



SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA



CICIMAR

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL “CONEJO”,
Caulola tilus affinis, GILL 1865
(PISCES: BRANCHIOSTEGIDAE), EN EL
CANAL CERRALVO, B.C.S., MÉXICO.

T E S I S

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS
p r e s e n t a

BIOL. MAR. BERTHAPATRICIACEBALLOSVÁZQUEZ

La Paz, Baja California Sur

1993

ÍNDICE

	Pag.
GLOSARIO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	6
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	10
5. MATERIALES Y MÉTODO	11
5.1 Muestreo	11
5.2 Proporción de sexos y Distribución de tallas	13
5.3 Tratamiento histológico	13
5.4 Caracterización de las células germinales	14
5.4.1 Hembras	14
5.4.2 Machos	15
5.5 Fases del desarrollo de la gónada	16
5.5.1. Hembras	16
5.5.2. Machos	17
5.6 Ciclo reproductivo	18
5.7 Indicadores de la reproducción	18
5.7.1 Factor de condición	18
5.7.2 Índice gonádico	19

5.7.3 Índice gonadosomático	20
5.8 Ciclo ovárico	20
6. RESULTADOS	20
6.1 Proporción de sexos y distribución de tallas	20
6.2 Caracterización de las gónadas y células germinales	24
6.2.1 Hembras	26
6.2.2 Machos	30
6.3 Fases del desarrollo de la gónada	31
6.3.1. Hembras	31
6.3.2. Machos	33
6.4 Ciclo reproductivo	41
6.4.1 Hembras	41
6.4.2 Machos	42
6.4.3 Relación del ciclo reproductivo con la temperatura	43
6.5 Indicadores de la reproducción	46
6.5.1 Factor de condición	46
6.5.2 Índice gonádico	46
6.5.3 Índice gonadosomático	48
6.6 Ciclo ovárico	49
7. ANÁLISIS	51
8. CONCLUSIONES	62
9. RECOMENDACIONES	63
10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS	63
11. BIBLIOGRAFÍA	65

GLOSARIO

ALVÉOLO CORTICAL.- Pequeños gránulos que se acumulan debajo de la membrana vitelina, al comenzar la vitelogénesis (Houillon, 1978).

ATRESIA.- Ovocito que ha detenido su desarrollo y que se encuentra en reabsorción.

CÉLULAS SEXUALES.- Células pertenecientes a la estirpe germinal, que sufren una diferenciación en células masculinas o femeninas y cuya finalidad es la fecundación (Houillon, 1978).

CÉLULAS FOLICULARES.- Células que envuelven al gameto femenino formando el folículo; estas células proveen los elementos con que se nutre el gameto femenino (Lender et *al*, 1982).

CICLO OVÁRICO.- Serie de estadios de desarrollo por los que pasa la gónada femenina desde el reposo hasta el desove (Lender et *al*, 1982).

CICLO REPRODUCTOR.- Eventos repetitivos dentro de las gónadas que conducen a la producción de gametos (Lender et *al*, 1982).

CISTO.- Centro o núcleo de desarrollo celular, en este caso, espermatogénico.

“CONEJO”.- Nombre común que recibe *Caulolatilus affinis*.

EPITELIO GERMINAL.- Epitelio peritoneal colonizado por las células germinales primitivas y que al final del desarrollo embrionario se localiza en las gónadas conteniendo las células sexuales (Houillon, 1978).

ESPECIE.- Categoría de clasificación taxonómica por debajo del género, definida por la capacidad de cruzamiento o flujo genético: el cruzamiento y el flujo genético tienen lugar entre los individuos de una especie, pero no entre individuos de distintas especies (Weisz, 1980).

ESPERMATOCITO.- Célula germinal de la estirpe masculina en vías de maduración (Lender et *al*, 1982).

ESPERMATOGÉNESIS.- Proceso biológico mediante el cual se producen

CENTRO INTERNACIONAL DE
CERAMICAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

espermatozoides en las gónadas masculinas de los organismos (Lender et *al*, 1982).

ESPERMATOGONIA.- Célula germinal masculina, diploide, que **se** multiplica activamente por mitosis en la zona germinativa de los testículos (Lender et *al*, 1982).

