

**DETERMINACION DE MADUREZ GONADAL Y FECUNDIDAD
EN ANCHOVETA (*Engraulis mordax mordax*) DE LA
SUBPOBLACION CENTRAL***

Biol. Olivia Tapia Vázquez
Ocean. Celia Eva Cotero Altamirano
Biol. Claudia María García Cuellar

RESUMEN

Este trabajo es un aporte para integrar el conocimiento de la biología de la anchoveta *Engraulis mordax mordax*, que permita la adecuada administración de la pesquería. Se determinó la madurez gonadal y fecundidad a partir de organismos obtenidos de la captura comercial y de un crucero de investigación durante 1983.

En el curso de la investigación se aplicaron técnicas histológicas. Fueron determinados cinco tipos de ovocitos. Los maduros (I y V) presentaron un rango de talla entre las 250 y 750 micras. Se dan cinco etapas de madurez (inmadura, gametogénica, crecimiento, reproductiva y desove), estableciendo una escala morfocromática, que toma en cuenta las características macroscópicas.

No se encontraron diferencias significativas con respecto al análisis macro y microscópico del sexo, pero sí en la madurez. Para el ciclo reproductivo, los meses de mayor incidencia de organismos reproductivos fueron: mayo y octubre para hembras, enero y octubre para machos, y desovados en enero, abril y mayo para hembras, abril y octubre para machos.

Las anchovetas se reproducen todo el año, observándose como temporada principal primavera e invierno en hembras; primavera y otoño en machos. La pesquería se sostiene de organismos con longitud patrón promedio de 97.4 mm., encontrando la talla de primera madurez entre los 81-85 mm. (L.P.), con una proporción de hembra-macho 1.7:1.

La mayor cantidad de organismos reproductivos y desovados se encontraron hacia el norte (1010). Los valores de los IGS e IGL fueron más altos en los grupos de longitud mayor, no coincidiendo totalmente con la madurez.

La fecundidad absoluta promedio por grupo de longitud, varió de 6.370 ovocitos maduros en un ejemplar de 83 mm y 6.5 g a 28.671 ovocitos maduros, en un organismo de 118 mm. y 17 g., observándose una mayor variabilidad en la fecundidad absoluta y la longitud.

El promedio total de la fecundidad absoluta por grupo de longitud, fue de 16.832 ± 6.119 , y de la fecundidad relativa de 1.600 ± 443 ovo/cm y 1.340 ± 217 ovo/g.

El promedio total de la fecundidad absoluta fue de $8,079 \pm 2,936$ ovocitos hidratados y las fecundidades relativas de 643 ± 104 ovog/g. y de 761 ± 200 ovog/cm, no encontrando significancia estadística en la fecundidad relativa por peso y longitud de ovocitos hidratados.

ABSTRACT

As a contribution towards integrating the biological understanding of the anchovy (*Engraulis mordax*), that allows an appropriate fishing administration, in this paper the gonadal maturity and fertility were determined from organisms obtained in commercial capture and in a research cruise during 1983.

Histological techniques were applied to determine five types of ovocitos. The mature ones (I and V) showed a size range between 250 and 750 microns. Five stages of maturity are given (immature, gametogenesis, growth, reproductive and spawning), in order to establish a morphochromatic scale taking into account the macroscopic features.

No significant differences were found regarding the macro and microscopic analysis of sex. But as far as maturity is concerned significant differences were found. As to the reproductive cycle, the months of greater incidence of reproductive organisms were: May and October for females, January and October for males; and spawning in January, April and May for females, April and October for males.

The anchovies reproduce all year long, spring and winter being the main seasons for females, spring and autumn for males. The fishing trade maintains itself on organisms with average length pattern of 97.4 mm, the size of first maturity being between 81-85 mm (L.P.), with a female-male proportion of 1.7:1.

* Este trabajo fue realizado por el Programa de Investigaciones Histológicas de Recursos Pesqueros del Pacífico Norte del Centro Regional de Investigación Pesquera del INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA, ubicado en El Sauzal de Rodríguez, B.C., gracias al apoyo financiero otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del Convenio PCMACNA-001221

The greatest quantity of reproductive and spawning organisms were found towards the north (1010). The values of the IGS and IGL were higher in the groups of greater length without coinciding totally in maturity.

The absolute fertility average per group length varied from 6.370 ovocitos in an organism of 118 mm and 17 g. having observed a greater variability in the absolute fertility and the length.

The total average of absolute fertility per group length was 16.832 ± 6.119 , while the relative fertility was 1.600 ± 443 ovo/cm. and 1.340 ± 217 ovo/g.

The total average of absolute fertility was $8,079 \pm 2,936$ hydrated ovocitos and the relative fertilities, 643 ± 104 ovc/g and 761 ± 200 ovo/cm. Statistic significance was not found in the relative fertility and lengthwise in hydrated ovocitos.

1. INTRODUCCION

La anchoveta *Engraulis mordax mordax* (Girard, 1856), es uno de los recursos bióticos y ecóticos de más importancia en el noroeste del Océano Pacífico, se encuentra distribuido desde la Columbia Británica hasta Cabo San Lucas, B. C. S. México; dividido en tres subpoblaciones: la Norteña, que abarca de las Islas Queen Carlotte en Canadá a Punta Concepción; la Central, localizada de Punta Concepción a Punta Blanca y por último, la Sureña, que va de Punta Blanca a Cabo San Lucas, B.C.S. (Vrooman, A. y P. Smith, 1971).

La explotación comercial de la anchoveta se inició en la década de los sesentas, a la caída de la sardina y la macarela; durante los setentas, hubo un incremento considerable como respuesta a la demanda de harina de pescado (Flores Villegas, 1970), dándose un descenso a partir de 1980 (Escudero, 1984).

La anchoveta como reproductor parcial, requiere del análisis microscópico de las gónadas para determinar de manera más exacta la madurez y fecundidad para, por una parte, establecer una escala morfocromática adecuada y, por otra, integrar correctamente la información de proporción de sexos, tallas de primera madurez, áreas y épocas de desove, que permita completar el conocimiento biológico de la especie, para comprender su dinámica poblacional que conduzca a una administración racional del recurso.

2. ANTECEDENTES

Como se mencionó, la importancia que representa la administración adecuada de un recurso en explotación, debe incluir el conocimiento completo de la biología de la especie, para poder evaluar adecuadamente las dimensiones de una población. En relación con la anchoveta, existen una gran cantidad de trabajos referentes a la biología (Flores Villegas, 1970; Vrooman y Smith, 1971; Lasker R., 1977; Baxter J.L., 1975; Knaggs. E.H., 1977; Villamar, *et al.*, 1975; Vrooman, Paloma y Zweifel,

1980), como es el análisis de las capturas comerciales realizadas desde inicios de 1963 por el Dpto. de California de Fish and Game, el cual muestreó la Pesquería del Sur de California, con el objetivo de monitorear el impacto de la pesquería en la estructura de edad de la población observando que durante los primeros 11 años el 37 por ciento correspondía a organismos de dos años, el 27 por ciento tenía un año y el 20 por ciento tres años (Mais, 1976). Flores Villegas (1970) considera que las anchovetas raramente exceden de los cuatro años de edad, en donde alcanzan una talla promedio de 178 mm.; sin embargo, se han encontrado ejemplares de 7 años de edad a los 229 mm. En el análisis de las capturas comerciales del año de 1972 a 1983, se muestra que las pesquerías se han sustentado cada vez más al paso del tiempo en individuos con longitudes menores a la requerida para su reproducción (Escudero, 1984).

Con respecto a la talla de primera madurez se considera que las hembras la alcanzan raramente a finales de su primer año de vida, es decir cuando tienen una longitud patrón de 90 a 100 mm. (Clark y Phillips, 1952). Baxter en 1975, indicó que la mayoría de los ejemplares de la anchoveta norteña alcanzan su madurez a los 130 mm., o sea cuando tienen de dos a tres años de edad y que el resto lo logran a los 150 mm. contando con una edad de cuatro años. Por otro lado Knaggs (1977) cita que a los dos años de edad, el 100 por ciento de las anchovetas se encuentran sexualmente maduras; Hunter y Macewicz en 1980 reportan que un 50 por ciento de las anchovetas, alcanzan la madurez sexual al llegar a los 96 mm. de longitud patrón.

Para determinar el grado de madurez de las gónadas, han sido utilizadas diferentes escalas. Rastrelliger establece cinco etapas de Teleósteos y específicamente en reproductores parciales, los cuales satisfacen con pequeñas modificaciones los requerimientos de varios autores. Flores Villegas (1970) emplea la clasificación utilizada por Wood (1930) para arenque y adaptada posteriormente para sardina (Clark, 1934) considerando seis estadios; Sokolov y Wong en 1972, proporcionan una escala mor-

focromática con seis estadios de madurez, adaptada fundamentalmente para sardina; Hjort (1914) establece siete etapas para sardina, la cual se ha venido utilizando para anchoveta de la subpoblación central. Hunter y Goldberg en 1980 introducen criterios histológicos para determinar la madurez y fecundidad en la anchoveta de la subpoblación norteña, utilizando la presencia de los folículos post-ovulatorios como un medio de estimación de la incidencia de desove en donde una moda de ovocitos (hidratados), durante la época reproductiva se da cada semana, desovando en una noche 389 ± 59 huevos/g por hembra. Baxter (1975) considera que cada hembra desova de dos a tres veces cada año, aproximadamente de 20 a 30 mil huevos anualmente.

Laroche y Richardson (1980), en muestreos de investigación de la anchoveta norteña de las Costas de Oregon, Washington, tomados en diferentes meses de 1975, 1976 y 1977 determinaron la fecundidad relativa, no así la frecuencia de desove considerando que el número de éstos no ha sido suficientemente documentado para cualquiera de las subpoblaciones de la anchoveta.

Hunter y Macewics (1980), en un estudio realizado para las subpoblaciones Norteña y Central de *Engraulis mordax* con muestreos tomados de la Bahía de los Angeles y Bahía de Monterey en diferentes meses de 1977, 1978 y 1979 determinaron la frecuencia de desove con un análisis histológico, basándose en el estudio ya citado de Hunter y Goldberg. Para la estimación de la fecundidad trabajaron con 32 hembras del muestreo de 1979 por conteo de huevos, considerando necesario refinar los estudios y alternar los procedimientos de muestreo, resaltando la importancia de contar con muestras representativas de toda la Subpoblación Central.

3. OBJETIVOS

1. Determinar madurez gonadal, ciclo reproductivo y fecundidad en anchoveta (*Engraulis mordax mordax*) de la Subpoblación Central.
2. Establecer una escala morfocromática para la especie.

4. METODOS

Se trabajó con 1067 organismos obtenidos de la captura comercial, correspondientes a los meses de enero a noviembre de 1983, localizada en el área comprendida entre Punta Descanso y Punta Colonett, B.C. (Fig. No. 1); así como 180 ejemplares

provenientes de los lances de un crucero de investigación realizado a bordo del B/1 Oregon Beaver (Fig. No. 2) cubriendo el área comprendida entre San Diego, California, EE.UU. y Punta Blanca, B.C. México.

En cada ocasión se realizaron muestreos biológicos, tomando en cuenta las características anatómicas de las gónadas y posteriormente se fijaron en formalina buffer al 4 por ciento. Para realizar el análisis microscópico se aplicó la técnica histológica, empleando tanto la inclusión en parafina como la técnica por congelación (criostato), obteniendo cortes del orden de 5μ a 7μ en el primer caso y de 20μ en el segundo. Para la coloración, se utilizó la técnica topográfica de Hematoxilina Eosina, la técnica especial de tricrómica de Gallego y azul de toluidina.

La determinación de la madurez microscópica en todos los organismos estudiados se realizó en base a las características morfológicas (cápsula, ti-

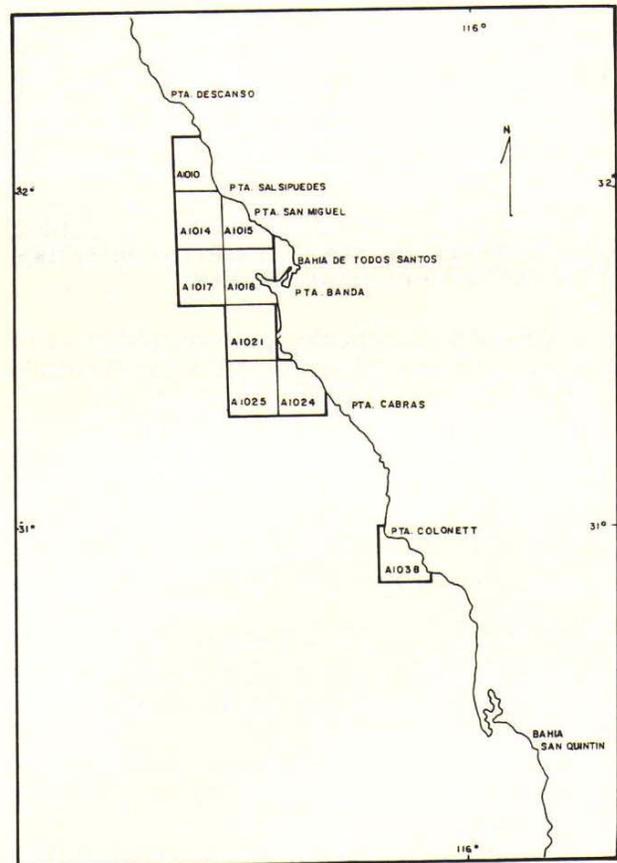


FIG. 1 LOCALIZACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO, PROVENIENTES DEL MUESTREO COMERCIAL DEL AÑO 1983.

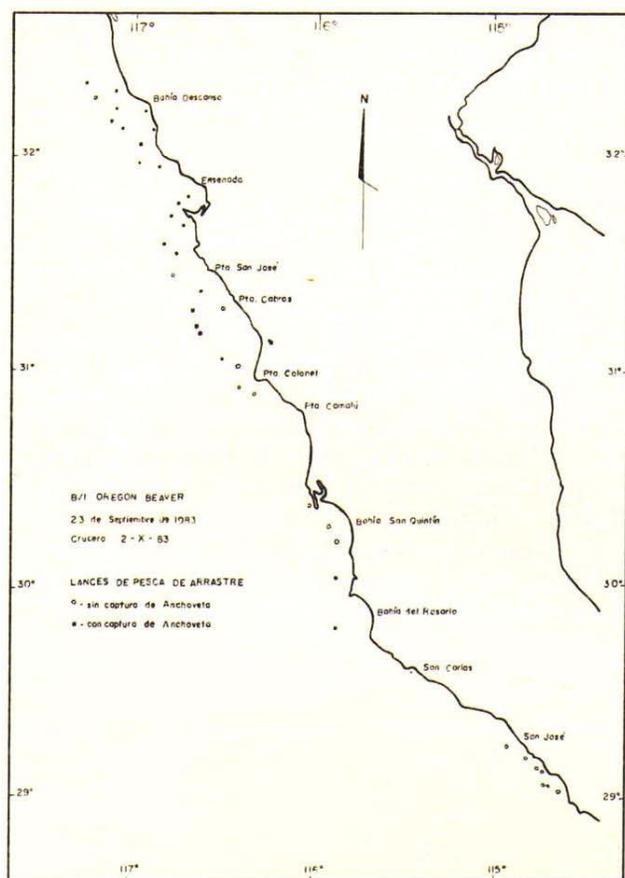


FIG. 2 LOCALIZACION DE LAS AREAS DE CAPTURA, PROVENIENTES DE LOS MUESTREOS OBTENIDOS DEL CRUCERO B/1 OREGON BEAVER.

pos de ovocitos, folículos postovulatorios, vasos sanguíneos) que se presentan durante el desarrollo gonadal).

Para la determinación del tamaño de los ovocitos, se hicieron mediciones en las gónadas de 30 anchovetas hembras, en etapa II (N=910), en etapa III (N=780) y en etapa IV (N=729), utilizando un micrómetro ocular calibrado, encontrando en cada caso, el tamaño promedio y el intervalo de confianza.

Se realizó un análisis de varianza, con prueba F para establecer si los tamaños de los ovocitos para las tres etapas analizadas son significativamente diferentes.

Se estableció la escala morfocromática relacionando las características macroscópicas con las microscópicas.

Se estimaron los índices gonadosomático (IGS) y gonádico (IGL) con la relación:

$$IGS = \frac{\text{Peso gónadas}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$IGL = \frac{\text{Peso gónadas}}{\text{Longitud total}} \times 10^8$$

Se realizó la prueba de Wilson (análisis no paramétrico) para establecer si existen diferencias significativas en la determinación macroscópica y microscópica de la proporción de sexos y madurez, para los muestreos de la captura comercial y la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para los muestreos del crucero.

Se estimó la composición por sexos, obteniéndose el promedio de desviación a estándar de la longitud y peso de los organismos estudiados. Tanto esta información como la de madurez se analizaron mensualmente por estaciones del año, por áreas de captura y en su caso por latitudes.

