

CICLO REPRODUCTIVO ANUAL Y ALGUNAS CONSIDERACIONES
SOBRE LA HISTOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR DE
PATIRIA CHILENSIS (LUTKEN, 1859) (ECHINODERMATA,
ASTEROIDEA).*

Annual reproductive cycle and some observations on the reproductive
apparatus histology of *Patiria chilensis* (Lütken, 1859) (Echinodermata,
Asteroidea)

CAMILO L. WERLINGER I.**

RESUMEN

Se estudian los aspectos relacionados con la biología de la reproducción de una población intermareal de *Patiria chilensis* (Lütken, 1859). Las muestras obtenidas entre Marzo de 1976 y Marzo de 1977, provinieron de Tres Morros, Bahía de Coliumo (36°31,5'S; 72°57,0'W); de Lirquén (36°42,0'S; 72°58,3'W) y Caleta Leandro (36°38,0'S; 73°5,2'W), Bahía de Concepción, Chile.

El ciclo reproductivo anual es estudiado bajo los siguientes aspectos: análisis histológico de las gónadas masculinas y femeninas, variación del coeficiente gamético en machos y variaciones de los porcentajes de frecuencia de seis grupos de tamaño de oocitos en hembras.

Patiria chilensis presenta a través del año un sólo ciclo reproductivo. La gametogénesis se inicia en los machos casi simultáneamente con el comienzo del verano; mientras que en las hembras es continua, evidenciándose mayormente a comienzos del invierno (Junio). La postura se efectúa simultáneamente en primavera. El crecimiento de los oocitos requiere de un período aproximado de 15 meses; existiendo, durante parte del año, dos generaciones de células en el interior de los lóbulos ováricos.

ABSTRACT

A study on the reproductive biology of an intertidal population of *Patiria chilensis* (Lütken, 1859) was carried out in three localities of the central coast of Chile: Tres Morros (36°31,5'S; 72°57,0'W), Lirquén (36°42,0'S; 72°58,3'W) and Caleta Leandro (36°38,5'S; 73°5,2'W). Samples were taken between March 1976 and March 1977.

* Este estudio representa parte de una memoria para optar al título de Biólogo Marino otorgado por la Universidad de Concepción.

**Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

The following aspects of the reproductive annual cycle were studied: histology analysis of male and female gonads, changes of the gametogenic coefficient in males and changes in percentages of frequency of the six oocyte groups in females.

Patiria chilensis shows only one reproductive cycle per year. Male gametogenesis begins almost simultaneously, early in summer, whereas in females the process is continuous having its maximum activity early in Winter (June). Spawning in both sexes takes place simultaneously in Spring. Growth of oocytes requires approximately 15 months, and two generations of cells occur within the ovary lobes in some periods of the years.

Keywords: Echinodermata. Asteroidea. Reproductive cycle. Histology.

INTRODUCCION

Dentro de las diferentes clases de equinodermos los asteroideos pueden ser considerados como formas predominantes (Caso, 1978) presentándose, en algunos casos, en forma muy abundante y evidente en áreas expuestas a la observación. Sin embargo, la información existente, tanto sobre aspectos biológicos como triviales, parece estar restringida o ser muy escasa para la gran mayoría de los asteroideos chilenos.

En la zona intermareal a infralitoral superior de algunas áreas rocosas de las costas comprendidas entre la Bahía de Concepción y el sur del Perú se encuentran abundantes ejemplares de *Patiria chilensis* (Lütken, 1859), no obstante esta amplia distribución sólo se tienen algunos antecedentes sobre su distribución y posición sistemática (Madsen, 1956), una nota en una guía de exploración del área intermareal (Castilla, 1975), una exposición sobre el ciclo reproductivo en una reunión de la Sociedad de Biología de Chile (Tesser y Avilés, 1976) y citas en trabajos de análisis del bentos (Yáñez, 1971; Yáñez y Castillo, 1973), quedando en evidencia el escaso conocimiento de los aspectos biológicos de esta especie.

Este informe es el resultado del análisis histológico del proceso de gametogénesis de *P. chilensis* realizado durante el año 1976 y parte de 1977.

MATERIALES Y METODOS

Los especímenes de *Patiria chilensis* usados en este estudio fueron principalmente recolectados manualmente y al azar en la zona intermareal de Tres Morros, Bahía de Coliumo ($36^{\circ}31,5'S$; $72^{\circ}57,0'W$), especialmente durante los períodos de baja marea. En algunas épocas del año fue imposible obtener ejemplares del lugar antes mencionado, muestreándose en forma alternativa en las cercanías de Lirquén ($36^{\circ}42,0'S$; $72^{\circ}58,3'W$) o en Caleta Leandro, Península de Tumbes ($36^{\circ}38,5'S$; $73^{\circ}05,2'W$); Bahía de Concepción.

Se efectuaron 11 muestreos durante el período comprendido entre Marzo de 1976 y Marzo de 1977. Nueve de ellos en Tres Morros, Bahía de Coliumo, uno en Lirquén y uno en Caleta Leandro, siendo el pro-

medio muestral de 21 individuos. En forma posterior a la recolección se procedía a la fijación del material en una solución de formalina al 10% en agua de mar, neutralizada con bórax.

De cada una de las estrellas se extrajo un par de gónadas mediante una incisión alrededor de cualquiera de las zonas interradales. Estas fueron incluidas en parafina y, posteriormente, teñidas con Hematoxilina y Floxina o Eosina. Los cortes, con un espesor de 7 μ , se efectuaron paralelos al eje basal de las gónadas. El análisis se realizó tanto mediante la observación al microscopio de las preparaciones histológicas, como a través del estudio de microfotografías.

La estimación de los períodos de madurez sexual y desove se realizó separadamente para cada sexo. Para los machos se utilizó un método similar al usado por Holland y Holland (1969), Bay-Schmith (1980) y Bay-Schmith et al (1980, 1981), que consiste en medir los diámetros máximos y mínimos de la sección lobular y de la masa de espermios que ocupa el lumen central de los lóbulos, para calcular con estos valores un coeficiente gamético (C.G.) según la siguiente relación:

$$C. G. = \frac{\text{Area de la masa central de espermios}}{\text{Area total del lóbulo}} \times 100$$

La abundancia de espermios de cada individuo se promedia de los coeficientes gaméticos de cuatro lóbulos circulares elegidos al azar. A su vez, con los valores de cada ejemplar se obtiene el promedio y la desviación estándar para cada muestra.

En las hembras no se puede utilizar el mismo método por que la distribución de los oocitos es uniforme en los lóbulos durante casi todo el ciclo, siendo imposible comparar el área ocupada por los oocitos de mayor madurez con los de menor madurez. Es por esto que en las hembras la cuantificación se realizó mediante la micromedición de un mínimo de 50 oocitos nucleolados por ejemplar, evaluándose siempre la totalidad de los existentes en los lóbulos analizados. Posteriormente, se les agrupó en clases de tamaño de 24 μ , graficando los porcentajes de aparición de los grupos de tamaño considerados.