ESPERMATOZOIDE.- Gameto masculino maduro, caracterizado por su movilidad (Lender et *al*, 1982).

ESPERMIDUCTO.- Conducto genital que forma la vía de paso de los gametos masculinos (Lender et *al*, 1982).

FACTOR DE CONDICIÓN.- Valor numérico utilizado para comparar las condiciones de los organismos, en base a la talla del mismo y su peso.

FOLÍCULO.- (L. folliculus, esfera pequeña) membrana de células que rodea al óvulo en maduración (Weisz, 1980).

FOLÍCULO POSTOVULATORIO.- Membranas externas que rodean al ovocito y que quedan como residuo después de que el ovocito ha sido liberado (Houillon, 1978).

GAMETO.- Célula reproductora que debe fusionarse con otra antes de que pueda desarrollarse; célula sexual (Lender et *al*, 1982).

GÓNADA.- Órgano en el que tiene lugar el desarrollo de las células reproductoras (Lender et *al*, 1982).

GONOCORISMO.- Forma de sexualidad en la que los gametos masculinos y femeninos proceden de individuos distintos (individuos gonocóricos) (Lender et *al*, 1982).

GONOPORO.- Orificio por donde son expulsados los productos sexuales (Houillon, 1978).

HERMAFRODITISMO.- Tipo de sexualidad propio de las especies cuyos componentes (individuos hermafroditas) elaboran simultáneamente gametos masculinos y gametos femeninos (Lender et *al*, 1982).

HERMAFRODITISMO ACCIDENTAL.- Cuando en un individuo de una especie se presentan gónadas en las que se presentan gametos masculinos y femeninos al mismo tiempo, sin que esto sea una condición normal dentro de la especie (Lender et *al*, 1982).

ÍNDICE GONÁDICO.- Valor numérico que expresa el peso de la gónada en relación a la longitud del pez.

ÍNDICE GONADOSOMÁTICO.- Valor numérico que expresa el peso de la gónada como un porcentaje del peso del pez.

LAMELAS OVÍGERAS.- Prolongaciones de la túnica albugínea hacia el interior del ovario, en ellas ocurre la ovogénesis y vitelogénesis (Houillon, 1978).

LÚMEN.- En los cortes histológicos, el espacio iluminado que se encuentra entre las estructuras o células que se presentan.

MEMBRANA VITELINA.- Formación extracelular que rodea al ovocito. Está formada por proteínas fibrilares y mucopolisacáridos (Lender et al, 1982).

MESENTERIO.- Pliegue peritoneal que une la gónada a la pared dorsal de la cavidad abdominal (Lender et al, 1982).

MESORQUIO.- Nombre que se le da al mesenterio en los machos.

MESOVARIO.- Nombre que recibe el mesenterio en las hembras.

OVARIO.- Glándula genital femenina en la que tiene lugar la ovogénesis (Lender et al, 1982).

OVIDUCTO.- Conducto genital que forma la vía de paso de los óvulos, elaborados en los ovarios, y que son evacuados hacia el exterior en el momento de la puesta (Lender et al, 1982).

OVOCITO.- Célula sexual femenina en fase de crecimiento y que experimenta la meiosis (Lender et al, 1982).

OVOCITO HIDRATADO.- Ovocito que está listo para ser liberado y en el que los gránulos de vitelo se han fusionado, ha aumentado considerablemente su tamaño debido a que ha absorbido agua.

OVOCITO PREHIDRATADO.- Ovocito en el que se ha iniciado la fusión de los gránulos de vitelo y ha empezado a aumentar de tamaño.

OVOGÉNESIS.- Proceso biológico mediante el cual los gametos femeninos pasan por las etapas de multiplicación y maduración hasta transformarse en óvulos (Lender et al, 1982).

OVOGONIA.- Nombre que recibe la célula sexual diploide, que todavía no ha

iniciado su crecimiento, en hembras (Lender et *al*, 1982).

ÓVULO.- Célula sexual femenina madura (Lender et *al*, 1982).

PALANGAR.- Línea de nylon de 150 m de longitud, que en su extremo tiene colocado un plomo y 15 a 25 anzuelos dispuestos en forma vertical, uno encima de otro, con una separación de **20 a 30** cm.