FECUNDIDAD

De cada par de gónadas de los individuos estudiados, una se procesó histológicamente para determinar la madurez, la otra, se utilizó para estimar la fecundidad, utilizando sólo aquellas (n=25) que estuvieran en etapa IV de madurez y que no presentaran inicios de desove parcial (folículos postovulatorios). El análisis cuantitativo de un solo ovario, se basa en el supuesto de que la distribución de tamaños como también el número total de ovocitos por g. de ovario es igual en ambos ovarios del mismo pez (Balbotin y Fischer, 1981).

Para obtener la distribución de tamaños de ovocitos por gónada, se utilizó el método gravimétrico, encontrando estadísticamente el tamaño mínimo de muestras a analizar contando todos los ovocitos de dos gónadas completas primero y tomando juegos de submuestras de diferentes tamaños de las mismas gónadas después, determinando tres submuestras de 0.01 g y conteo en tres rangos de talla de los ovocitos: mayores de 250 micras, de 100 a 250 micras y menores de 100 micras.

El número de ovocitos por individuo se obtuvo del promedio de las tres submuestras por el peso total de ambas gónadas, peso que fue corregido por una reducción del 10 por ciento debida a la fijación.

Se determinó la fecundidad absoluta de cada organismo estudiado (número de ovocitos maduros posibles de ser desovados en una temporada de puesta), utilizando el promedio de los ovocitos mayores de 250 micras multiplicado por el peso total corregido; se utilizó este criterio en base a las características morfológicas de los ovocitos maduros y de las gónadas en etapa IV de maduración.

Los organismos analizados se agruparon en siete grupos de longitud, obteniéndose también el pro-

medio de la fecundidad absoluta y fecundidad relativa para cada grupo de longitud.

La fecundidad absoluta se relacionó con el peso y la longitud de los peces, relaciones que se describen con una curva de la forma (Bagenal, 1957, 1973):

$$F = aX^b$$

la cual es transformada logarítmicamente a una ecuación de regresión:

$$\log F = \log a + b \log X$$

F – Fecundidad absoluta

X – longitud o peso

a y b – constantes.

El mejor ajuste correspondió a una regresión funcional, ya que de esta manera se reduce el sesgo en la relación de las variables regresoras (Riker, 1973; Sokal y Rohlf, 1959).

Se realizó un análisis de varianza para probar la significancia de cada regresión.

Se estimó la fecundidad relativa, número de ovocitos maduros por unidad de peso y de longitud, en función del número de ovocitos mayores de 250 micras. Se determinó la fecundidad relativa (número de ovocitos por unidad de peso y longitud), en base al número de ovocitos hidratados, realizando los análisis de regresión y varianza correspondientes.

La estimación del número de ovocitos hidratados, se realizó tomando en cuenta las características morfológicas de las gónadas y de los ovocitos de organismos en etapa IV de madurez de muestreo de 1982 y los datos preliminares de la estimación de fecundidad para ese año, estimaciones que fueron obtenidas por el conteo y medición de todos los ovocitos presentados en submuestras representativas de cada par de gónadas de ocho individuos, obteniendo así la distribución de talla de todos los ovocitos presentes en cada gónada. Tomando como base los resultados histológicos se estableció que los ovocitos hidratados se presentaban a partir de las 500 micras, calculando la proporción de los ovocitos hidratados en cada par de gónadas, se encontró que en promedio el 48 por ciento de los ovocitos maduros (mayores de 250 micras) estaban hidratados. Utilizando este criterio, se calculó el 48 por ciento de la fecundidad absoluta (total de ovocitos maduros) promedio para grupo de longitud y se obtuvo la fecundidad absoluta (total ovocitos hidratados) promedio para grupo de longitud.

Fueron realizadas estimaciones de intervalos del 95 por ciento de confianza para las fecundidades absoluta y relativa, tanto para ovocitos maduros como hidratados.

Se hizo una prueba t para establecer diferencias significativas entre la fecundidad relativa por peso y longitud, estimadas a partir de ovocitos hidratados.

5. RESULTADOS

5.1 CAPTURA COMERCIAL

5.1.1 Descripción anatómica del aparato reproductor.

El aparato reproductor de la anchoveta *Engraulis mordax mordax*, está colocado en la cavidad celómica en posición céfalo-caudal, a los lados de la vejiga natatoria, unido en la región cefálica a las paredes del cuerpo por medio del mesenterio, unión por donde penetra a las gónadas, la arteria ovárica proveniente de la gran arteria dorsal.

En las hembras consta de un par de ovarios de morfología alargada cilíndrica, con extremos generalmente redondeados; el ovario derecho hace contacto con los ciegos pilóricos y, el izquierdo, normalmente más largo y voluminoso llega a la región basal del hígado, sobrepasando en ocasiones su parte media; los ovarios se unen en la región caudal mediante conductos cortos para constituir uno sólo, formando el oviducto que desemboca en el gonoducto (Fig. No. 3).

En los machos, es un par de testículos de morfología alargada, aplanada y con extremos agudos, por lo general también el izquierdo es más largo; en la región cefálica, se encuentra la *rete testis*, que corre a lo largo de los testículos, uniéndose cerca de la región caudal, por conductos cortos a uno sólo que desemboca en el gonoducto (Fig. No. 3).

5.1.2 Análisis Microscópico

5.1.2.1 Ovarios

Se encuentran delimitados por una cápsula de tejido conjuntivo denso regular, con fibras musculares lisas, intercaladas con una gran cantidad de fibras colágenas y vasos sanguíneos (Foto No. 14); esta cápsula forma trabéculas muy finas en forma de cordones foliculares, constituyendo cavidades delimitadas internamente por epitelio germinativo. En organismos jóvenes, es frecuente encontrar abundante tejido adiposo alrededor de la cápsula.

5.1.2.2 Determinación de tipos y tallas de ovocitos

Durante el desarrollo de la madurez, la cápsula, las trabéculas de tejido conjuntivo, el epitelio germinativo y los ovocitos, sufren cambios morfológicos importantes dependiendo del grado de madurez de las gónadas manifestándose fundamentalmente

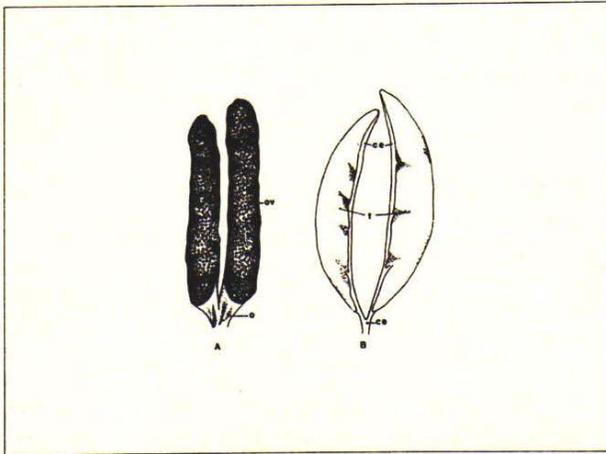


FIG. 3 ESQUEMA QUE REPRESENTA LAS GONADAS: A) DE UNA ANCHOVETA HEMBRA Y B) DE UN MACHO. OVARIO (ov); OVIDUCTO (o); TESTICULO (t); CONDUCTOS ESPERMATICOS (ce).

en los ovocitos. En este trabajo se reportan cinco tipos de ovocitos, cuyas características son las siguientes:

OVOCITOS TIPO I

Este primer tipo de ovocitos, se caracteriza por presentar un núcleo redondo basófilo que ocupa casi todo el citoplasma; a este tipo celular se le encuentra asociado con las trabéculas de tejido conjuntivo; su tamaño celular oscila entre las 10μ y 45μ (Foto No. 1).

OVOCITOS TIPO II

Presentan citoplasma basófilo, núcleo redondo ligeramente acidófilo y con presencia de nucleolos sobre la membrana nuclear, ovocitos considerados como no vitelogénicos localizados sobre el epitelio germinativo, o bien, dirigiéndose hacia la cavidad central del folículo. Con un 95 por ciento de confianza, se determinó un tamaño entre 45 y 125μ , con un tamaño promedio de 70μ (Fotos Nos. 2 y 3).

OVOCITOS TIPO III

En estos es posible observar un citoplasma basófilo con formación de pequeñas vacuolas cerca de la membrana nuclear y de la membrana citoplásmica, consideradas como zonas de síntesis de vitelo, por lo tanto son ovocitos previtelogénicos, son evidentes la zona radiata y la capa granulosa; tipo celular encontrado en la región central de los folículos. El intervalo de confianza al 95 por ciento para

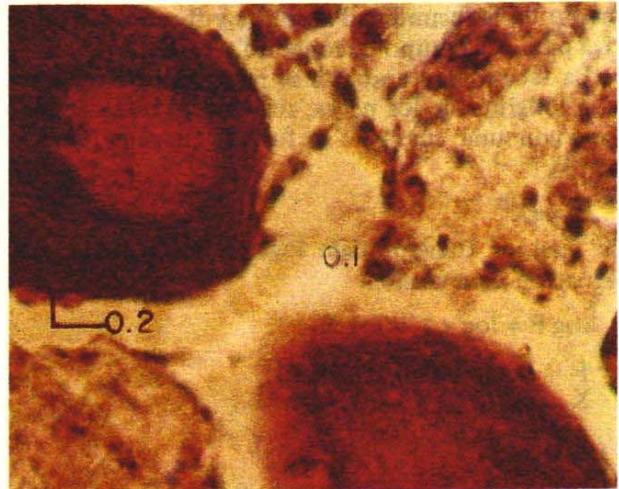


FOTO 1. OVOCITOS TIPO I Y II, SOBRE TRABECULAS DE TEJIDO CONJUNTIVO. Téc. H-E (45 X).

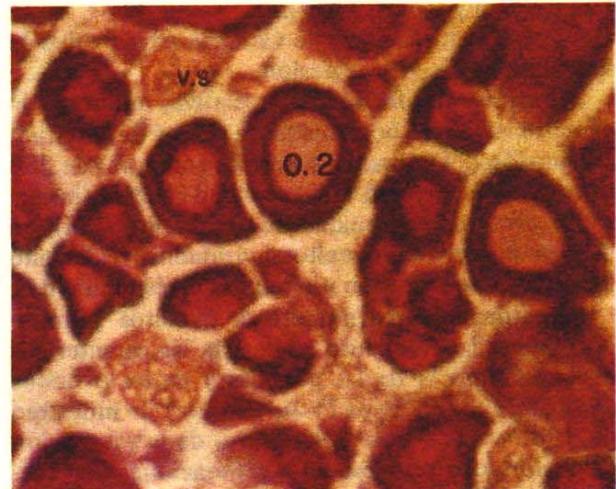


FOTO 2. OVOCITOS TIPO II, TRABECULAS DE TEJIDO CONJUNTIVO, CON PRESENCIA DE VASOS SANGUÍNEOS. Téc. H-E (10 X).

* Ovocitos I (0.1); ovocito II (0.2); vasos sanguíneos (vs).

la talla de este tipo de ovocitos se determinó entre 75μ y 275μ , con un tamaño promedio de 151μ (Fotos Nos. 4 y 9).

OVOCITOS TIPO IV

Ovocitos vitelogénicos de forma redonda u ovoide, caracterizados por contener en su citoplasma una gran cantidad de placas vitelinas, la membrana nuclear es poco evidente, el núcleo pierde su basofilia, quedando el nucleoplasma o mancha de maduración rodeada de una zona granulosa basófila, que se va desplazando hacia uno de los polos. La zona radiata y la capa granulosa son muy evidentes, se determinó un tamaño entre 250μ y 750μ , un

promedio de 448 con una confianza de 95 por ciento (Fotos Nos. 5 y 10).

OVOCITOS TIPO V

Presentan un citoplasma homogéneo, con zona radiata y capa granulosa muy claras; este tipo de ovocitos se observó con poca frecuencia en los cortes histológicos, posiblemente porque son desovados rápidamente; el tamaño observado aproximado fue de 650 μ y 750 μ (Fotos Nos. 6 y 7).

5.1.2.3 Determinación de etapas de madurez gonadal en hembras

Para la determinación de la madurez, es fundamental considerar no sólo los tipos de ovocitos, sino también el conjunto de cambios morfológicos que se suceden en las gónadas durante el desarrollo de la madurez, siendo relevantes los folículos postovulatorios, estructuras en forma de cordones celulares de tipo epitelioide (Fotos Nos. 18 y 19), y los ovocitos atrésicos, caracterizados por presentar

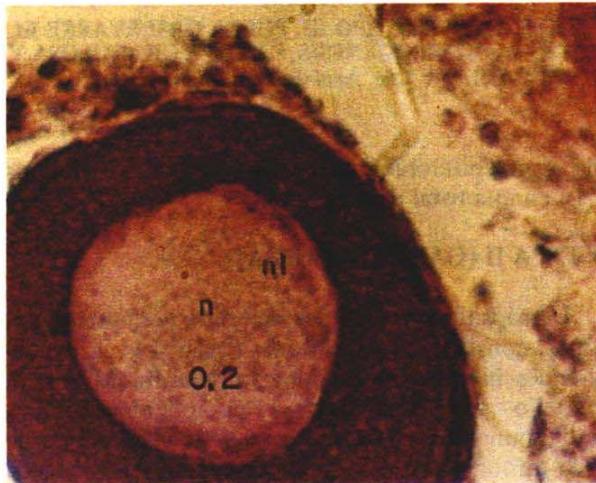


FOTO 3. OVOCITOS TIPO II, CON CITOPLASMA BASOFILO, NUCLEO CON NUMEROSOS NUCLEOLOS HACIA LA PERIFERIA. Téc. H-E (45 X).

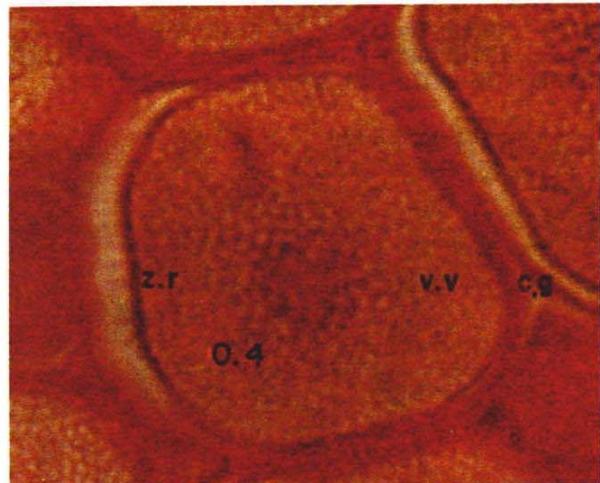


FOTO 5. OVOCITOS TIPO IV CON VESICULAS VITELINAS, ZONA RADIATA Y LA CAPA GRANULOSA. Téc. H-E (10 X).



FOTO 4. OVOCITOS TIPO III, UN FOLICULO POSTOVULATORIO SOBRE EL EPITELIO GERMINATIVO. Téc. H-E (10 X).



FOTO 6. OVOCITO TIPO V CON OVOCITOS TIPO II Y III, ADHERIDOS A LA SUPERFICIE. OBSERVACION DIRECTA EN LIQUIDO DE RINGER.

* Ovocitos tipo II (0.2); ovocitos tipo III (0.3); ovocitos tipo IV (0.4); ovocitos tipo V (0.5); núcleo (n); nucleólos (nl); zona radiata (zr); capa granulosa (cg); folículos postovulatorios (fp); vasos sanguíneos (vs); vesículas vitelinas (vv).

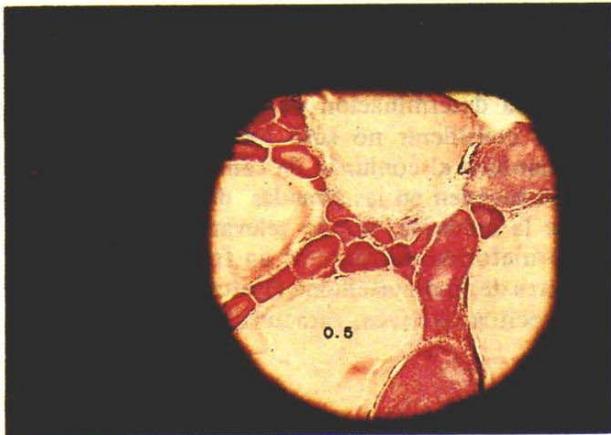


FOTO 7. OVOCITO TIPO V. EN EL PUEDE OBSERVARSE EL CITOPLASMA HOMOGENEO (HIDRATADO) MOMENTOS ANTES DEL DESOVE. Téc. H-E. (10 X).

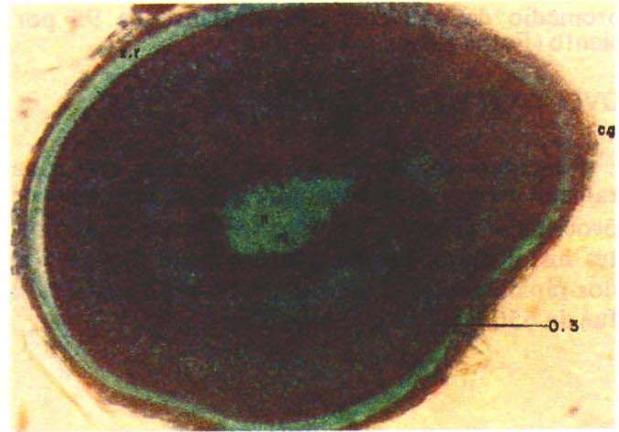


FOTO 9. OVOCITO TIPO III. PUEDE OBSERVARSE EL INICIO DE VITELOGENESIS, LA CAPA GRANULOSA Y ZONA RADIATA. Téc. Azul de Toluidina. (45 X).