RESULTADOS

HISTOLOGIA DE LA GONADA

Estructura general

Patiria chilensis presenta 10 gónadas ubicadas de a pares en el interior de cada una de las cavidades interradales. Las gónadas de cada par se encuentran muy juntas y adheridas a la pared interior del techo abactinal. Cada una está constituida por un saco que presenta múltiples lóbulos que irradian desde un conducto basal muscularizado hacia la pared actinal de la cavidad celómica.

De cada gónada en su parte basal se origina un solo gonoducto, que junto al de la gónada vecina va a desembocar abactinalmente en la región media de la pared interradianal. Cuando maduras éstas presentan una coloración característica para cada sexo: el ovario muestra tonalidades desde un amarillo pálido a un café anaranjado, mientras que el testículo es blanco.

Histológicamente la gónada está formada por una superposición de tres capas de tejidos que se disponen circularmente rodeando una cavidad central o lúmen y constituyen la pared de los lóbulos.

Mesotelio

La capa más externa de la gónada corresponde a un mesotelio o epitelio uniestratificado, de células y núcleos muy planos que lo tapizan totalmente (Lám. 1). En forma posterior a la liberación de los gametos, tanto en machos como en hembras, se produce, en la superficie lobular, una acumulación de cuerpos basófilos de forma circular a ovalada, con diámetro promedio de 2,37 μ , aparentemente muy semejantes a los núcleos del mesotelio, pero que se hacen menos evidentes en la medida que transcurre un nuevo ciclo. También asociado al desove \bar{e} igualmente en ambos sexos se observa la formación de una cavidad en la pared lobular (Seno genital) que contiene en su interior una matriz líquida (Lám. 1 a y b); esta cavidad se hace menos notoria durante el resto del año, persistiendo muy disminuida.

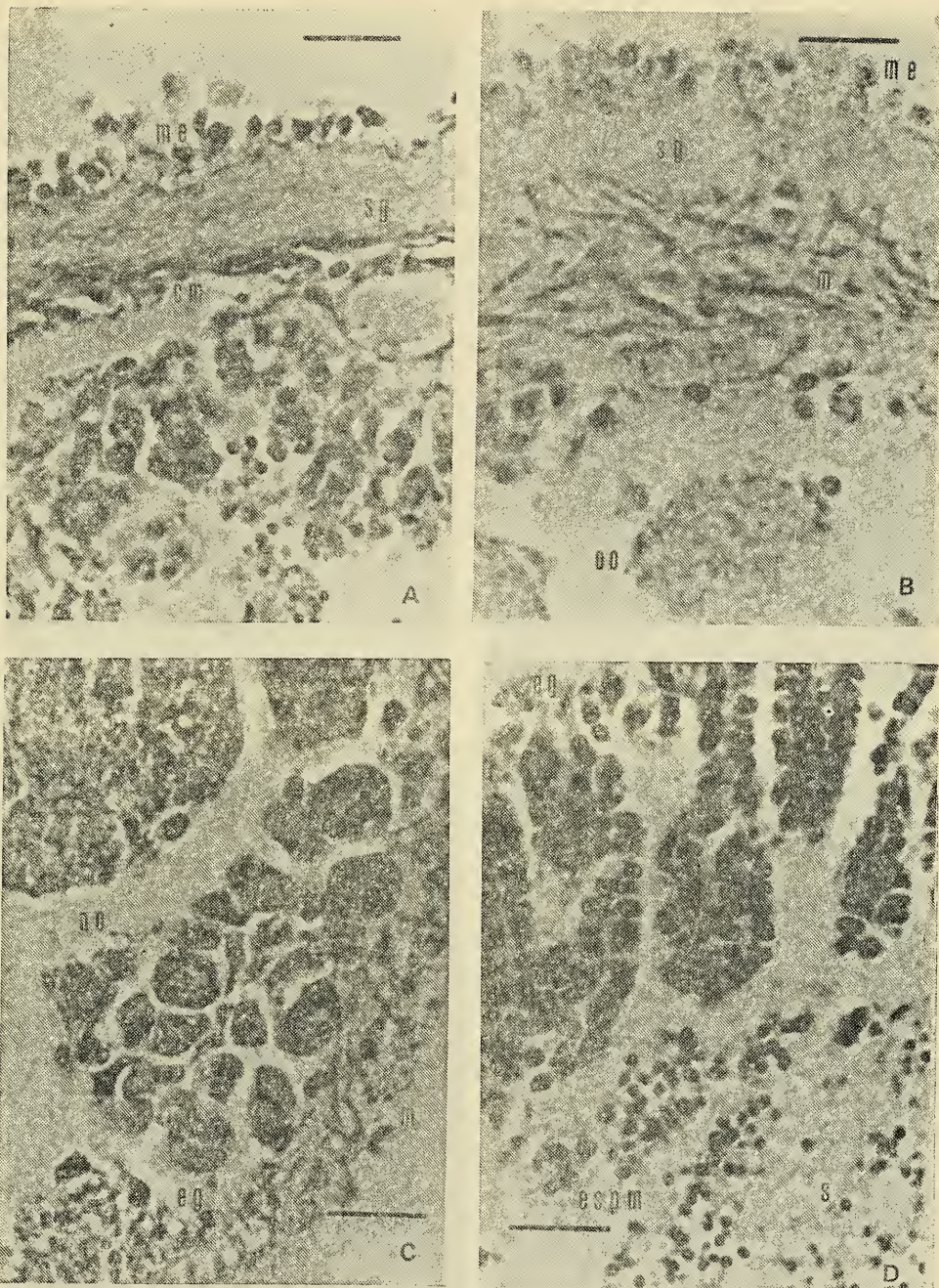
Conectivo-muscular

Inmediatamente debajo del mesotelio se encuentra la capa de tejido conectivo-muscular formada por fibras musculares lisas muy finas envueltas en una capa de tejido conectivo. En ambos sexos esta capa presenta un comportamiento similar, en los meses previos al desove se observa como una delgada corrida de células con escasos núcleos muy planos y altamente basófilicos que colinda, hacia el exterior del lóbulo, con un pequeño espacio (Seno genital), y hacia hacia el interior con el epitelio germinal y sus productos (Lám. 1a). La musculatura sólo se hace evidente en momentos posteriores al desove ya que, por efecto de la contracción, los haces musculares se presentan, al microscopio, como manojos de fibras que se distribuyen por todo el contorno del lóbulo, ocupando una superficie considerablemente mayor que la que ocupan cuando se encuentran relajados (Lám. 1b).

