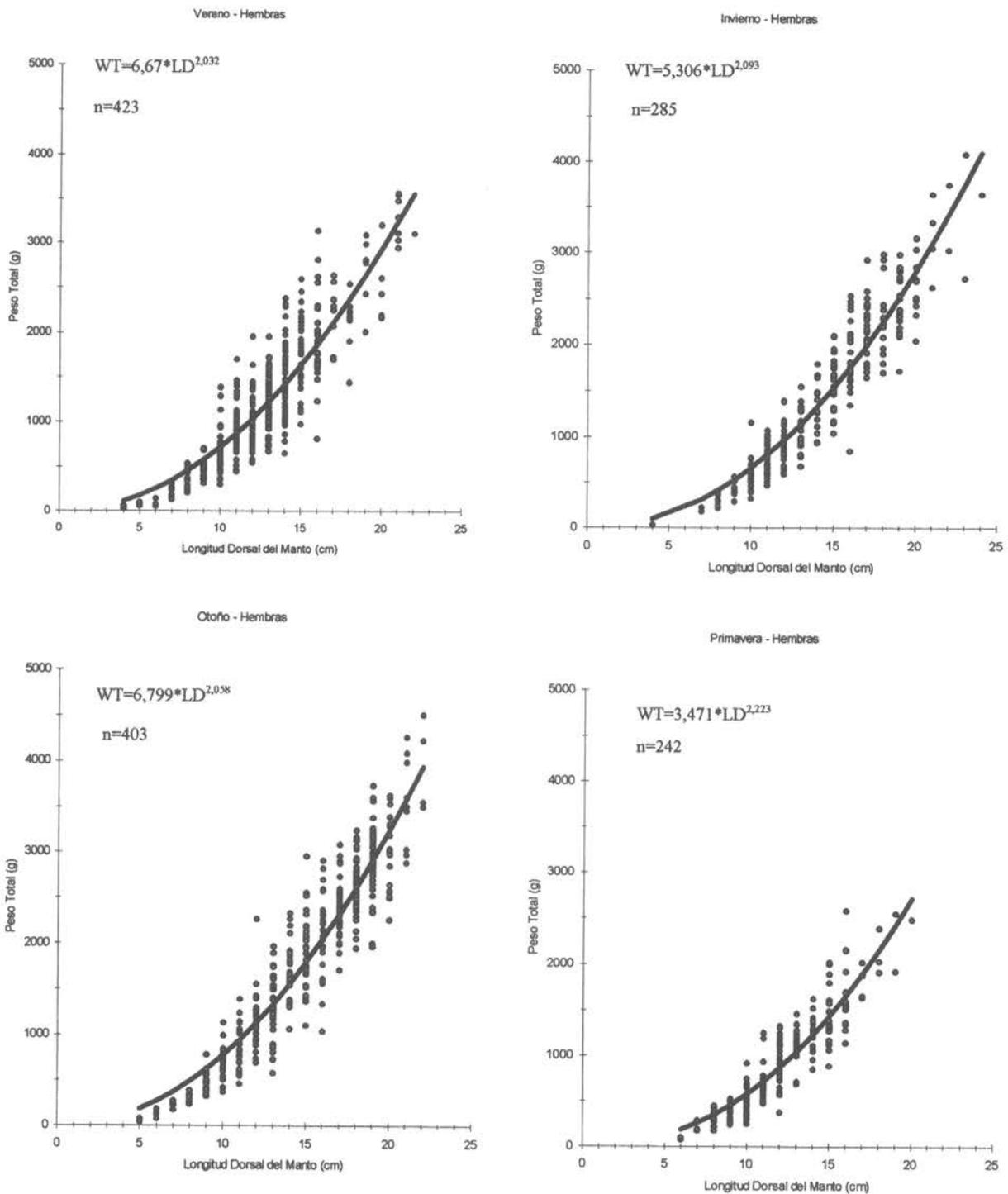


Figura 27. Relación entre la LDM y WT por estación para las hembras de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

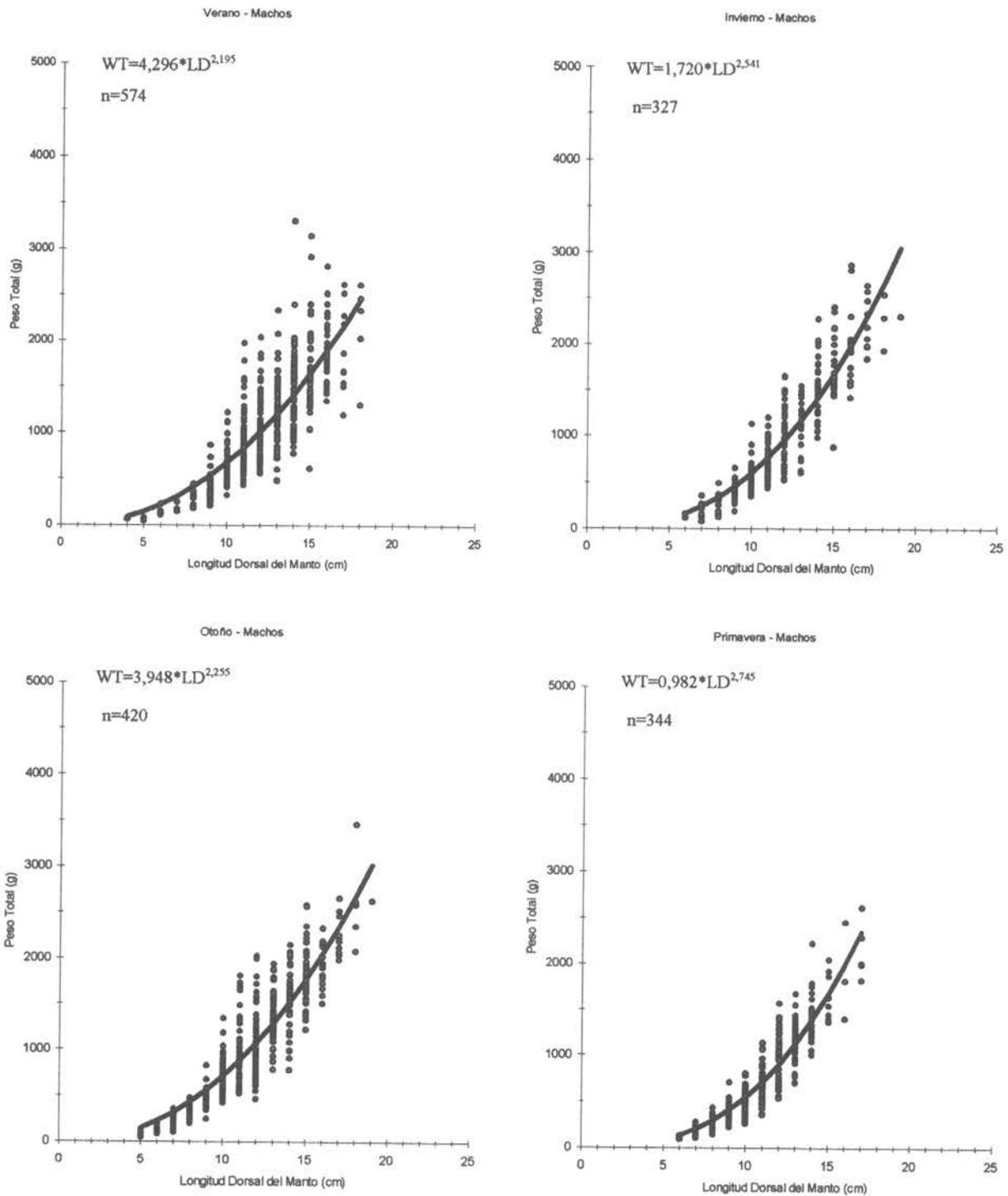


Figura 28. Relación entre la LDM y WT por estación para los machos de *O. mimus* muestreadas en la I y II Regiones.

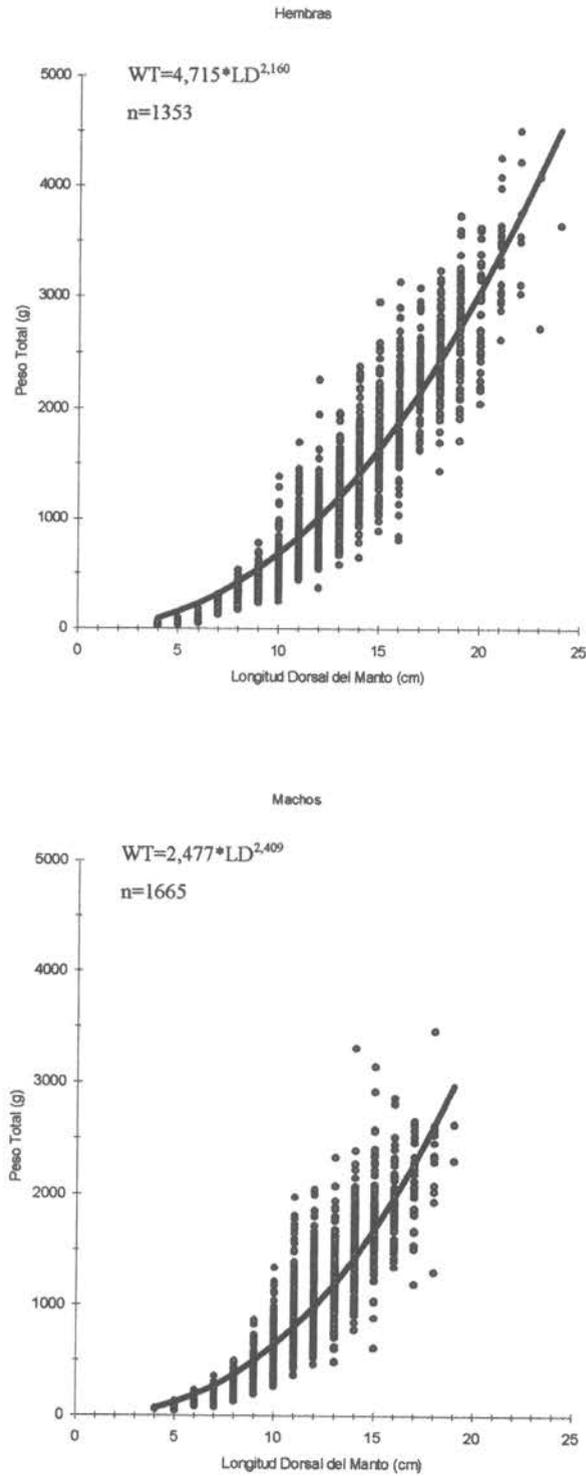


Figura 29. Relación entre la LDM y WT para hembras y machos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

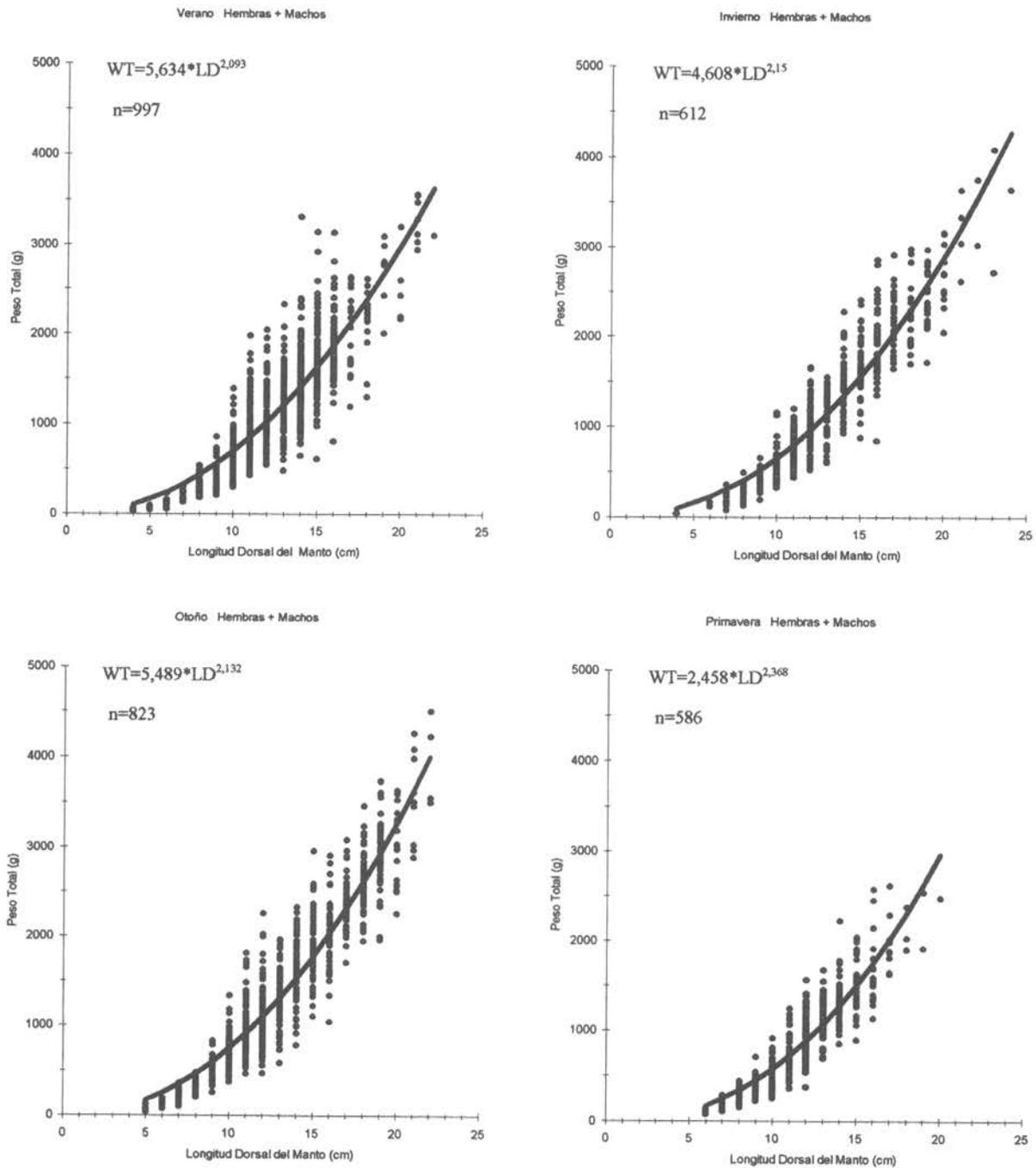


Figura 30. Relación entre la LDM y WT por estación para ambos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

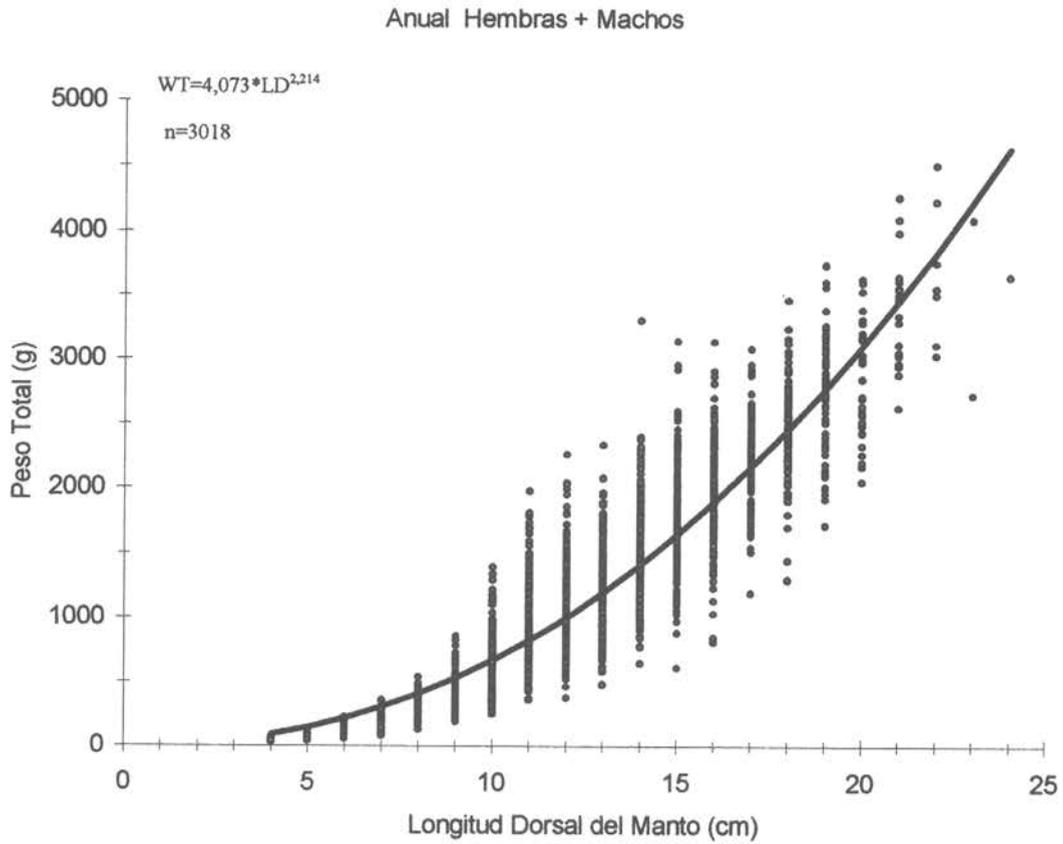


Figura 31. Relación entre la LDM y WT para todos los individuos de *O. mimus* muestreados en el estudio.

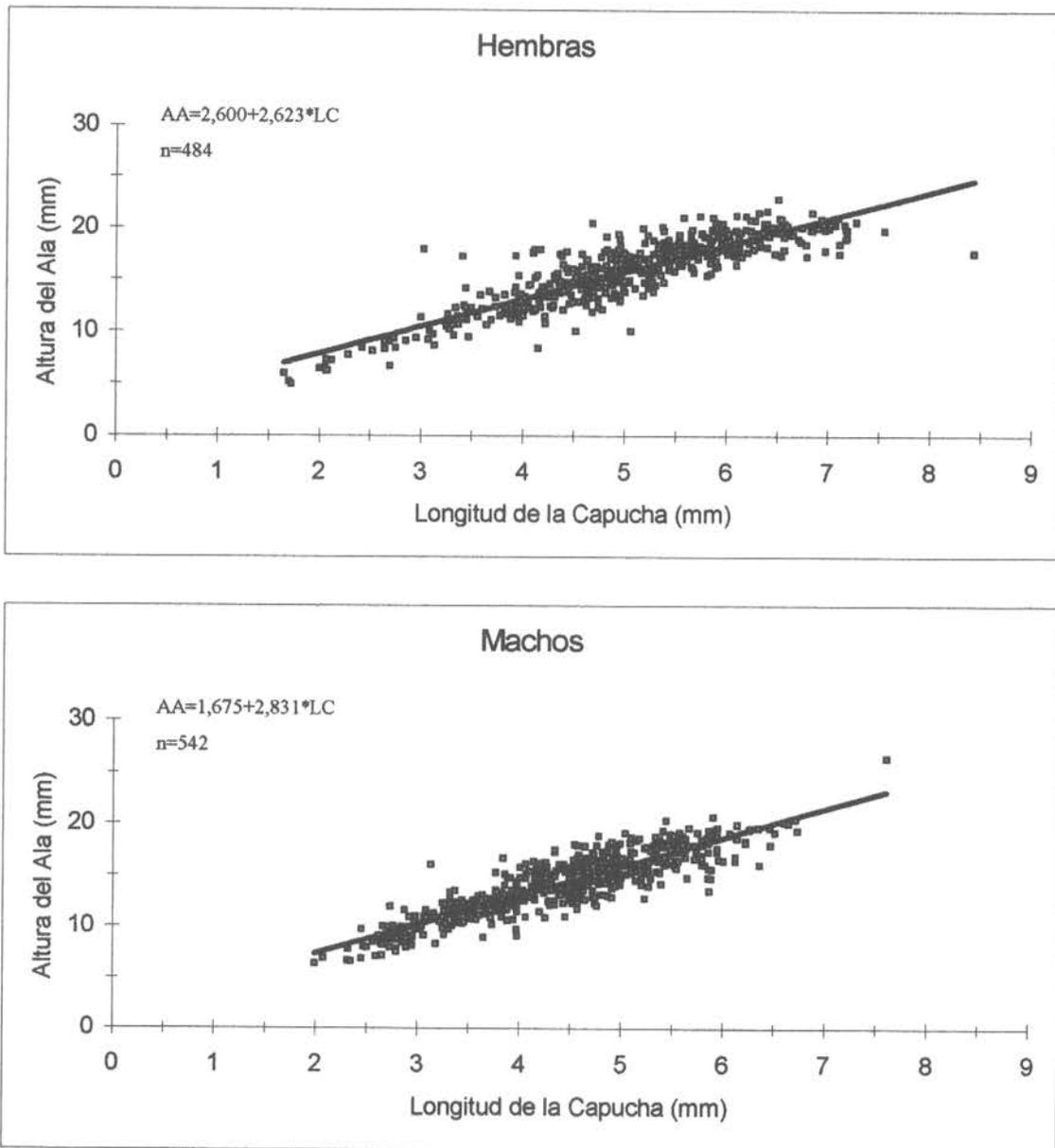


Figura 32. Relación entre la longitud de la capucha y altura del ala por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