FOTO 8. OVOCITO ATRESICO CON LA CAPA RADIATA MUY GRUESA Y DEFORME. Téc. H-E. (45 X).

una deformación y engrosamiento del corión, debido a reabsorción de las placas vitelinas, ocasionando contracción de la misma. (Fotos Nos. 8, 11 y 12).

Las características de este conjunto conforman diferentes etapas de madurez, determinándose cinco, que se describen a continuación:

ETAPA I (INDIFERENCIADA)

Se caracteriza por presentar la cápsula y las trabéculas conjuntivas muy finas, las cavidades foliculares están ocupadas por ovocitos tipo I, es frecuente encontrar incluidos en estos tipos celulares escasos ovocitos tipo II (Foto No. 13).

En organismos con más de un desove, es frecuente encontrar además folículos postovulatorios, formando grupos celulares muy unidos (pequeños y

de tipo epiteloide), así como ovocitos atresicos casi en una total degeneración.

ETAPA II (GAMETOGENICA)

La cápsula y trabéculas de tejido conjuntivo son finas, constituyendo cordones foliculares, cuyas cavidades internas se encuentran delimitadas por un epitelio germinativo, con gran actividad celular, predominando ovocitos tipo I y II y presencia de una mínima cantidad de ovocitos tipo III (inicio de vitelogénesis o previtelogénesis) (Foto No. 14).

En organismos con más de un desove es frecuente encontrar la presencia de abundantes ovocitos tipo II, además de folículos postovulatorios y ovocitos atresicos indicando un regreso a esta etapa. Esto se observó fundamentalmente en las épocas de desove.

ETAPA III (MADUREZ)

La cápsula de tejido conjuntivo al igual que las trabéculas empiezan a presentar un mayor grosor, esto debido al aumento de las fibras colágenas y musculares; en esta etapa se hace evidente el fenómeno de asincronía característico de la especie, presentándose los primeros cuatro tipos celulares. La apreciación con respecto a la frecuencia con que aparecen los diferentes tipos celulares es semejante como se puede notar en la fotografía 15.

ETAPA IV (REPRODUCTIVA)

La cápsula y las trabéculas de tejido conjuntivo son muy evidentes, los vasos sanguíneos aumentan su calibre por la presencia de elementos formes; las

* Ovocito V o hidratado (0.5); ovocito atresico (oa); zona radiata (zr); capa granulosa (cg). ovocito III (0.3); núcleo (N); nucleolos (nl);

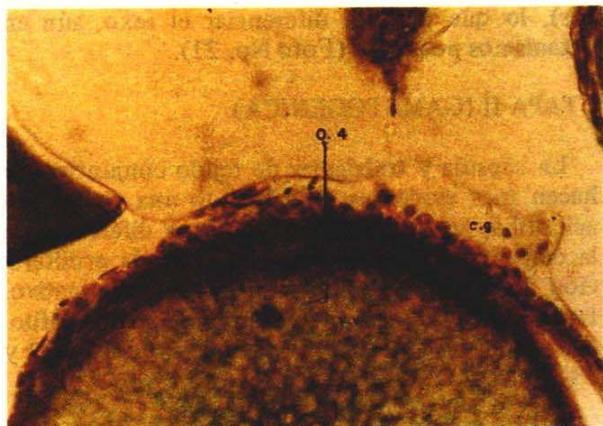


FOTO 10. OVOCITOS TIPO IV CON PRESENCIA DE VESICULAS VITELINAS, ZONA RADIATA Y CAPA GRANULOSA. Téc. Tricómica de Gallego. (45 X)*.



FOTO 12. OVOCITO CON INICIO DE ATRESIA, VESICULAS VITELINAS Y CAPA GRANULOSA EN DEFORMACION. Téc. H-E. (45 X).

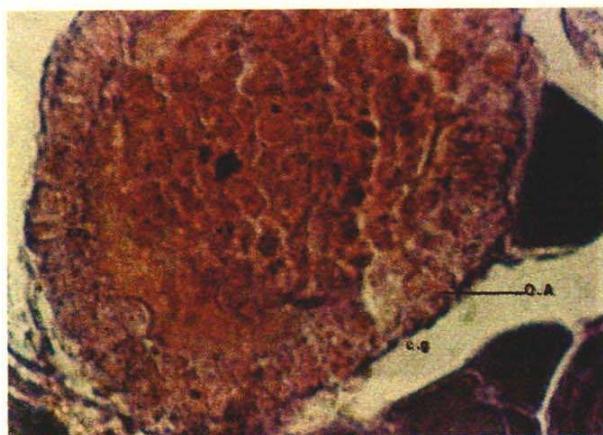


FOTO 11. OVOCITO ATRESICO, DEFORMACION DE LA ZONA RADIATA Y GRANULOSA. REABSORCION DE VESICULAS VITELINAS. Téc. H-E (45 X).



FOTO 13. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA I DE 65 mm., DONDE SE OBSERVAN OVOCITOS TIPO I Y II, TEJIDO PIGMENTARIO Y MUSCULO ESQUELETICO. Téc. H-E. (40 X).

cavidades foliculares se hacen muy amplias, soportando abundantes ovocitos tipo IV, sin dejar de presentarse los otros tipos de ovocitos. Es importante mencionar que ocasionalmente se encuentran folículos postovulatorios que indican desoves parciales resultando difícil determinar categóricamente, el inicio real de esta etapa (Foto No. 16).

ETAPA V (DESOVE)

La cápsula y las trabéculas son delgadas, flácidas y con abundantes vasos sanguíneos colapsados, conteniendo una gran cantidad de eritrocitos; se observan las cavidades foliculares vacías, una gran cantidad de folículos postovulatorios, ovocitos atresicos, y la presencia constante de los tipos celulares (Fotos Nos. 17, 18 y 19). Es importante hacer

notar, que en algunos organismos se observaron gónadas con abundantes ovocitos tipo V (hidratados) y ovocitos atresicos, indicando que no se realizó el desove (Foto No. 20).

5.1.2.4 Testículos

Al igual que los ovarios, se encuentran delimitados por una cápsula de tejido conjuntivo denso regular, con presencia de vasos sanguíneos que penetra al órgano formando trabéculas y constituyendo cavidades espermáticas delimitadas internamente por un epitelio germinativo. Estas cavidades se unen en la región cefálica constituyendo la *rete testis*.

El epitelio germinativo, el tejido conjuntivo y las fibras musculares presentan cambios morfológicos

* Gónada (g); músculo astriado somático (m); tejido pigmentario (tp); ovocito atresico (oa); zona radiata (zr); capa granulosa (cg); vesículas vitelinas (vv); ovocito tipo IV (O.4); zona radiata (zr); capa granulosa (cg); vesículas vitelinas (vv).

de acuerdo al desarrollo de la madurez de la gónada, conformando en este caso también, cinco diferentes etapas de madurez.

5.1.2.5 Determinación de etapas de madurez gonadal en machos

ETAPA I (INDIFERENCIADA)

La cápsula y trabéculas de tejido conjuntivo son muy finas, formando cavidades foliculares pequeñas y numerosas, presentan un epitelio germinativo no bien diferenciado con células con poca apetencia por los colorantes utilizados (células cromófo-

bas), lo que permite diferenciar el sexo, aún en organismos pequeños (Foto No. 21).

ETAPA II (GAMETOGENICA)

La cápsula y trabéculas de tejido conjuntivo se hacen más evidentes, adquiriendo una coloración acidófila; las cavidades foliculares a diferencia de la etapa anterior, muestran una marcada proliferación de espermatogonias en el epitelio germinativo. Las espermatogonias presentan el núcleo basófilo ocupando casi todo el citoplasma (Fotos Nos. 22 y 23).

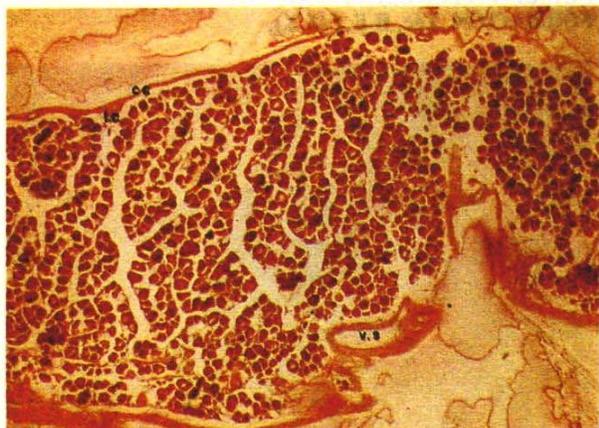


FOTO 14. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA II DE 95 mm. SE OBSERVA LA CAPSULA DE TEJIDO CONJUNTIVO, TRABECULAS CONJUNTIVAS DELIMITANDO CORDONES DE OVOCITOS Y VASOS SANGUINEOS. Téc. H-E. (5 X).

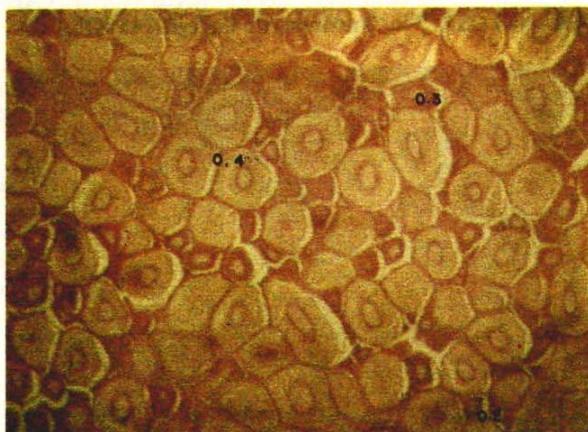


FOTO 16. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA REPRODUCTIVA, DONDE SE OBSERVA LA ABUNDANCIA DEL TIPO CELULAR IV. Téc. H-E. (10 X).

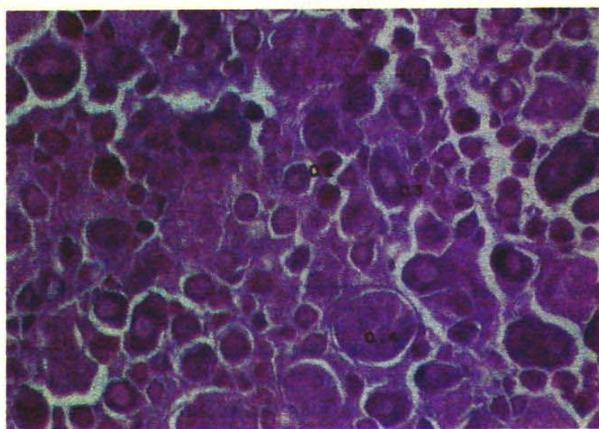


FOTO 15. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA III QUE MUESTRA LOS 4 PRIMEROS TIPOS DE OVOCITOS. ES EVIDENTE LA ASINCRONIA. Téc. H-E (45 X).

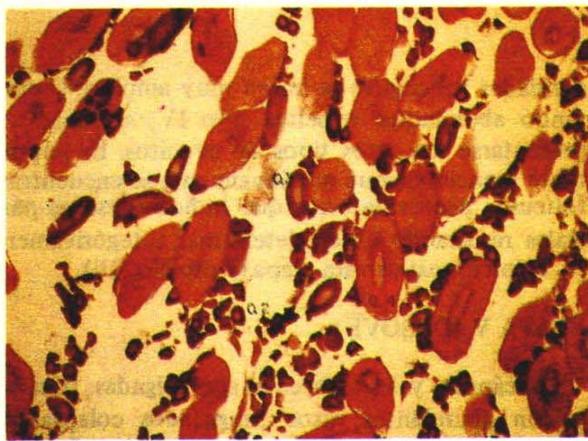


FOTO 17. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA DE 123 mm. CON PRESENCIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE OVOCITOS, FOLICULOS POSTOVULATORIOS Y OVOCITOS ATRESICOS, LO QUE INDICA DESOVES PARCIALES. Téc. H-E. (10 X).

* Ovocitos tipo II (0.2); ovocitos tipo III (0.3); ovocitos tipo IV (0.4); cápsula de tejido conjuntivo (cc); trabéculas conjuntivas (tc); vasos sanguíneos (vs).

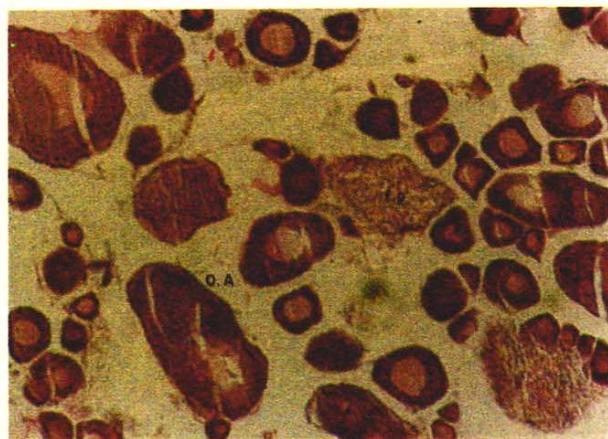


FOTO 18. GONADA DE ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA V EN DONDE SE MUESTRAN FOLICULOS POSTOVULATORIOS Y OVOCITOS ATRESICOS. Téc. H-E. (10 X).



FOTO 20. GONADA DE UNA ANCHOVETA DE 108 mm. SE OBSERVA LA ATRESIA FOLICULAR, DEBIDO A QUE POSIBLEMENTE LOS OVOCITOS NO PUDIERON SER DESOVADOS Y DEGENERARON A CUERPOS ATRESICOS. Téc. H-E. (10 X).

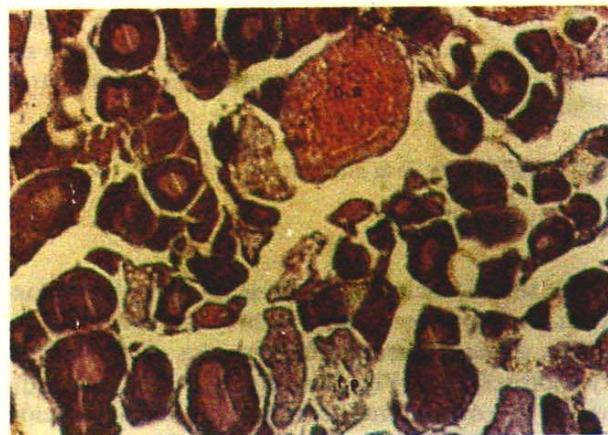


FOTO 19. GONADA DE UNA ANCHOVETA HEMBRA EN ETAPA V CON GRAN CANTIDAD DE FOLICULOS POSTOVULATORIOS, OVOCITOS ATRESICOS Y OVOCITOS TIPO II. Téc. H-E. (10 X).

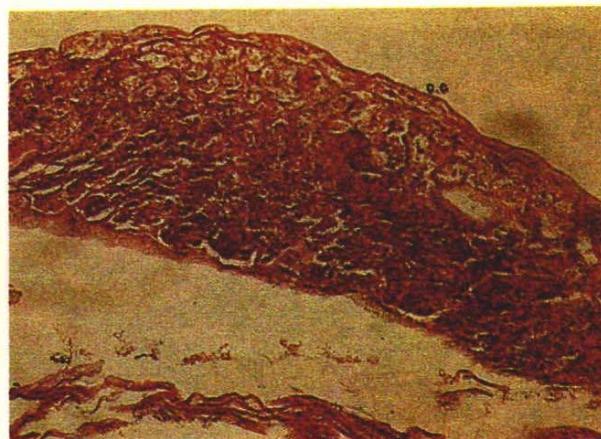


FOTO 21. GONADA DE UN MACHO DE 96 mm. EN ETAPA I. SE PUEDE OBSERVAR LA CAPSULA DE TEJIDO CONJUNTIVO Y FOLICULOS CON EPITELIO GERMINATIVO INDIFERENCIADO. Téc. H-E. (5 X).

ETAPA III (MADUREZ O CRECIMIENTO)

El tejido conjuntivo capsular e interfolicular es más evidente, observándose mayor cantidad de vasos sanguíneos y fibras musculares; las cavidades foliculares presentan no sólo espermatogonias, sino espermátides y escasos espermatozoides (Foto No. 24).

ETAPA IV (REPRODUCTIVA)

La cápsula y las trabéculas de tejido conjuntivo se notan muy vascularizadas; los componentes celulares dominantes son los espermatozoides, que lle-

nan las cavidades foliculares, incluso ocupan a la *rete testis* (foto No. 25).