"PIERNA".- Nombre común que recibe *Caulolatilus princeps*; nombre con que se registra la captura de *C. princeps* y *C. affinis*.

PROPORCIÓN SEXUAL.- La relación de hembras y machos en un grupo de organismos.

PROTOGÍNIA.- Tipo de hermafroditismo en el que las actividades masculina y femenina son sucesivas en el tiempo, y en el que se desarrollan en primer lugar óvulos (Lender et *al*, 1982).

REVERSIÓN SEXUAL.- Proceso mediante el cual un organismo cambia de sexo.

"SASHIMI".- Comida japonesa que consiste en rebanadas delgadas de filete de pescado crudo y que se sirve con salsa de soya.

TECA.- Envoltura de tipo conjuntivo que rodea a los folículos en crecimiento (Lender et *al*, 1982).

TESTÍCULO.- Órgano reproductor masculino de los animales; produce los espermatozoides (Lender et *al*, 1982).

VITelo.- Sustancia nutritiva del embrión al iniciarse el desarrollo y que se encuentra acumulado en la célula sexual femenina (Lender et *al*, 1982).

VITeLOGÉNESIS.- Proceso mediante el cual se acumula el vitelo en el citoplasma del ovocito (Lender et *al*, 1982).

ZONA RADIADA.- Nombre que recibe la membrana vitelina cuando se engrosa y presenta una especie de estriación radial (Houillon, 1978).

ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

1. Volumen de la captura, en peso vivo, de "pierna" (<i>Caulolatilus</i> sp) en Baja California Sur, desde 1980 a 1989	4
2. Localización del área de estudio	12
3. Distribución mensual de sexos por clases de talla y proporción sexual de <i>Caulolatilus affinis</i> en el Canal Cerralvo, B.C.S.	22
4. Ejemplar de <i>C. affinis</i>	36
5. Ovarios fijados con formol y mostrando el lugar donde se realizó el corte	36
6. Testículos fijados con formol, mostrando el lugar donde se realizó el corte	36
7. <i>Se</i> pueden apreciar ovogonias (OO). (1 Ox)	36
8. Ovocitos prehidratados (PH), con algunos gránulos de vitelo fusionados. El núcleo es polar. (1 Ox)	36
9. Ovocitos hidratados (H). (1 Ox)	36
10. Atresia reciente de ovocito no vitelogénico (AR) (40x) . .	36
II. Atresia de ovocitos maduros (AM). (1 Ox)	36

12. Folículo postovulatorio (PO) y detalle de las capas del ovocito: células foliculares (f), teca (t), zona radiada (zr) engrosada. Gránulos de vitelo (v).(40x) 38
13. Estadio de REPOSO. Ovocitos tempranos (I), y ovocitos previtelogénicos (II). Se aprecian claramente las lamelas ovígeras (LO). (1 Ox) 38
14. Estadio EN DESARROLLO. Ovocitos tempranos (I), previtelogénicos (II) y en vitelogénesis inicial (III). (10x) 38
15. Estadio DESARROLLADA. Ovocitos tempranos (I), previtelogénicos (II), en vitelogénesis inicial (III), en vitelogénesis avanzada (IV) y maduros (V). (1 Ox) 38
- 16.** Estadio MADURA. Predominancia de ovocitos maduros (V). (10x) 38
17. Estadio EN DESOVE, primer tipo. Folículos postovulatorios (PO), ovocitos maduros (V).(10x) 38
18. Estadio EN DESOVE, segundo tipo. Atresias de ovocitos maduros (AM), atresias tardías (AT), ovocitos maduros (V), ovocitos en vitelogénesis inicial (III). (10x) 38
19. Estadio DESOVADA. Predominancia de atresias. Atresias tardías (AT), atresias de ovocitos maduros (AM). (10x) 38
20. Se aprecian todos los estadios de desarrollo espermatogénico. Espermatogonias (EO), espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES), espermátidas (EA) y espermatozoides (S). (40x) 40