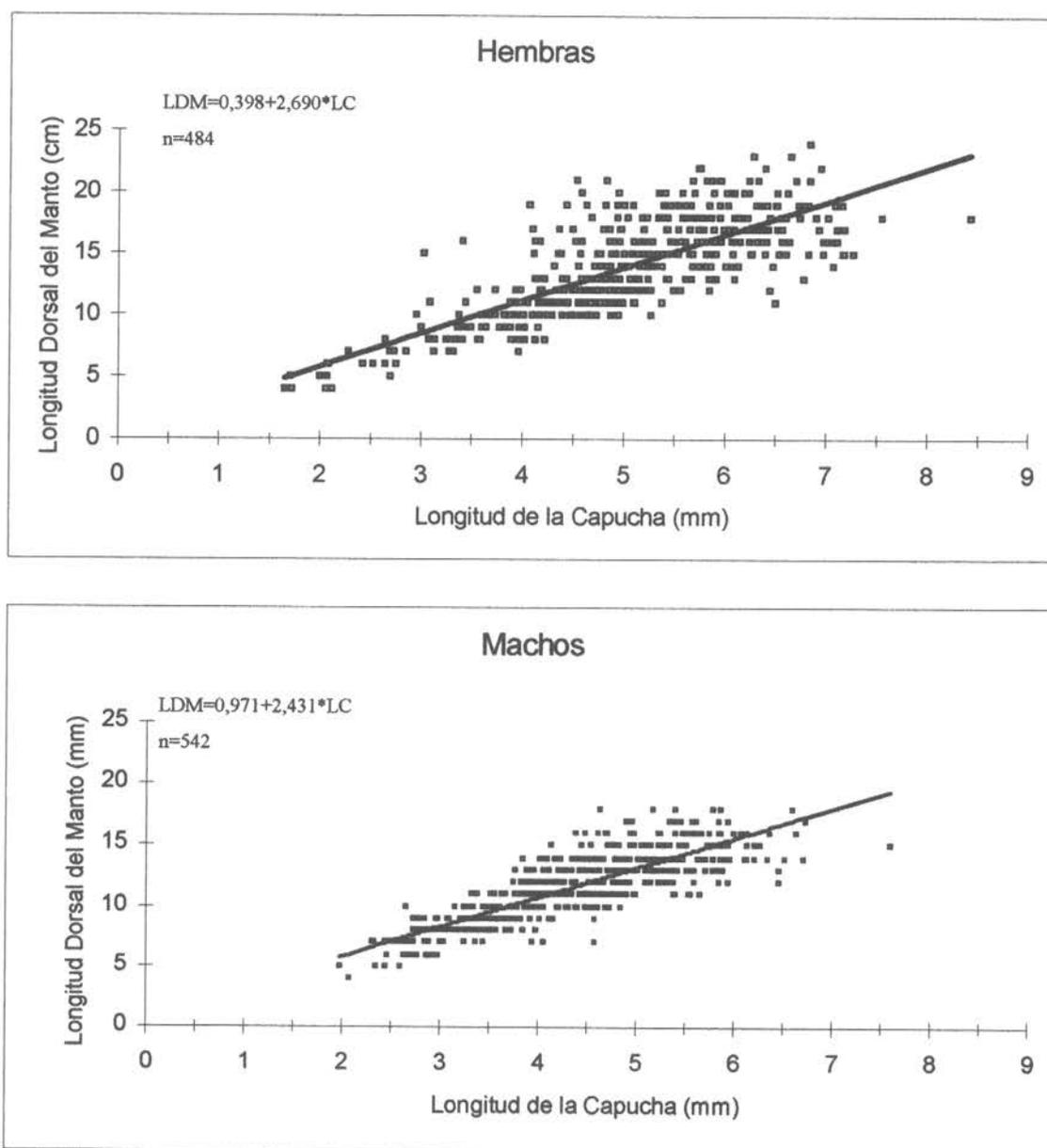


Figura 33. Relación entre la longitud de la capucha y LDM por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

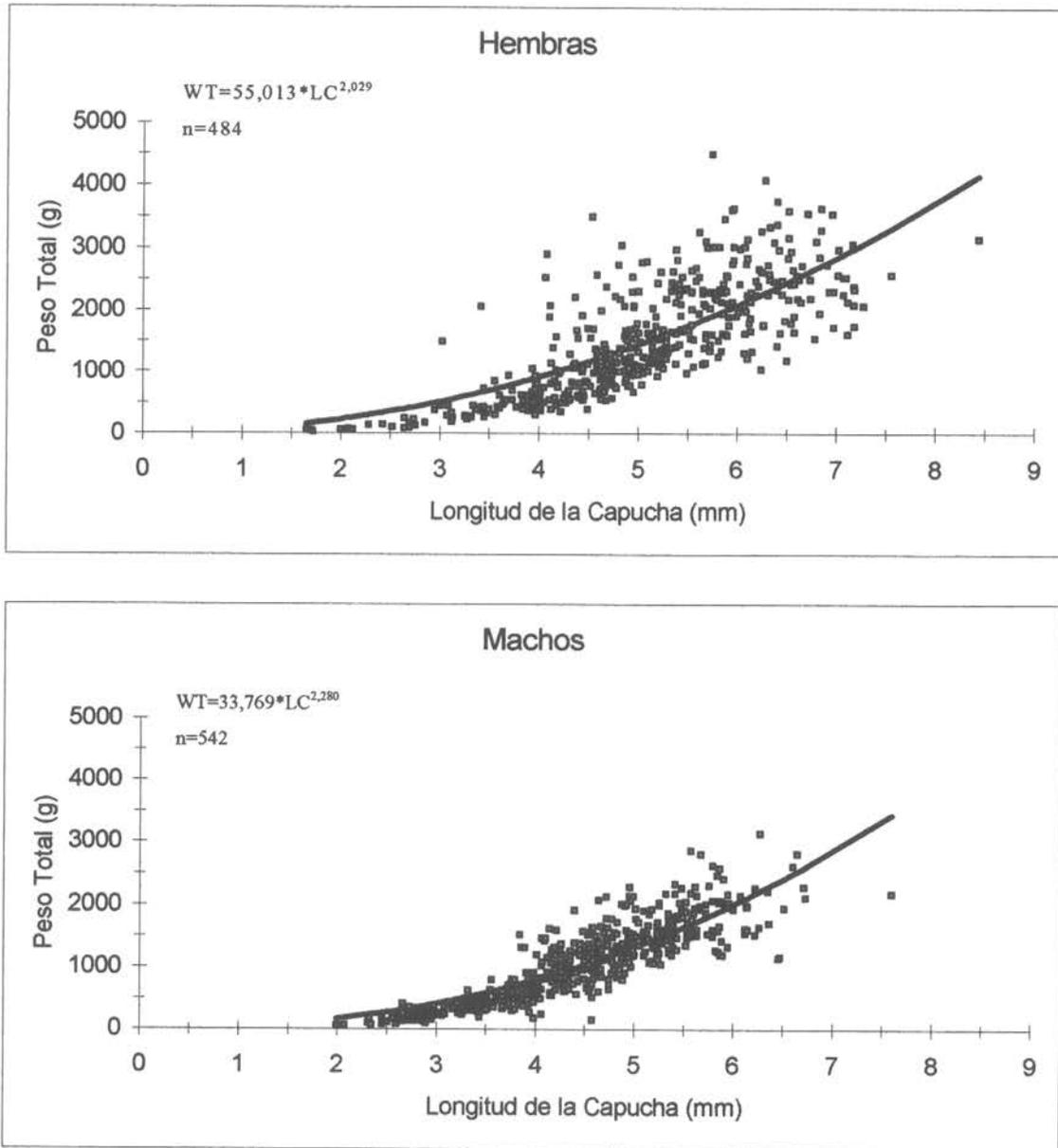


Figura 34. Relación entre la longitud de la capucha y WT por sexo de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones.

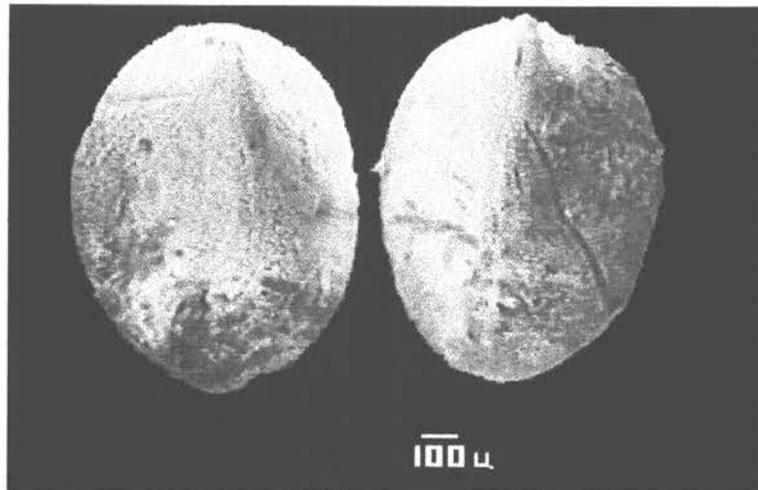


Figura 35. Estatolito de *O. mimus* mostrando la forma característica de esta estructura, la vista corresponde al lado externo, el cual sería el domo lateral.

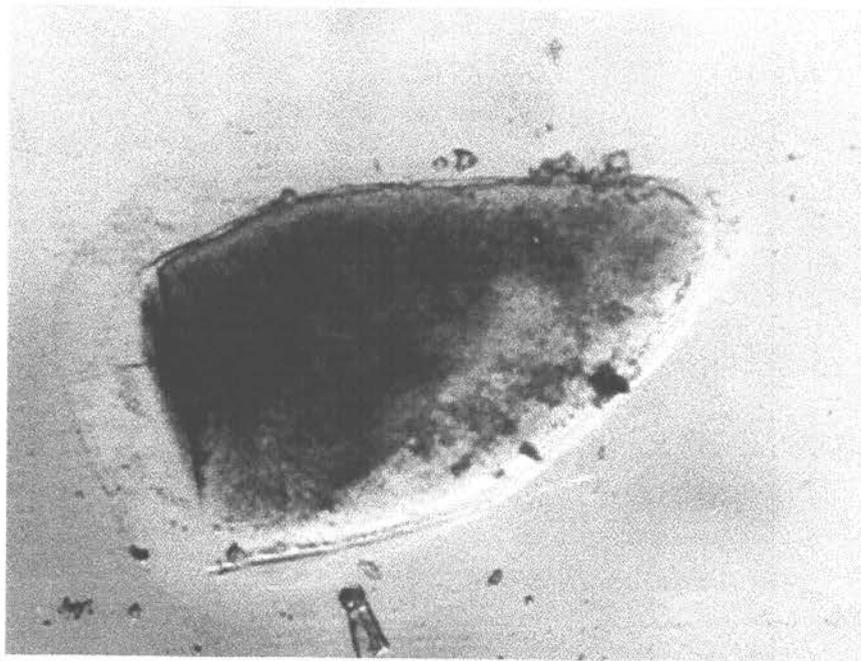


Figura 36. Sección delgada de un estatolito de *Octopus mimus*, vista con luz transmitida, la cual presenta una superficie granular y la ausencia de incrementos de crecimiento. Aumento de 100X.

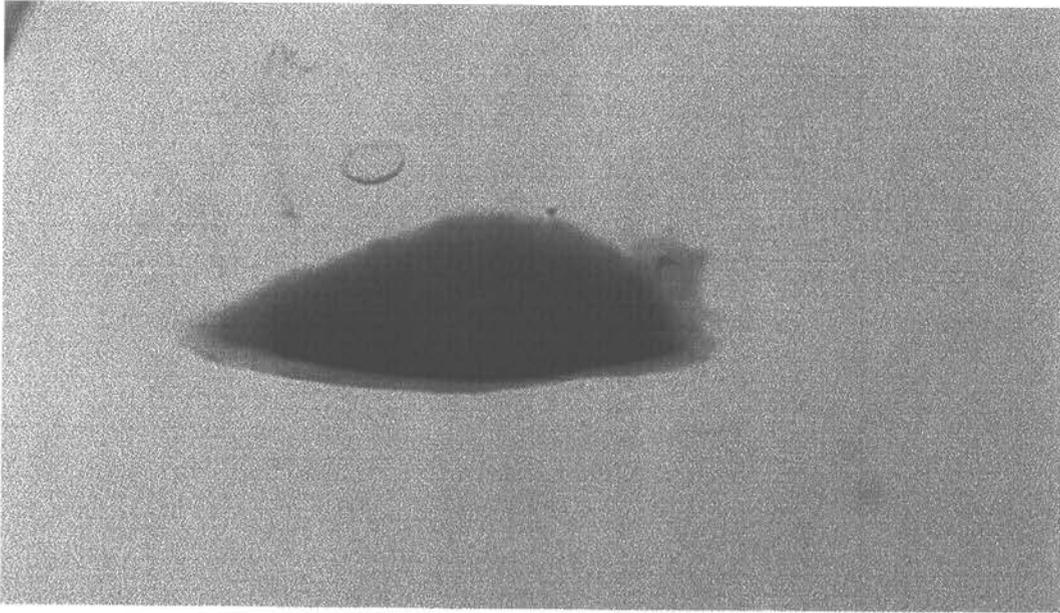


Figura 37. Sección delgada de un estatolito *Octopus mimus* vista con luz transmitida, donde no es posible distinguir incrementos de crecimiento. Aumento 40X.

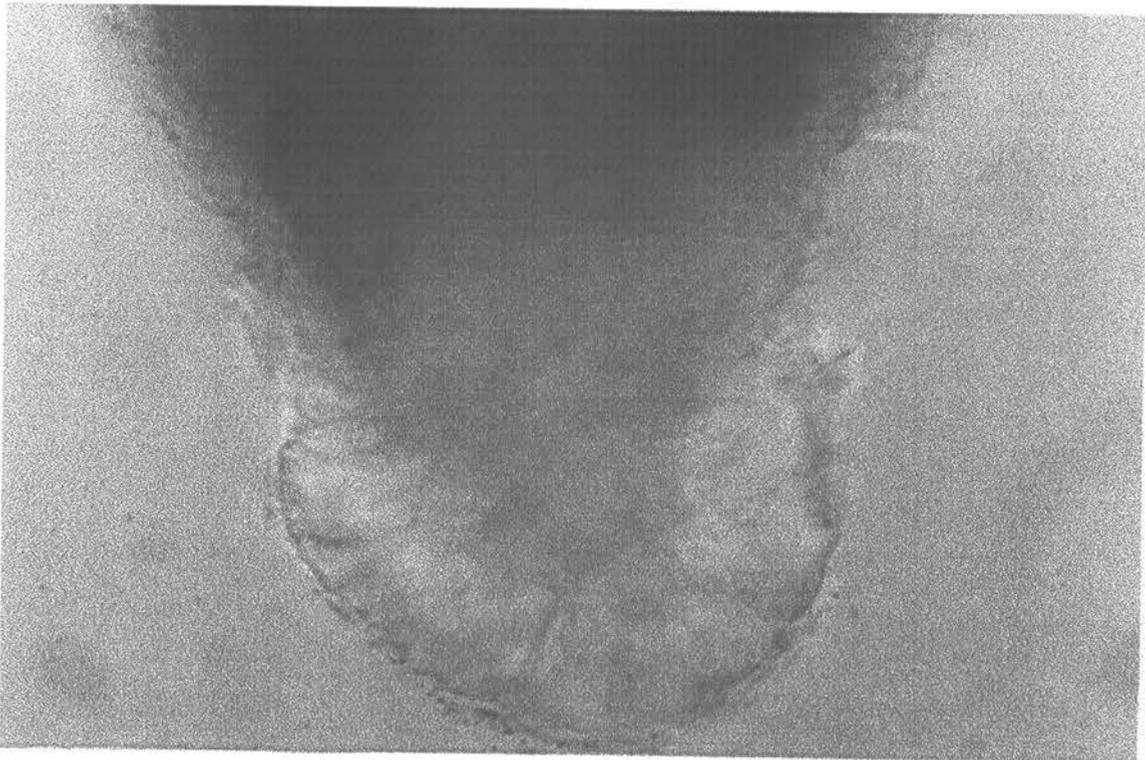
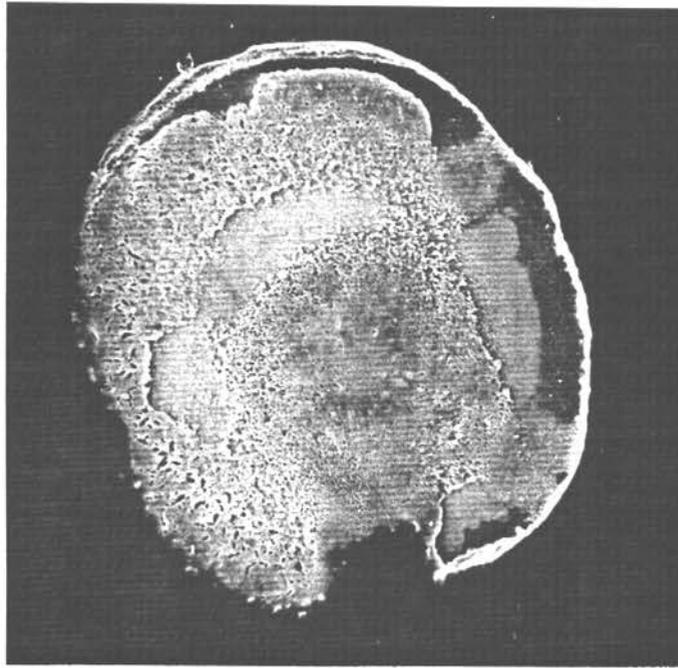
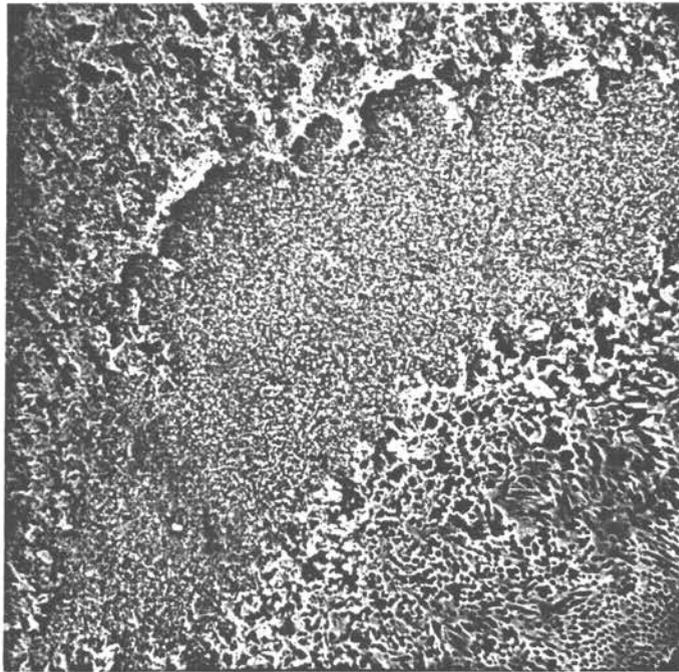


Figura 38. Sección delgada de un estatolito de *Octopus mimus* mostrando la sección del domo lateral. Aumento 1000X.



a

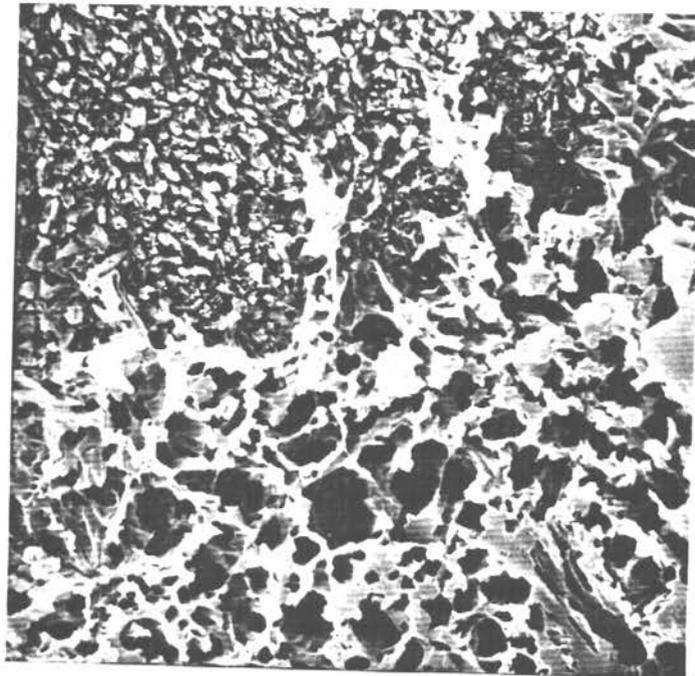


b

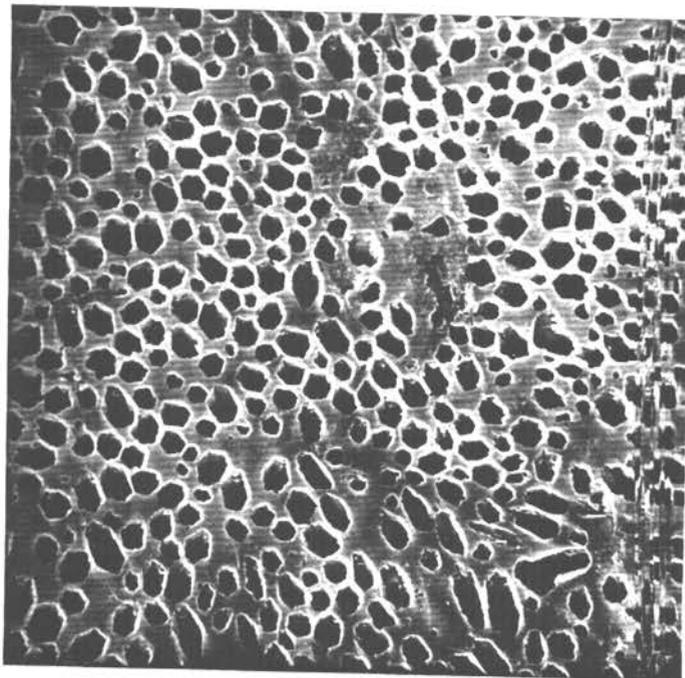
Figura 39. Fotografías al MEB de un estatolito de *O. mimus* macho de 14 cm LDM y 1010 g WT. Estuvo por 3 minutos en una concentración de 1% HCl.

a: Plano del lado interno, escala 1cm = 111,1 μm

b: Vista del centro de la foto anterior a mayor aumento, 1 cm = 25 μm .