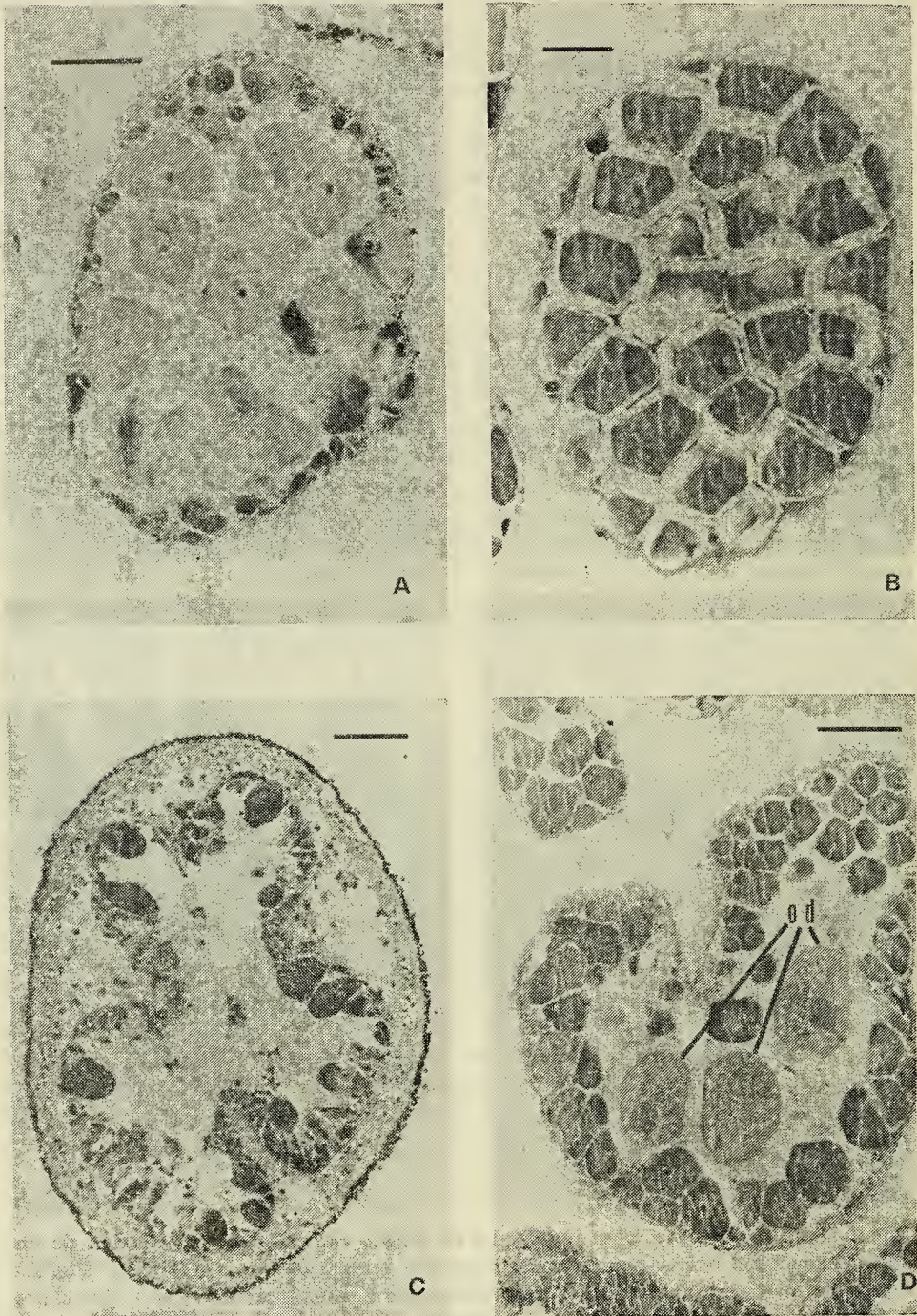
Epitelio germinal

Hembras (9)

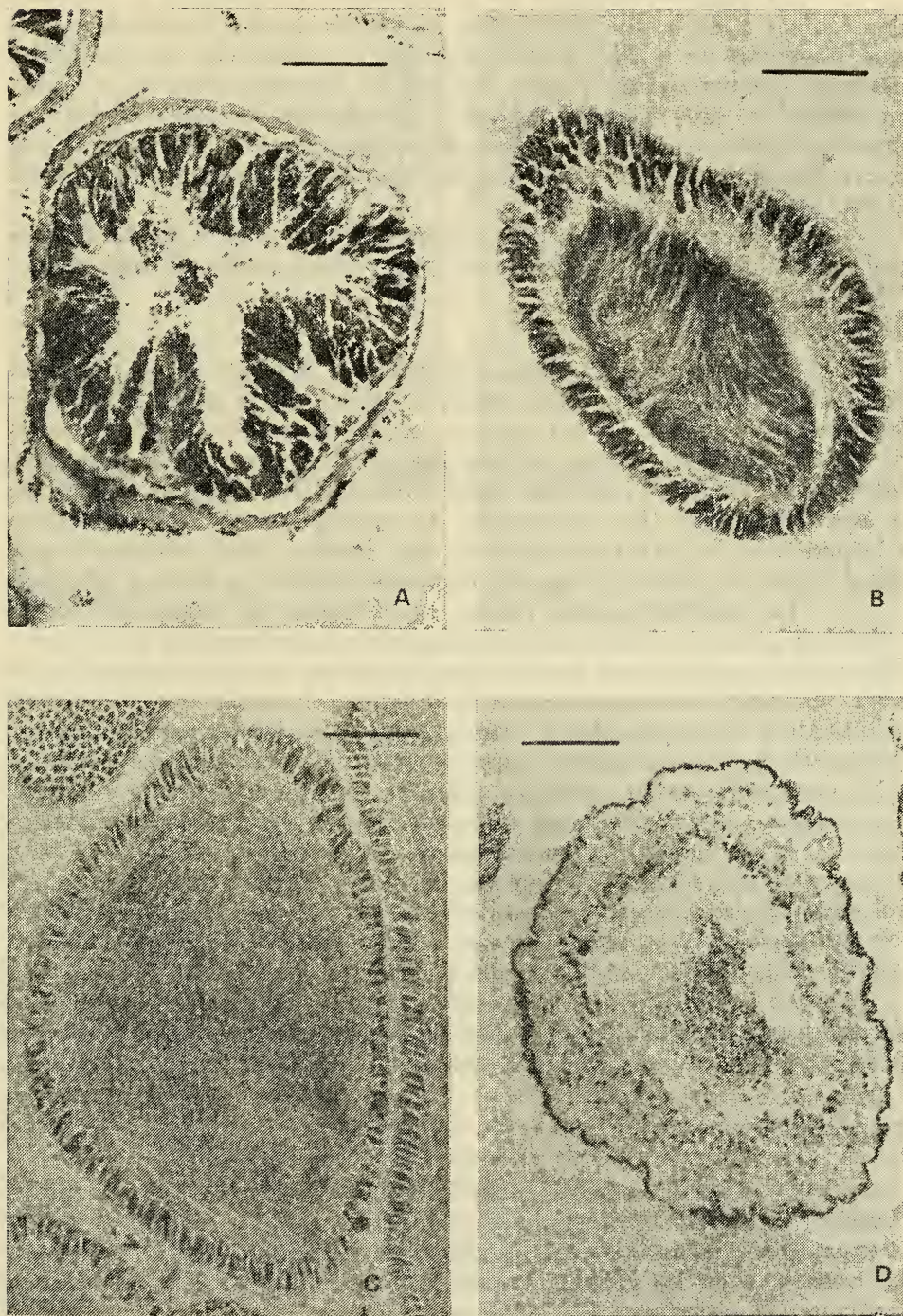
El epitelio germinal en las hembras se presenta como una capa discontinua de células ubicadas inmediatamente sobre el tejido conectivo muscular. Aparentemente no presenta una distribución ordenada y es posible encontrar, como resultado de su actividad germinal, oogonias solitarias o nidos de ellas distribuidas irregularmente a lo largo de los lóbulos.