21. Estadio REPOSO. Predominan las espermatogonias (EO). (10x)	40
22. Estadio EN DESARROLLO. Se aprecian cistos (C) en diferentes grados de desarrollo. (1 Ox)	40
23 Estadio DESARROLLADA. El desarrollo espermatogenico es abundante y el esperma (S) se empieza a acumular. (1 Ox)	40
24. Estadio MADURA. Gran abundancia de espermatozoides (S) y pocos cistos (C) en desarrollo espermatogénico. (1 Ox)	40
25. Estadio EYACULADA. Bastantes espacios vacíos, pocos cistos (C) en actividad espermatogénica y algunos espermatozoides (S) en los túbulos colectores (TC). (1 Ox)	40
26. Detalle en el que se aprecia un ovocito III y un ovocito II dentro de un testículo	40
27. Ovario en el que se aprecia una porción (abajo) en la que se ven todos los estadios del desarrollo espermatogénico. (1 Ox)	40
28. Ciclo reproductivo mostrando las frecuencias de los estadios de madurez gonadal de hembras de <i>C. affinis</i> durante 1988	41
29. Ciclo reproductivo mostrando las frecuencias de los estadios de madurez gonadal de machos de <i>C. affinis</i> durante 1988	43

30. Relación de la temperatura del agua con la frecuencia de ovarios en desove a través del año para <i>c. affinis</i>	41
31. Relación de la temperatura del agua con la frecuencia de testículos eyaculados a través del año para <i>C. affinis</i>	44
32. Relación del factor de condición con la frecuencia de gónadas en desove (A) y eyaculadas (B) a través del año para <i>C. affinis</i>	45
33. Valores medios, desviación estándar y rangos del índice gonádico por mes, para hembras	47
34. Valores medios, desviación estándar y rangos del índice gonádico por mes, para machos	47
35. Valores medios, desviación estándar y rangos del índice gonadosomático por mes, para hembras	48
36. Valores medios, desviación estándar y rangos del índice gonadosomático por mes, para machos	49
37. Ciclo de maduración ovárica de <i>C. affinis</i> en el Canal Cerralvo, B.C.S. durante 1988	51

RESUMEN

Caulolatilus affinis (pez llamado "conejo") es un recurso pesquero de importancia comercial en Baja California Sur, su captura se lleva a cabo artesanalmente y tiene buena aceptación local. Actualmente se conoce su edad y crecimiento, así como aspectos generales de su biología y distribución. El presente estudio proporciona, además de un conocimiento básico sobre la biología reproductiva de la especie, algunas de las bases para reglamentar adecuadamente su pesquería, antes de que la explotación sea excesiva. El objetivo es conocer y analizar algunos aspectos de la biología reproductiva de la especie en el Canal Cerralvo, B.C.S. Para ello se efectuaron 12 colectas mensuales durante 1988, obteniendo un total de 637 organismos (309 hembras y 328 machos). Las gónadas se analizaron histológicamente, se incluyeron en parafina y se aplicó la técnica de hematoxilina-eosina para su tinción. La proporción sexual se aproxima a 1: 1, las hembras son más frecuentes en tallas pequeñas, mientras que los machos son de tallas mayores. En el ovario se diferenciaron 8 tipos de células sexuales, 3 tipos de atresias y los folículos postovulatorios, en el testículo se encontraron 5 tipos de células sexuales; en ambos casos se pueden presentar dos o más tipos celulares al mismo tiempo dentro de una gónada. En el desarrollo de los ovarios se diferenciaron 6 estadios de madurez y en los testículos 5 estadios. La actividad reproductiva se prolonga de octubre a abril (encontrando en noviembre y diciembre el 100 % de hembras en desove) con temperaturas del agua de 21-22°C. Los valores medios de los índices gonádico y gonadosomático a lo largo del año son similares entre machos y hembras, y en ambos casos coinciden los valores mayores con la época de reproducción de la especie. Se encontraron dos organismos hermafroditas, hecho que aunado a las diferencias encontradas en la proporción sexual por tallas podría indicar la presencia de reversión sexual en la especie. Con todo esto, se concluye que *c. affinis* presenta un tipo de desarrollo asincrónico, que es un desovador parcial y que presenta un tipo de reproducción típicamente subtropical, además de que el Canal Cerralvo es una zona de reproducción de la especie.