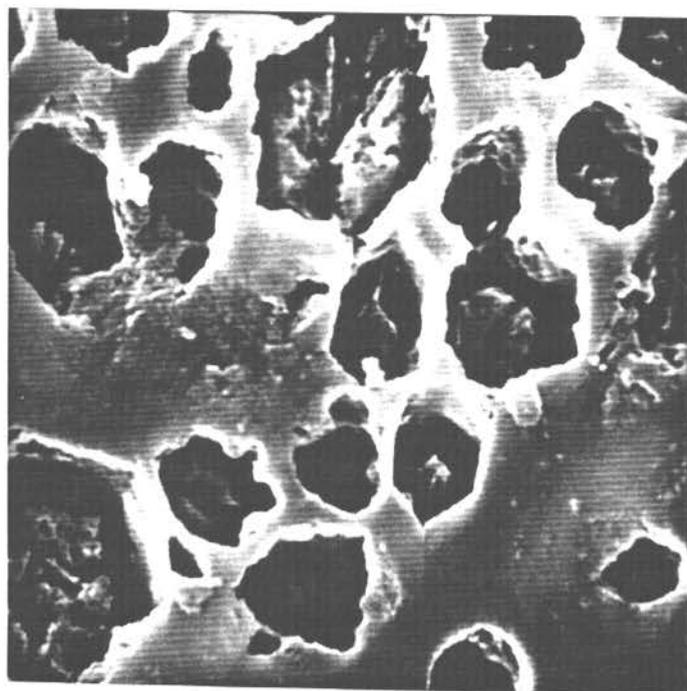


a

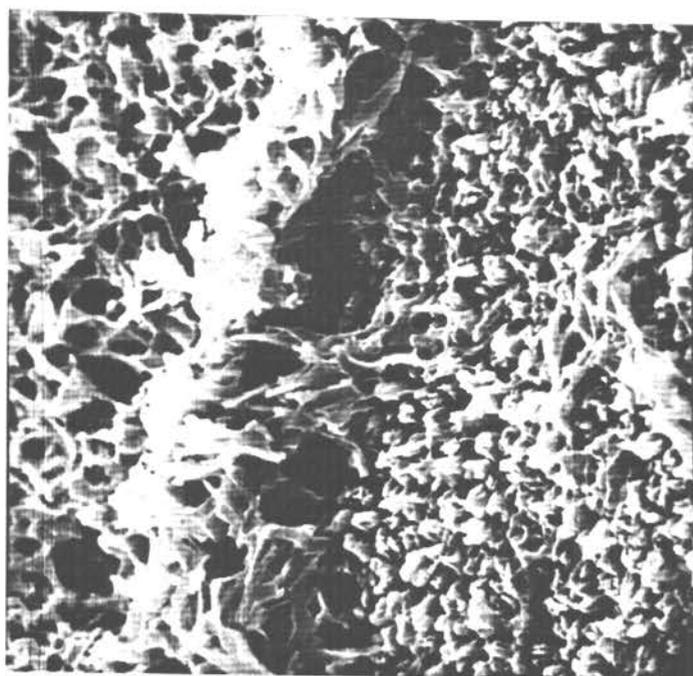


b

Figura 40. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 39 para mostrar otros sectores y con aumento diferentes.
a: escala 1cm = 5 μ m
b: escala 1cm = 5 μ m

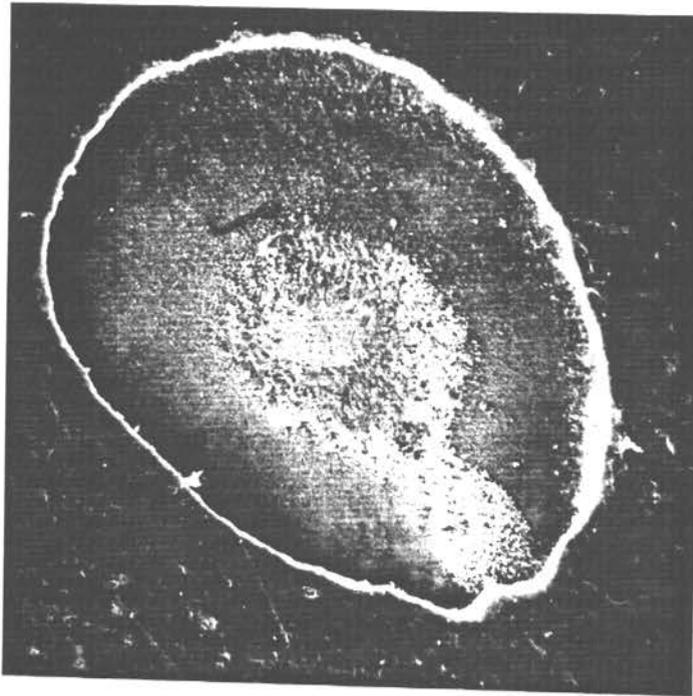


a

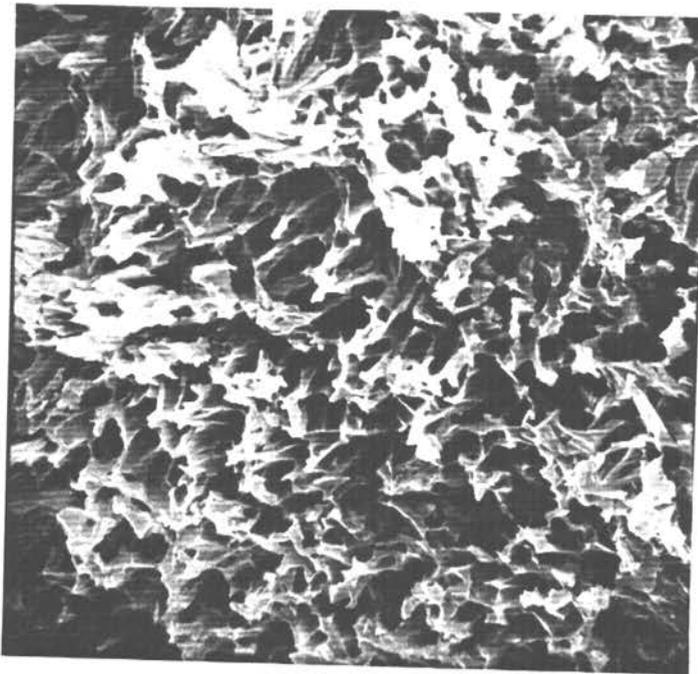


b

Figura 41. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 39 para mostrar otros sectores con aumentos diferentes.
a: escala 1cm = 2,5 μm
b: escala 1cm = 1,25 μm



a

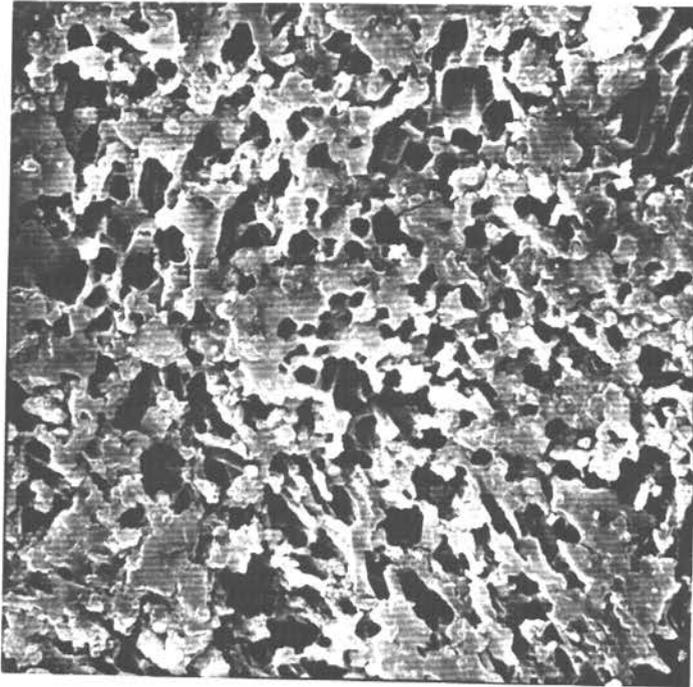


b

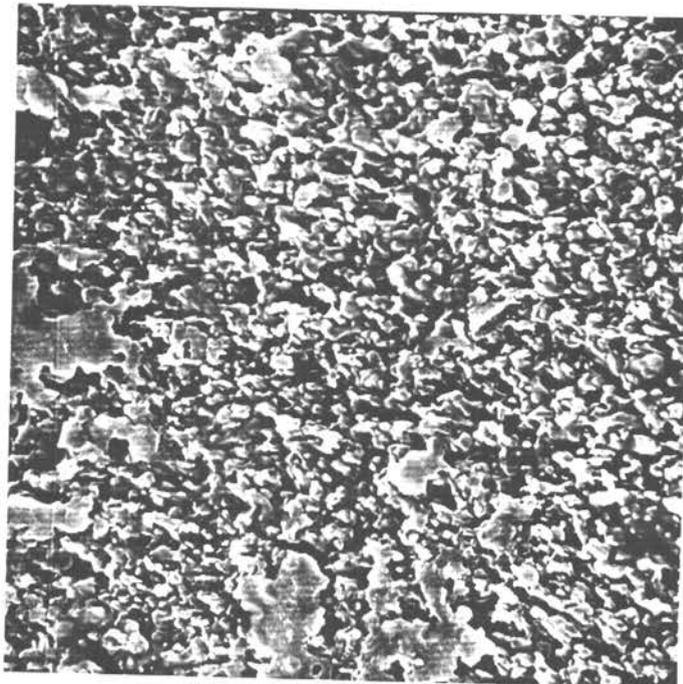
Figura 42. Fotografías al MEB de un estatolito de *O. mimus* macho de 10 cm LDM y 1120 g WT, capturado el 20 / 02 / 98. Estuvo 15 minutos en EDTA.

a: Vista general, escala 1cm = 100 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m



a

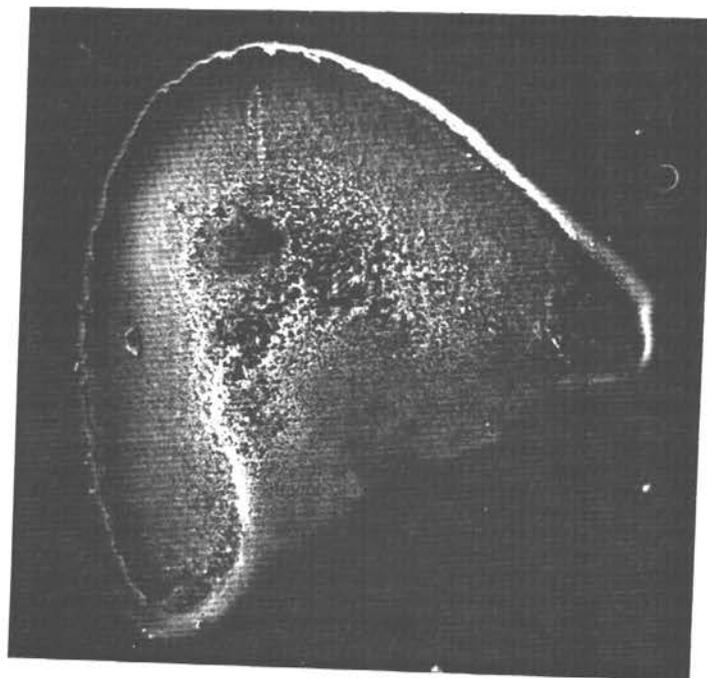


b

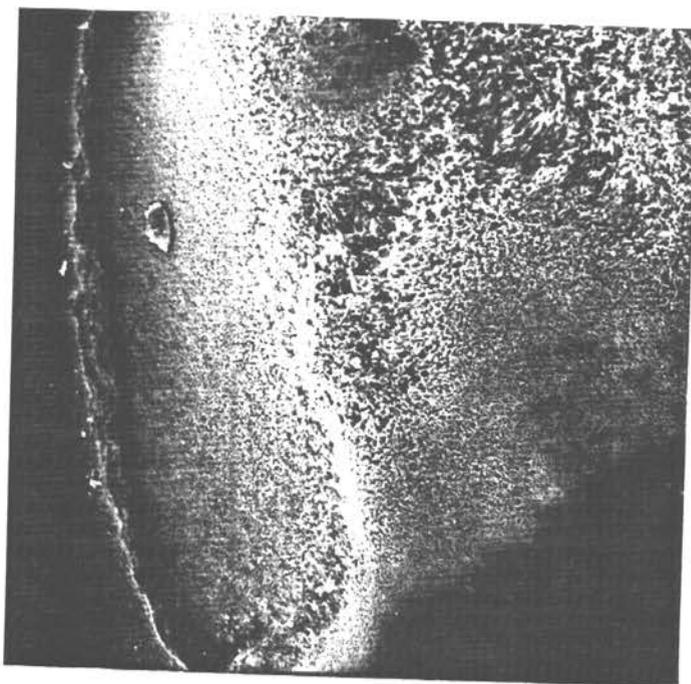
Figura 43. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 42 para mostrar otros sectores con aumento diferentes.

a: escala 1cm = 5 μ m

b: escala 1cm = 5 μ m



a

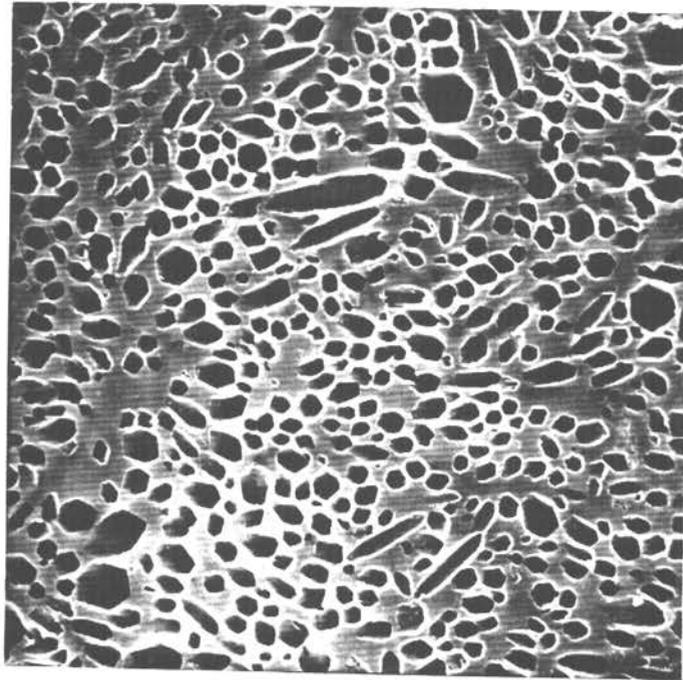


b

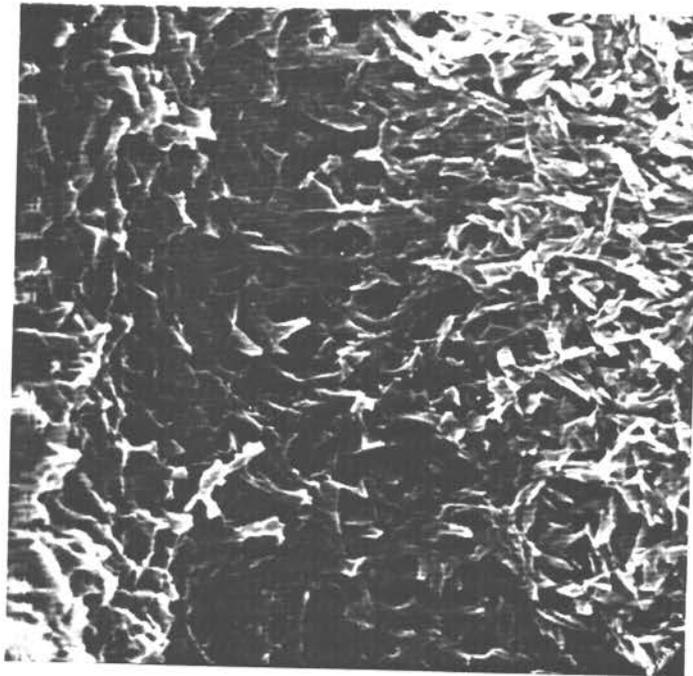
Figura 44. Fotografías al MEB del estatolito de un macho de *O. mimus* de 12 cm LDM y 827 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 15 minutos en EDTA y luego 3 minutos en 1% HCl.

a: escala 1cm = 100 μ m

b: escala 1cm = 50 μ m

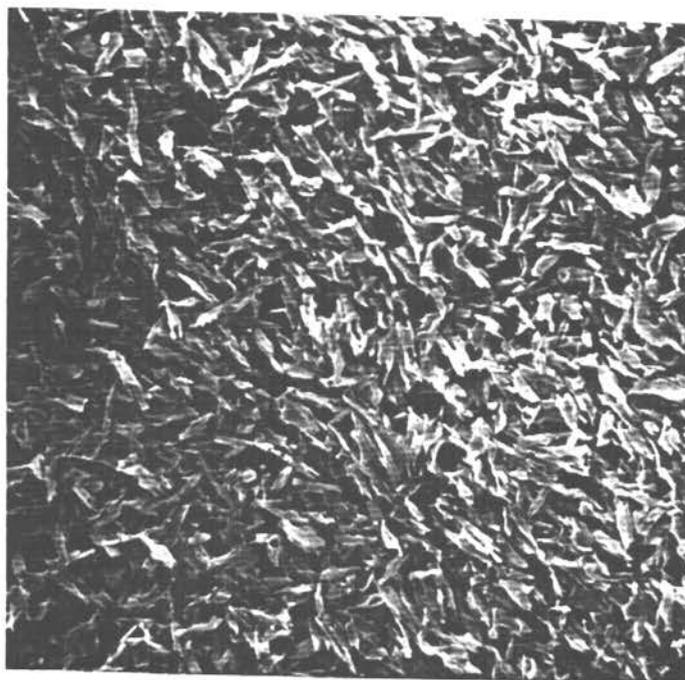


a

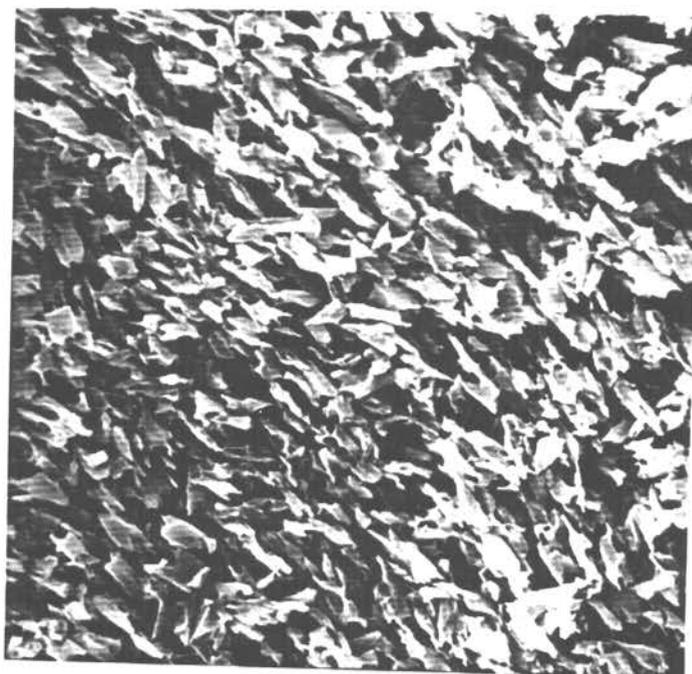


b

Figura 45. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 44 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.
a: escala 1cm = 5 μ m
b: escala 1cm = 2,5 μ m

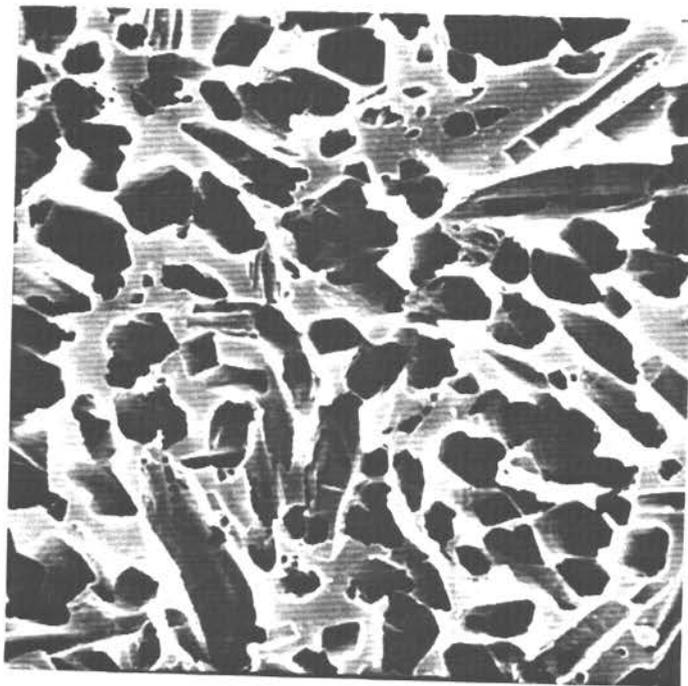


a

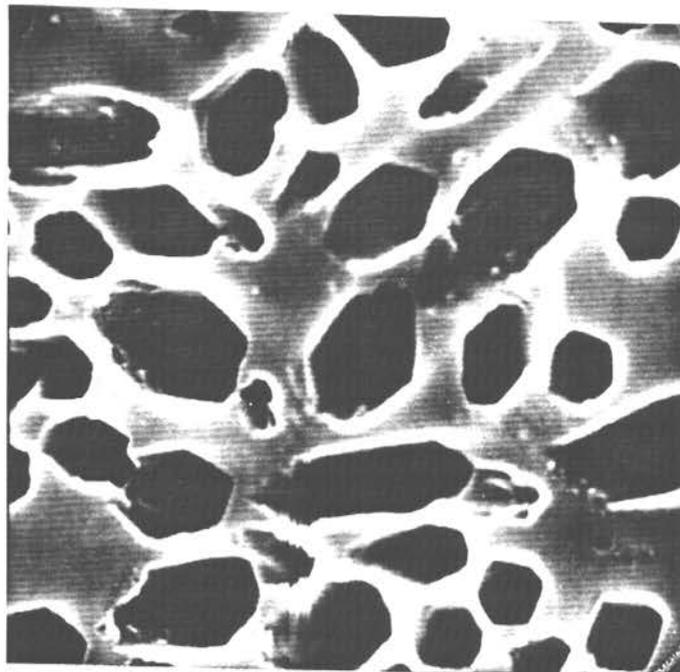


b

Figura 46. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 44 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.
a: escala 1cm = 2,5 μ m
b: escala 1cm = 2,5 μ m

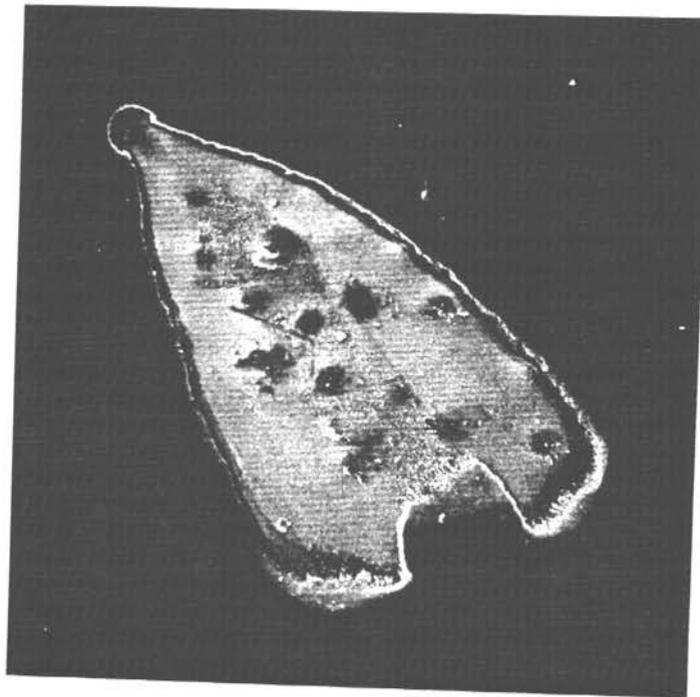


a

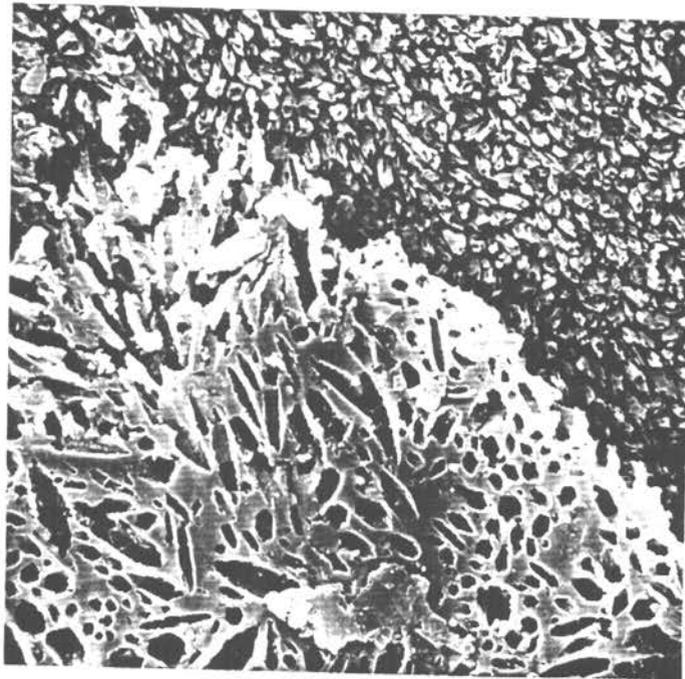


b

Figura 47. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 44 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.
a: escala 1cm = 2,5 μm
b: escala 1cm = 1,25 μm