Lám. I.- Secciones transversales de gónadas de *Patiria chilensis*. Fig. A.- Sección de un ovario después del desove mostrando la estructura general de la pared lobular. Fig. B.- Sección de un ovario después del desove mostrando el seno genital y fibras musculares de la capa conectivo muscular. Fig. C.- Sección de un ovario mostrando grupos de oögonias constituyendo un nido. Fig. D.- Sección de un lóbulo testicular mostrando espermios y las digitaciones germinales. La escala indicada en las figuras equivale a 100u. cm= conectivo-muscular, eg= epitelio germinal, espm= espermátidas, m= musculatura, me= mesotelio, no= nido de oögonias, s= espermios, sg= seno genital.



Lám. II.- Cortes histológicos de ovarios de *Patiria chilensis* en ejemplares recolectados en Julio de 1976 (Fig. A), Septiembre de 1976 (Fig. B), Octubre de 1976 (Fig. C) y Diciembre de 1976 (Fig. D). La escala indicada en la figura A equivale a 50u, en las figuras restantes equivale a 100u. od= oocitos en desintegración.



Lám. III.- Cortes histológicos de testículos de *Patiria chilensis* en ejemplares recolectados en Enero de 1977 (Fig. A), Abril de 1976 (Fig. B), Septiembre de 1976 (Fig. C) y Octubre de 1976 (Fig. D). La escala indicada en las figuras A y D equivalen a 50u, la indicada en las figuras B y C equivalen a 100u.

La primera evidencia de su actividad la constituye la presencia de oogonias solitarias que no exceden en tamaño los 4u, o nidos de gonias que presentan un núcleo grande, redondo y central, con un citoplasma generalmente homogéneo y claro. Cuando las oogonias aparecen en nidos, su número es muy variable. En estas agrupaciones celulares también se observa la presencia de oocitos jóvenes que han iniciado o están por iniciar el crecimiento para convertirse en gametos susceptibles de ser fecundados (Lám. 1c).

La cavidad lobular, por su parte, se encuentra ocupada durante casi la totalidad del ciclo por oocitos en diferentes estados de maduración.

Machos (9)

En los machos el epitelio germinal se presenta como una capa de células planas más o menos constante, rodeando la pared interior de los lóbulos gonádicos. En un testículo activo pueden distinguirse grupos de células formando prolongaciones digitiformes por toda la superficie interior del lóbulo, en las que pueden encontrarse todos los estados de la espermatogénesis. La sustentación de estos grupos de células se debe a la presencia de estructuras fibrilares que irradian desde el epitelio germinal y sobre las cuales se disponen formando verdaderos racimos celulares.

Las spermatogonias tienen generalmente un núcleo de forma redonda y posición central pudiendo llegar a ocupar la mitad de la superficie celular, se tiñe muy poco con los colorantes básicos y es posible observar en ellos diversos estados de la división celular. La forma de estas células varía de rectangular a oval con un diámetro promedio de 5,7u. Sobre éstas se disponen otras de aspecto circular y menor tamaño promedio, 2,7u, cuyo núcleo ocupa casi la totalidad del volumen celular y se tiñe fuertemente con los colorantes nucleares. En los siguientes estratos celulares deben encontrarse espermátocitos II y espermátidas, aunque el paso de un estado al siguiente parece no involucrar grandes variaciones en el volumen celular. En el extremo de estas proyecciones y hacia el lumen lobular se observan espermios, que en esta especie son esféricos, altamente basófilos y con un tamaño promedio de 1,2u.

La cavidad lobular se presenta ocupada, durante casi la totalidad del transcurso del ciclo, por una masa homogénea de espermios claramente delimitada de las células en gametogénesis y de la pared lobular (Lám. 1d).

CICLO REPRODUCTIVO

El ciclo que experimentan las gónadas con una etapa de proliferación de gametos y luego liberación de los mismos, se manifiesta en el caso de las hembras en las fluctuaciones mensuales de los porcentajes de frecuencia de los grupos de tamaño de los oocitos y en los machos mediante las variaciones del coeficiente gamético (Figs. 1 y 2). Se puede añadir, además, que existe un marcado sincronismo entre plena madurez y aumento del coeficiente gamético en los machos, respecto de la madurez y aumento de los porcentajes de frecuencia de los grupos de mayor talla en los oocitos, alcanzando, en ambos casos, los valores máximos en los comienzos de la primavera.

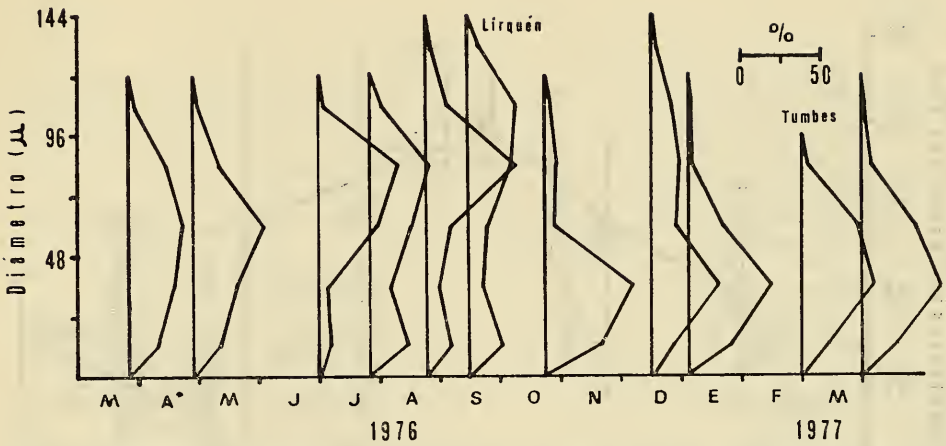


Fig. 1.- Polígonos de frecuencia, en porcentaje, del tamaño de los oocitos en cortes de ovarios de *P. chilensis*.