ETAPA V (DESOVE)

La cápsula y las trabéculas de tejido conjuntivo se observan flácidas, con presencia de vasos sanguíneos muy colapsados, conteniendo gran cantidad de elementos formes. Al igual que en hembras, se considera que los desoves son parciales, lo que se manifiesta por la presencia de espermatozoides en conductos periféricos, luego en centrales, hasta que se observa un desove casi total; los folículos vacíos dan la apariencia de una etapa I, pero quedan es-

*Cápsula de tejido conjuntivo (cc); ovocitos atresicos (o.a); atresia folicular (af); folículos postovulatorios (fp); vasos sanguíneos (vs).

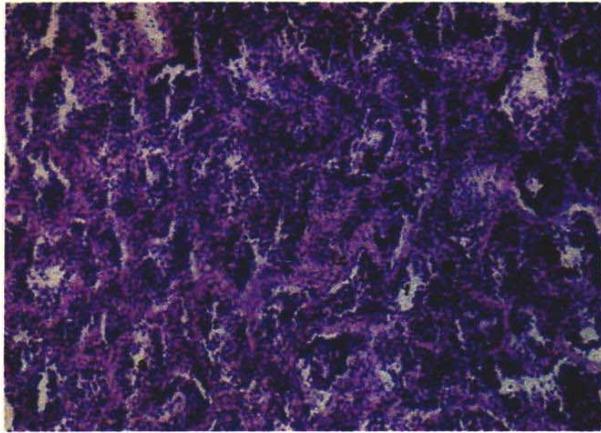


FOTO 22. GONADA DE UN MACHO EN ETAPA II DE 100 mm. SE OBSERVA UNA GRAN CANTIDAD DE FOLICULOS, DELIMITADOS POR TEJIDO CONJUNTIVO SOBRE EL QUE SE NOTA EL EPITELIO GERMINATIVO EN SUS PRIMERAS ETAPAS DE GAMETOGENESIS. Téc. H-E. (10 X).

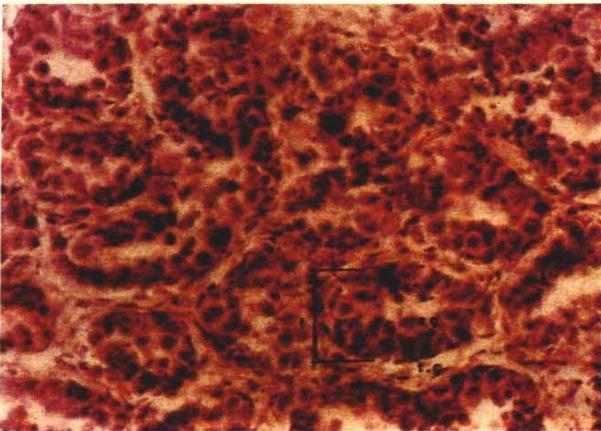


FOTO 23. MACHO DE 90 mm. EN ETAPA GAMETOGENICA EN EL QUE SE MUESTRAN LOS FOLICULOS CON EPITELIO GERMINATIVO Y TEJIDO CONJUNTIVO INTERFOLICULAR. Téc. H-E. (40 X).

permatozoides en la *rete testis*, lo que permite afirmar que se trata de una gónada desovada (Fotos Nos. 26 y 27).

5.2 Determinación de la escala morfocromática

Las observaciones microscópicas que permitieron describir los estadios de desarrollo gonadal, unidas a las características microscópicas, ayudaron a establecer la escala morfocromática que se resume en el cuadro número 1.

5.3 Ciclo reproductivo

Los resultados obtenidos del análisis compara-

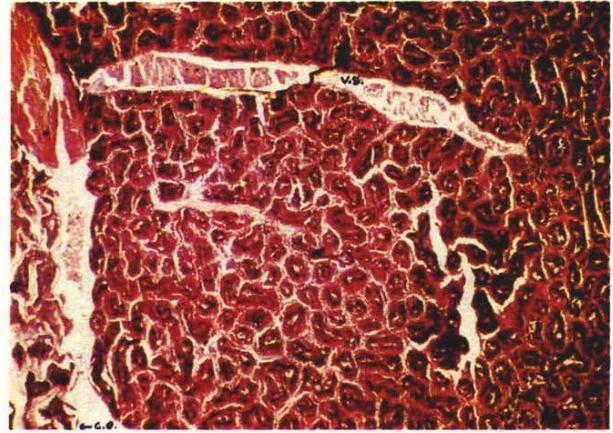


FOTO 24. MACHO DE 95 mm. EN ETAPA DE CRECIMIENTO. SE OBSERVAN LOS CONDUCTOS ESPERMATICOS CON ESPERMATOZOIDES Y UN GRAN VASO SANGUINEO. Téc. H-E. (2.5 X).

tivo macro y microscópico con respecto a la proporción de sexos no fue significativo, no siendo así en lo que se refiere a la determinación de madurez gonadal (tabla No. 1).

5.3.1 Variaciones de la madurez

5.3.1.1 Ciclo anual

La significancia que se presenta en la determinación de madurez en las hembras se hace evidente en las gráficas correspondientes a los análisis macro y microscópicos (Figs. Nos. 4 y 5), observándose durante los meses muestreados, una sobrestimación macroscópica, para las etapas III y IV, subestimando a los organismos en etapas I, II y V.

La asincronía característica de la especie se observa claramente en los resultados del análisis microscópico, notándose el ciclo de madurez esperado en cada etapa mensual. La sobrestimación y subestimación macroscópica no permite tener una visión real de la madurez gonadal de los individuos a través del tiempo.

De la misma manera, en los machos, macroscópicamente se sobrestiman las etapas II, III y IV, encontrando una subestimación en las etapas I y V. Nuevamente el análisis microscópico nos muestra el ciclo de madurez real de los machos en cada etapa, así como una estrecha relación con el comportamiento asincrónico de las hembras (Fig. No. 5).

La etapa predominante en hembras y machos durante el ciclo anual fue la gametogénica. Durante el mes de abril se encontró la mayor cantidad de organismos desovados (Tabla No. 2).

*Folículos (f); epitelio germinativo (eg); tejido conjuntivo (tc); conductos espermáticos (ce); vasos sanguíneos (vs); espermatozoides (ez).

CUADRO No. 1 ESCALA MORFOCROMATICA

ETAPAS MADUREZ	ASPECTO MACROSCOPICO DEL OVARIO	ASPECTO MICROSCOPICO DEL OVARIO	ASPECTO MACROSCOPICO DEL TESTICULO	ASPECTO MICROSCOPICO DEL TESTICULO
I	Delgados, alargados de color amarillo transparente, vasos sanguíneos y ovocitos no evidentes. Long. de uno a dos cm.	Cápsula de tejido conjuntivo delgada, cavidades foliculares con epitelio germinativo, con tipos celulares I y II. Cuando se han dado más de dos desoves, se observan ovocitos IV y atresia folicular.	Delgados muy alargados de color café cremoso, vasos sanguíneos no evidentes. Long. de 1 a 2.5 cm.	Cápsula de tejido conjuntivo muy fina, numerosas cavidades foliculares con tejido epitelial no diferenciado.
II	Delgados con extremos redondeados, de color amarillo o naranja pálido, ligeramente más grueso que la etapa I, vasos sanguíneos y ovocitos no evidentes. Long. de dos a tres cm.	Cápsula de tejido conjuntivo delgada, cavidades foliculares alargadas con mayor cantidad de ovocitos tipo II, sin dejar de observarse tipo I. Cuando se han dado más de dos desoves, se encuentran folículos postovulatorios y atresia.	De morfología alargada con extremos agudos de color crema. Vasos sanguíneos no evidentes 2.0 a 3.5 cm. de long.	Cápsula de tejido conjuntivo bien delimitada, numerosas cavidades foliculares con presencia de un epitelio germinativo en clara división celular (espermatogénesis). Tejido conjuntivo interfolicular fino.
III	De morfología cilíndrica y con extremos redondeados, de color rosa o anaranjado, vasos sanguíneos poco evidentes. De color rojizo, la long. va de 2.5 a 3.5 cm. Aumentando fundamentalmente el diámetro (volumen).	Cápsula de tejido conjuntivo un poco más gruesa, se pierden los límites entre las cavidades foliculares debido a la gran cantidad de tipos celulares (I, II, III, y IV) soportados en ellos. Es característico el fenómeno de asincronía.	Morfología muy semejante a la etapa II, con la diferencia de presentar mayor volumen. Long. 2 a 3.5 cm.	La cápsula de tejido conjuntivo es más evidente al igual que las trabéculas de tejido conjuntivo (interfolicular). Vasos sanguíneos evidentes y fibras musculares lisas. Epitelio germinativo con variedad en sus tipos celulares.
IV	Forma cilíndrica con extremos redondeados de color rosa a rojo, vasos sanguíneos y ovocitos muy evidentes, con una long. de 3 a 4.5 cm, el volumen aumenta considerablemente.	Cápsula de tejido conjuntivo delgada, vasos sanguíneos muy evidentes. Folículos amorfos con abundancia de ovocitos tipo IV, sin dejar de observarse ovocitos I, II, y III.	Las gónadas presentan extremos agudos, la coloración es crema con presencia de vasos sanguíneos muy evidentes que le dan una ligera coloración café, longitud de 4.5 cm.	Cápsula de tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y tejido conjuntivo interfolicular, muy evidentes las cavidades llenas de espermatozoides.
V	Forma cilíndrica con extremos redondeados; de color rojizo. Frecuentemente se encuentra rota la cápsula con desprendimientos de ovocitos. Vasos sanguíneos muy evidentes en proceso hemorrágico. Flacidez gonadal cuando existe desove total. Long. de 4-5 cms.	Cápsula frecuentemente muy delgada, vasos sanguíneos colapsados, con abundancia de elementos formes (proceso hemorrágico), grandes cavidades foliculares con folículos postovulatorios, ovocitos atrésicos y presencia de ovocitos tipo I y II.	Gónadas flácidas con vasos sanguíneos muy evidentes en procesos hemorrágicos, lo que les da una coloración café parduzco. Long. de 5-6 cm.	Cápsula de tejido conjuntivo muy evidente, vasos sanguíneos colapsados con abundancia de elementos formes (proceso hemorrágico), cavidades vacías, los conductos espermáticos pueden contener espermatozoides.

TABLA I.- RESULTADOS DE LA COMPARACION DEL ANALISIS ESTADISTICO MACROSCOPICO Y MICROSCOPICO CON RESPECTO A LA DETERMINACION DE SEXO Y ETAPAS DE MADUREZ DEL MUESTREO COMERCIAL

Determinación	S E X O S						M A D U R E Z												
	HEMBRAS			MACHOS			HEMBRAS			MACHOS									
	Cantidad	%	signifi- cancia	Cantidad	%	signifi- cancia	0 I	II	III	IV	V	significan- cia							
Macroscópico	685	64.19	N.S.	381.	35.70	N.S.	1	2	170	410	74	29	***	6	275	81	73	6	*
Microscópico	685	64.19		382	35.80		38	336	190	43	78	47		202	63	42	26		

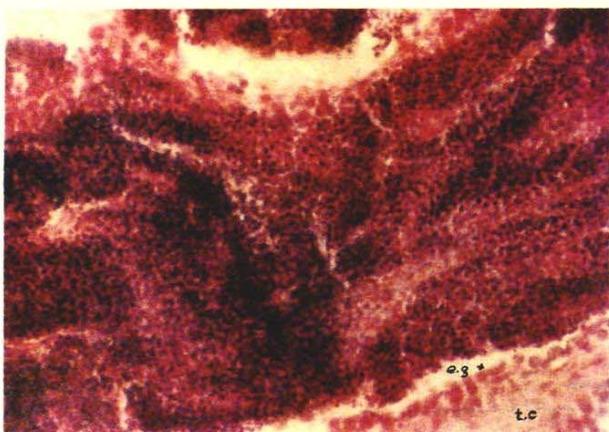


FOTO 25. MACHO EN ETAPA REPRODUCTIVA. LOS FOLICULOS PRESENTAN GRAN CANTIDAD DE ESPERMATOZOIDES. Téc. H-E. (10 X).

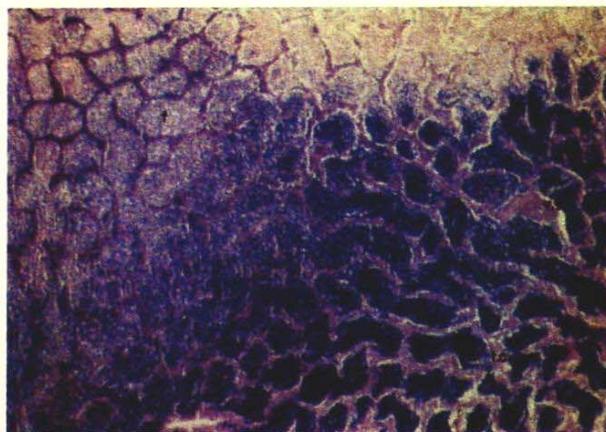


FOTO 26. MACHO DE 105 mm. SE OBSERVAN NUMEROSOS FOLICULOS CON EPITELIO GERMINATIVO EN DIFERENTES ESTADIOS DE MADURACION (A-SINCRONIA). ETAPA V. Téc. H-E. (10 X).

TABLA 2. ETAPA DE MADUREZ PREDOMINANTE EN CADA MES DURANTE EL AÑO DE 1983 EN HEMBRAS Y MACHOS

MES	ETAPA	
	HEMBRAS	MACHOS
ENERO	V	IV
ABRIL	V	V
MAYO	II	II
JUNIO	II	II
JULIO	I	II
SEPTIEMBRE	II	II
OCTUBRE	II	II
NOVIEMBRE	II	II

En relación al número de individuos estudiados se observó un porcentaje bajo de organismos en la etapa reproductiva así como también de la de desove (Figs. Nos. 4 y 5), la proporción de hembras y machos correspondió a 1.7:1.

5.3.1.2 Ciclo estacional

En la Fig. No. 6 también se evidencia el comportamiento asincrónico de la especie, y aunque se reproduce todo el año, se observan marcadamente dos modas para hembras en las épocas reproductiva y de desove, ocurriendo ambas en primavera y otoño, coincidiendo este comportamiento con el de los machos.

En el caso de las hembras hubo desoves durante todas las estaciones del año, no siendo así en machos, en donde en verano, se observa ausencia de la etapa de desove; sin embargo, la proporción de



FOTO 27. MACHO DE 105 mm. EN ETAPA V CON FOLICULOS VACIOS EN LA REGION CENTRAL Y OCUPADA POR ESPERMATOZOIDES LA ZONA PERIFERICA. Téc. H-E. (10 X).

desoves fue baja comparada con el número de individuos estudiados, además del hecho de predominar las etapas II y III la mayor parte del tiempo, las cuales se esperaría oscilaran durante las estaciones, ya que son las etapas de desarrollo que mantienen la continuidad del ciclo de madurez (Fig. No. 7). Las principales épocas de desove se dieron en el caso de las hembras en primavera e invierno y en machos en primavera y otoño.

Con relación a los grupos de talla, el que sostiene a la pesquería corresponde a organismos entre los 96 y 100 mm. de L.P. En las temporadas de desove (primavera) se encontró como talla predominante en las hembras a organismos de 96 a 100 mm.

* Folículos (f); tejido conjuntivo (tc); espermatozoides (ez); epitelio germinativo (eg); vasos sanguíneos (vs).