ABSTRACT

Caulolatilus affinis, locally called "conejo", is a resource of commercial importance in Baja California Sur. Its capture is carried out artisanally and it is accepted locally as a good food source. The present study was made to obtain, in addition to basic knowledge on the reproductive biology of the species, some basic information needed in order to regulate the fishery appropriately before the catch becomes excessive. The work was done on the species population at Canal Cerralvo, B.C.S. I made 12 monthly collections during 1988, obtaining a total of 637 organisms (309 females and 328 males). The gonads were analyzed histologically by inclusion in paraffin and staining with hematoxylin-eosin. The sexual proportion is about 1 :1, with females more frequent at smaller sizes and males at larger sizes. In the ovary, I distinguished eight types of sexual cells, three types of atretic ova and the postovulatory follicles. In the testes, there were five types of sexual cells. In both cases, I found two or more types of cells at the same time within a single gonad. In the development of the ovaries, I differentiated six stages of maturity. In the testes, there were five stages. The reproductive activity occurs from October to April with water temperatures of 21 to 22° C. In November and December, 100% of the females are spawning. The mean values of the gonadic and gonadosomatic indexes through the year for male and female are similar. In both cases, the largest values coincide with the time of reproduction of the species. I found two hermaphrodite specimens. This fact, together with the difference in the sexual ratio by size, may indicate the presence of sexual reversion in the species. I conclude, *C. affinis* has a type of asynchronous development, it is a partial spawner, its reproduction is typically subtropical, and the Canal Cerralvo is an area of reproduction for the species.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

1. INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal o ribereña se lleva a cabo, en todo el mundo, en pequeña o gran escala, tanto por permisionarios, cooperativas y pescadores libres. Se caracteriza por la utilización de embarcaciones de pequeño calado y autonomía limitada, las cuales operan sin una organización definida (Roedell y Salla, 1979, En: Rodríguez, 1990). En México, estas pesquerías se desarrollan de manera rudimentaria y su importancia es minimizada por pesquerías industriales de gran valor comercial, con grandes posibilidades de captura, como son las pesquerías de sardina, atún y camarón (Saucedo, 1992). En la pesca artesanal, las capturas incluyen especies de crustáceos, moluscos, elasmobranquios y peces óseos (escama). Entre las diversas artes de pesca utilizadas para la captura de peces se encuentran "palangares", "palangres", redes agalleras, chinchorros, anzuelos y arpón (Rodríguez, 1990).

La pesca artesanal representa una fuente de empleo para un importante número de personas y brinda a la población alimento con alto valor nutritivo a precios accesibles. El procesamiento de la captura casi siempre es mínimo, por lo que generalmente el producto es vendido fresco o salado, en filete o entero.

El Golfo de California, localizado en el Noroeste de México, está considerado como el área de mayor importancia pesquera del país (Castro-Aguirre et *al.*, 1970). En las costas de Baja California Sur se desarrolla, entre otras, la pesca artesanal de escama, incidiendo sobre un total de 45 especies, pertenecientes a 19 familias y 32 géneros (Rodríguez, 1990). Particularmente, en las inmediaciones de Isla Cerralvo, B.C.S., se desarrolla una importante pesquería artesanal, que está sostenida por un grupo

pequeño de especies: *Seriola dorsalis*, *Corypliaena hippurus*, *Micteroperca rosacea*, *M. xenarcha*, *Hoplopagrus güenteri*, *Lutjanus argentiventris*, *L. peru*, *Balistes polylepis*, incluyendo además a *Caulolatilus affinis* (Rodríguez, 1990).

Existen otras especies de branquiostégidos que son explotadas en diferentes países, tal es el caso de *Lopholatilus chamaeleonticeps* el cual soporta una importante pesquería comercial en las costas orientales de los Estados Unidos (Erickson y Grossman, 1986). En el Sur de California, un bote pesquero comercial capturó de 1972 a 1983 entre 11,000 y 61,000 ejemplares de *Caulolatilus princeps* por año, con una captura media anual de 32,000 peces, por un período de 12 años (Moser et **al.**, 1986). Además,

tiene importancia dentro de la pesca deportiva del Sur de California, ocupando el décimo lugar de sus desembarques (Wine, 1978, En: Moser et **al.**, 1986).