Hembras

En las hembras coexisten durante parte del año dos poblaciones de oocitos diferenciables por el rango de tamaño que comprende cada una. En un ovario próximo a desovar (Septiembre) estas dos poblaciones son claramente discernibles; pero en Octubre, una vez iniciado el desove, se observa, principalmente, la presencia de los oocitos de menor tamaño que por reducción del grupo de talla mayor incrementa, notablemente, su valor porcentual (Fig. 3). En los meses siguientes los porcentajes mayores corresponden a grupos de oocitos de tamaño menor, pero hay tendencia a un incremento de los valores hacia los grupos de oocitos inmediatamente superiores; en los meses de Marzo y Abril esto es evidente y, ya hacia fines de Julio se observa un mayor porcentaje en las tallas medianas, las cuales hacia fines de Agosto alcanzan valores sobre el 50%. Luego en Septiembre los grupos mayores presentan las más altas frecuencias para desaparecer casi totalmente al mes siguiente. La aparición de la segunda población se verifica hacia fines de Junio en las cercanías del epitelio germinal, mientras que los oocitos de tallas mayores ocupan, generalmente, el área central del lóbulo (Lám. 2a); este fenómeno, que se hace más evidente en Julio, es observable en un gran porcentaje de la población (Fig. 3a). El mes de Octubre marca el comienzo del período de postura, que se efectúa de manera más sincronizada que en la población de machos (Fig. 3c) y sólo algunos ejemplares realizan el desove en los meses posteriores completándose éste a más tardar en el mes de Diciembre.

Los lóbulos ováricos de estrellas capturadas en Enero presentan solamente oocitos de la misma generación, correspondiendo a aquellos producidos a comienzos de la estación invernal próxima pasada y que en forma posterior al desove han reiniciado el crecimiento comenzando a ocupar el área medular de los lóbulos. (Fig. 3d).

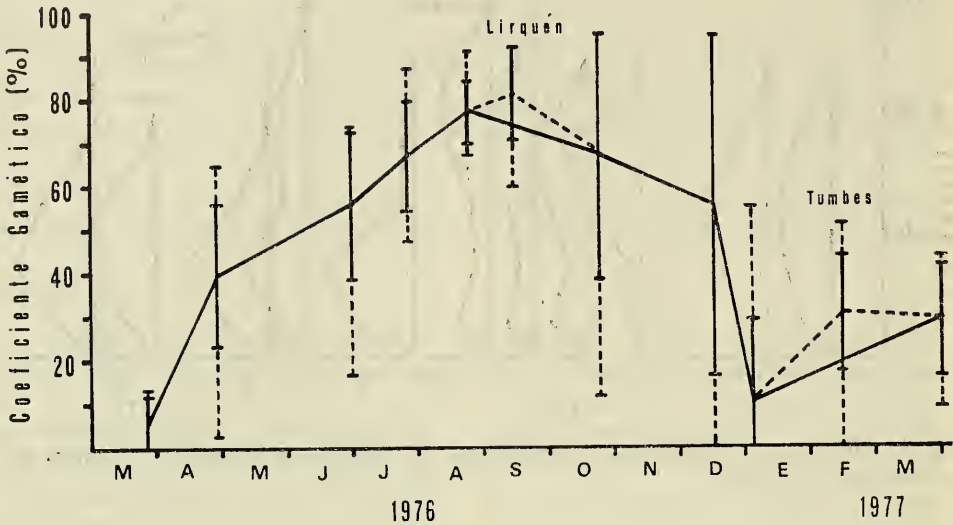


Fig. 2.- Variación del promedio muestral, desviación estándar (línea vertical continua) y valores extremos del coeficiente gamético (línea vertical discontinua).

La génesis de los gametos femeninos es un proceso que se realiza en forma continua durante el año, presentando sí un incremento gradual desde fines de Otoño para llegar a un máximo a fines de Invierno y alcanzar, en forma previa al desove, un ritmo de actividad menor y más o menos constante. Finalizada la primera etapa de la división meiótica el oocito es cubierto por una capa de células (células foliculares), posteriormente, los oocitos entran en una etapa de crecimiento por incremento del volumen del ooplasma alcanzando al final de esta un tamaño promedio de 160u. Durante este período los oocitos se empujan entre sí llegando a ocupar totalmente el espacio disponible en el interior del lóbulo (Lám. 2b). Coincidiendo aproximadamente con el comienzo de la Primavera, se produce la contracción de los lóbulos que provoca la expulsión de los gametos, el desove; simultáneamente ha ocurrido la eliminación de la vesícula germinal lo que permite a los oocitos, en el caso de ser fecundados, finalizar la meiosis e iniciar la segmentación. Como consecuencia del desove son expulsados la mayoría de los oocitos maduros, permaneciendo en el interior del lóbulo, muy próximos a la pared, aquellos de un tamaño inferior a los 50u y que corresponden a los recientemente generados (Lám. 2c). Los de una talla mayor que no han sido expulsados sufrirán procesos de desintegración y desaparecerán de la cavidad lobular (Lám. 2d). Con posterioridad a esta limpieza del lumen, los oocitos de reciente producción irán creciendo y ocupando, progresivamente, toda la cavidad lobular hasta su expulsión al exterior en el siguiente desove.