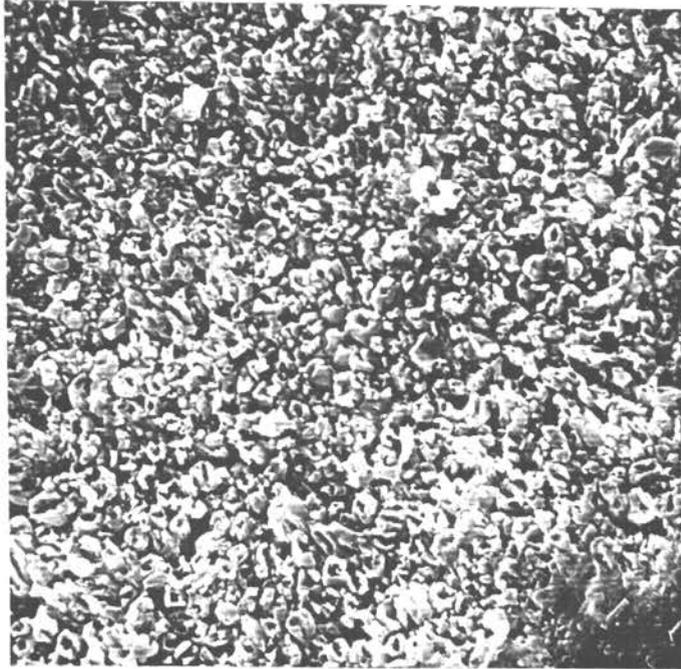


a

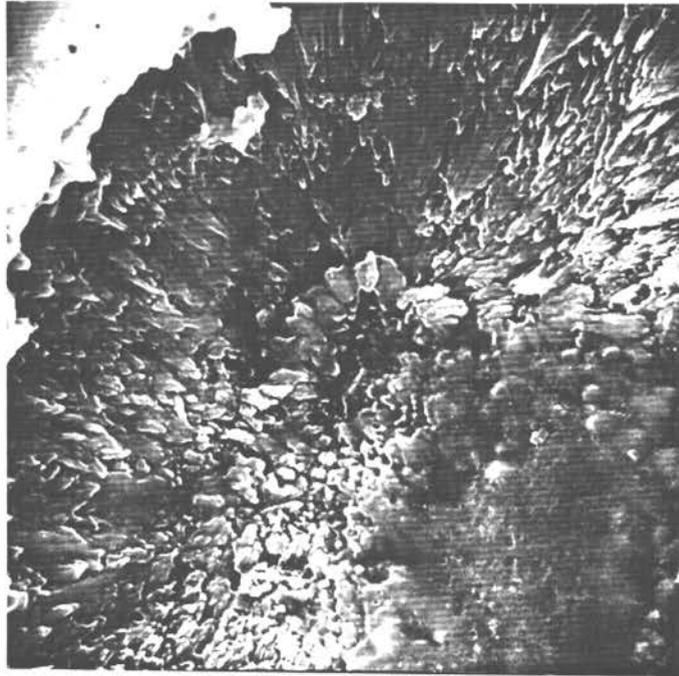


b

Figura 48. Fotografías al MEB del estatolito de *O. mimus* hembra de 14 cm LDM y 1834 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 1 minuto en 1% HCl.
a: escala 1cm = 125 μ m
b: escala 1cm = 5 μ m



a



b

Figura 49. Fotografías al MEB del estatolito de la figura 48 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos.
a: escala 1cm = 5 μm
b: escala 1cm = 5 μm

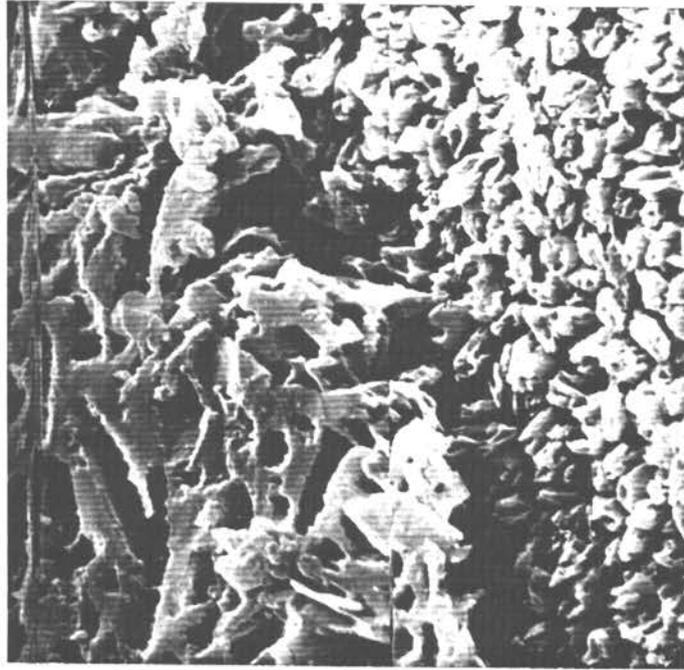


Figura 50. Fotografía al MEB del estatolito de la figura 48 para mostrar otros sectores y con aumentos distintos. Escala 1cm = 2,5 μ m

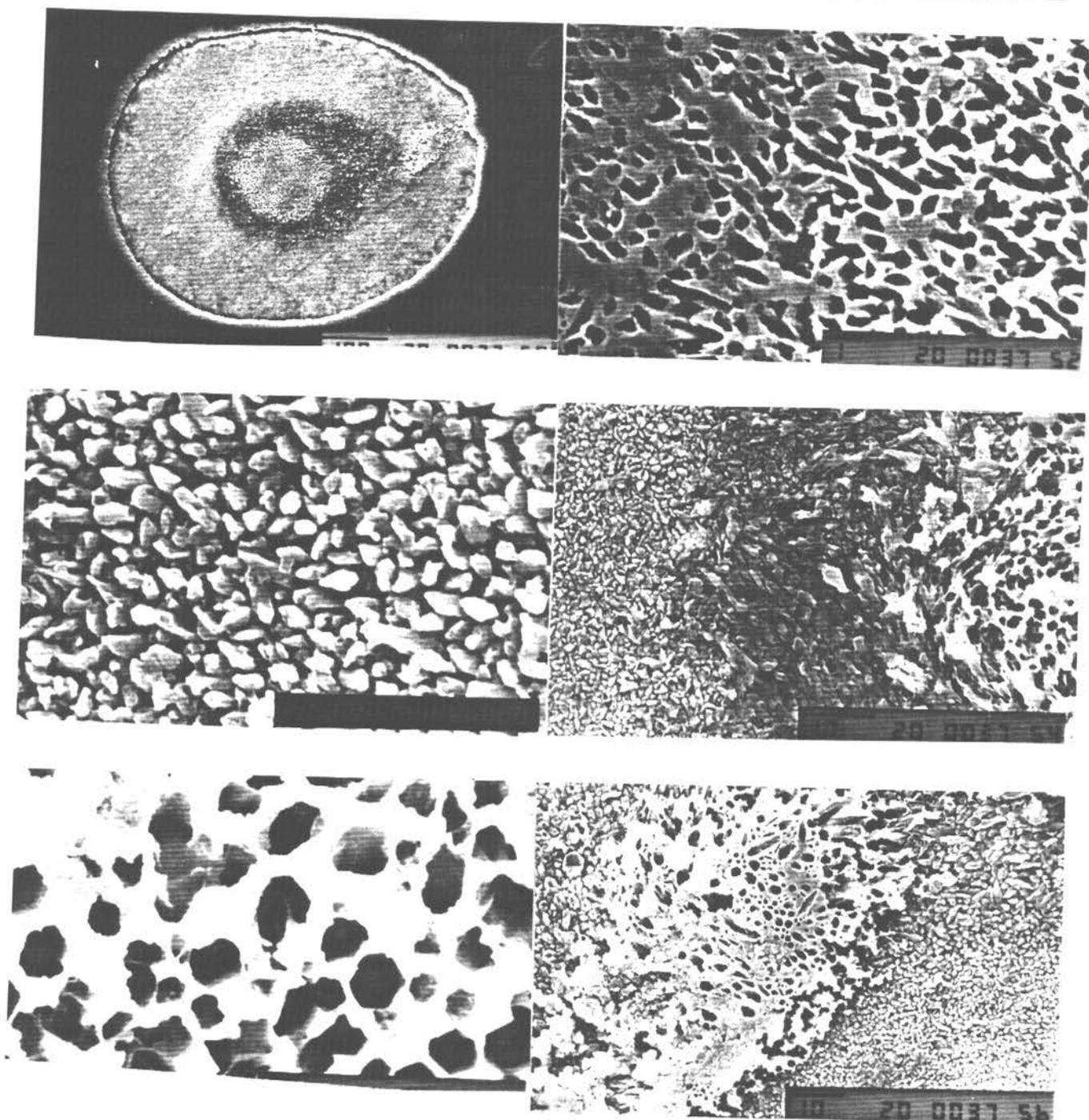


Figura 51. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 13 cm LDM y 1060 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

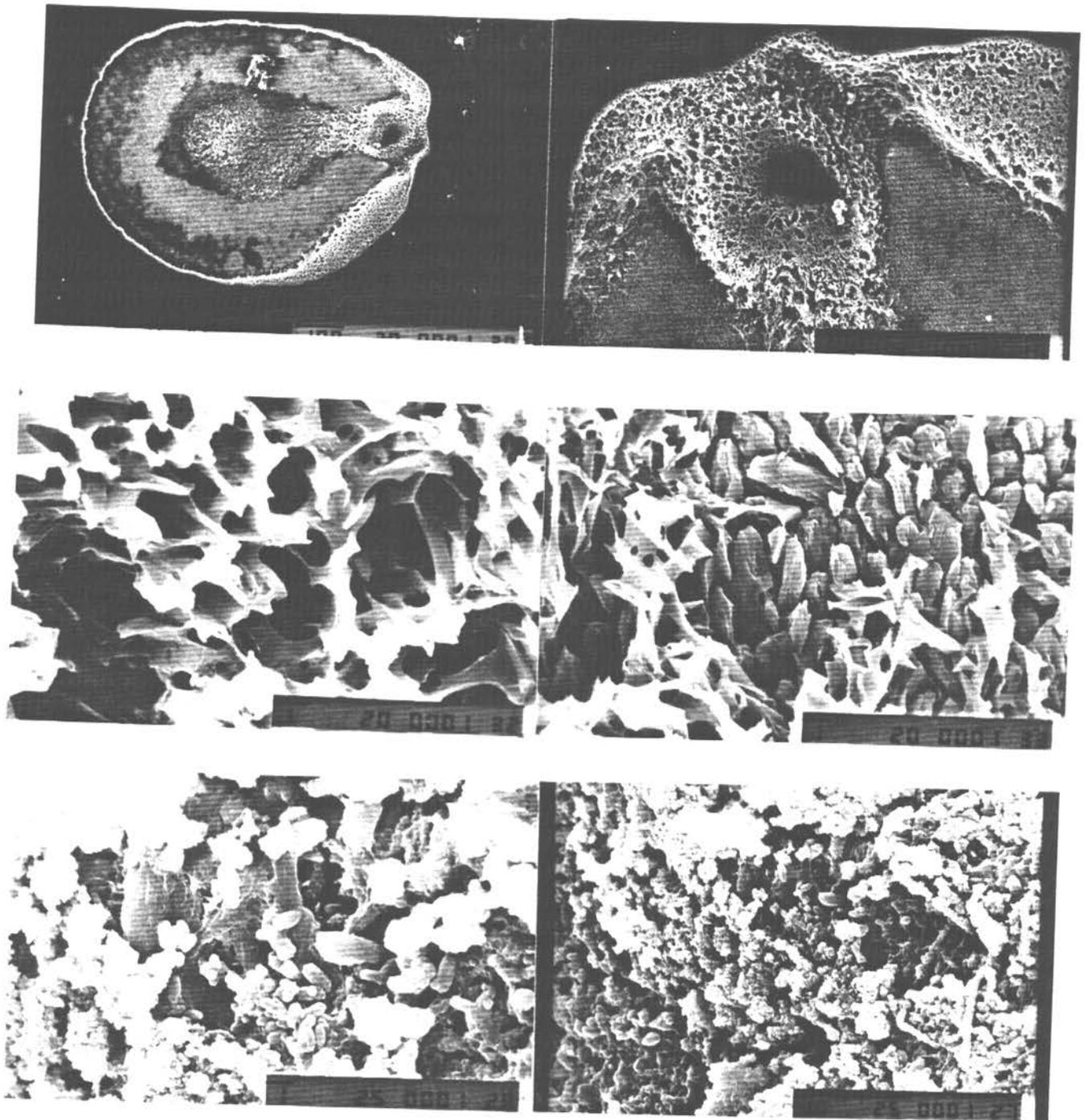


Figura 52. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de un macho de *O. mimus* de 11 cm LDM y 1155 g WT, capturado el 21/02/98. Estuvo 90 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

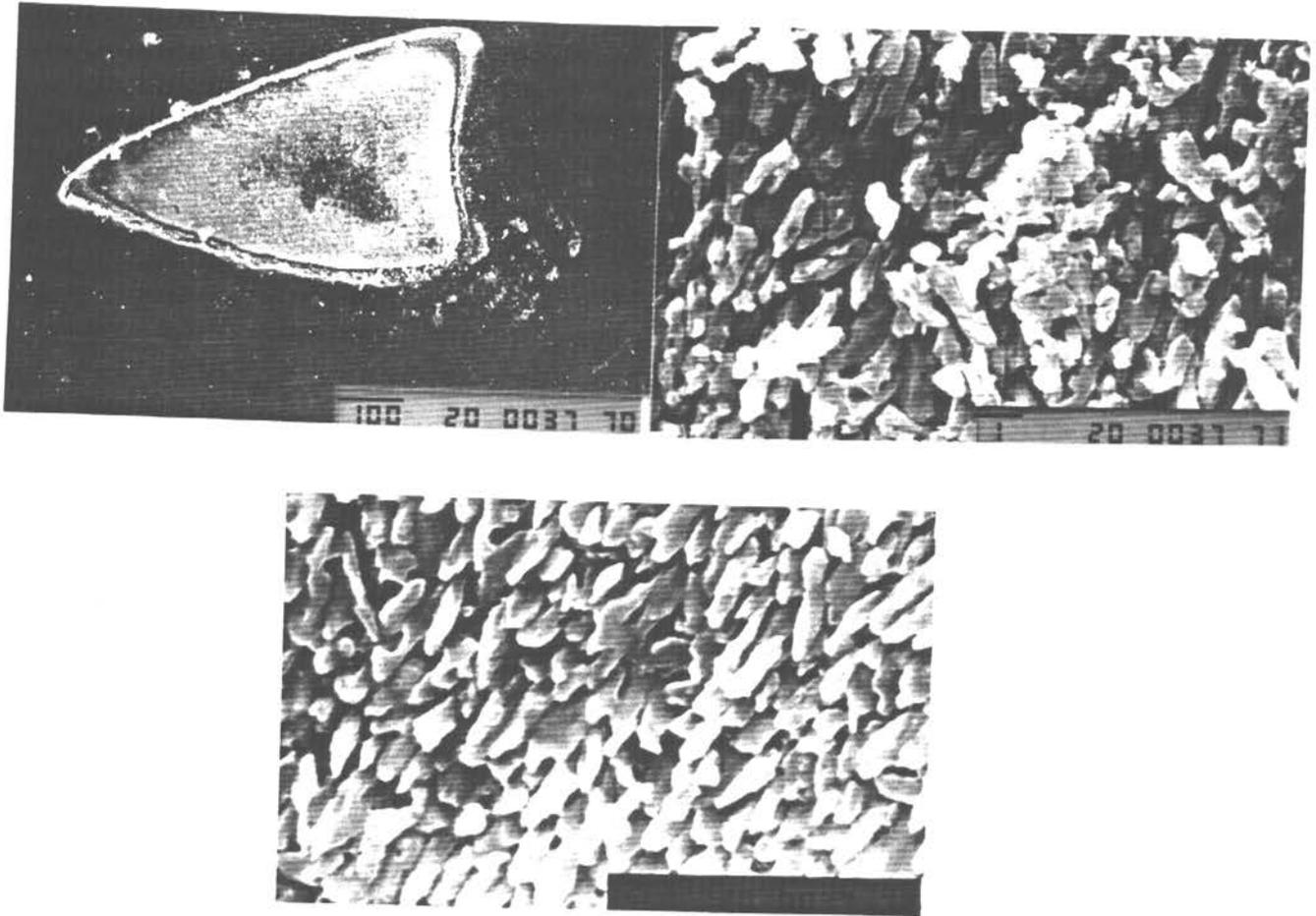


Figura 53. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 16 cm LDM y 1679 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 1 minuto en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

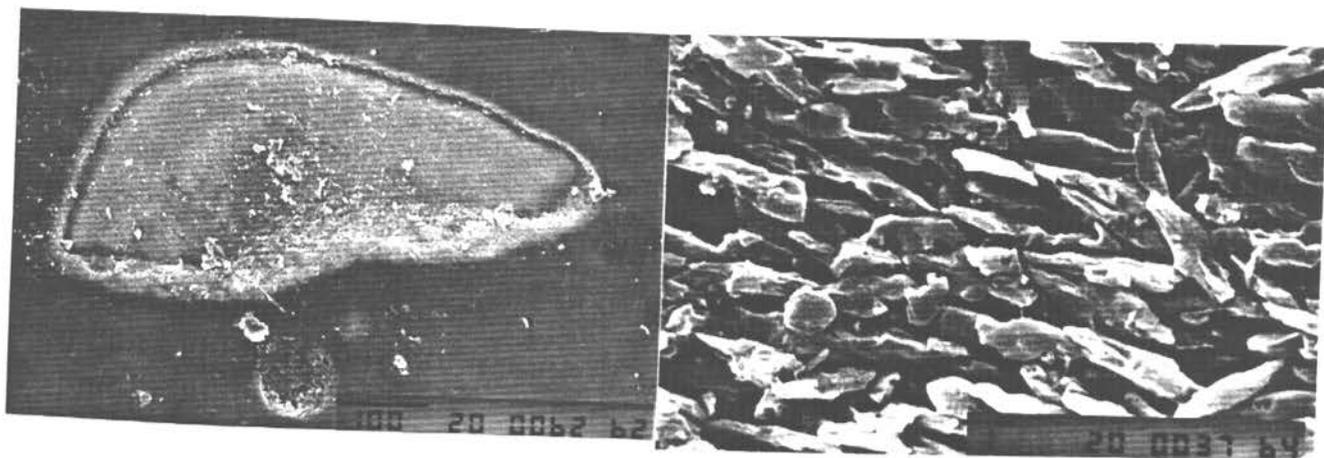


Figura 54. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de una hembra de *O. mimus* de 12 cm LDM y 1249 g WT, capturado el 20/ 02/ 98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

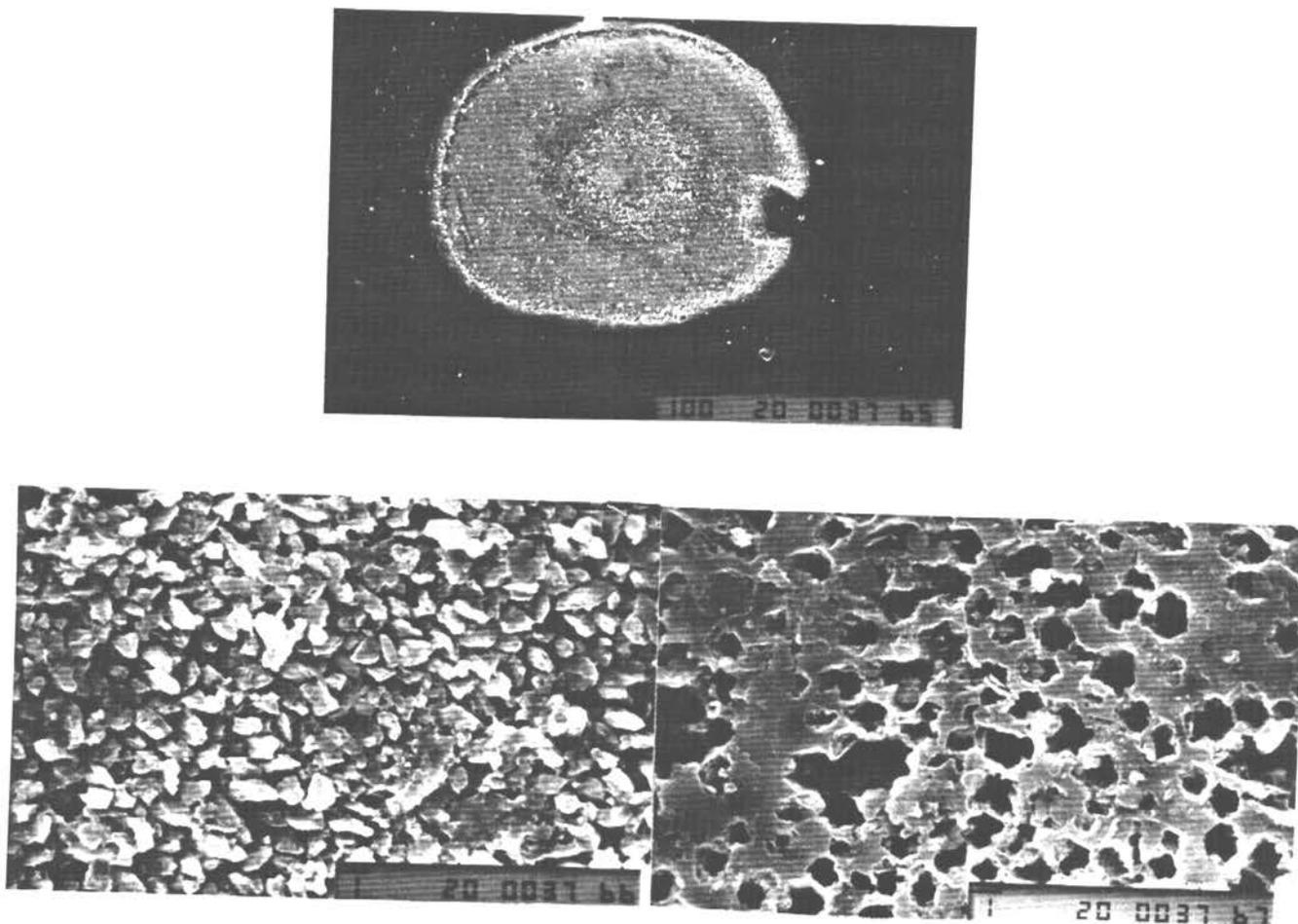


Figura 55. Fotografías al MEB a distintos aumentos de un estatolito de un macho de *O. mimus* de 11 cm LDM y 898 g WT, capturado el 21/02/98. Estuvo 30 segundos en 1% HCl. Escala se encuentra en el lado derecho inferior de cada foto, el número debajo de cada línea representa la distancia en micrones.