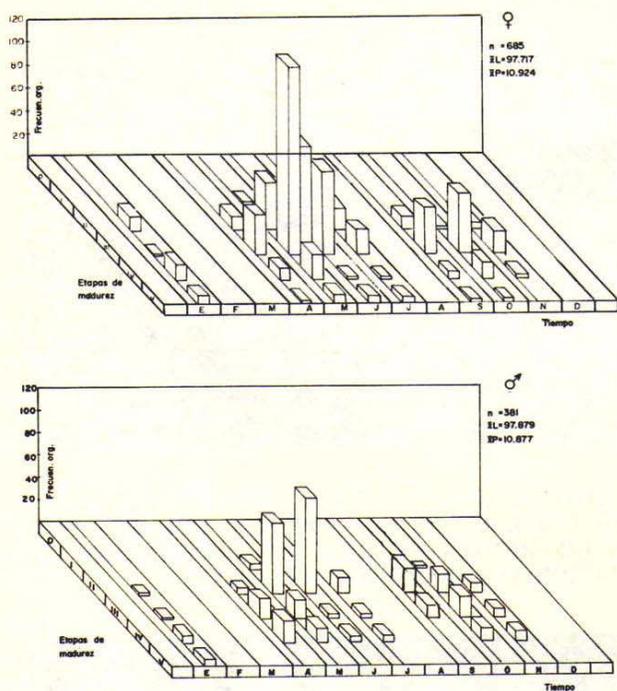


FIG. 4. VARIACION EN EL CICLO ANUAL 1983 EN RELACION CON LAS ETAPAS DE MADUREZ DETERMINADA MACROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

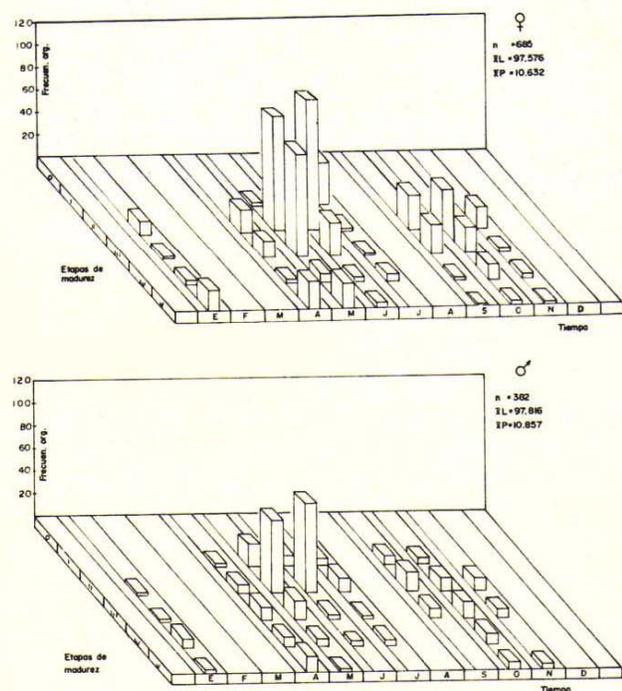


FIG. 5. VARIACION EN EL CICLO ANUAL 1983, EN RELACION CON LAS ETAPAS DE MADUREZ DETERMINADAS MICROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

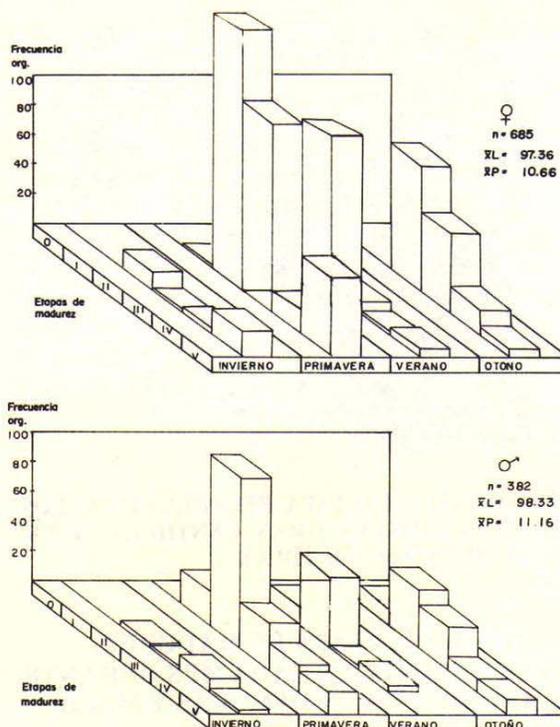


FIG. 6. VARIACION ESTACIONAL EN RELACION CON LAS ETAPAS DE MADUREZ DETERMINADAS MICROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

En machos correspondió a ejemplares de 96 a 100 mm. en primavera, y de 96 a 105 mm. en otoño. Los organismos más pequeños que presentaron gónadas desovadas, en el caso de las hembras, fue de 81 a 85 mm. durante el otoño, y en machos, de 81 a 85 mm. en primavera lo que consideramos representa a los organismos de primera madurez (Fig. No. 7).

5.3.1.3 Areas de captura

En los resultados obtenidos con respecto al análisis estadístico de las áreas de captura (Fig. No. 8), puede notarse que la más representada fue el área 1010 (Fig. No. 1) con un 64.3 por ciento de hembras y un 35.6 por ciento de machos, estando la mayoría de los organismos en etapa II y III; la talla promedio en hembras fue de 97.26 mm. y en machos de 96 mm.

En relación a las áreas estudiadas, ésta fue la que presentó mayor cantidad de organismos en etapas reproductiva y de desove, así como la única con organismos en etapa de primera madurez.

El área 1014 ocupó el segundo lugar con respecto a la cantidad total de organismos (Figs. Nos. 1 y 8) contando con un 66.18 por ciento de hembras y un 33.81 por ciento de machos, las etapas de ma-

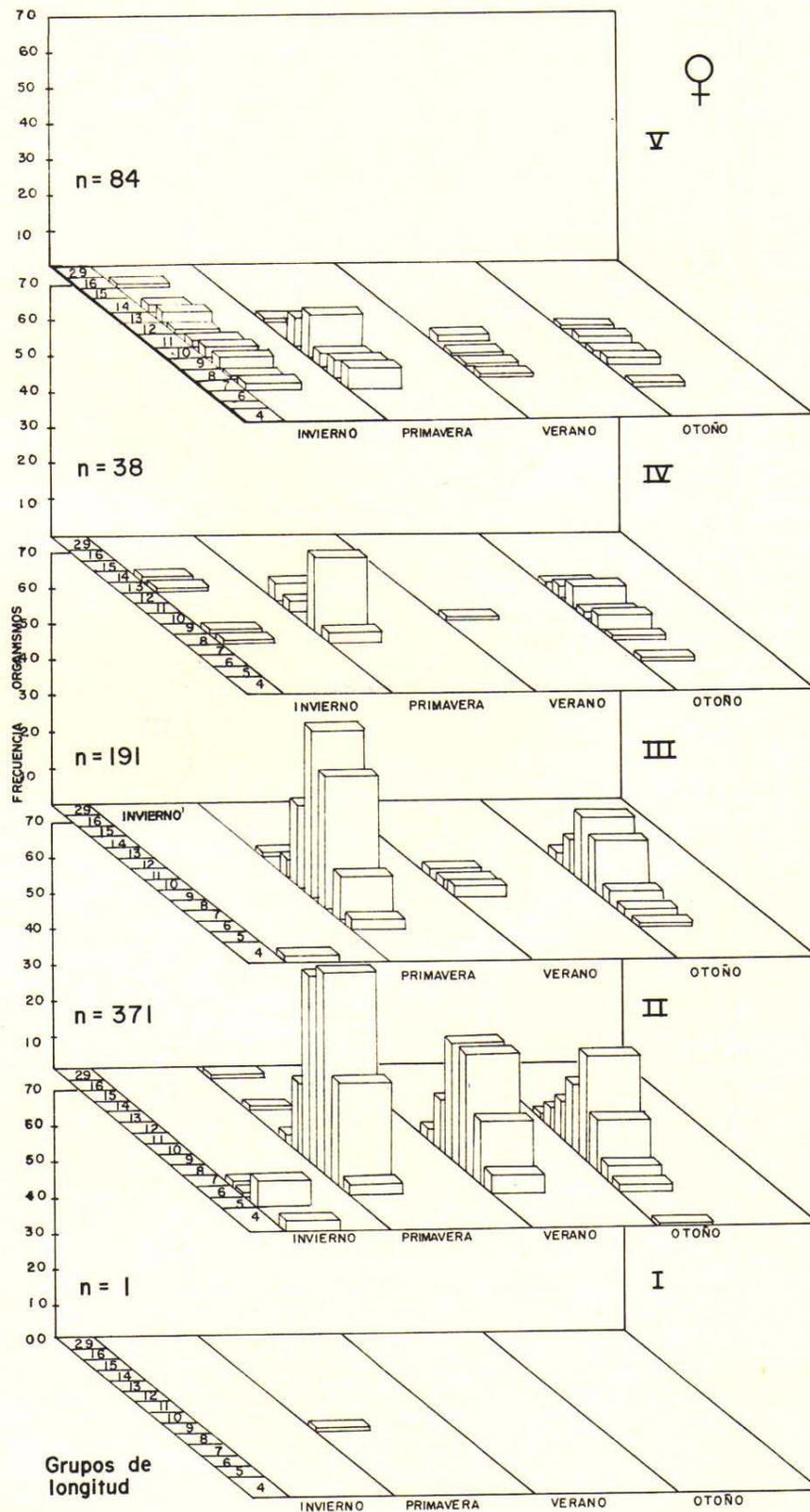


FIG. 7a. VARIACION ESTACIONAL DE LAS ETAPAS DE MADUREZ EN RELACION CON EL GRUPO DE LONGITUD EN HEMBRAS Y MACHOS DEL MUESTREO COMERCIAL, 1983.

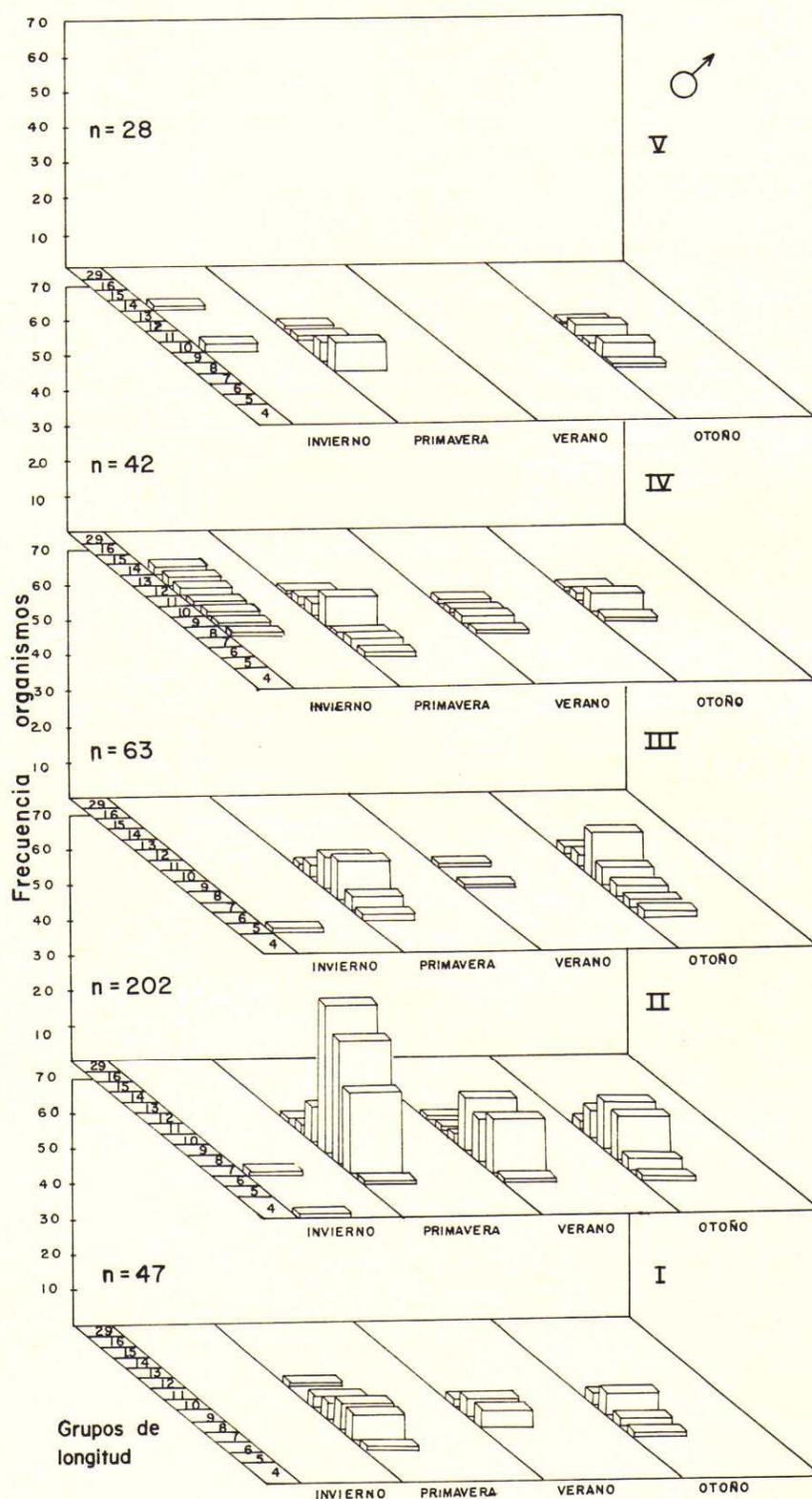


FIG. 7b. VARIACIONES ESTACIONALES, EN RELACION CON LAS ETAPAS DE MADUREZ DETERMINADAS MICROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

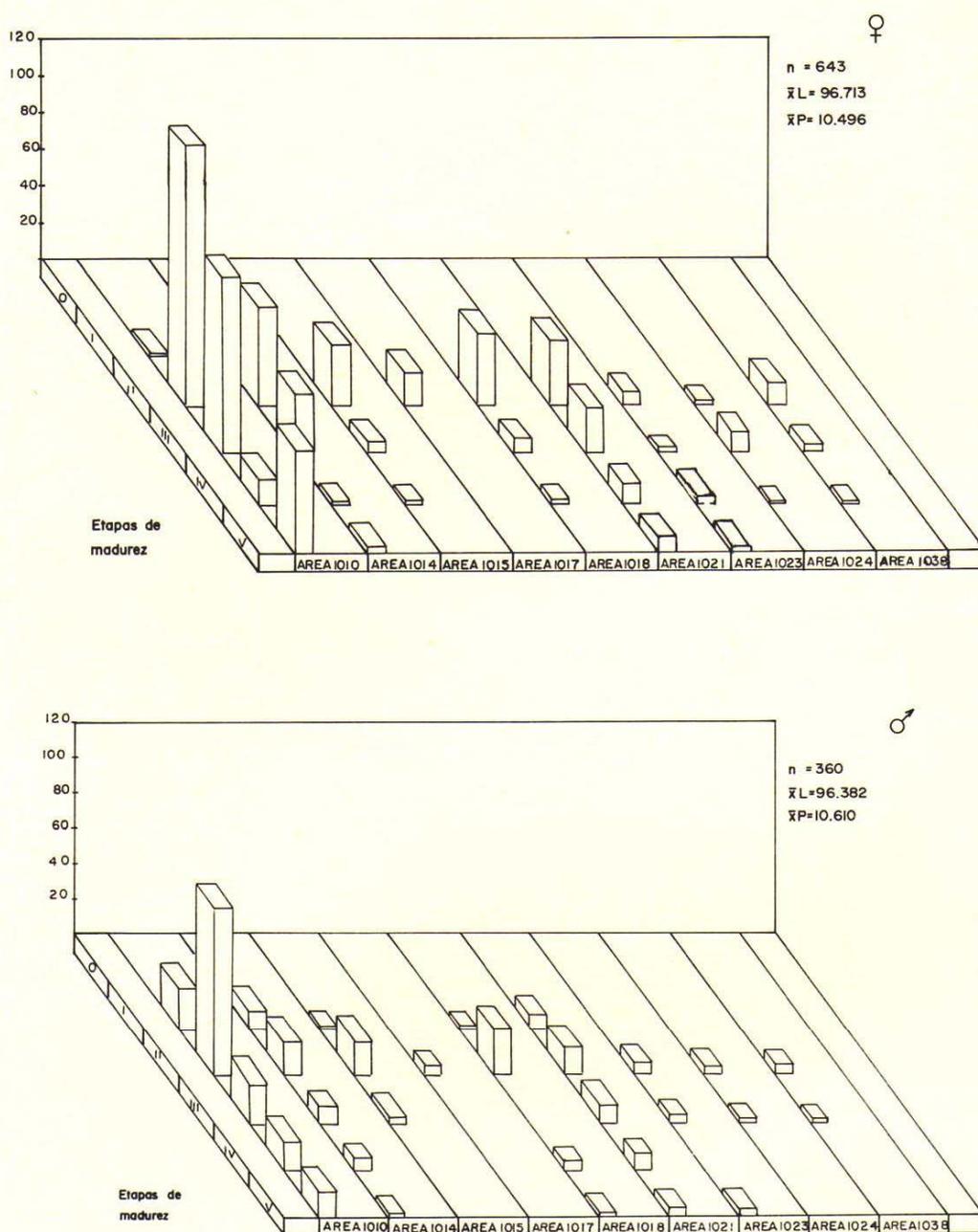


FIG. 8. VARIACIONES DE LA MADUREZ EN LAS AREAS DE CAPTURA DETERMINADA MICROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

madurez dominantes fueron también la II y III, la longitud promedio fue de 96.7 mm en hembras y de 95.9 mm en machos, existiendo una baja proporción de organismos reproductivos y desovados.

El área 1021 ocupó el tercer lugar con un 61.71 por ciento de hembras y un 38.28 por ciento de machos, nuevamente las etapas de madurez II y III predominan con un bajo porcentaje de organismos reproductivos y desovados, encontrando en

esta área la longitud promedio mayor, la cual correspondió en las hembras a 103.7 mm. y en machos de 103.1 mm.

En el resto de las áreas siempre predominaron las etapas II y III, encontrándose que en el área 1023 fue la única en presentar una mayor cantidad de machos (55.33 por ciento) con diferencia poco significativa (Fig. No. 8).