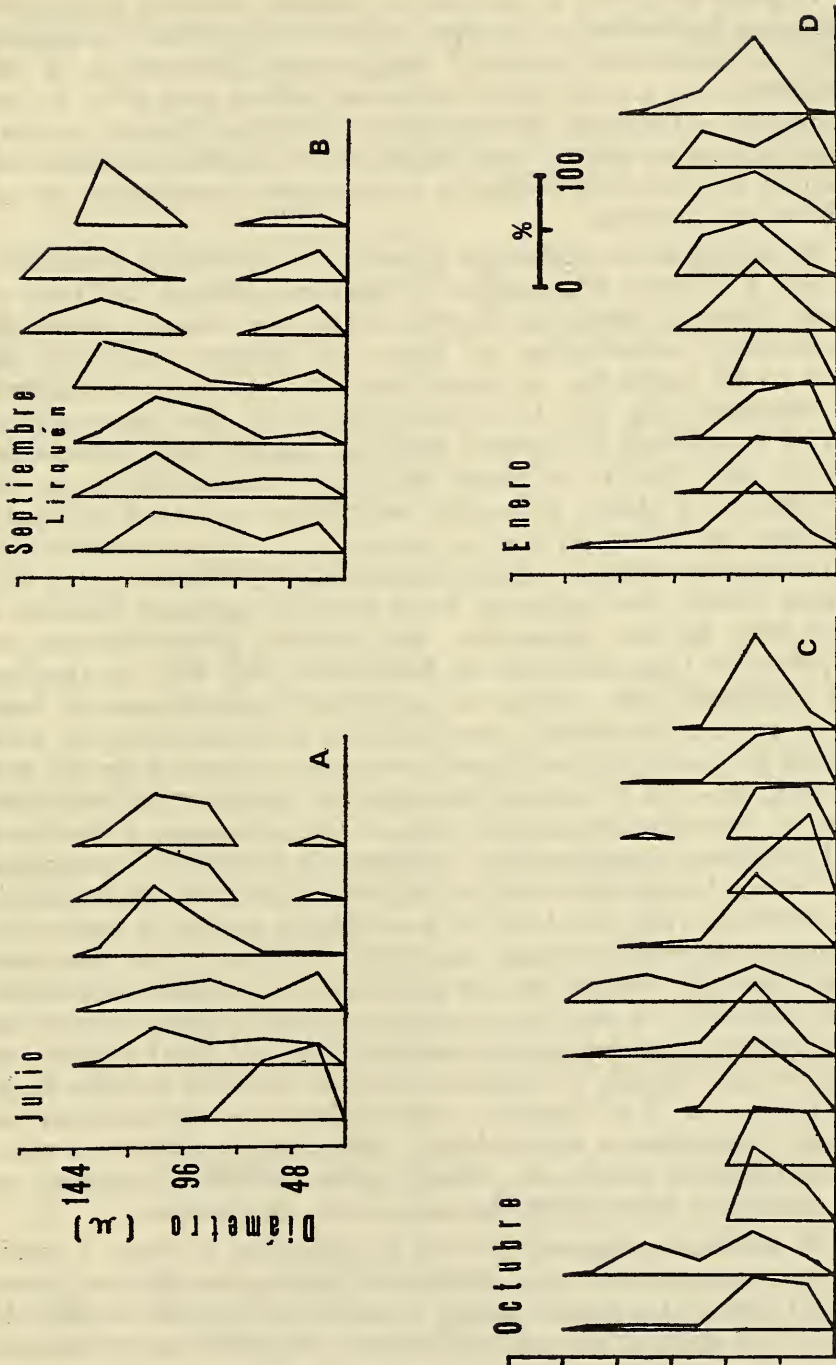


Fig. 3.- Valores individuales de la distribución de frecuencia en porcentaje del tamaño de los oocitos en cortes de ovarios de *P. chilensis* en diversas épocas del año.

Machos

A partir de Enero la cantidad de gametos aumenta para llegar a su máximo en Septiembre, en Octubre se observa la presencia de algunos individuos con coeficientes gámeticos notablemente inferiores a los del mes precedente, aun cuando existen otros con índices muy altos. En los meses siguientes la tendencia decreciente del coeficiente gamético es muy leve, encontrándose un amplio rango de valores en la población. Ya en los primeros días de Enero esta tendencia se generaliza detectándose, en esa época, los valores mínimos.

El análisis de los coeficientes gámeticos por individuo, presentado en la figura 4, muestra la presencia de espermios durante casi todo el año. Desde Enero a Marzo los gametos tienen una escasa a moderada representatividad, encontrándose en Enero un número importante de individuos en los cuales hay actividad generadora de células y ausencia total de espermios (Fig. 4d). La regeneración de la capa gametogénica, producto de la actividad del epitelio germinal, conlleva una disminución paulatina del área libre en el centro del lóbulo. Posteriormente, en los meses de Febrero y Marzo, ya pueden evidenciarse espermios ocupando el área central del lóbulo, lo que es evidente en el valor del coeficiente gamético aunque no alcanzan una representatividad importante (Fig. 4e). En Abril se observa una expansión de la masa de espermios llegando a cubrir un 40% del área disponible, esta continúa progresivamente en toda la población hasta mediados de Septiembre (Fig. 4b). En Octubre aparecen individuos con coeficientes gaméticos significativamente inferiores a los del mes precedente —este fenómeno no es sincrónico en toda la población ya que el 88% aun mantiene valores similares a los del mes anterior (Fig. 4c)—. En el mes de Diciembre la condición de individuos en desove o desovados involucra al 60% de los ejemplares y la brusca caída del coeficiente gamético, entre mediados de Diciembre y principios de Enero, marca la expulsión total de los gametos por parte de los individuos no desovados (Fig. 4d). Una vez concluida la postura el remanente de espermios en el lumen testicular es mínimo, tal como puede observarse en el área testicular ocupada por los gametos en los animales capturados en Enero (Fig. 4d). La capa espermatogénica, que en Marzo alcanza su máxima expresión, comienza progresivamente a fines de Abril a disminuir para hacerse muy delgada e inactivarse durante un corto período de la estación primaveral. Los fagocitos están escasamente representados en *P. chilensis*, limitándose a los machos y, solamente, al período de post-desove, su presencia parece ser efímera encontrándose únicamente en algunos ejemplares recolectados durante el mes de Octubre.

El proceso espermatogénico en la población, presenta a través del año una estructuración bien definida, iniciándose el ciclo en forma posterior al desove. La gónada en ese momento se presenta retraída, la totalidad de los gametos han sido eliminados y el epitelio germinal, que por un corto período ha permanecido inactivo, reinicia su actividad generando por mitosis espermatogonias. A medida que avanza el proceso, las células en espermatogénesis se proyectan hacia el interior del lóbulo.