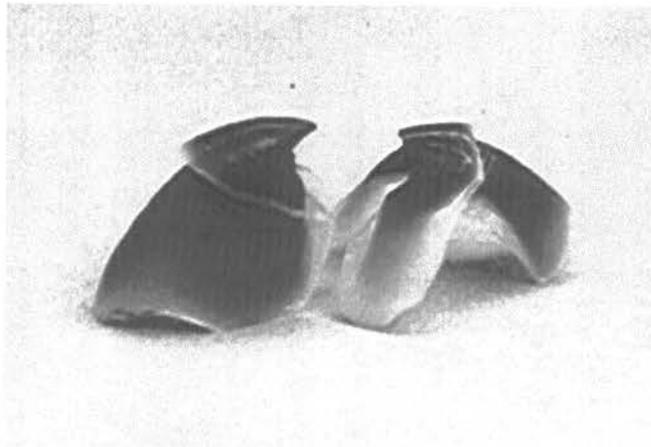


Figura 56. Fotografía de las mandíbulas superior e inferior de una hembra de *O. mimus* de 17 LDM y 2218 g WT, capturada el 25/ 06/ 98.

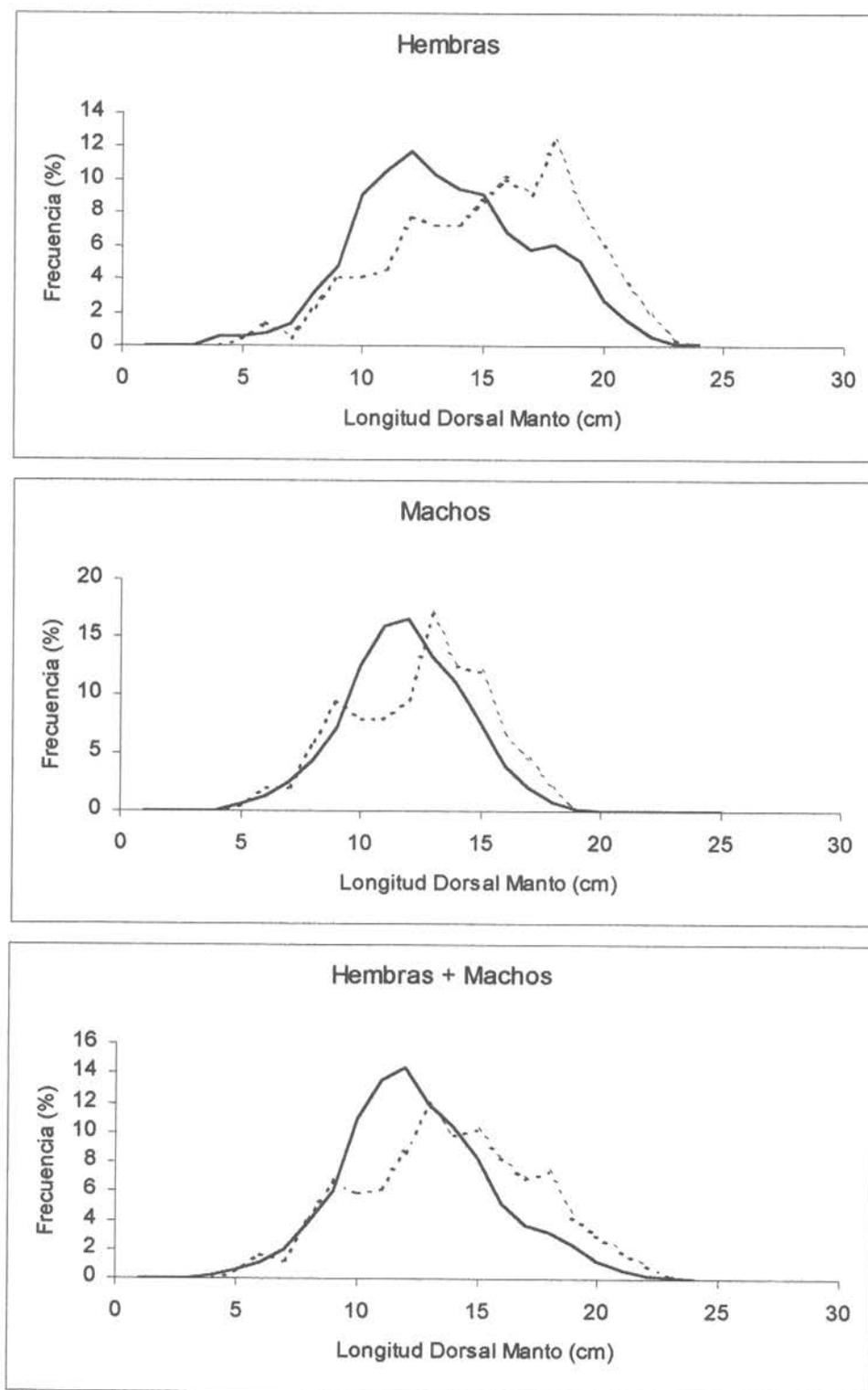
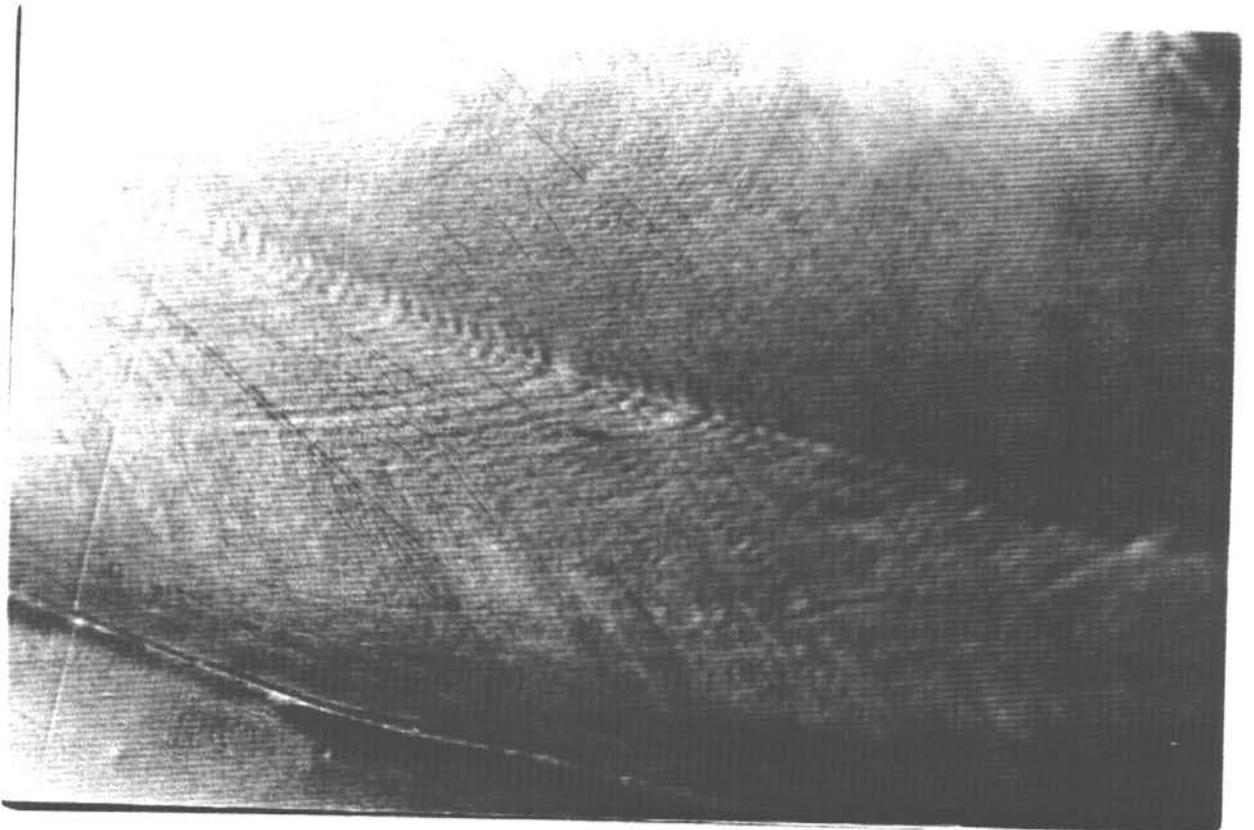
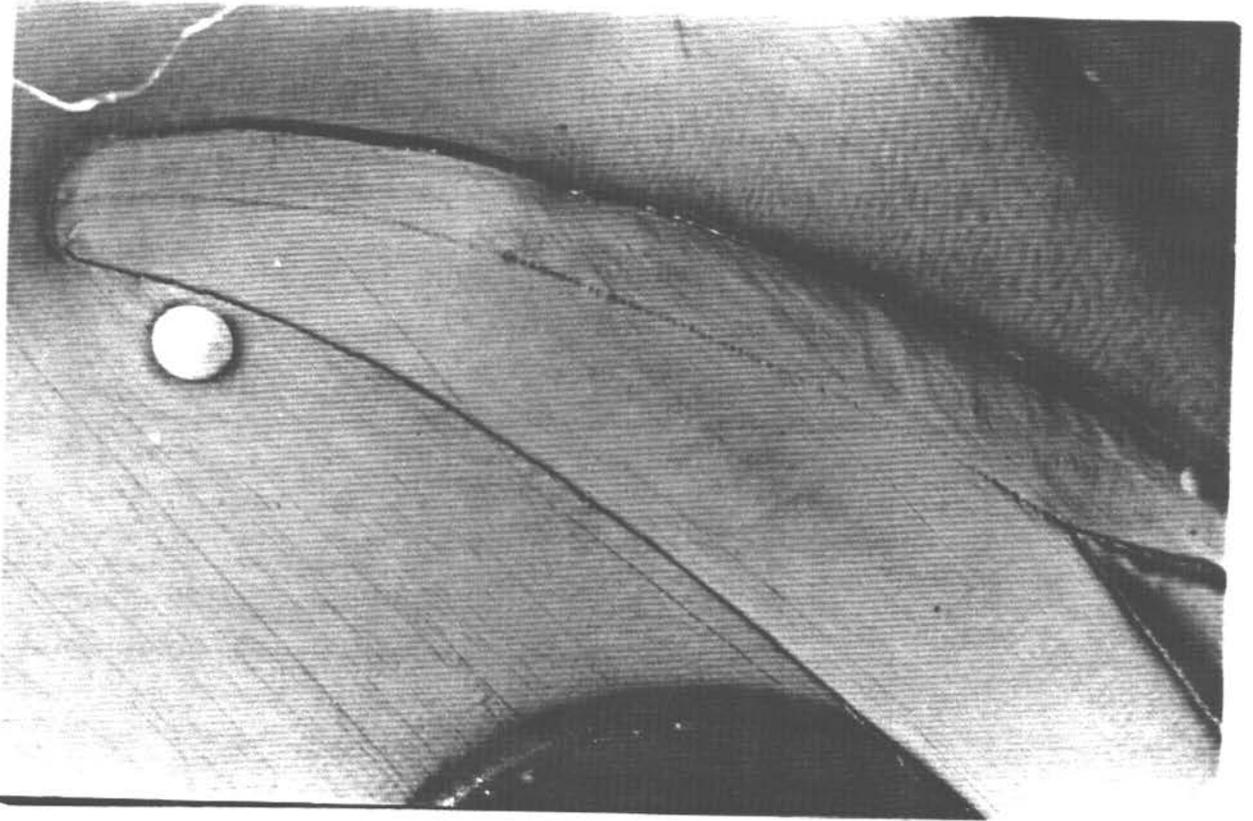
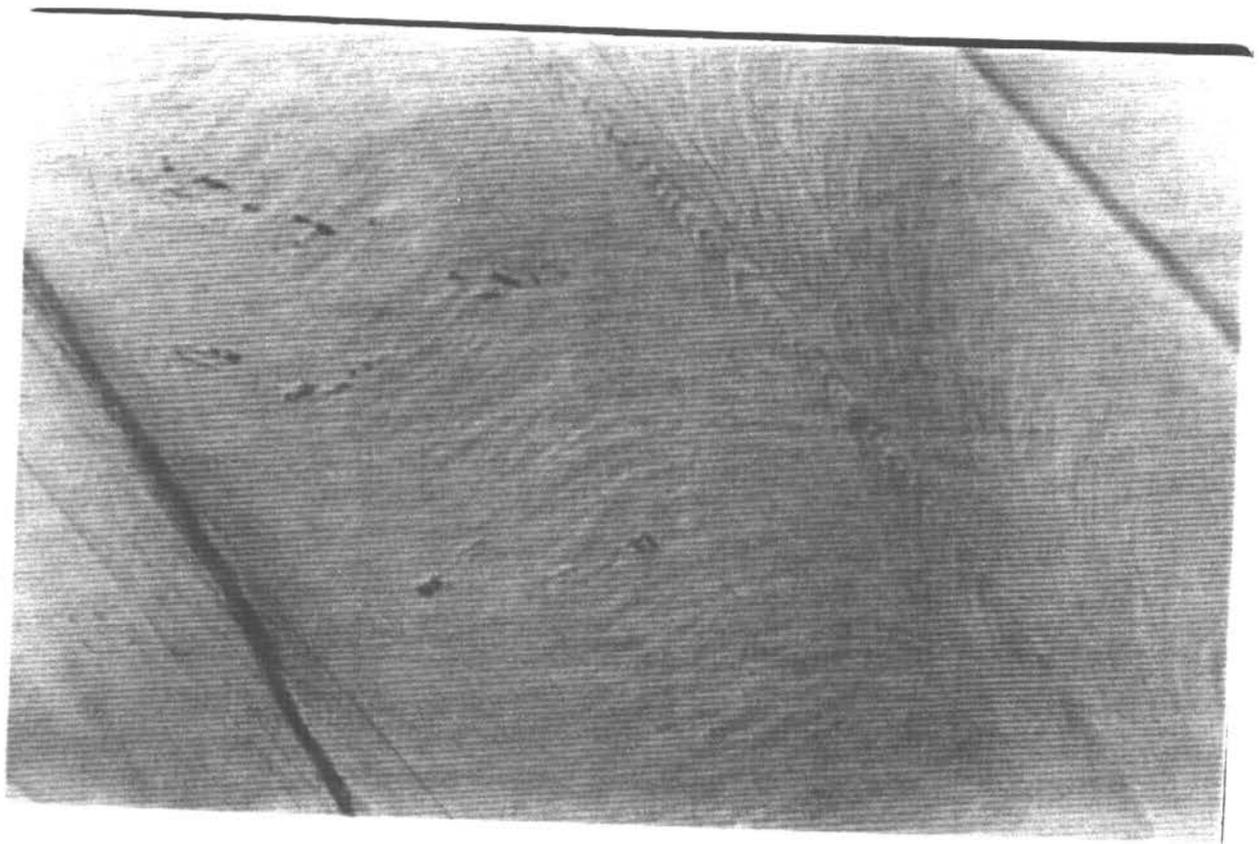
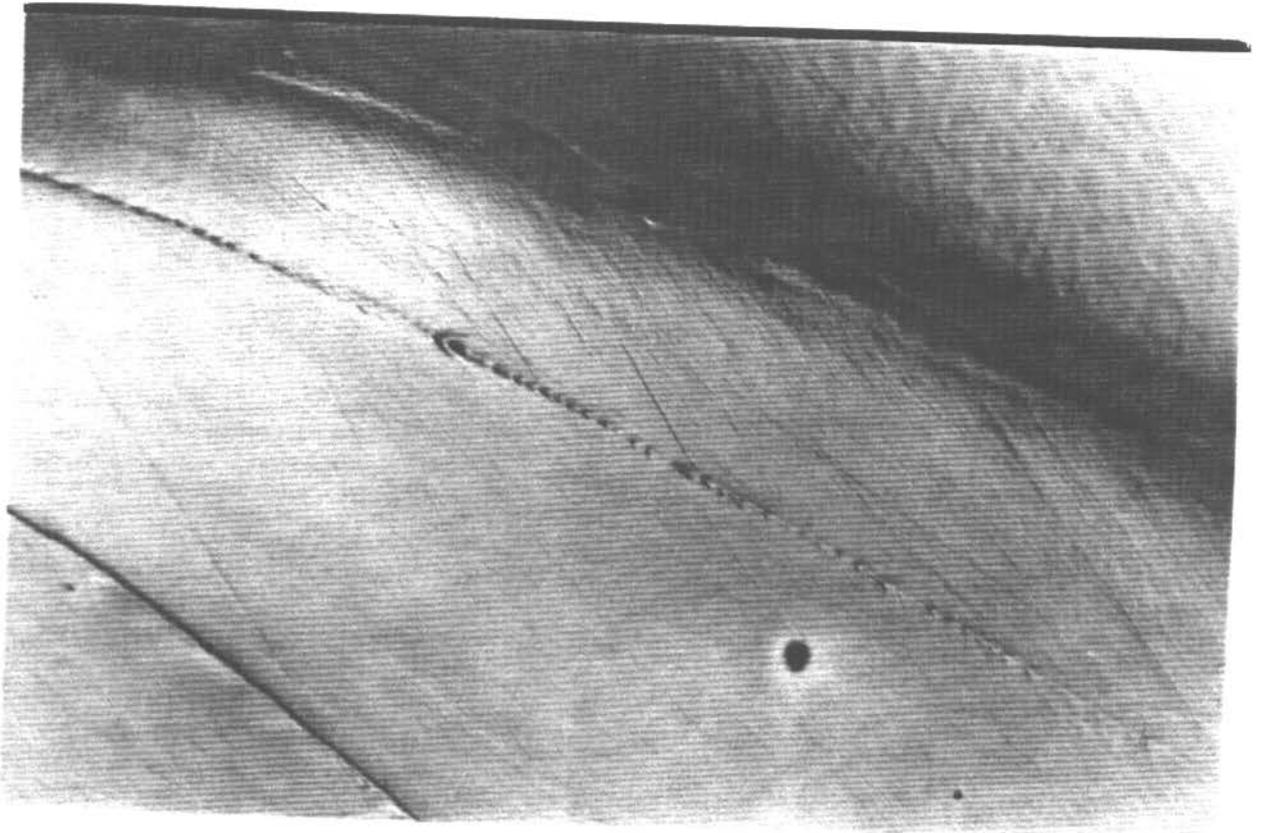
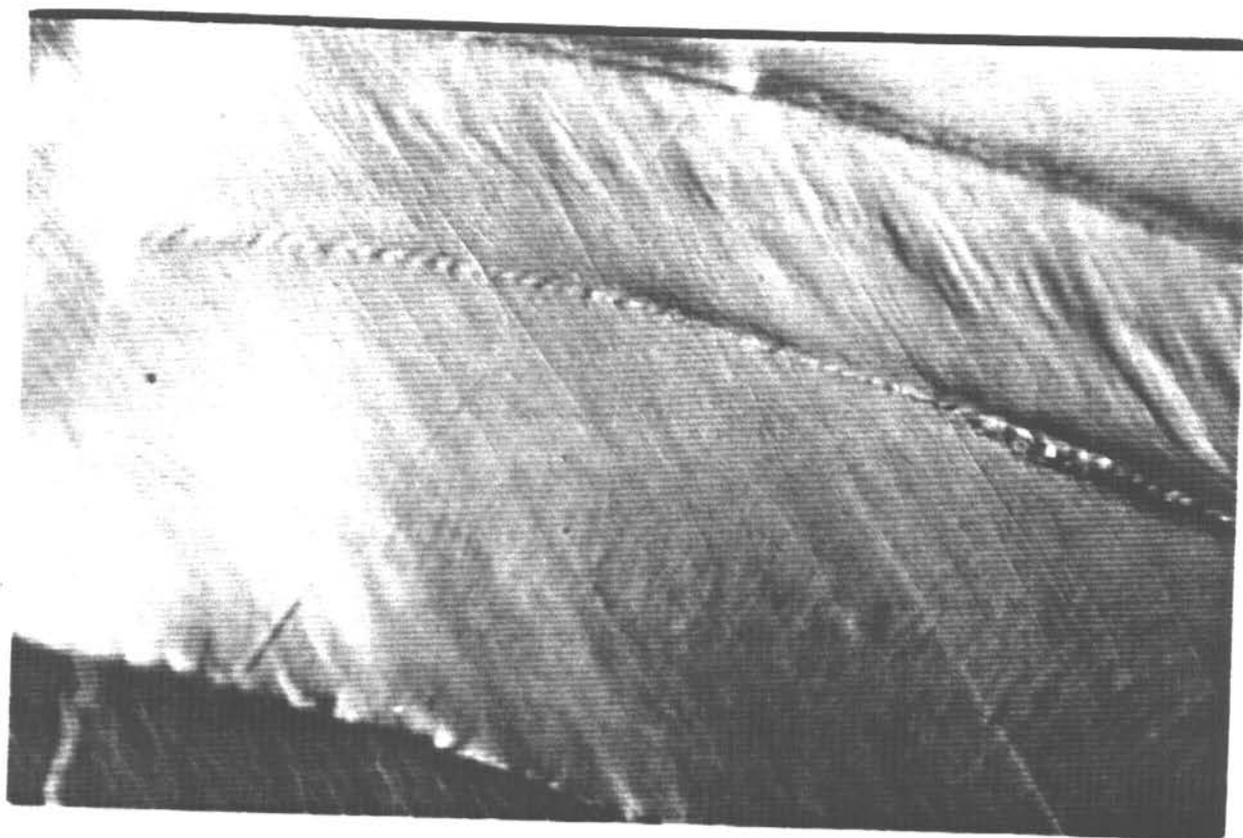
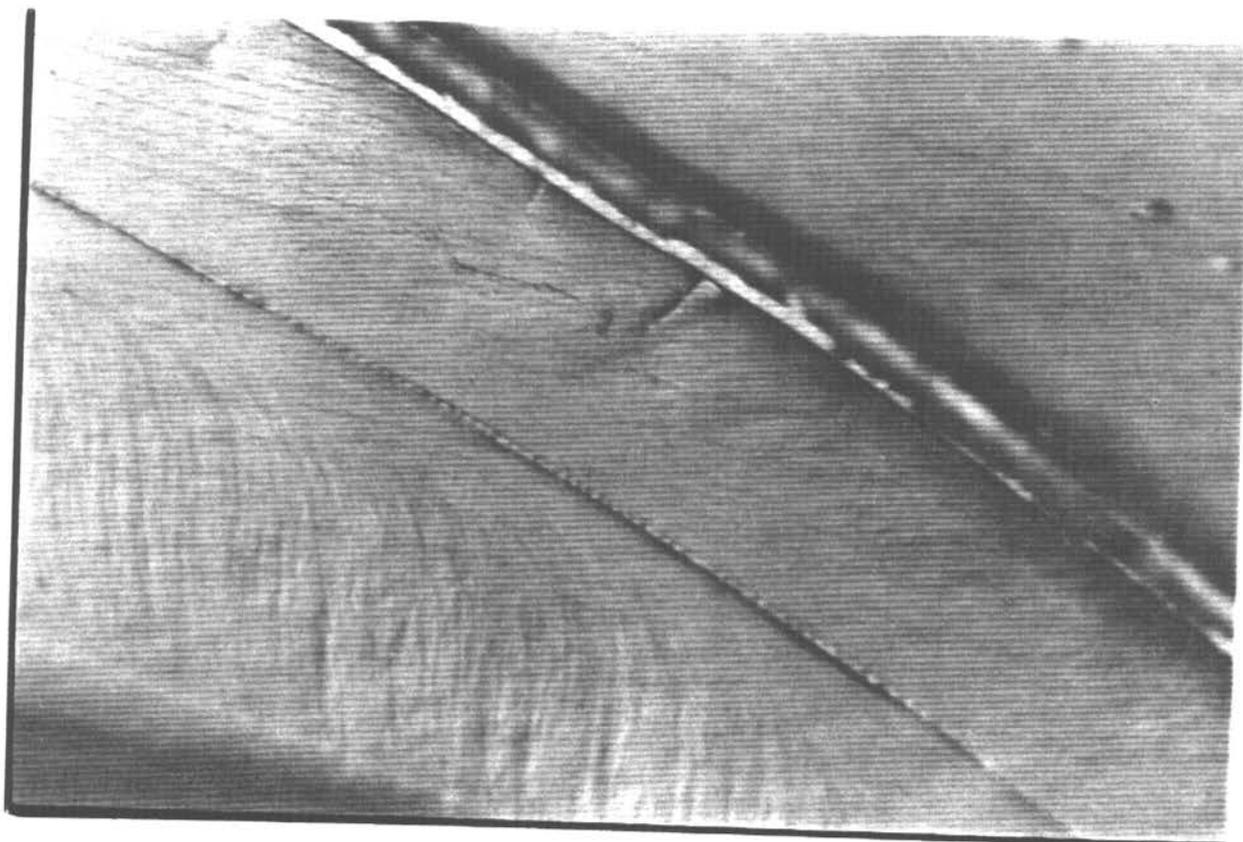


Figura 57. Distribuciones de frecuencias de la longitud dorsal del manto para las hembras, machos y combinado de la muestra (línea continua) y de la submuestra (línea punteada) a la cual se le determinó la edad.