En el análisis microscópico global por área, se

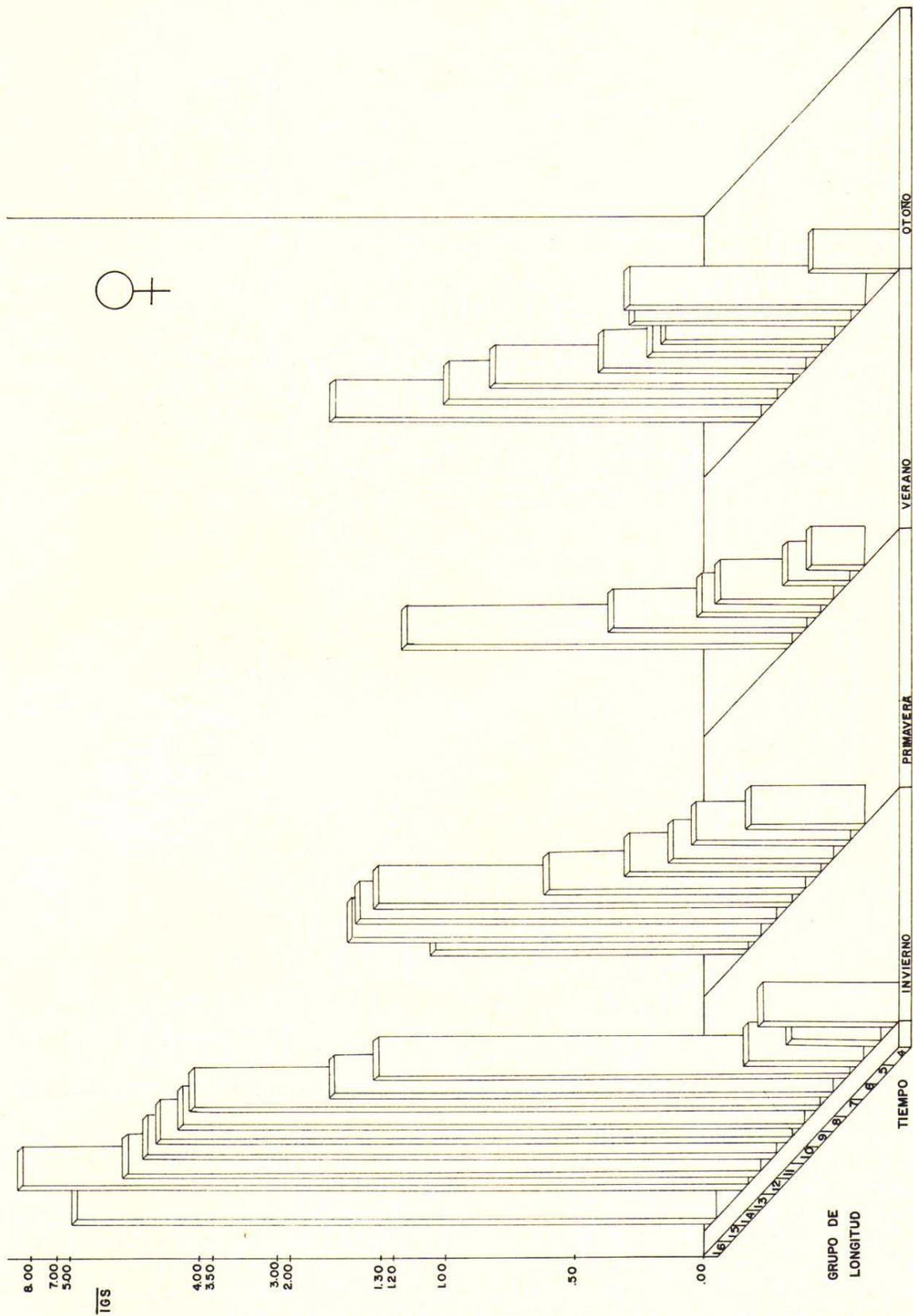


FIG. 9a. VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE GONADOSOMATICO PROMEDIO (IGS), POR GRUPO DE LONGITUD DE HEMBRAS Y MACHOS MUESTREADOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DURANTE 1983.

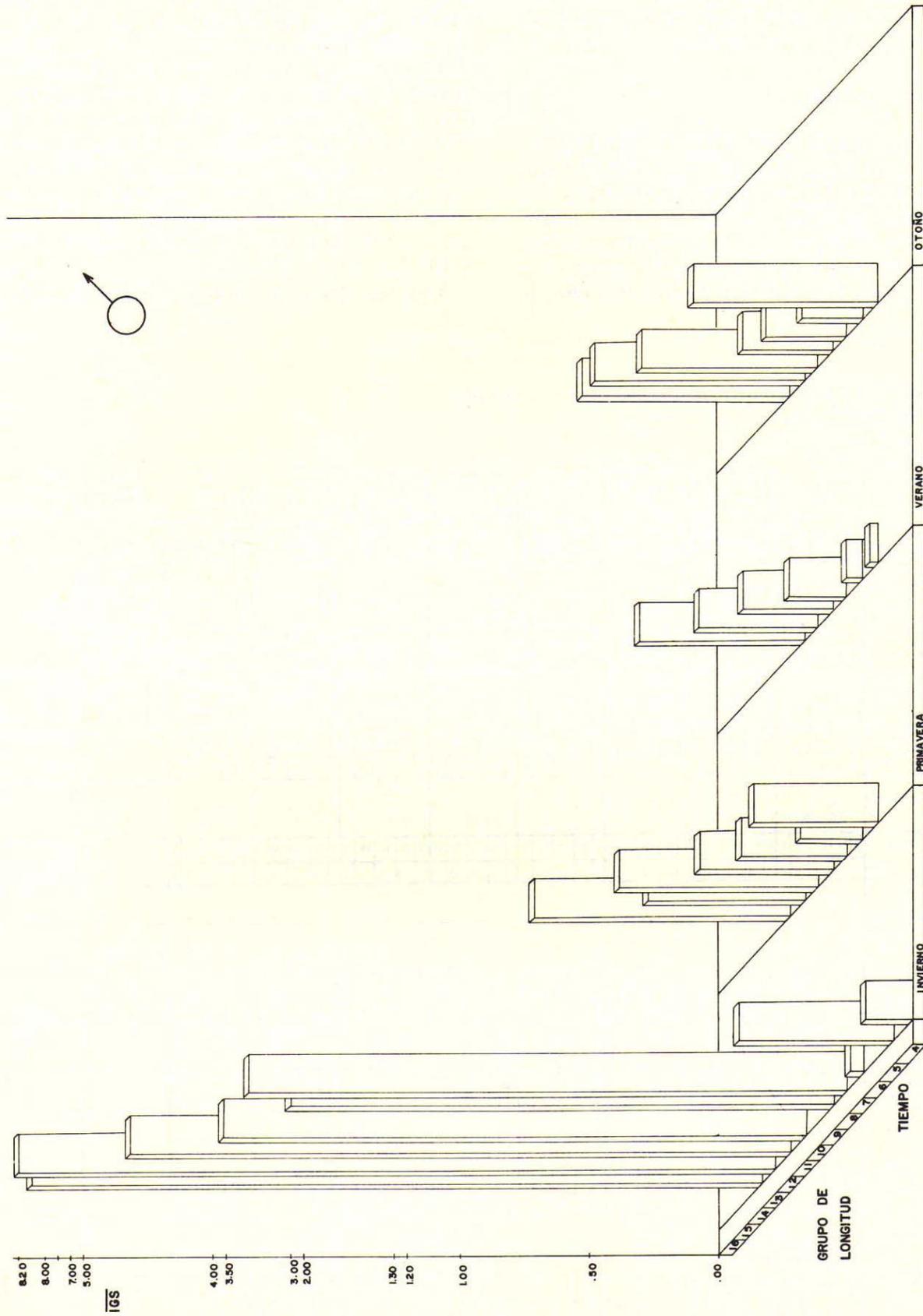


FIG. 9b. VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE GONADOSOMATICO PROMEDIO (IGS), POR GRUPO DE LONGITUD DE HEMBRAS Y MACHOS, MUESTREADOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DURANTE 1983.

encontraron las longitudes y pesos promedios de 97.36 por ciento y de 10.66 g. para hembras y de 98.33 mm. y 11.16 g. para machos.

5.4 Indices gonadales

El análisis por temporada del promedio de los índices gonosomático (IGS) y gonádico (IGL) por grupo de longitud, en el caso de las hembras los valores más altos se presentaron durante el invierno (Fig. No. 9) representados por el grupo de longitud 14 (Tabla No. 3) con presencia de un organismo en etapa reproductiva y dos desovados, lo

que coincide para este grupo con la madurez (Cuadro No. 2), pero no así con la temporada, que correspondió a primavera.

En primavera baja el valor de los índices, encontrando el valor mayor en el grupo de longitud 12 con seis organismos, uno en III y cinco en cuatro (Cuadro No. 2), nuevamente coincide con la madurez de los organismos que están incluidos en este grupo, pero no así en la mayoría de los grupos de longitud, en los cuales los valores bajos de los índices se deben a la predominancia de los estadios II y III (Figs. Nos. 7 y 9).

Durante el verano continúa bajando el valor de

CUADRO 2. CONCENTRACION DE DATOS POR TEMPORADA DEL I.G.S. E I.G.L. EN HEMBRAS Y MACHOS DEL MUESTREO COMERCIAL DE 1983 INDICES GONADOSOMATICOS (I.G.S.) INDICES GONADALES (I.G.L.)

		6					7					8					9					10					11					12					13					14					15																							
HEMBRAS		Total de individuos 685																																																																				
Grupos de Longitud		6					7					8					9					10					11					12					13					14					15																							
INVIERNO		I.G.S. 0.48308					3.43340					3.82120					4.94380					4.93240					5.00400					5.14667					6.19650					8.46300					5.92043																							
		I.G.L. 0.51130					3.51990					3.86970					5.27830					5.26110					5.36670					4.94545					6.59660					9.02330					5.65934																							
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																			
No. de individuos		1					1					2					1	1					1	3					3						3						2						1						1	3					1						1					
PRIMAVERA		I.G.S. 0.47551					0.63528					0.62142					0.74169					1.0776					2.2967					2.6039					2.2453					1.28683																												
		I.G.L. 0.58882					0.77786					0.74669					1.0772					1.1897					2.6110					2.8021					2.4563					1.411762																												
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																			
No. de individuos		3	3				28	12				6	61	37	3	5	1	55	47	21	4	19	23				12	2	5	3	8							1	5					1						1						1														
VERANO		I.G.S. 0.24664					0.28389					0.44665					0.46040					0.75546					1.8040																																											
		I.G.L. 0.32476					0.36422					0.56843					0.54639					0.80788					1.9871																																											
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																			
No. de individuos		5					17					33					1	33	3			1	14	2	1	1	14	2	1	1	1	3	2					3																																
OTOÑO		I.G.S. 0.94331					0.87700					0.65479					0.65563					0.79328					1.1623					1.3878					2.6763																																	
		I.G.L. 0.97380					1.0175					0.77202					0.73308					0.82835					1.2599					1.5103					2.7628																																	
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																								
No. de individuos		2	1	1			4	2				1	14	4			1	29	15	4	2	18	19	2			1	10	9	6	2	5	3	3				1	1					1																										
I.G.L. MACHOS		Total de individuos 382																																																																				
INVIERNO							0.05000					4.73733					4.30680										4.62250					7.41970					8.90110					8.54630																												
		I.G.S.					0.0472					4.7149					4.60960										4.5280					8.22880					9.88350					9.90170																												
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																								
No. de individuos							1										1																2						1						2						2						2	1												
PRIMAVERA		I.G.S. 0.51688					0.28738					0.41048					0.52648					0.78610					0.62771					1.0136																																						
		I.G.L. 0.61619					0.30964					0.49422					0.60387					0.88166					0.61453					0.94951																																						
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																								
No. de individuos		1	1	3	1		7	23	4	2		7	35	11	1	8	4	42	9	8	5	3	10	4	3		2	1	2	1	1	1	1					1	1					1	1																									
VERANO		I.G.S. 0.3538					0.059792					0.22286					0.35078					1.47682					0.65227																																											
		I.G.L. 0.03745					0.073850					0.28854					0.13185					0.49351					0.76666																																											
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																								
No. de individuos		1					15					5	12				1	5	15	1	3	2	2				1	1	1			1	1																																					
OTOÑO		I.G.S. 0.74028					0.27807					0.31105					0.35082					0.69346					0.82073					0.82154																																						
		I.G.L. 0.56663					0.30501					0.38804					0.40387					0.76558					0.83042					0.94672																																						
Madurez		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V																								
No. de individuos		1	2				1	3	2			2	12	3			1	6	13	5	1	4	3	8	12	5	2	3	2	3		2	1	1																																				

los índices, quedando representado el valor más alto en el grupo II, con tres organismos en II, dos en III y tres en IV, coincidiendo con la madurez. Por último, ascienden los valores de los índices nuevamente durante el otoño, en donde el valor mayor se encuentra en el grupo 13 observando a un organismo gametogénico y uno reproductivo (Tabla No. 2).

En los machos se observa un comportamiento similar, en donde los índices más altos se presenta-

TABLA 3. GRUPOS DE TALLA REPRESENTADOS EN LAS GRAFICAS

GRUPO-TALLA	LONG. PATRON EN mm
4	71 - 75
5	76 - 80
6	81 - 85
7	86 - 90
8	91 - 95
9	96 - 100
10	101 - 105
11	106 - 110
12	111 - 115
13	116 - 120
14	121 - 125
15	126 - 130
16	131 - 135

ron también en invierno; en el caso del IGS, en el grupo de longitud 13 con dos organismos en etapa IV, y el IGL en el grupo de longitud 14, con dos organismos en II y uno en V (Cuadro No. 2 y Figs. Nos. 7 y 9), no correspondiendo estos valores a la temporada en donde se encuentran mayor cantidad de organismos reproductivos (Primavera).

En primavera desciende el valor de los índices, estando el valor más alto representado en el grupo de longitud 12, con un organismo en I, uno en II, uno en IV y uno en V, en este caso, es evidente (Cuadro No. 2) como los organismos en etapa reproductiva se encuentran en todos los grupos de longitud (6 al II), y no es exactamente en donde se observan los índices más altos debido a la predominancia de los estadios II y III.

Durante el verarotoño, GS fue mayor en el grupo de longitud 10 y el IGL en el grupo II, en el primer caso se encontró a dos organismos en I, dos en II, y uno en IV; en el segundo caso, uno en II, uno en III y uno en IV. En Otoño, los índices mayores estuvieron representados en el grupo de longitud 12, el cual incluyó dos organismos en III, uno en IV y uno en V (Cuadro No. 2).

En términos generales los valores del IGS e IGL, fueron muy similares, así como también los valores altos correspondieron a grupos de longitud mayor, aún cuando no representan a una etapa reproductiva.

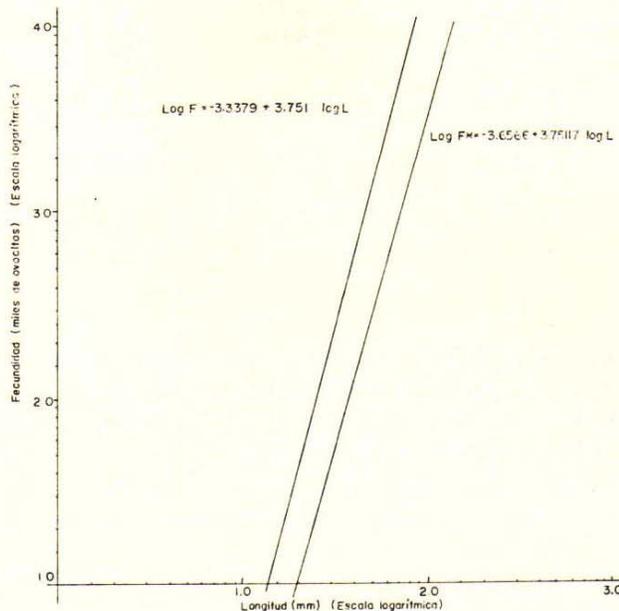


FIG. 10. RELACION FECUNDIDAD-LONGITUD. FECUNDIDAD ESTIMADA EN BASE AL NUMERO DE OVOCITOS MADUROS (F) Y AL NUMERO DE OVOCITOS HIDRATADOS (F*).

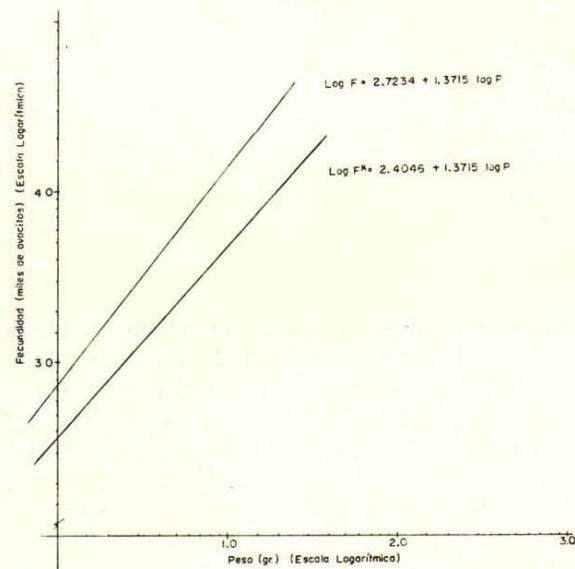


FIG. 11. RELACION FECUNDIDAD-PESO. FECUNDIDAD ESTIMADA EN BASE AL NUMERO DE OVOCITOS MADUROS (F) Y AL NUMERO DE OVOCITOS HIDRATADOS (F*).