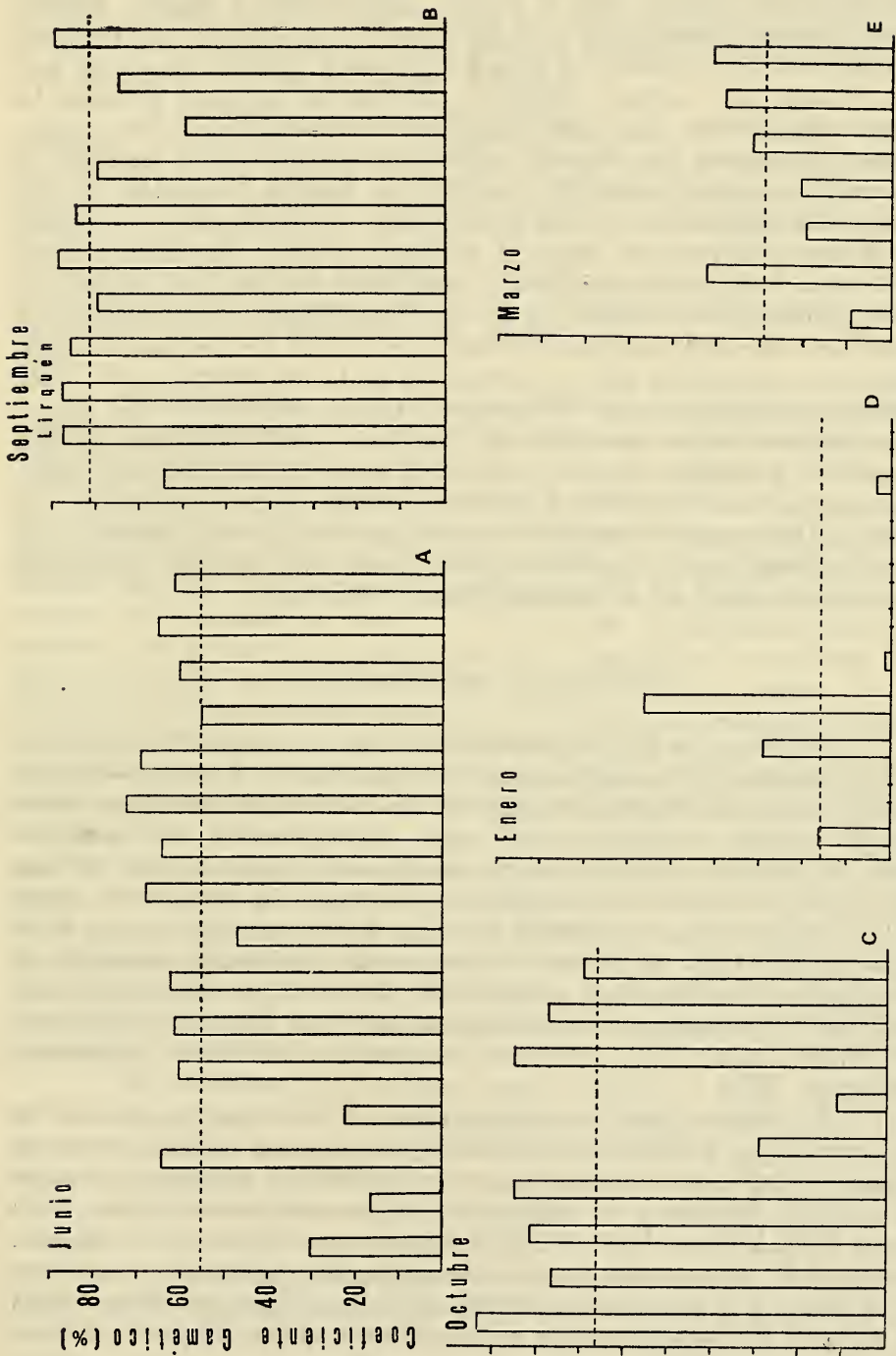


Fig. 4.- Valores individuales del coeficiente gamético (barras) y valor promedio (línea horizontal discontinua) en lóbulos testiculares de *P. chilensis* en diversas épocas del año.

El epitelio germinal se vuelve digitado e igualmente se proyecta hacia el lumen con sus espermatogonias y sus digitaciones (Lám. 3a). Los espermios comienzan a producirse entre principios y mediados de Verano, esta actividad continúa durante todo el Otoño, aumentando el tamaño lobular por el continuo incremento de espermios (Lám. 3b). A principios de Invierno la concentración de gametos es bastante alta pero aun no alcanza su máximo, durante este período comienza a declinar la actividad germinal lo que se evidencia por una disminución del área ocupada por las células en espermatogénesis, aun cuando continúa la producción de gametos. A fines de la estación invernal la cantidad de gametos contenidos en los lóbulos está llegando a sus más altos niveles y las gónadas se preparan para el desove. Se produce, entonces, la detención de la actividad germinal conllevando una notable reducción y desorganización del área que ocupaban las células en diferenciación (Lám. 3c). Coincidiendo, aproximadamente con el inicio de la Primavera se realiza la expulsión de los gametos—este fenómeno es producido por la contracción de la musculatura que rodea internamente a cada uno de los lóbulos—. Como consecuencia del desove la gran mayoría de los espermios son eliminados, pero en algunos lóbulos un pequeño porcentaje de ellos es retenido siendo, posteriormente, eliminados por procesos autolíticos y presumiblemente, además, por acción de fagocitos. Durante este período el estrato germinal no es evidente y la cavidad lobular queda totalmente desocupada para reiniciar un nuevo ciclo que culminará en el siguiente desove (Lám. 3d).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La presencia de dos muestras tomadas en áreas diferentes a las del lugar originalmente elegido introduce una dificultad para la interpretación de los resultados; pero, en este caso, los valores obtenidos para ambas muestras pueden ser considerados como representativos del momento dentro del proceso general. Tal afirmación puede hacerse sobre la base de lo siguiente: al observar los gráficos y las tendencias del proceso reproductivo, incluyendo o eliminando aquellos datos obtenidos en las áreas de alternativa y tanto en los machos como en las hembras, la desviación en la tendencia es notoriamente pequeña de modo que las variaciones entre ellas pueden considerarse como productos del azar. Esta aseveración está debidamente comprobada mediante los análisis estadísticos pertinentes (Werlinger, 1981).

Es notable, tanto en machos como en hembras, la presencia de una cavidad que se dispone en el interior de la pared lobular, la que es apenas observable antes del desove pero notoriamente visible una vez que éste se inicia; fenómeno ya evidenciado en otros asteroideos (Chia, 1968; Patent, 1976; Walker, 1974; 1976). También, en relación con la postura, es evidente la acumulación de estructuras granulares altamente basofílicas, que se adosan a la pared de los lóbulos testiculares (Lám. 1a). La presencia más evidente de estas estructuras en relación con el desove, parece deberse al efecto combinado de la contracción de los lóbulos y su posterior vaciado, la contracción es producida solamente por las capas musculares de la región conectivo-muscular, de este modo las diferencias en la capacidad elástica,

como consecuencia de la constitución de los tejidos, provocaría la separación entre las capas y la posterior formación de una cavidad notablemente mayor. Además, y como consecuencia de esta contracción, se efectúa el vaciado de los lóbulos, lo que provoca la pérdida de turgencia y causa el plegamiento del mesotelio, observándose al microscopio un epitelio con una inusitada cantidad de cuerpos nucleares.

La producción de oogonias por parte del epitelio germinal es constante, aunque más evidente durante el inicio de la estación invernal, período en el cual pueden observarse abundantes nidos de oogonias. Al efectuar la medición y recuento para obtener los porcentajes de frecuencia de cada grupo de tamaño, se puede observar la presencia reiterativa a través del año de grupos de oocitos de menor tamaño (Fig. 3); siendo evidente —si los oocitos están creciendo— que la presencia de este grupo sólo se justifica por la incorporación de células provenientes del epitelio germinal.

Chia, en 1968, estudiando una población de *Leptasterias hexactis* visualizó la presencia de dos grupos de oocitos de tamaño evidentemente diferentes y, persistentes a través del año. Pearse, por su parte (in Crump, 1971), ha observado, en ejemplares de *Odontaster validus*, la presencia de más de un grupo modal anual en los porcentajes de frecuencia de los distintos grupos de oocitos. En *Patiria chilensis* se observa durante cierto período del año una notable discontinuidad de los porcentajes de frecuencia de los grupos de tamaño de los oocitos, presentándose dos agrupaciones que se mantienen por un tiempo y que varían en relación a su representatividad, independientemente en las diferentes etapas. La coexistencia de estos dos grupos modales se verifica solamente hasta iniciada la postura ya que una vez que esta finaliza permanecen sólo los oocitos de menor tamaño en el interior de los ovarios (Lám. 2c). Gráficamente el proceso puede ser dividido en dos períodos, uno, en el cual ambos grupos son claramente diferenciables y otro en el cual sólo es posible apreciar una distribución continua de los porcentajes de frecuencia de los diferentes grupos de tamaño. La disposición de los oocitos de menor tamaño en el interior de la gónada, aun después del desove, nos indica la presencia de dos grupos de células de generaciones y estados de desarrollo diferente, la existencia de un período de maduración de los oocitos mayor que el comprendido entre dos desoves consecutivos y la presencia de estados de crecimiento diferentes en cada generación.