Figura 58. Se presentan 6 fotografías de la mandíbula inferior para mostrar la apariencia de los incrementos y el eje de lectura al observarlos a un aumento de 80X (1 cm= 90 μ m) en estereomicroscopio y formando el efecto espejo con luz reflejada.







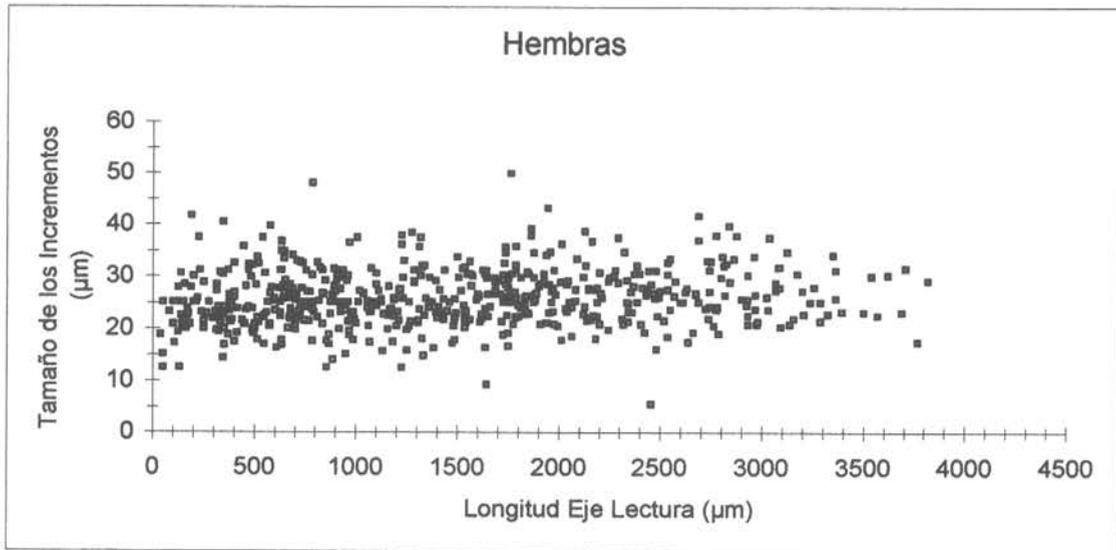


Figura 59. Ancho de los incrementos formados en la mandíbula inferior de hembras de *O. mimus* a lo largo del eje de lectura.

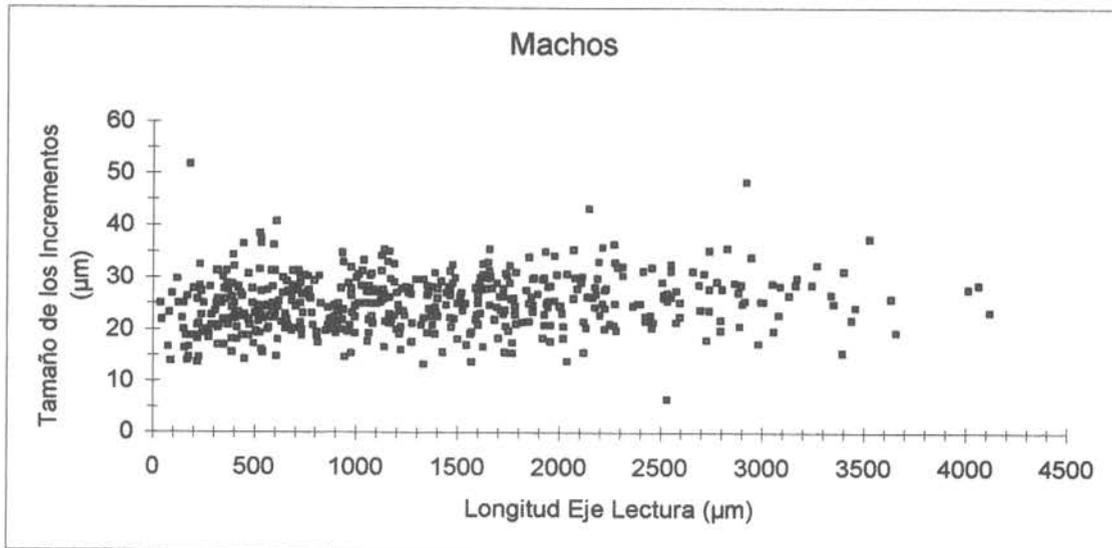


Figura 60. Ancho de los incrementos formados en la mandíbula inferior de machos de *O. mimus* a lo largo del eje de lectura.

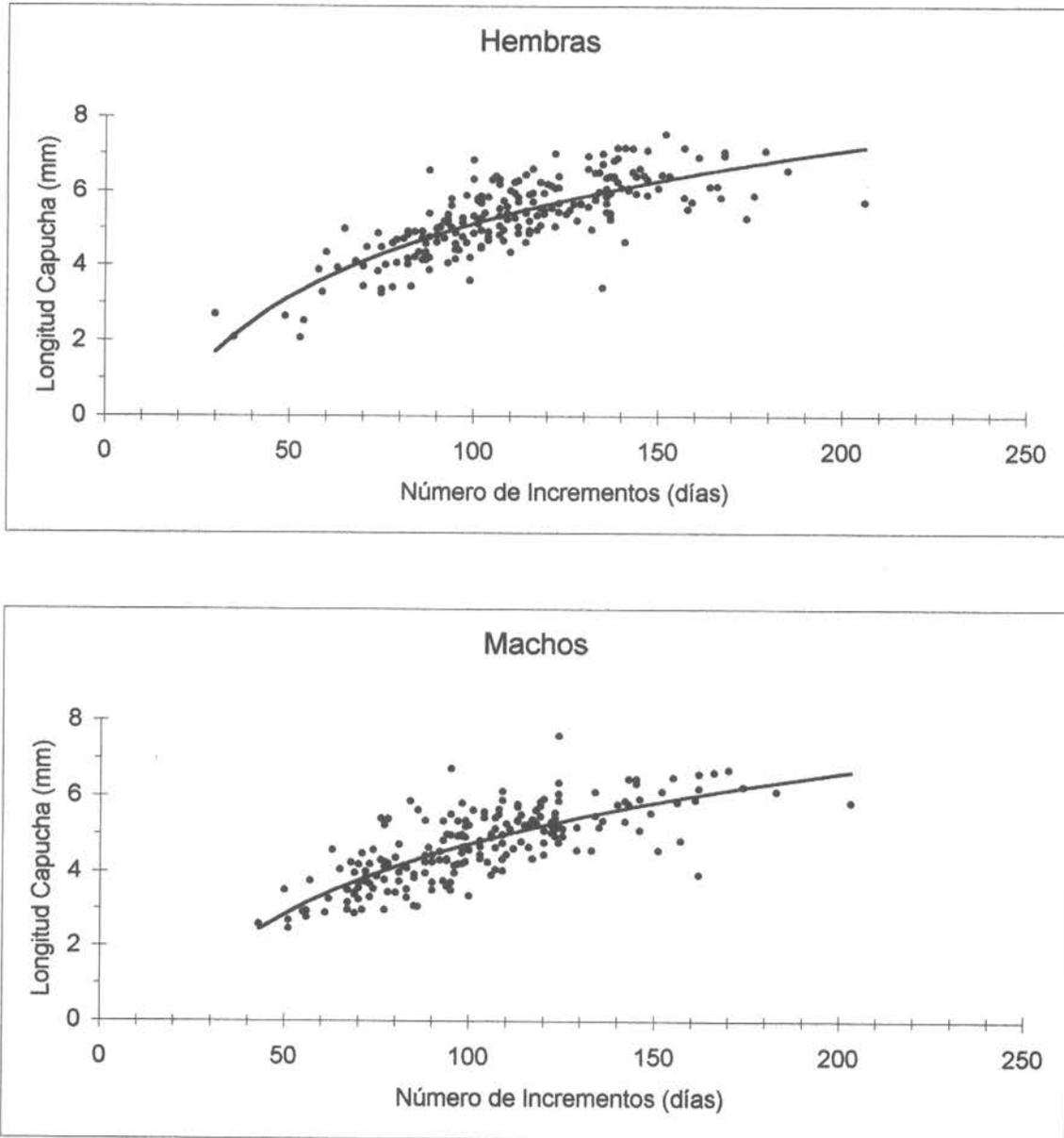


Figura 61. Relación entre el número de incrementos y la longitud de la capucha para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante el período de estudio.

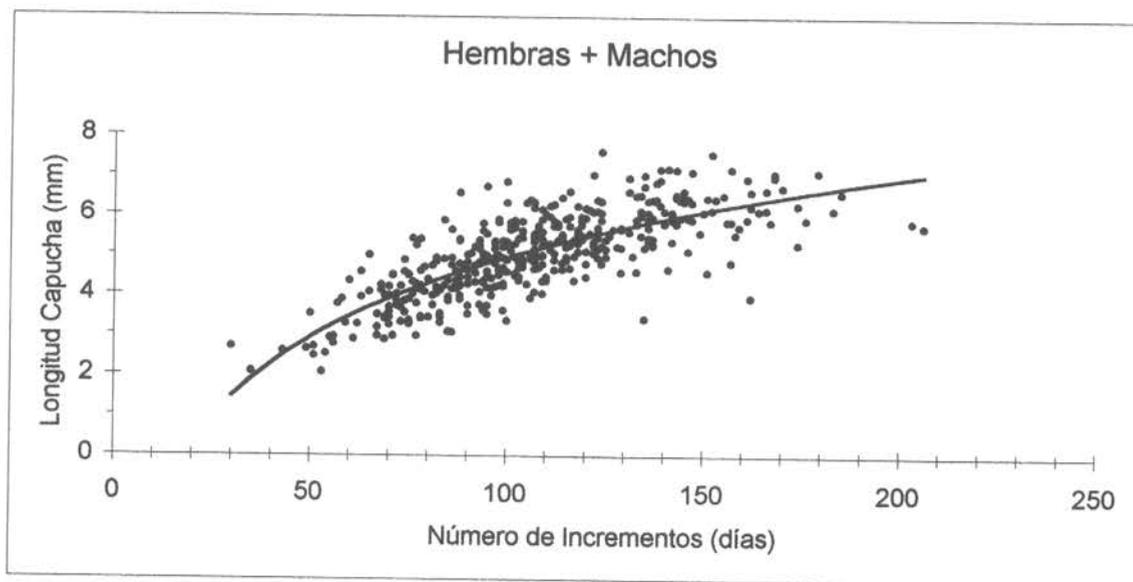


Figura 62. Relación entre el número de incrementos y la longitud de la capucha para los dos sexos de *O. mimus*. muestreados en la I II Regiones durante el período de estudio.

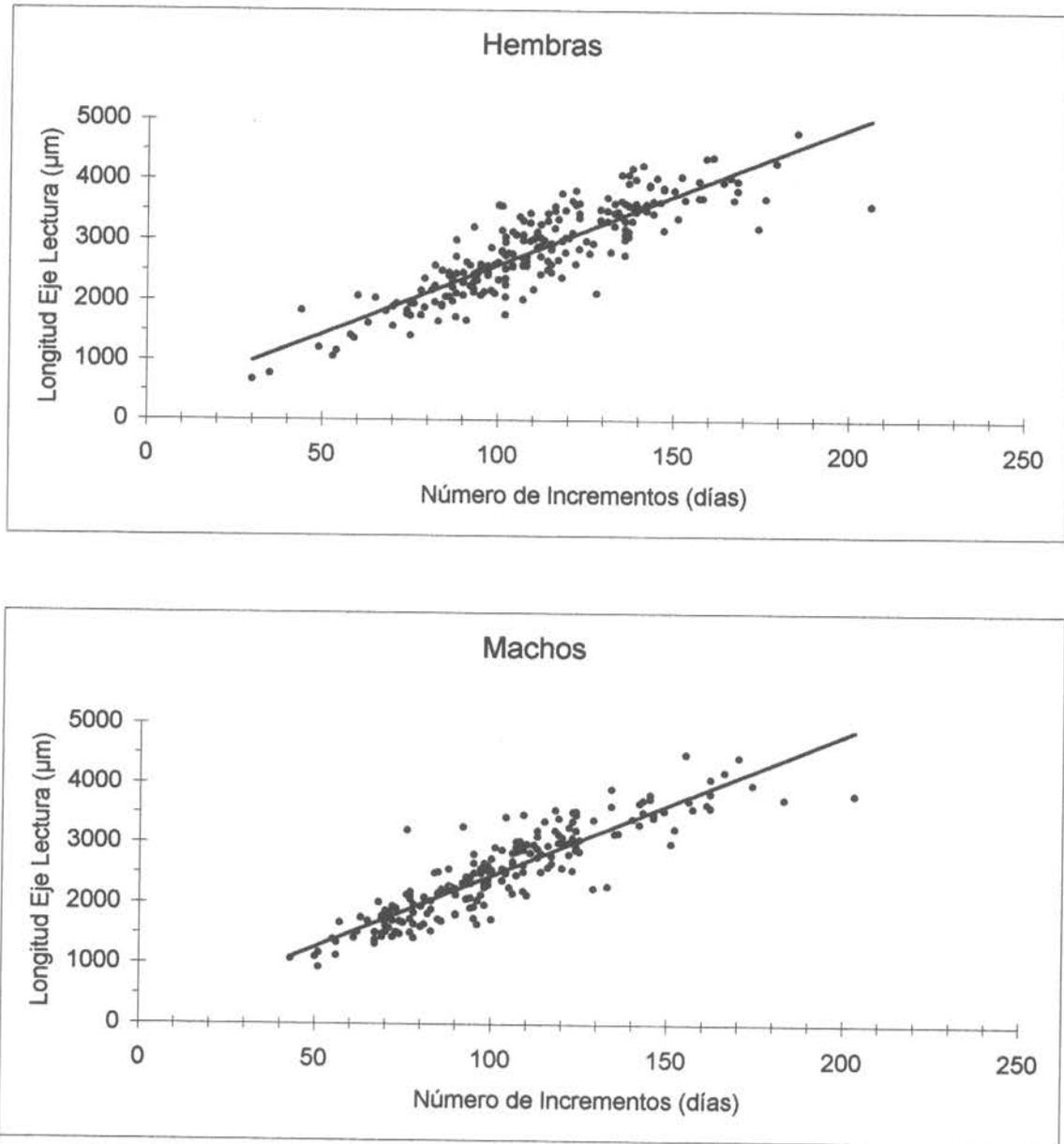


Figura 63. Relación entre el número de incrementos y la longitud del eje de lectura para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante el período de estudio.

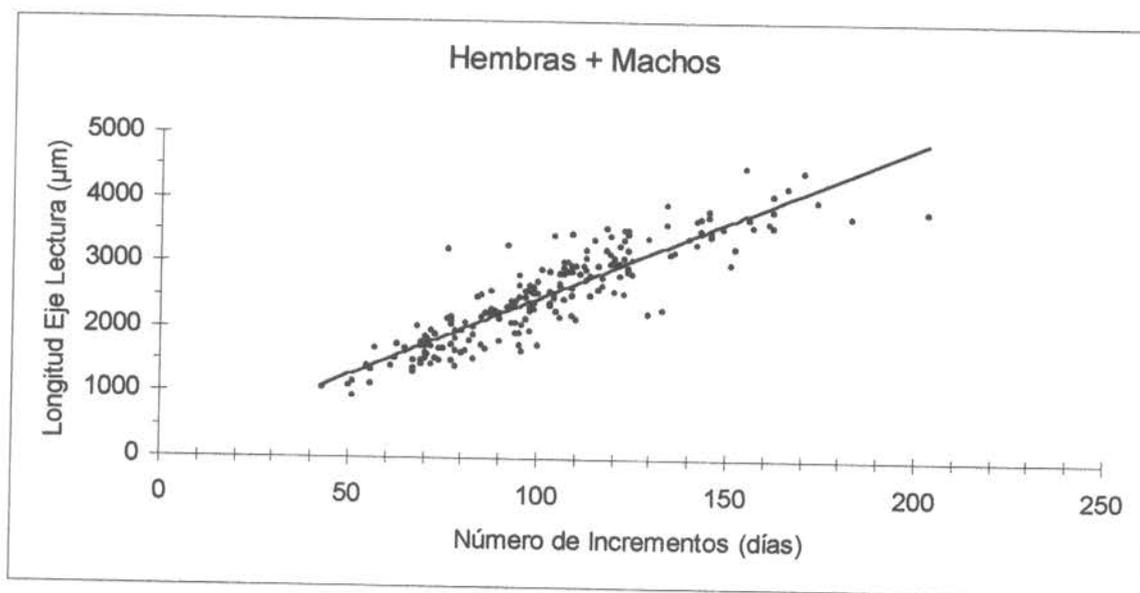


Figura 64. Relación entre el número de incrementos y la longitud del eje de lectura para los dos sexos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante todo el período de estudio.

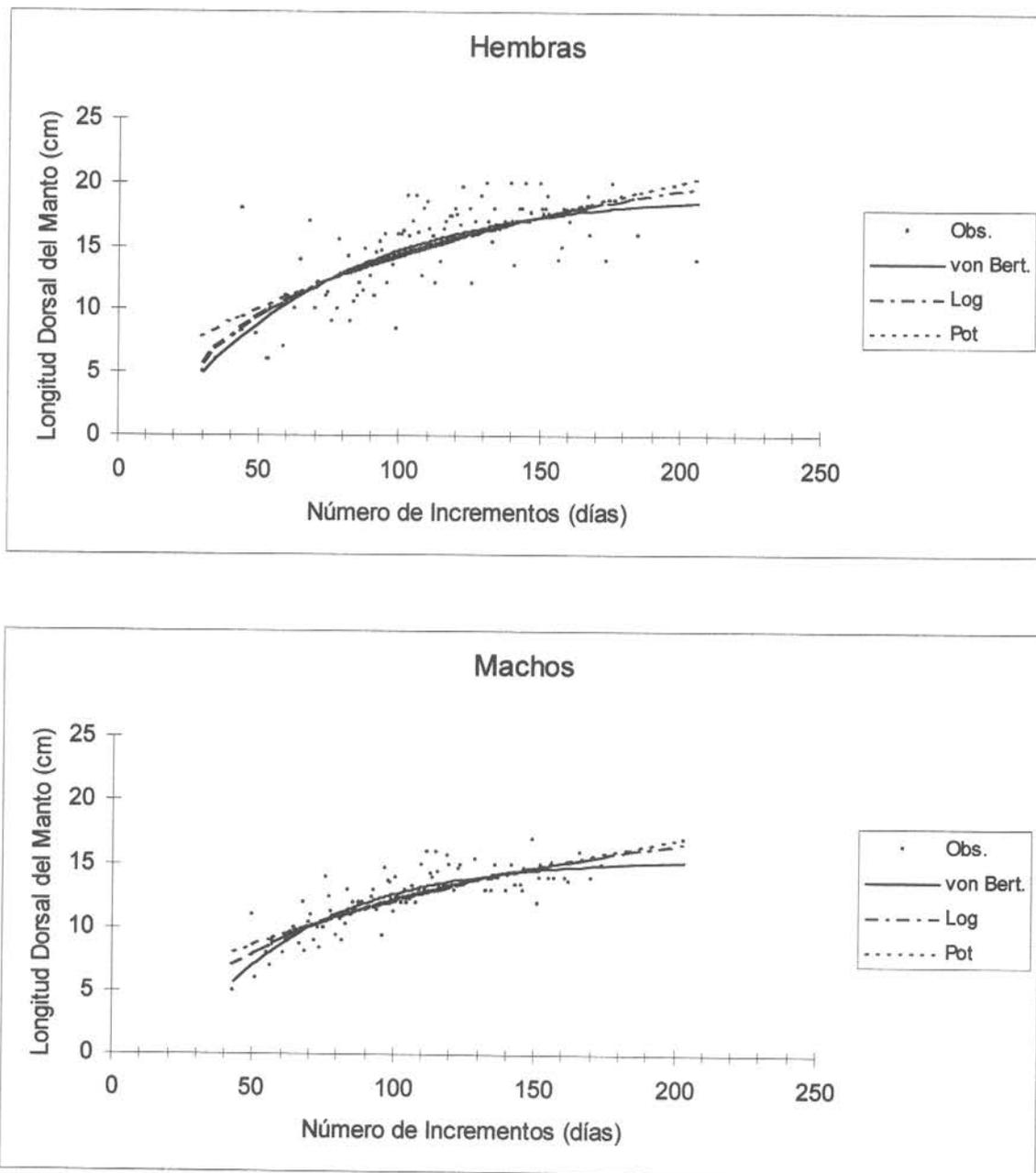


Figura 65. Relación entre el número de incrementos y la longitud dorsal del manto para hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante todo el período de estudio.