5.5 Fecundidad

La fecundidad absoluta promedio por grupo de longitud de la anchoveta de la subpoblación central, varió de 6,370 ovocitos maduros en un pez de 83 mm. y 6.5 g a 28,671 ovocitos maduros en un organismo de 118 mm. y 17 g, observándose una mayor variabilidad en la fecundidad absoluta y la longitud (Tabla No. 4); el promedio total de la fecundidad absoluta por grupos de longitud fue $16,832 \pm 6,119$ y el de las fecundidades relativas $1,600 \pm 443$ ovo/cm y $1,340 \pm 217$ ovo/g, respectivamente para la longitud y peso de las anchovetas.

Los análisis de regresión y varianza se resumen en la tabla No. 5 donde se describen las ecuaciones respectivas de fecundidad para peso y longitud, así

como en las gráficas respectivas (Figs. No. 10 y 11) se muestran los valores obtenidos en los diferentes coeficientes calculados haciendo notar que la regresión explica más del 80 por ciento de la varianza en la relación fecundidad con el peso y la longitud, en ambos casos esta porción es altamente significativa; de la misma manera, la prueba para el coeficiente de regresión indica que existe una regresión positiva bastante significativa de la fecundidad de las anchovetas en relación con su peso y longitud.

En la Tabla No. 6 se representan los valores promedios para la fecundidad absoluta promedio por grupo de longitud, basándose en el número de ovocitos hidratados, el promedio total de la fecundidad absoluta fue de $8,079 \pm 2936$ ovocitos hidratados, así como las fecundidades relativas de $643 \pm$

TABLA 4. FECUNDIDAD ABSOLUTA PROMEDIO (\bar{F}) POR GRUPO DE LONGITUD PATRON (L), PESO TOTAL DEL PEZ (P) Y FECUNDIDAD RELATIVA POR LONGITUD ($\bar{f}(L)$) Y PESO ($f(P)$). n = INDIVIDUOS/GRUPO

n	L (mm) Punto Medio Grupo Long.	P (gr)	\bar{F} (No. ovo maduros)	$\bar{f}(L)$ (Ovo/cm)	f(P) (Ovo/gr)
1	83	6.5	6.370	767	980
2	93	9.5	14.235	1.530	1.498
8	98	11.4	16.050	1.687	1.408
3	103	11.6	16.278	1.580	1.403
6	108	15.1	17.111	1.584	1.133
4	113	15.0	19.112	1.691	1.274
1	118	17.0	28.671	2.419	1.686
25	716	86.1	117.827	11.204	9.382
Prom.	102	12.3	16.832	1.600	1.340
Desv.	12.05	3.65	6.615	479	235

TABLA 5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS DE REGRESION Y VARIANZA EN LAS RELACIONES DE FECUNDIDAD vs. LONGITUD Y PESO, EN BASE A OVOCITOS MADUROS DESV. DEL EST. DEL INTERCEPTO (Ba) DESV. DEL COEF. DE REGRESION (Bb), COEF. DE DETERMINACION (R^2), AJUSTE DEL COEF. DE DETERMINACION POR g. 1. (R^2_a), PRUEBA DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (F) (t)

ECUACION	Ba	Bb	R^2	R^2_a	F P 0.001	t P 0.005
$\text{Log } F = 2.7234 + 1.3715 \text{ log } P$	0.2245	0.2080	0.885	0.862	37.60	8.20
$\text{Log } F = -3.3379 + 5.751 \text{ log } L$	1.203	0.5991	0.872	0.847	34.21	5.85

**TABLA 6. FECUNDIDAD ABSOLUTA PROMEDIO CALCULADA EN BASE AL NUMERO DE OVOCITOS HIDRATADOS (F*) POR GRUPO DE LONGITUD PATRON (L), PESO TOTAL DEL PEZ (P) Y FECUNDIDAD RELATIVA POR PESO f*(P) Y LONGITUD f*(L).
n = INDIVIDUOS/GRUPO**

n	L (mm) Punto Medio Grupo Long.	P (gr)	F* (No. ovo. hidratados)	f*(P) (Ovo/gr)	f*(L) (Ovo/cm)
1	83	6.5	3.058	470	368
2	93	9.5	6.832	719	734
8	98	11.4	7.704	676	786
3	103	11.6	7.813	674	758
6	108	15.1	8.213	544	760
4	113	15.0	9.173	612	811
1	118	17.0	13.762	810	1.116
25	716	86.1	56.555	4.505	5.333
Prom.	102	12.3	8.079	643	761
Desv.	12.05	3.65	3.175	113	217

TABLA 7. COMPARACION DE LOS INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LAS FECUNDIDADES ABSOLUTA Y RELATIVA (OVOCITOS MADUROS vs. OVOCITOS HIDRATADOS)

FECUNDIDAD	INTERVALO
Fecundidad absoluta promedio por Grupo de longitud (F) (total ovocitos maduros)	16.832 - 6.119
Fecundidad relativa (P)L (número de ovocitos/cm)	1.600 - 443
Fecundidad relativa (F)P (número de ovocitos/gr)	1.340 - 217
Fecundidad absoluta promedio por Grupo de longitud (F*) (total ovocitos hidratados)	8.079 - 2.936
Fecundidad relativa (f*)P (número de ovocitos hidratados/gr)	643 - 104
Fecundidad Relativa (f*)L (número de ovocitos hidratados/cm)	761 - 200

104 ovo/g y de 761 ± 200 ovo/cm. En la tabla No. 7 se muestran comparativamente los intervalos de confianza para las fecundidades por ovocitos maduros vs. ovocitos hidratados.

Los resultados de los análisis de regresión y varianza se muestran en la tabla No. 8, donde también más del 80 por ciento de la varianza es explicada en la regresión peso-fecundidad y donde es obvia la significancia para esta proporción como para el coeficiente de regresión.

No se encontró significancia estadística en la fecundidad relativa por peso y longitud de ovocitos hidratados.

5.6 Crucero Oregon Beaver

5.1.6 Variación de la madurez por latitudes

Como puede observarse en el mapa (Fig. No. 2), las latitudes muestreadas no presentaron signifi-

TABLA 8. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS DE REGRESION Y VARIANZA DE LA FECUNDIDAD ESTIMADA EN BASE A OVOCITOS HIDRATADOS Y SU RELACION CON EL PESO. DESV. EST. DEL INTERCEPTO (Ba), DESV. EST. DEL COEF. DE REGRESION (Bb), COEF. DE DETERMINACION (R²) AJUSTE DEL COEF. DE DETERMINACION POR g.1 (R²a), PRUEBA DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA (F) (t)

ECUACION	Ba	Bb	R ²	R ² a	F P 0.001	t P 0.005
Log. F = 2.4046 + 1.3715 log. P	0.2247	0.2082	0.885	0.862	38.44	6.20
Log. L = -3.6566 + 3.7517 log. L	1.203	0.5991	0.873	0.847	34.21	5.85

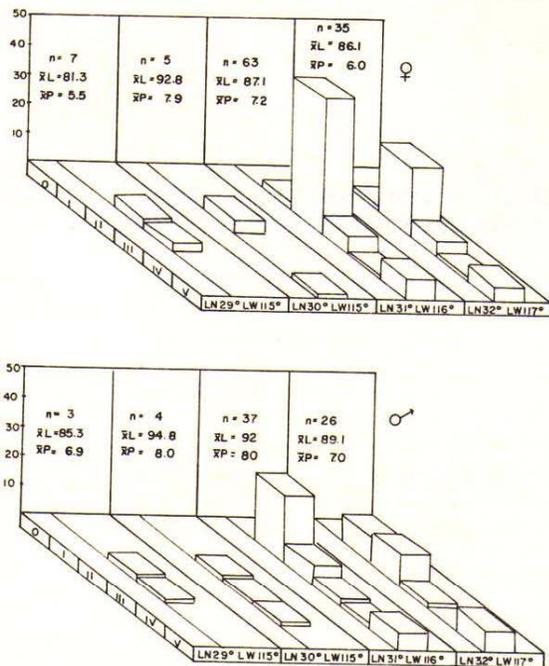


FIG. 12. VARIACION DE LAS ETAPAS DE MADUREZ EN LAS DIFERENTES LATITUDES DETERMINADAS MICROSCOPICAMENTE EN HEMBRAS Y MACHOS.

cancia en la comparación macro y microscópica sobre la determinación de sexo (Tabla No. 9), observándose sólo en madurez, sobrestimando macroscópicamente a las etapas 0, III, y IV y subestimando a las etapas I, II y V, dándose nuevamente con el análisis microscópico la apreciación sobre la madurez real de los organismos (Fig. No. 12).

En general, las anchovetas presentaron en las diferentes latitudes una longitud de patrón de 66 mm. la más pequeña y 106 mm. la más grande, con un promedio en hembras de 86.78 mm. y en machos de

9032 mm., comprendiendo a organismos fundamentalmente en etapas I, II y III representando el 82.77 por ciento y en IV y V el 17.22 por ciento; es importante hacer notar que conforme la anchoveta ocupa áreas de mayor latitud, se van presentando organismos en etapa IV y V, como es el caso en hembras en las latitudes 30°, 31° y 32° LN, y las dos últimas en machos.

La proporción de hembras y machos fue de 1.36:1, y la talla de primera madurez correspondió al grupo de longitud 4 (71-75 mm.), la cual se presentó en una hembra en la latitud 31°.

6. DISCUSION

6.1 Análisis microscópico

En lo que se refiere al análisis microscópico de las gónadas en anchoveta (*Engraulis mordax*), no existe una información específica con respecto a la población de la Región Central para establecer comparaciones; sin embargo, se consideraron los trabajos realizados en otros grupos como en sardina (Buenaventura A. y J. Dos Santos Pinto, 1957; Mújica R. A. y Rojas O. J. 1984; Radu Mester, Rita M. Ros y Lotus Mester, 1974; Alarcón V. H. Goldberg S. R. Alheit J., 1984; Paez, 1976); en anchoveta del Perú en *Engraulis ringens* Lenyns (Valdivia L. O., 1965; Miñano J. B., 1968), y la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Hunter y Goldberg, 1980; Hunter y Macewicz, 1980, los cuales proporcionan diferentes tipos de conceptos que apoyaron la realización del análisis más adecuado.

Entre los datos que se obtuvieron, existen clasificaciones de los diferentes tipos de ovocitos. En este trabajo se determinaron cinco tipos, considerando que los ovocitos hidratados que mencionan Hunter y Goldberg (1980), corresponden al tipo V,

TABLA 9 RESULTADOS DE LA COMPARACION DEL ANALISIS ESTADISTICO MACROSCOPICO Y MICROSCOPICO, CON RESPECTO A LA DETERMINACION DE SEXO Y ETAPAS DE MADUREZ DEL CRUCERO 1983.

Determinación	S E X O S						M A D U R E Z														
	HEMBRAS			MACHOS			HEMBRAS					MACHOS									
	Cantidad	%	signifi- cancia	Cantidad	%	signifi- cancia	0	I	II	III	IV	V	significancia	0	I	II	III	IV	V	significan- cia	
Macroscópico	122	67.7		58	32.2		4	2	56	41	14	5		2	1	24	18	12	1		
Microscópico	104	57.7	N.S.	76	42.22	N.S.	-	4	73	12	2	13	*	-	37	72	5	2	14	*	

y que adoptan esa morfología un poco antes del desove, o bien en el momento del mismo, por lo que la frecuencia con la que se presentaron fue baja, considerando además a los ovocitos tipo IV como maduros, es decir en espera de un siguiente desove.

Baxter (1975), indica que los huevos de la anchoveta, presentan su longitud mayor entre 1.23 a 1.55 mm., lo que difiere de la talla encontrada por nosotros, que va de .65 a .75 mm., esto podría deberse a que en el primer caso, fueron colectados los huevos de muestras planctónicas, y en el segundo, se realizó la medición de los ovocitos en los ovarios.

Ahora bien, es importante mencionar que con respecto a la determinación de la madurez gonadal en anchoveta, se ha venido utilizando la escala morfocromática de Hjorth (1914), la cual fue establecida para sardina; esta escala incluye seis etapas de madurez, en la que durante el trabajo diario de análisis de muestreo, se excluyen casi siempre la etapa cero ([0] o indefinido), la I (Inmaduros) y la 6 (Desovada), o bien se unen a organismos en etapa 4 y 5 en una sola, que corresponde a la 4; esto crea especulación con respecto a la madurez real de los organismos. Por otro lado, existe la clasificación histológica proporcionada por Hunter y Goldberg (1980) para la anchoveta norteña, en donde clasifican a las hembras dentro de cinco clases basadas en la morfología de los folículos post-ovulatorios, teniendo el control del momento del desove (frecuencia de desove) y tomando en cuenta los cambios morfológicos que se van dando en éstos a través del tiempo, lo que resulta una metodología adecuada que ha sido considerada en el presente trabajo, por lo que la suma de todos estos puntos de vista nos llevó al establecimiento de una escala morfocromática de cinco estadios de desarrollo, la cual proporciona la información necesaria para establecer la madurez gonadal en anchoveta.

En relación con la madurez gonadal presentada en los organismos estudiados, podemos mencionar que la talla de primera madurez con respecto al muestreo comercial, se observó en el grupo de longitud 6 (81-85 mm), tanto en hembras como en machos, y en el crucero en el grupo de longitud 4 (71-75 mm) en hembras, lo que de acuerdo con lo citado por diferentes autores (Clark y Phillips, 1952; Baxter, 1975; Knaggs, 1977; Hunter y Macewicz, 1980), parecería que la anchoveta presenta un corrimiento de talla de primera madurez que pudiera deberse a los efectos de la pesquería, o bien es el reflejo de la separación de las subpoblaciones, sin dejar de hacer notar que no pudimos correlacionar estos datos con la edad, lo cual nos daría

una mejor comparación y por lo tanto podríamos establecer un mejor resultado.

Por otro lado, las gónadas mostraron una moda constante de ovocitos tipo II, reincidiendo un nuevo desarrollo gonadal, comportamiento que ha colaborado en el mantenimiento de la población.

Durante el análisis histológico, se observaron gónadas con retención de ovocitos maduros (Fot. No. 20) en franca reabsorción, lo que pudo deberse a variaciones de temperatura y alimento en el medio ambiente (fenómeno del "Niño") o bien a procesos patológicos causados por parasitosis, ya que se encontraron gran cantidad de nemátodos sobre gónadas y aparato digestivo.

La proporción de hembras y machos en el muestreo comercial, correspondió de 1.7:1 y en el crucero fue de 1.3:1, lo que coincide por lo citado por Klingbeil (1978) y Chávez (1979).

6.2 Ciclo reproductivo

En el análisis por temporada, se observó que existen dos modas para la época reproductiva y la de desove, correspondiendo tanto para hembras como para machos, una en primavera y otra en otoño, presentándose los picos de desove en hembras, en primavera e invierno; y en machos, en primavera y otoño, lo que coincide, en el caso de las hembras, con lo mencionado por Baxter (1975) y Vrooman y Paloma (1971), que indican que el periodo de desove se presenta a finales de invierno y principios de la primavera; la no coincidencia con respecto a los machos, puede deberse a la naturaleza del muestreo, el cual careció de ejemplares durante los meses de diciembre y febrero.

Con respecto a las áreas estudiadas, las cuales comprenden de Punta Descanso a Punta Colonett, podríamos mencionar que en general se encontraron organismos en etapas de madurez gametogénica y de crecimiento con un porcentaje sumamente bajo de organismos reproductivos y desovados, por lo que, aunque no podemos dar datos referentes a la edad, sí podemos mencionar que basándonos en la literatura revisada y contando nuestro muestreo con organismos de una longitud promedio de 97.84 mm. (L. P.); longitud en la que se encuentran incluidos un porcentaje bajo de ejemplares en su primera madurez, o bien que corresponde a tallas que se encuentran al final de su primer año de vida.

Por otro lado, se ha reportado que las anchovetas más pequeñas e inmaduras, se encuentran cercanas a la Costa (Escudero, 1984; Mais, 1976), lo cual coincide con nuestros resultados, por lo que debe ser considerado en la pesquería.

6.3 Índices gonadales

Los índices gonadales en este caso, no proporcionan del todo, datos con respecto a las épocas reproductivas y de desove, dando sólo una aproximación con respecto a ellas, por lo que consideramos indispensable realizar estudios enfocados directamente sobre el análisis de la madurez y fecundidad.

6.4 Frecuencia de desove

Como se observó en la descripción histológica, la asincronía en el desarrollo de la madurez de la anchoveta, dificulta la determinación de la frecuencia de desove del reproductor parcial *Engraulis mordax mordax*, sin embargo, durante las últimas tres décadas se han realizado intentos por esta frecuencia de desove para cualquiera de las subpoblaciones de la anchoveta norteña (Pike, 1951; MacGregor, 1968; Brewer, 1978; Laroche y Richardson, 1980; Hunter y Goldberg, 1980).

En la estimación de la fecundidad se tomaron en cuenta los criterios histológicos establecidos por Hunter y Goldberg, utilizando los resultados del análisis histológico de este trabajo.