El crecimiento de un oocito desde oogonia a oocito fecundable requiere de un período de aproximadamente 15 meses. Cuando estos han sido recientemente generados experimentan, en relación con las primeras etapas de desarrollo, un crecimiento muy rápido, el que posteriormente se retarda o detiene hasta que los oocitos de la generación anterior son evacuados. Así, el crecimiento sólo se reinicia una vez comenzada la postura y se continúa ininterrumpidamente hasta el siguiente desove, completándose en aproximadamente un año. Por lo tanto es posible encontrar, en cualquier momento del ciclo, oocitos en crecimiento, los que corresponden en el caso de estar presente dos grupos modales, a los relacionados con la moda de mayor tamaño o en su defecto, a los del único grupo cuando sólo existe una moda (Fig. 5).

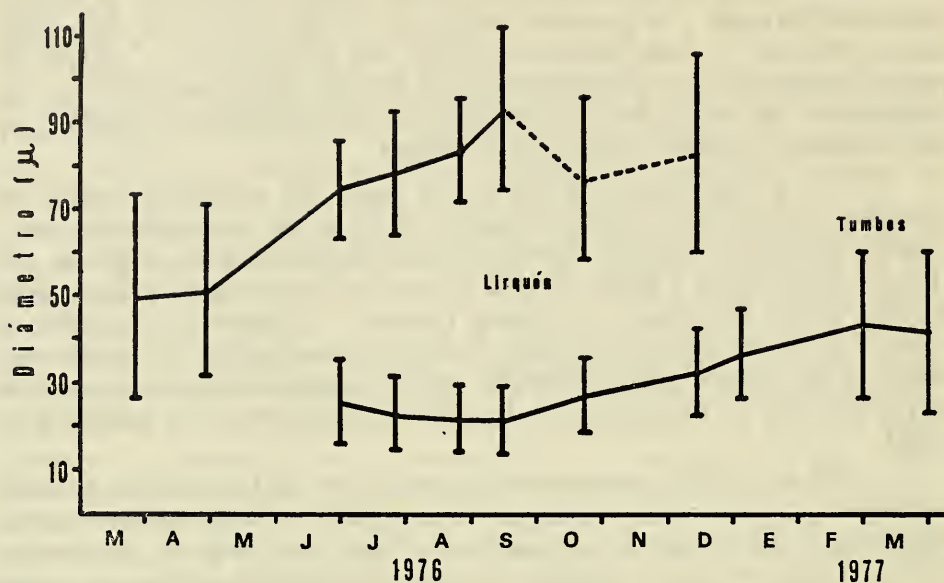


Fig. 5.- Valores promedio y desviación estandar (línea vertical continua) del tamaño de los oocitos por muestra, agrupados en uno o dos conglomerados de acuerdo a la ausencia o presencia de dos generaciones de células en los ovarios de *P. chilensis*.

P. chilensis tiene un solo ciclo de reproducción en el año. El período de postura se inicia con los comienzos de la Primavera y se prolonga por 2-3 meses, lapso durante el cual el grueso de la población de machos y hembras lanzan sus gametos al mar.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos al Sr. Hugo I. Moyano G., Sr. Enrique Bay-Schmith B. y a la Sra. Enriqueta Guzmán, Profesores de la Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales de la Universidad de Concepción, por sus valiosas indicaciones y colaboración imprescindible en la realización de este trabajo; asimismo, a los laborantes Srta. Maya Delpín, Sr. Enrique Silva y Srta. Eugenia Spano por la ayuda prestada en el tratamiento de las muestras.

BIBLIOGRAFIA

- Bay-Schmith, E., 1981. Ciclo anual de reproducción de *Arbacia spatuligera* (Valenciennes, 1846) en la Bahía de Concepción, Chile (Echinodermata, Arbaciidae). Bol. Soc. Biol. de Concepción, 51: 47-59.
- Bay-Schmith, E., Werlinger, C. y J. Silva, 1980. Comportamiento del desove del recurso "erizo" durante el período de veda. Informe final proyecto de investigación, convenio Subsecretaría de Pesca - Universidad de Concepción. (Dactilografiado). 45 pp.

- Bay-Schmith, E., Werlinger, C. y J. Silva, 1981. Ciclo anual de reproducción del recurso erizo *Loxechinus albus* entre la X y XIIa Región. Informe final proyecto de investigación convenio Subsecretaría de Pesca — Universidad de Concepción. (Dactilografiado). 68 páginas.
- Caso, M. E., 1978. Ciencia y técnica de los equinodermos en relación con el hombre. Primera parte, aspectos científicos. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 5(1): 225-286.
- Castilla, J. C., 1975. Guía para la observación del litoral en Expedición a Chile, Editora Nacional Gabriela Mistral. 120 páginas.
- Chia, F. S., 1968. Some observations on the development and cyclic changes in the cöcytes in a brooding starfish, *Leptasterias hexactis*. J. Zool., 154: 453-461.
- Crump, R. G., 1971. Annual reproductive cycles in three geographically separated populations of *Patiriella regularis* (Verrill), a common Zealand asteroid. J. exp. mar. Biol. Ecol., 7: 137-162.
- Holland, N. D. and L. Z. Holland, 1969. Annual cycle in germinal and nongerminal cell populations in the gonads of the sea urchin *Psammechinus microtuberculatus*. Publ. Staz. Zool. Napoli, 37: 394-404.
- Madsen, F. J., 1956. Asteroidea, with survey of the Asteroidea of the Chilean Shelf. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. (24): 1-53. Lunds Universitetes Arsskrift. N. F. Avd. 2 Bd 52, Nr. 2.
- Patent, D. H., 1976. Gonadal histology of the basket star, *Gorgonocephalus eucnemis*. Thalassia Jugosl. THJUAP 12(1): 269-276.
- Tesser, V. y S. Avilés, 1976. Contribución al conocimiento del ciclo reproductivo de *Patiria chilensis* (estrella de mar). XVII Reunión anual de la Sociedad de Biología de Chile, Diciembre 3-6 de 1974; Resúmenes en Arch. Biol. Med. Exper., 10: R72.
- Walker, C. W., 1974. Studies on the reproductive systems of the seastars, I. The morphology and histology of the gonad of *Asterias vulgaris*. Biol. Bull., 147: 661-677.
- Walker, C. W., 1976. Studies on the reproductive systems of the seastars. III. Preliminary report on the morphology, histology and ultrastructure of the gonad and gonoduc of the horse-star, *Hippasteria phrygiana* (Asteroidea, Gonioasteridae). Thalassia Jugosl. THJUAP 12(1): 361-369.
- Werlinger, C. L., 1981. Algunos aspectos sobre la biología de la reproducción de *Patiria chilensis* (Lütken, 1859) (Echinodermata, Asteroidea), en una población intermareal de Tres Morros, Bahía de Coliumo (36°31,5'S; 72°57'W). Universidad de Concepción. (Tesis fotocopiada). 93 páginas.
- Yáñez, A., 1971. Estudio prospectivo cuali y cuantitativo de la macrofauna botánica del sublitoral de la Bahía de Concepción, Chile. Universidad de Concepción (Tesis mimeografiada). 373 páginas.
- Yáñez, L. A. y J. Castillo, 1973. Análisis cuali y cuantitativo de los equinodermos de los fondos sublitorales de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana, Zool., 25: 1-24.