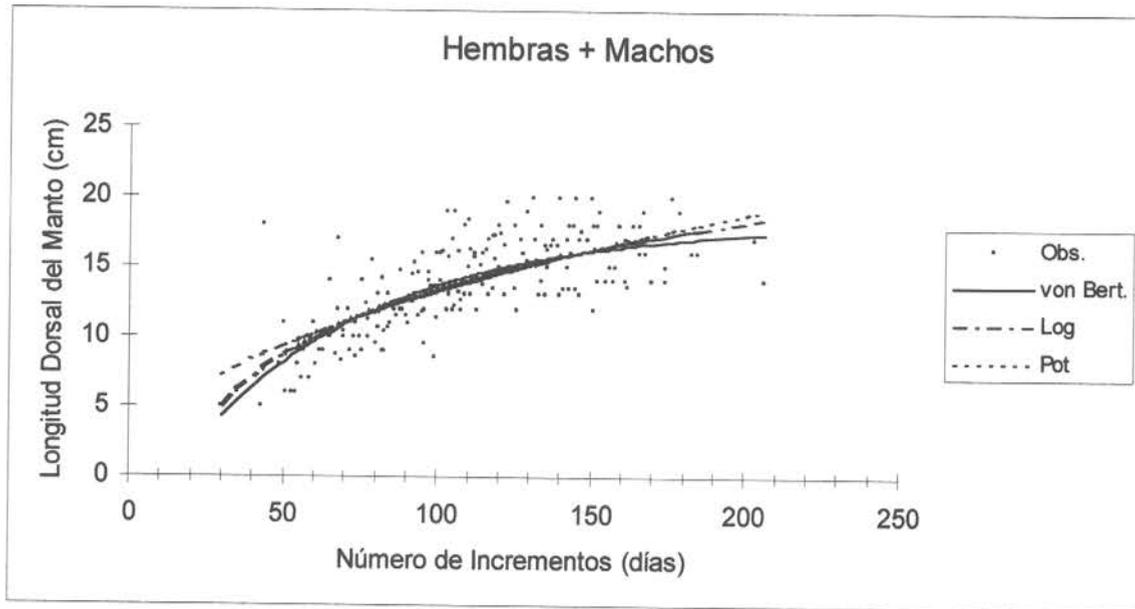


Figura 66. Relación entre el número de incrementos y la longitud dorsal del manto para ambos sexos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Región.

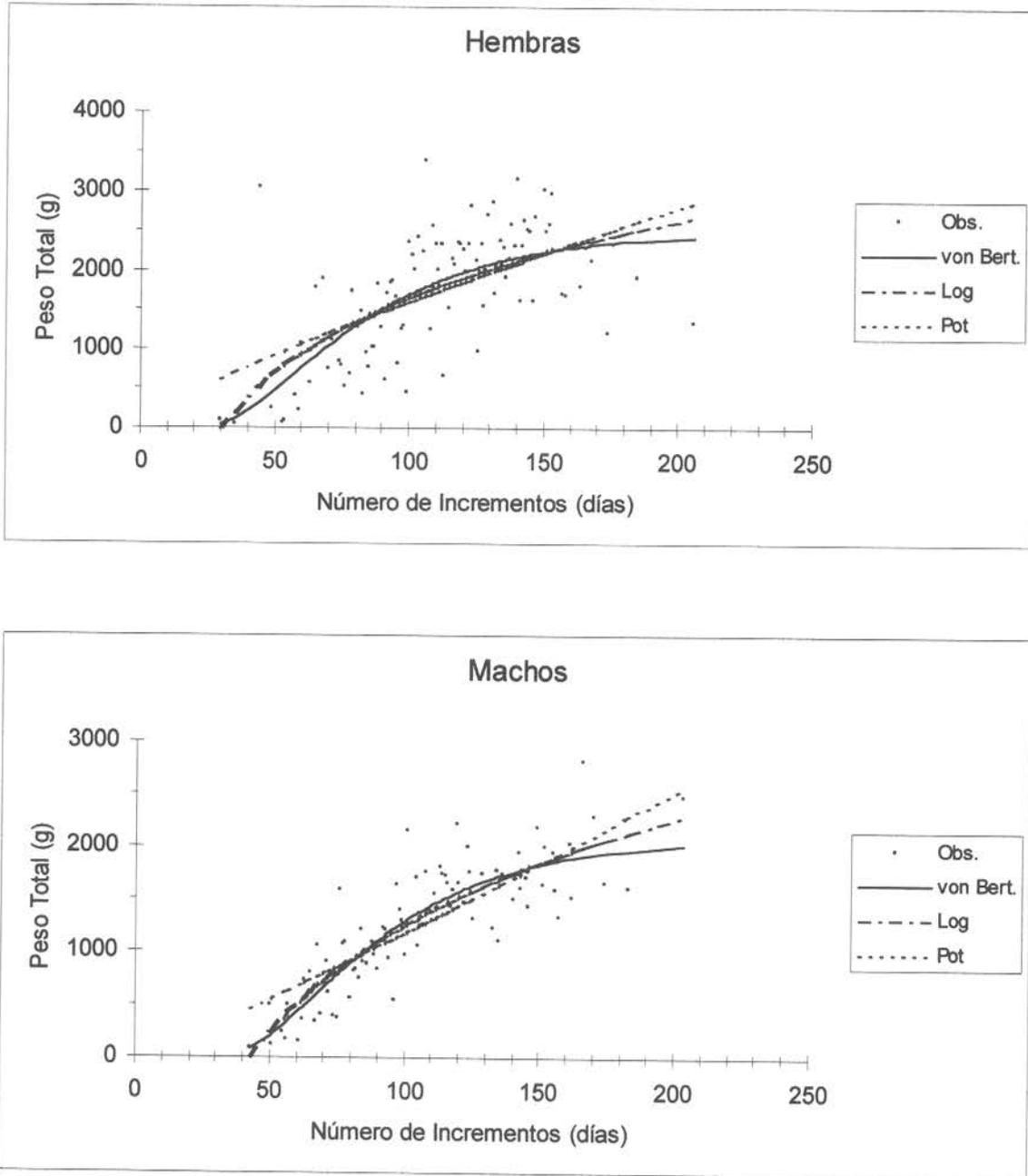


Figura 67. Relación entre el número de incrementos y el peso total para las hembras y machos de *O. mimus*, muestreados en la I y II Regiones durante todo el período de estudio.

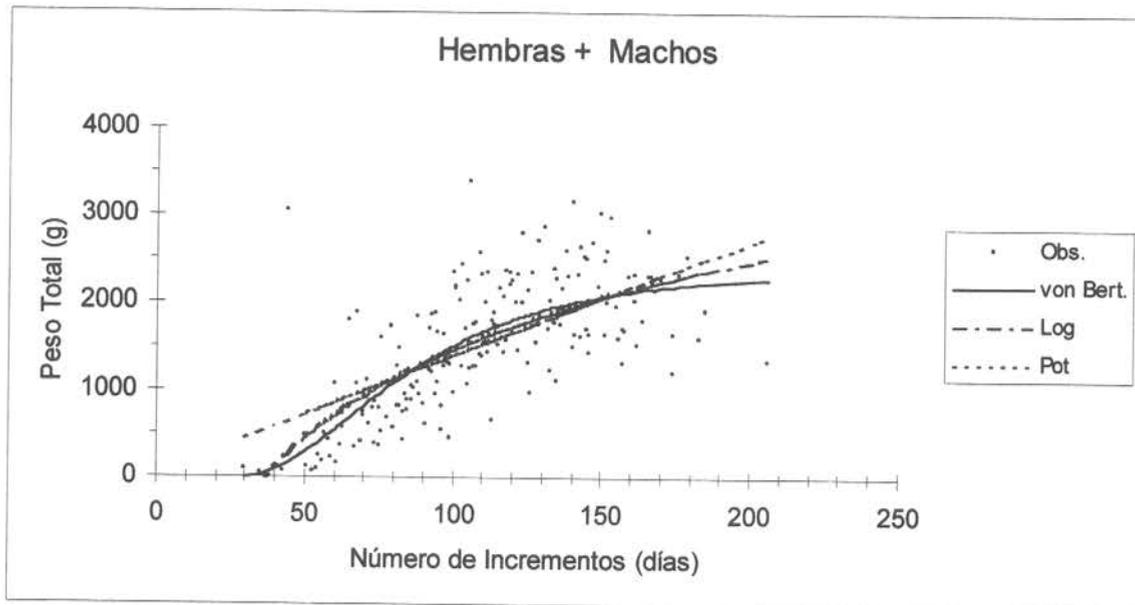
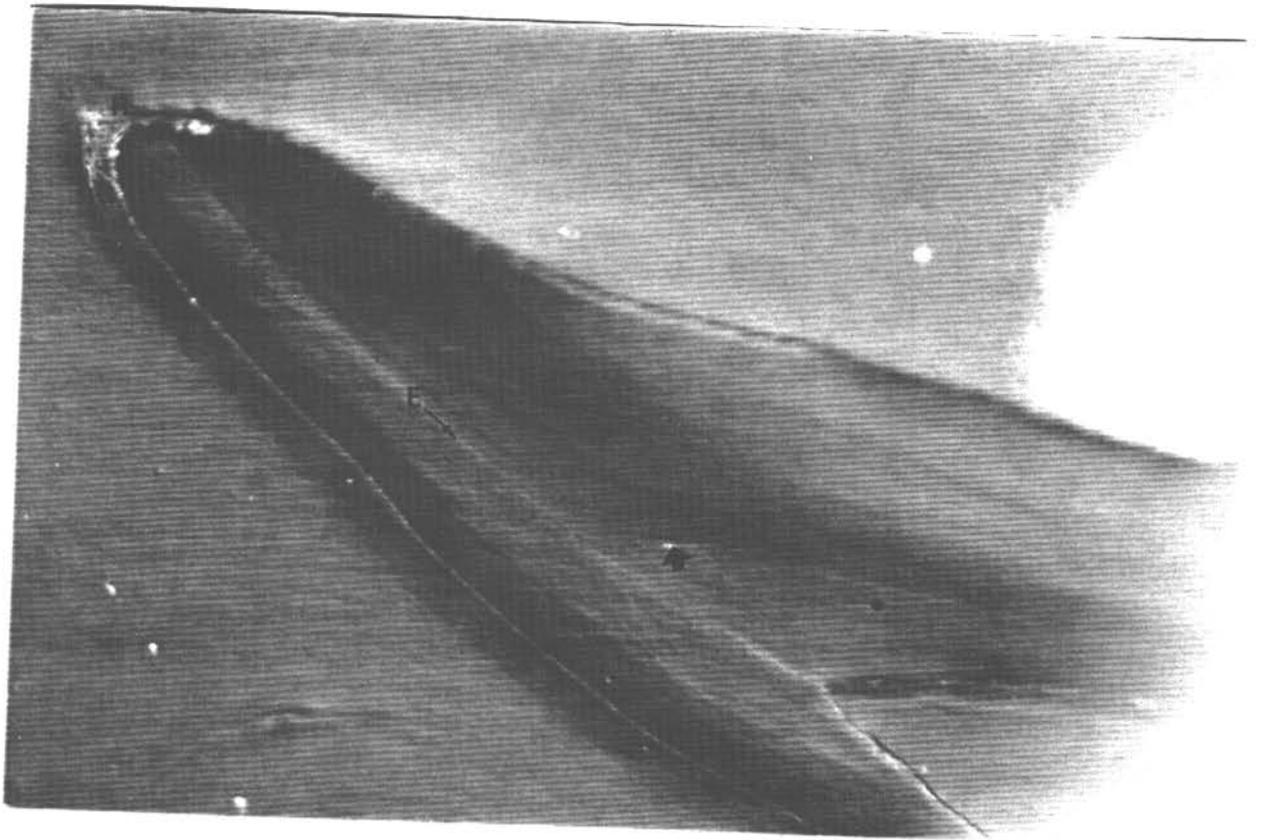
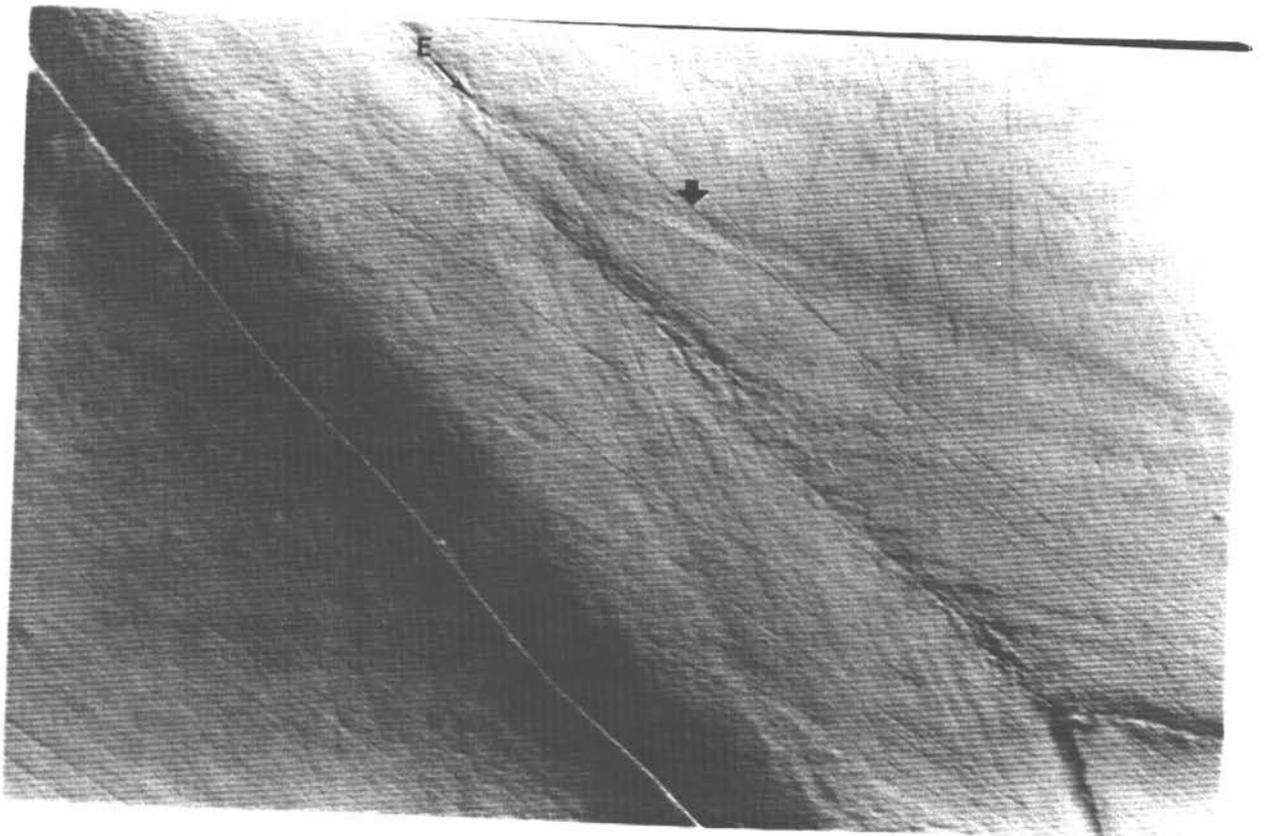


Figura 68. Relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de *O. mimus* muestreados en la I y II Regiones durante todo el período de estudio.

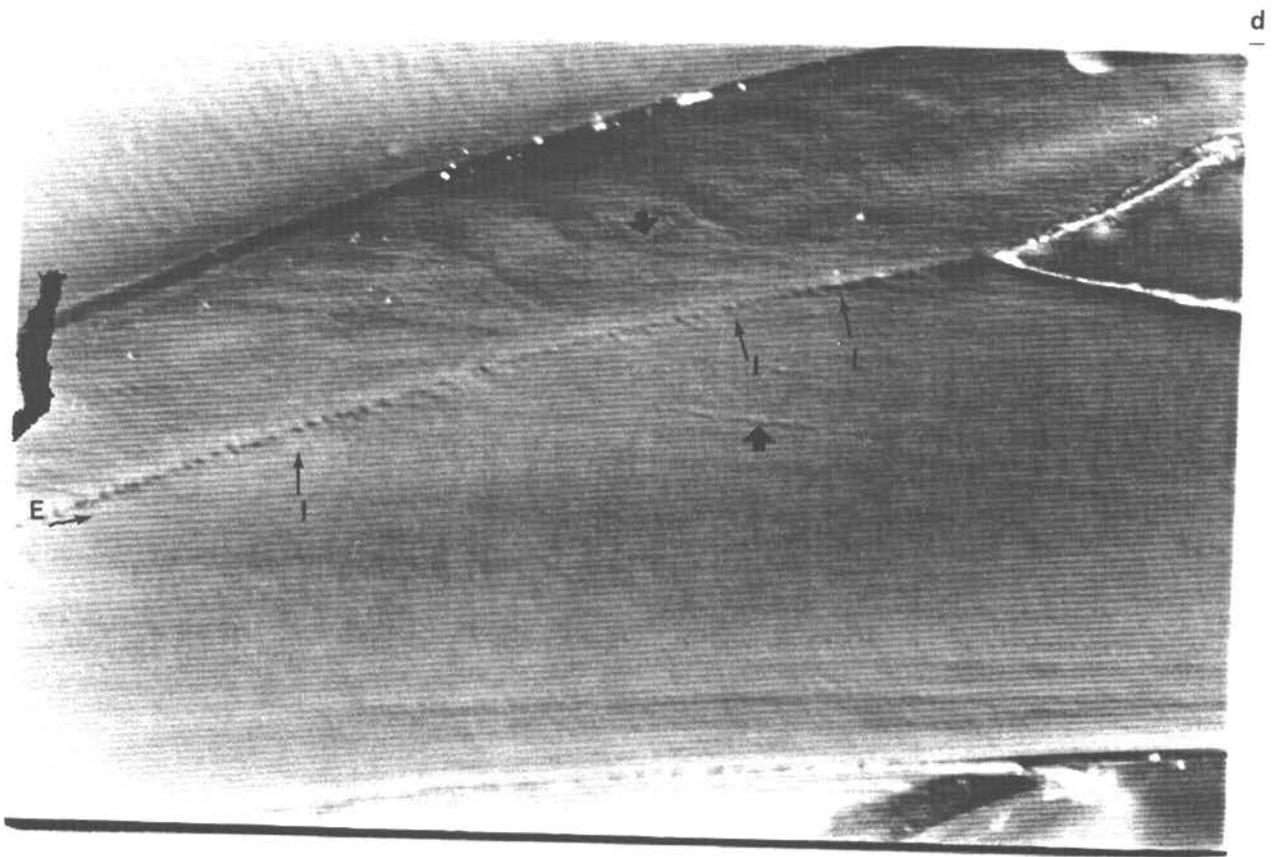
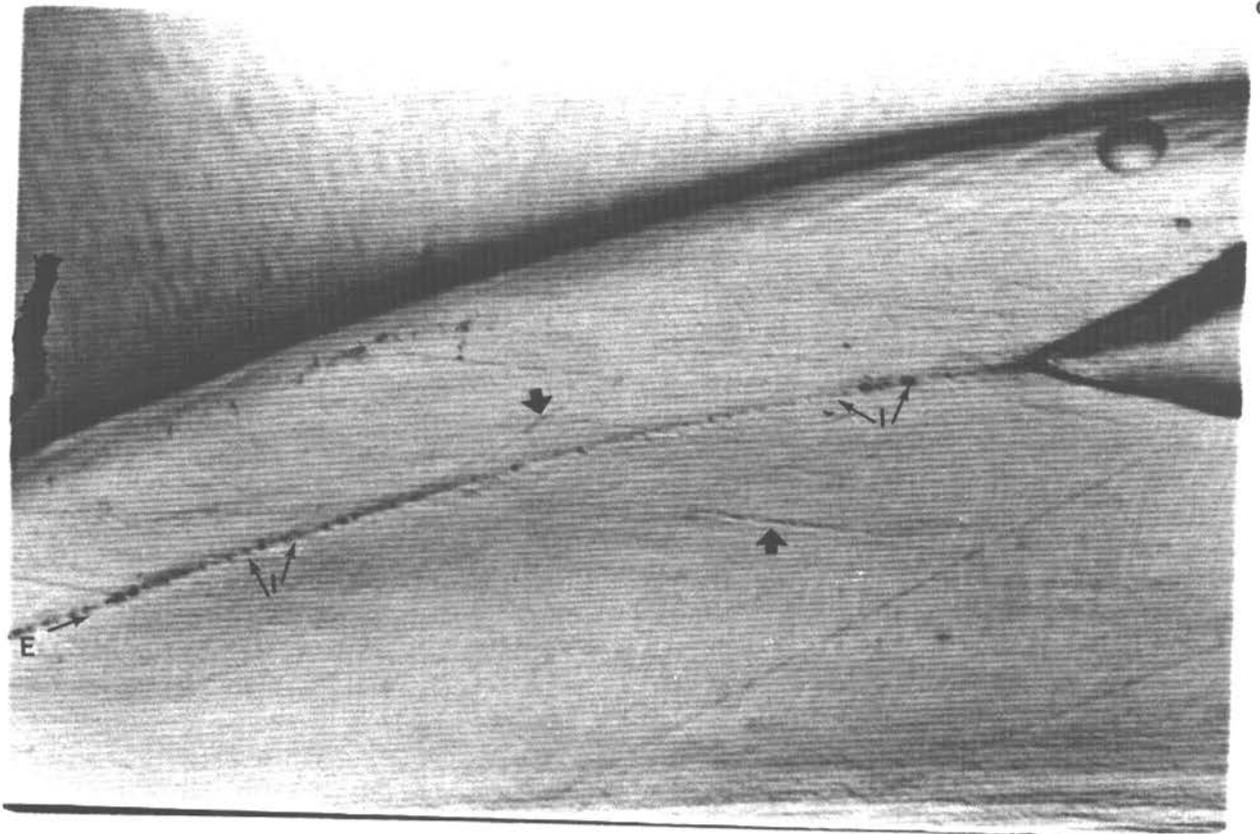
Figura 69. Se presentan 6 fotografías del plano de lectura de mandíbulas de individuos de *O. mimus* mantenidos en cautiverio. E: eje de lectura; R: punta rostral; I: incrementos. La flecha gruesa muestra la marca producida en la mandíbula a causa del estrés sometidos.