Hasta este momento, el mejor criterio ha sido establecido por los últimos autores para la anchoveta norteña de la subpoblación central, siendo de una cada seis o siete días durante los meses pico de desove, estimación basada en la presencia de folículos postovulatorios de un día, la corroboración de este criterio únicamente puede ser realizado bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando las principales variables que afectan la producción de ovocitos (disponibilidad de alimento, temperatura, densidad de población, etc.). En nuestro caso, como se observa en el análisis de madurez, la anchoveta desova todo el año y esta frecuencia la estamos asociando a los meses de enero, abril, mayo y octubre, o a las temporadas de invierno, primavera y otoño.

6.5 Fecundidad

En la estimación de la fecundidad, también se han utilizado diferentes metodologías para los desovadores parciales, encontrando puntos débiles al criterio de establecer Fecundidad Absoluta como el número de ovocitos maduros susceptibles de ser desovados, ya que ovocitos menores a la talla determinada como vitelogénica, podrían ser incorporados al grupo de maduros, dependiendo de las condiciones físicas y biológicas medio ambientales.

Nuevamente, Hunter y Goldberg (1980), indican los supuestos fundamentales para estimar el grupo

de ovocitos desovante (batch fecundity) y son: todos los ovocitos en la moda más avanzada son desovados, la fecundidad es directamente proporcional al peso y no existe sesgo en la estimación del número de huevos en la moda más avanzada. Por otra parte, el examen histológico permite elegir las hembras que no contengan folículos postovulatorios para garantizar la presencia de ovocitos hidratados, lo cual dará una mayor seguridad a las estimaciones del grupo de ovocitos desovado.

Nuestras estimaciones de la Fecundidad Relativa de 643 ± 104 ovocitos hidratados/gr pueden ser comparadas con las obtenidas por MacGregor (1969), 556 ovo/gr y por Hunter y Goldberg (389 ± 59 ovo. hidratados/gr), resultando ser menores en ambos casos, sobre todo si comparamos con el resultado de Hunter y Goldberg; pero debe tomarse en cuenta que existe una fecundidad diferencial de año a año en la anchoveta norteña, la cual incrementó la producción de huevos por gramo de hembra por día en un 30 por ciento de 1981 a 1982, desconociéndose las razones de este fenómeno (Lasker y MacCall, 1983).

Si consideramos también que el número de ovocitos maduros presentes en las gónadas (mayores de 250 micras) para 1962 (datos preliminares) fue menor que para 1983 en individuos de la misma talla o en un mismo grupo de longitud, que la variabilidad también fue menor en 1982 que en 1983, y que además 1983 fue un año anómalo; puede considerarse una buena estimación de la fecundidad relativa de los ovocitos hidratados para la subpoblación central de la anchoveta norteña, a reserva de ser comparada con estimaciones de 1982 y 1984.

Se considera importante la determinación de la fecundidad absoluta de los ovocitos maduros (mayores de 250 micras), ya que la fecundidad varía de acuerdo a las características físicas y bióticas medio ambientales, ya que es más probable que ovocitos con tallas cercanas a la moda de hidratados, pudieran incorporarse a un desove que aquellos menores de las 250 micras y posiblemente pudiesen determinarse cuáles y en qué proporción.

Un aspecto discutido en las estimaciones de fecundidad son las relaciones con el peso y la longitud del pez, Baguenal (1957) mostró que las estimaciones más seguras de fecundidad son utilizando el peso corporal y el peso de la gónada juntos, no obstante que puede ser posible predecir a partir de utilizar sólo los datos de longitud. Por otra parte, Laroche y Richardson (1980) consideran que debe utilizarse el peso del cuerpo menos el peso de la gónada, ya que la hidratación incrementa sustancialmente el peso del ovario maduro, sesgando los valores de la fecundidad promedio relativa. En nuestros

datos, la fecundidad promedio por ovocitos hidratados se calculó para la longitud y el peso y no se encontró diferencia significativa estadísticamente en ambas estimaciones.

Es importante señalar, que por naturaleza propia del muestreo, se careció de ejemplares durante los meses de febrero, marzo, agosto y diciembre, lo que desgraciadamente no nos permitió integrar a todo el ciclo anual; sin embargo, el estudio de 1067 organismos, dentro de los cuales sólo 25 reunieron características para estimar fecundidad y proporcionaron el diagnóstico de la pesquería, que como es claro en el presente análisis se sostiene de organismos gametogénicos.

Vale hacer notar la referencia que menciona que es más importante desarrollar que proteger una pesquería (Wadsworth, 1974) a pesar de que se está consciente de que las especies pelágicas pequeñas se desploman súbitamente después de una pesca intensiva y de que su desarrollo debe ser seguido inmediatamente por programas para la conservación y administración de las existencias (Saetersdahl, 1974). . . la pesquería se ha desarrollado, pero los programas para la conservación y la administración nunca han llegado.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 Se determinaron cinco tipos de ovocitos, considerando que los rangos de talla de los maduros (tipo IV y V) se encuentran entre las 250 y 750 micras.
- 7.2 Cinco etapas de madurez fueron determinadas para el ciclo reproductivo de la anchoveta (*Engraulis mordax*); inmadura, gametogénica, crecimiento, reproductiva y desove. Se corroboró la asincronía de la especie.
- 7.3 Se estableció una escala morfocromática con las características macro y microscópicas de las gónadas.
- 7.4 No se encontraron diferencias significativas en la determinación macro y microscópica del sexo.
- 7.5 Se presentaron diferencias significativas entre la determinación macro y microscópica de la madurez gonadal.
- 7.6 La proporción de hembras y machos en el muestreo comercial fue de 1.7:1.
- 7.7 Los meses de mayor incidencia de organismos en etapa reproductiva fueron: mayo y octubre para hembras; enero y octubre para machos; y, desovados, en enero, abril y mayo para hembras; abril y octubre para machos.
- 7.8 La anchoveta se reproduce todo el año, las temporadas principales son primavera e invierno en hembras; primavera y otoño en machos.
- 7.9 La pesquería estuvo sostenida por organismos con longitudes patrón promedio de 97.4 mm.
- 7.10 La talla de primera madurez correspondió al grupo de longitud 6 (81-85 mm.).
- 7.11 Predominó la etapa de madurez gametogénica.
- 7.12 Se encontraron organismos reproductivos en casi todas las áreas, excepto en el área 1017 en hembras, y, en la 1015, 1017, 1021, 1024, y 1038 en machos; se encontraron organismos desovados en la 1010, 1014, 1021 y 1023 en hembras; 1010, 1014, 1018, 1021, y 1023 en machos.
- 7.13 Los índices gonadales no proporcionaron información clara con respecto a las temporadas reproductivas y de desove.
- 7.14 La fecundidad absoluta promedio por grupo de longitud varió de 6,370 ovocitos maduros en un ejemplar de 83 mm. y 6.5 g a 28,671 ovocitos maduros en un organismo de 118 mm. y 17 g, observándose una mayor variabilidad en la fecundidad absoluta y la longitud.
- 7.15 El promedio total de la fecundidad absoluta por grupo de longitud fue de $16,832 \pm 6,119$, y de las fecundidades relativas de $1,600 \pm 443$ ovo/cm. y $1,340 \pm 217$ ovo/g respectivamente, para la longitud y peso de las anchovetas.
- 7.16 El promedio total de la fecundidad absoluta fue de $8,079 \pm 2,936$ ovocitos hidratados y las fecundidades relativas de 643 ± 104 ovo/g y de $761 + 200$ ovo/cm.
- 7.17 No se encontró significancia estadística en la fecundidad relativa por peso y longitud de ovocitos hidratados.

Crucero Oregon Beaver

- 7.18 Predomina la etapa de madurez gametogénica.
- 7.19 Se observó mayor cantidad de organismos reproductivos en la latitud 31° y 32° en hem-

- bras, 30° y 31° en machos, y desovados en la latitud 31° en hembras, y 32° en machos.
- 7.20 La longitud patrón promedio fue de 88.55 mm.
- 7.21 La primera madurez se presentó en el grupo de longitud 4 (71-75 mm) en hembras, encontrada en la latitud 31°.
- 7.22 La proporción de hembras y machos fue de 1.3:1.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 El análisis de la pesquería de la anchoveta requiere de una programación de cruceros específicos para la obtención de muestreos a todo lo largo de la península y a diferentes distancias de la costa, durante un ciclo anual.
- 8.2 Por la importancia que representa el grupo de ovocitos que son desovados por cada hembra, para las estimaciones de biomasa de ovocitos desovantes y producción de larvas, es necesario realizar cada año el estudio sobre fecundidad por ovocitos hidratados, realizando el análisis de las variaciones anuales para poder hacer recomendaciones sobre su manejo.
- 8.3 Muestrear en forma constante lo obtenido por la pesca comercial, cuidando que sea representativo de la pesquería.

- 8.4 Realizar estudios interdisciplinarios que permitan integrar madurez, ciclos reproductivos, fecundidad, tallas, edad y crecimiento, huevos y larvas, reclutamiento etc., relacionándolos con los cambios del medio (dinámica poblacional), para proporcionar datos con respecto a mejorar la administración de la pesquería.
- 8.5 Aplicar los resultados obtenidos, por diferentes autores, en la administración de la misma.
- 8.6 Plantear otras líneas de investigación para el mejor aprovechamiento de la anchoveta y para la recuperación de la pesquería empleando metodologías acuiculturales y de fecundidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Ocean. Luis Alberto Juárez Luján por su colaboración en la formación del archivo de datos de los resultados obtenidos sobre fecundidad del año 1982, por dar término a la medición de ovocitos y la elaboración de gráficas y tablas. A Isabel Morales Ríos, Ada Edna Zúñiga Lagos y Héctor Valles Ríos, quienes al cumplir su Servicio Social apoyaron en forma muy valiosa la realización de este proyecto.

LITERATURA CITADA

- ALARCON, V. H., S. R. GOLDBERG, J. ALHEIT. 1984. Histología de folículos postovulatorios de la sardina (*Sardinops sagax*) del Perú. Instituto del Mar del Perú. Boletín ISSN-03787699, Vol. 8 No. 1.
- BAGENAL, T. B. 1957. The Breeding and Fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (fabr.) and the associated cycle in condition. J. Mar. Bio. Ass. U. K. 36:339-375.
1973. Fish Fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 164:186-198.
- BALBOTIN, F. y W. FISCHER. 1981. Ciclo Sexual de la Merluza, *Merluccius gavi gavi* en la costa de Chile. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Revista de Biología Marina. Vol. 17(3).
- BAXTER, J. L. 1975. Resumen de información biológica sobre la anchoveta norteña *Engraulis mordax mordax* Girard. Proyecto de Investigación y Fomento Pesquero México/FAO. Vol. 1.
- BREWER, G. D. 1978. Reproduction and Spawning of the Northern anchovy, *Engraulis mordax*, in San Pedro Bay, California, Calif. Fish and Game. 64 (3):175-184.
- BUENAVENTURA, A. y J. DOS SANTOS PINTO. 1957. Características histológicas y biométricas del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en la maduración, puesta y recuperación. Origen de los ovocitos. Inv. Pesq. Tomo VI; 3-38.
- CLARK, F. N. 1934. Maturity of the California Sardine (*Sardina caurulea*), determined by Ova Plameter Measurements. Depart. Fish and Game Fish Bull. No. 42, 49 pp.

- CLARK F.N. y J.B. PHILLIPS. 1952. The Northern anchovy (*Engraulis mordax*), in the California Fishery, Calif. Fish and Game, 38(2): 189-207.
- CHAVEZ, H. y S. SILVA. 1979. La pesquería de anchoveta, *Engraulis mordax*, en California y Baja California durante 1975, con datos sobre el desarrollo de la industria en 1976 y 1977. Dirección General del I.N.P. Serie Científica No. 20.
- ESCUADERO, M. 1984. Estudio de la Pesquería de la anchoveta (*Engraulis mordax*) en aguas mexicanas. Tesis de Maestría U.N.A.M. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México.
- FLORES, V. M. 1970. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, 1856. Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca I.N.P. México.
- HJORT, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe-Herring, Rapports et Proces-Verbaux, Conseil Permanent International pour L'exploration de la Mer 20:1-81.
- HUNTER, J. R. and S. R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in Northern anchovy, *Engraulis mordax*, Fishery Bull. Vol. 77 No. 3.
- HUNTER, J. and R. LEONG. 1981. The Spawning energetics of female northern anchovy *Engraulis mordax* Fishery Bull. U. S. 79, 215-230.
- HUNTER, J. and B. MACEWICZ. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season, California Coop. Ocean. Fish Invest., Rept. 21, 139-149.
- KLINBEIL, R. A. 1978. Sex ratios of northern anchovy *Engraulis mordax* of Southern California. California Fish and Game 64, 210-218.
- KNAGGS, E. H. 1977. Anchovy Fisheries and population structure. Calif. Dept. Fish and Game presentation at 1975. CALCOFI conference, La Jolla, Ca. 18 p.
- LAGLER, BARDACH, MILLER, PASINO. 1984. Ictiología, primera edición en Español AGT Editor, S.A. México.
- LASKER, R. and P. E. SMITH. 1977. Estimation of the effects of environmental variations on the eggs and larvae of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 19:128-137.
- LASKER, R. and A. MACCALL. 1983. New Ideas on the Fluctuations of the Clupeoid Stocks off California. en: CNC/SCOR. Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly 1982. General Symposia. Canadian National Committee Scientific Committee on Oceanic Research. Ottawa. Ont. 189 p.
- LELEVIER, G.A. 1982. La captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* durante las temporadas de pesca de 1972-1978. Tesis U.A.B.C. Ciencias Marinas. México.
- LYCZKOWSKI, U. J. and S. L. RICHARDSON. 1980. Reproduction of Northern anchovy, *Engraulis mordax*, off Oregon and Washington. Fishery Bull. Vol. 78 No. 3.
- MACGREGOR, J. 1968. Fecundity of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. Calif. Fish and Game 54 (4): 281-288.
- MAIS, K. F. 1976. Pelagic fish surveys in the California Current. Calif. Fish and Game. Fish Bull. 162:79 pp.
- MIÑANO, J. B. 1968. Estudio de la fecundidad y ciclo sexual de la anchoveta (*Engraulis ringens*, J) en la zona de Chimbote. Bol. Inst. Mar. Perú, Callao. Vol. 1 No. 9, pp. 505-552.
- MUJICA, R. A. y J. O. ROJAS. 1984. Fecundidad y estructura poblacional de sardina común (*Clupea bentincki* Norman) Invest. Pesq. 31:59-69.
- PAEZ, B. F. 1976. Desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad de sardina crinuda, *pisthonema libertate* (Günther)— de la zona de Mazatlán, basados en el análisis histológico de la gónada. Memorias del Primer Simposium sobre Recursos Marinos de México Ensenada, B.C.
- PIKA, G. S. 1981. Age, growth and maturity studies on the Pacific anchovy (*Engraulis mordax*) from the coast of British Columbia. M. A. Thesis, Univ. British Columbia, Vancouver, Can. 44 p.

- RADU MESTER, R. M. ROS y L. MESTER. 1974. Estudio histológico de las gónadas de dos especies de sardina, *Harengula clupeola* (Cuvier) y *Harengula humeralis* (Cuvier) Ciencia, Serie 8. Invest. Marinas No. 8.
- SAETERSDAHL, G. 1974. Proyecto de Programa para un estudio exploratorio de los recursos de anchoveta y otros peces pelágicos pequeños en el área de Baja California en: Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros México/PNUD/FAO. Estudios sobre desarrollo de la pesquería de la anchoveta en Baja California. Prog. Invest. y Fom. Pesq. Méx./PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM:7:88 p.
- SCHAEFER, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull., Inter-Am trop tuna Comm. 1 (2):27-56.
- SOKAL, R. R. and F. J. ROHLF. 1969. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Company, San Francisco, Calif. 776 p.
- SOKOLOV, V. A. y WONG, R. M. 1972. Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California. (Sardina crinuda y anchoveta) en 1970. Serie Información Científica No. 1 INP/51.1.
- VALDIVIA, L. O. 1965. Longitud y peso de las gónadas de *Engraulis ringens* Lenyns "Anchoveta" en los diversos estadios sexuales. Tesis Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias, Lima, Perú.
- VILLAMAR, A. 1975. La anchoveta norteña una gran perspectiva. Técnica Pesquera No. 91 México.
- VROOMAN, A. y P. SMITH. 1971. Biomass of the subpoblation of northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. Calif. Coop. Oceanic. Fish Invest. Rep. 15:49-51.
- VROOMAN, A. P., Paloma y J. ZWEFEL. 1980. Electrophoretic morfometric and meristic studies of subpopulations of northern anchovy, *Engraulis mordax*. Calif. Fish and Game 67 (1):39-51.
- WADSWORTH, P. T. 1974. Desarrollo de la Pesquería de Anchoveta: Potencia y Estrategia en: Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros México/PNUD/FAO. Estudios sobre desarrollo de la pesquería de la anchoveta en Baja California. Prog. Invest. y Fom. Pesq. Méx./PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías de México. CEPM:7:88 p.
- WALLACE, R. A. and K. SELMAN. 1981. Cellular and Dynamic Aspects of Ovocyte Growth in Teleosts, Amer. Zool. 21:325-343.
- WOOD, H. 1930. Scottish herring shoals, pre-spawning movements. Fish. Bd. Scot. Sci. Invest. (1): p. 14.