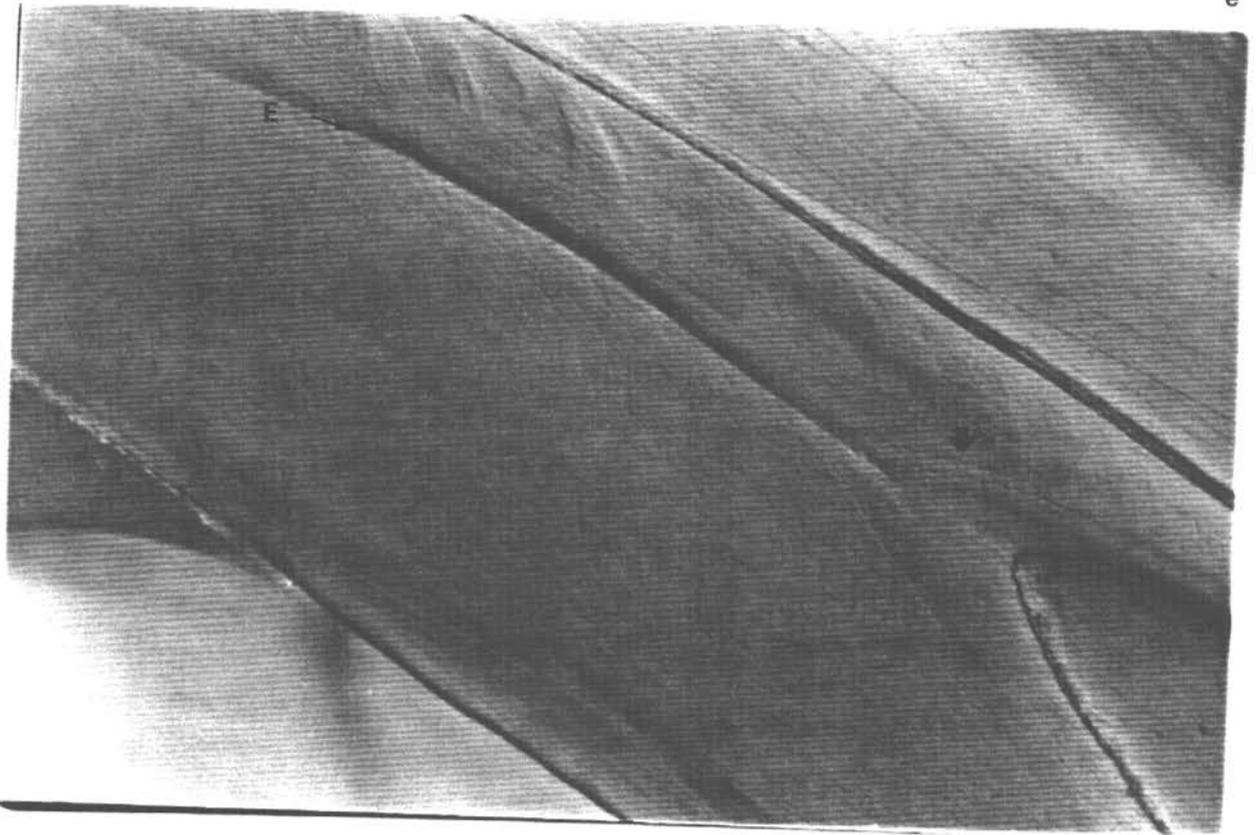


a

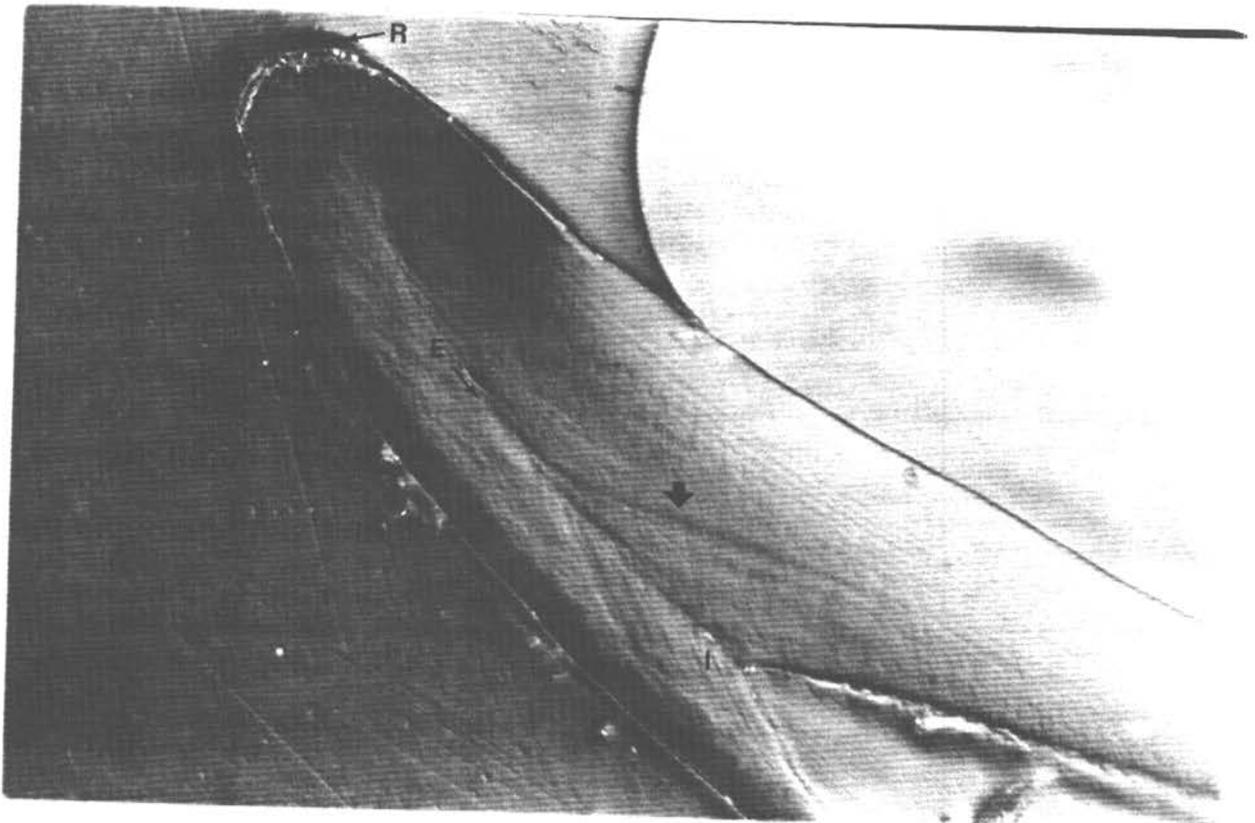


b





e



f

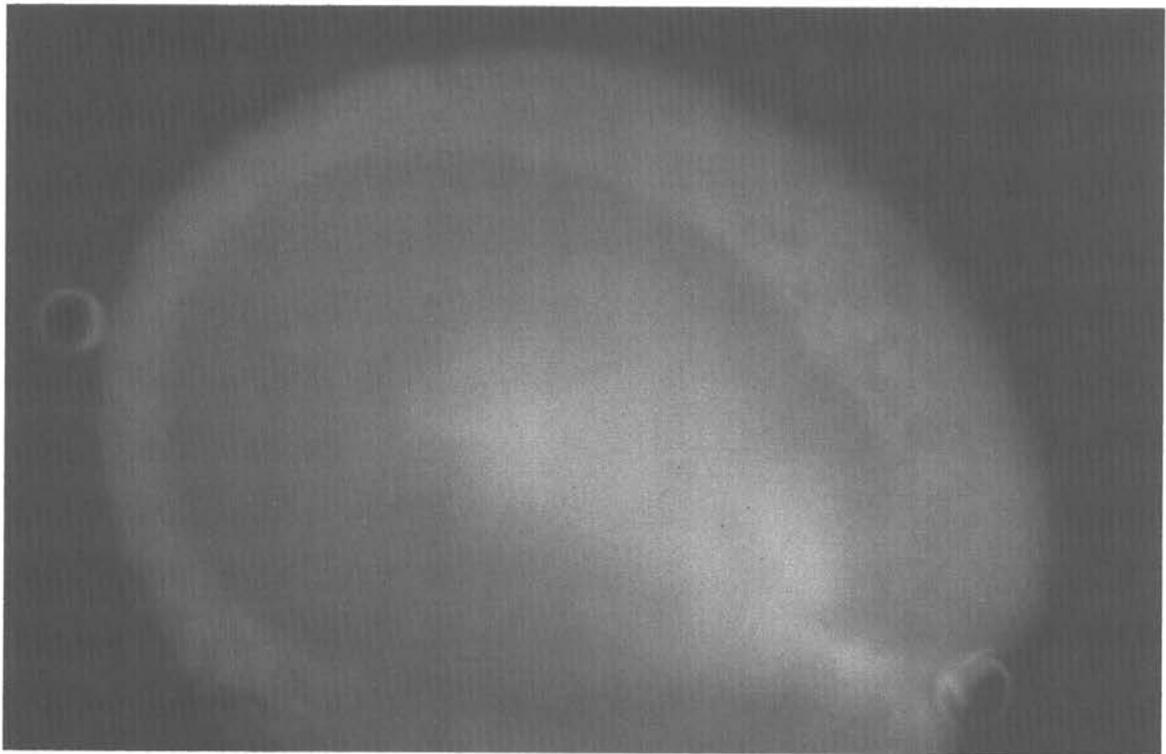
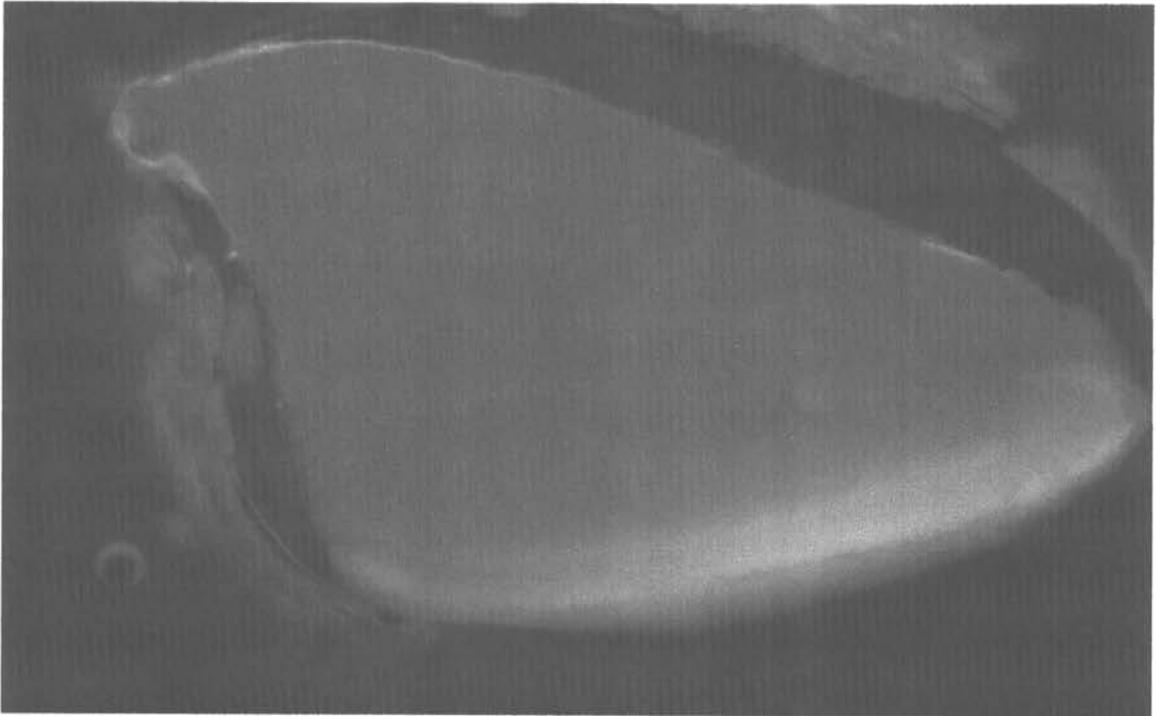


Figura 70. Fotografías de secciones delgadas de estatolitos de pulpos, observados con microscopio de epifluorescencia, que fueron inyectados con antibiótico, en la cual no se observa ninguna marca característica.



Figura 71. Sección delgada de una mandíbula inferior, observado con microscopía de epifluorescencia, de un pulpo que fue inyectado con antibiótico. Se muestra con el fin de indicar que en este tipo de estructura no se produce la marca fluorescente.

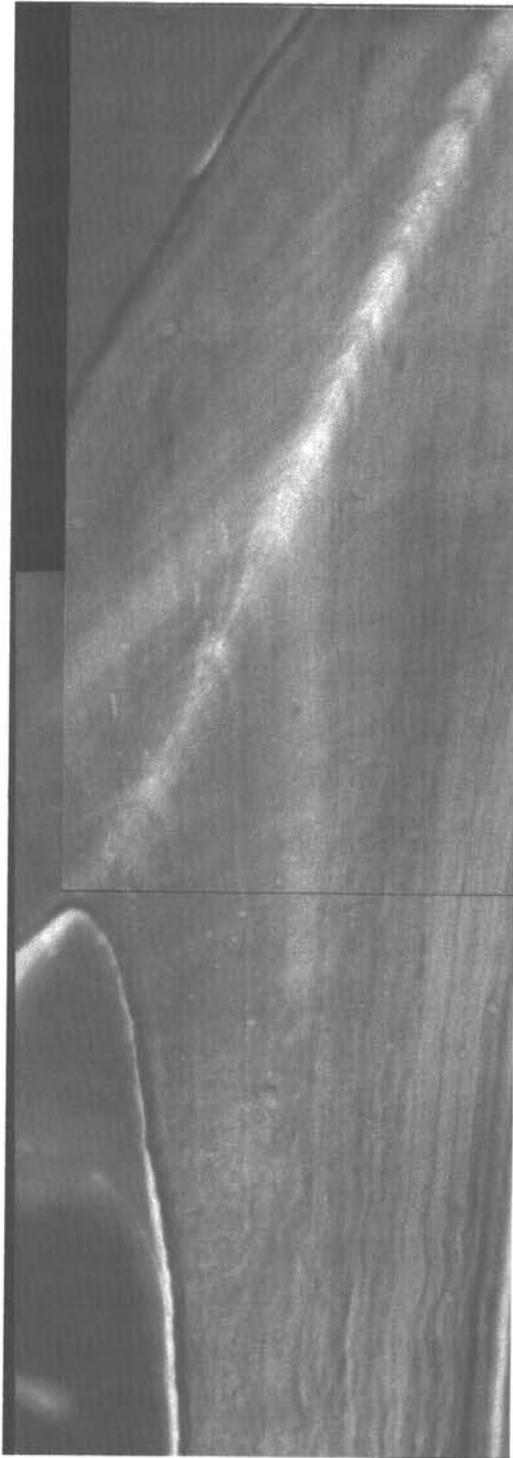


Figura 72. Al igual que la figura anterior, se muestra una sección delgada de una mandíbula inferior, observado con microscopía de epifluorescencia, de un pulpo que fue inyectado con antibiótico. Se muestra con el fin de indicar que en este tipo de estructura no se produce la marca fluorescente.

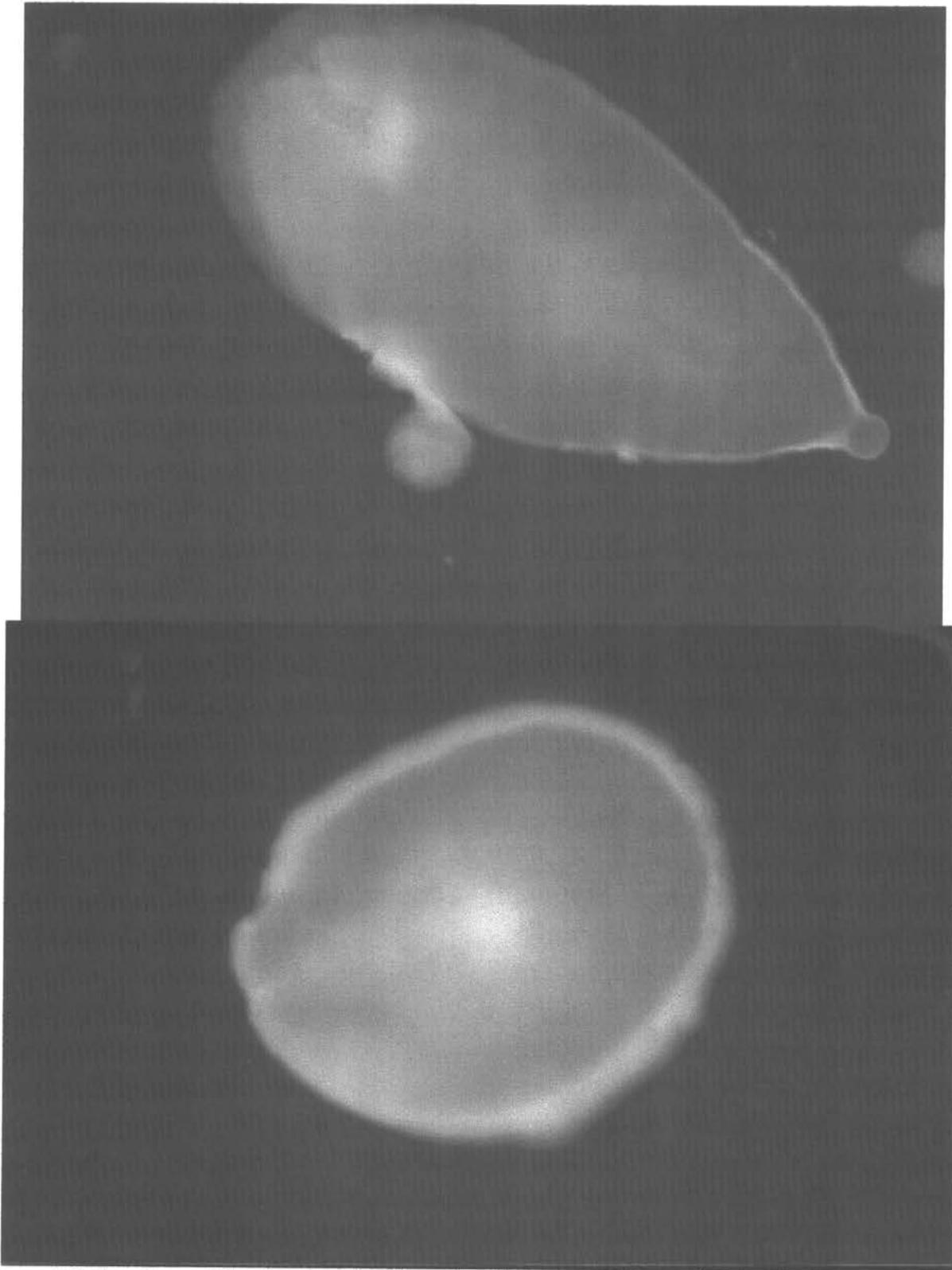


Figura 73. Secciones delgadas de estatolitos de pulpos que no fueron inyectados con antibioticos y observados al microscopio de epifluorescencia. Se muestran para efectos de comparación con las figuras 70 y 72.

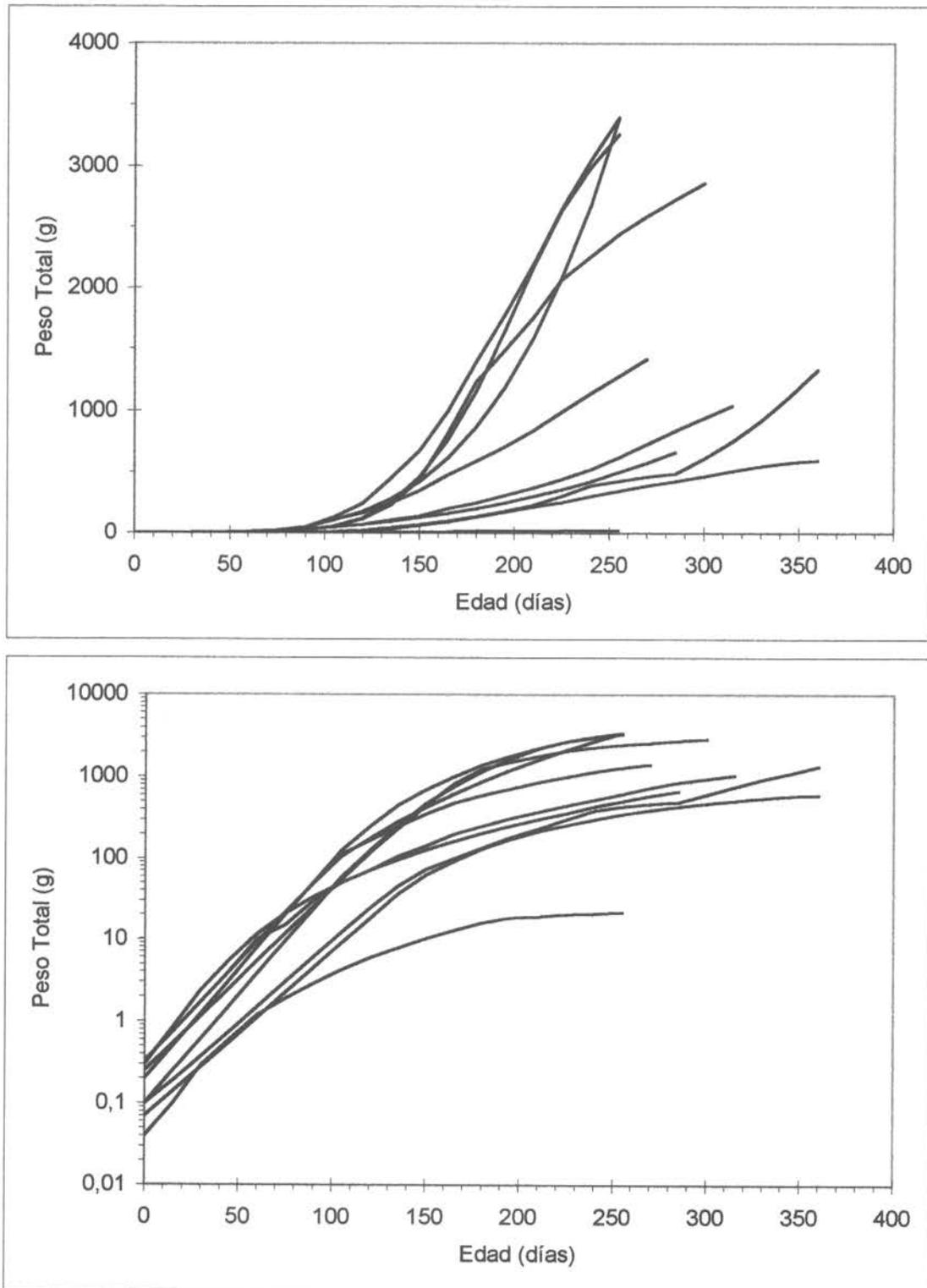


Figura 74. Curvas de crecimiento para diferentes especies de *Octopus* y *Eledone* mantenidos en laboratorio (fuente: Forsythe y van Heukelem, 1987). En la grafica inferior se presenta la variable peso total en escala logarítmica. a: *O. bimaculoides* (18°C); b: *O. joubini* (25°C); c: *O. vulgaris* (18-22°C); d: *Eledone moschata* (12-20°C); e: *O. briareus* (25°C); f: *O. maya* (25°C); g: *O. vulgaris* (20-25°C); h: *O. cyanea*; i: *O. tetricus* (16-24°C); j: *E. cirrhosa*.