Algunas especies de *Caulolatilus*, *Lopholatilus* y *Branchiostegus* alcanzan un alto precio en el mercado, especialmente en Japón, donde se utilizan para elaborar "sashimi" (Moser **et al.**, 1986);

Caulolatilus affinis es un pez demersal que se ha registrado a profundidades de 20 a 239 m (comúnmente 80-185 m); habita fondos poco rocosos y arenosos, Su distribución geográfica, incluye todo el Golfo de California, hasta Cabo San Lucas, B.C.S., México; su distribución continúa de Costa Rica, a Pisco, Perú (13°45' LS), incluyendo las Islas Galápagos (Dooley, 1978). Recientemente se registró su presencia en la costa occidental de B.C.S., México frente a la Isla Margarita (24°30' LN) (Díaz y Ruiz, 1989).

En Baja California Sur se pesca artesanalmente el "conejo" *Caulolatilus affinis*, el cual es registrado en los avisos de arribo de la Secretaría de Pesca junto con *C. princeps*, especie del mismo género, conocida comúnmente como "pierna". Ambas especies se comercializan bajo la denominación común de "pierna".

Tanto *C. princeps* como *C. affinis* son reconocidas como especies de importancia comercial, abundantes durante todo el año en Baja California Sur (Holguín, 1976). Son consideradas especies de segunda calidad, sin embargo, tienen gran demanda local (Rodríguez, 1990).

La "pierna" (*Caulolatilus* spp.) no fue reportada en las capturas de la región; sin embargo, a partir de 1980 las capturas se incrementaron considerablemente hasta constituir un porcentaje alto del total de la pesca artesanal en Baja California Sur. De la captura nacional de pierna registrada en 1988, casi un 88% correspondió a Baja California Sur (Díaz y Ruiz, 1989). El comportamiento de las capturas de "pierna" en el Estado de Baja California Sur, durante 1980 a 1989 se presenta en la figura 1.

Rodríguez (1990), en un estudio efectuado durante 9 meses sobre la composición específica de la captura artesanal de escama en Isla Cerralvo, B.C.S., encontró que *C. princeps* se capturó sólo en 6 de los 9 meses que duró el estudio, representando en agosto, octubre y noviembre más del 5 % de la captura mensual; la talla mínima registrada fue de 27 cm y la máxima de 42 cm (media, 34.7 cm, desviación estándar, 4.2). Por su parte, *C. affinis* se presentó durante 8 meses, representando más del 5 % de la captura mensual en octubre y noviembre; la talla mínima fue de 27 cm y la máxima de 49 cm (media, 32 cm, desviación estándar, 3.3) (Rodríguez, 1990).

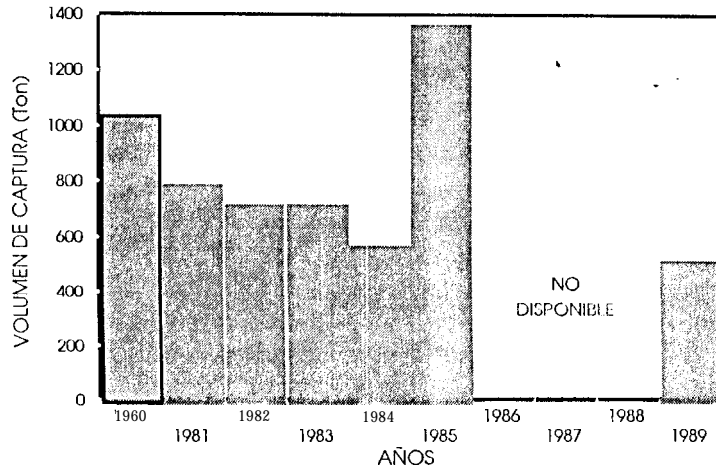


Figura 1. Volumen de la captura, en peso vivo, de "pierna" (*Caulolatilus* spp), en Baja California Sur desde 1980 a 1989 (Anónimo 1981, 1982, 1984, 1985, 1992).

Los pescadores capturan *C. affinis* mediante el uso de "palangares" (líneas con 15 a 25 anzuelos dispuestos en forma vertical con una separación de 20 cm aproximadamente y con un plomo en su extremo para mantener la verticalidad), a profundidades de 70 a 110 m.

En Baja California Sur, las principales zonas de pesca de *C. affinis* se localizan en la porción sur de las Islas San José y San Francisquito, en todas las áreas circundantes a las Islas Espirilu Santo, La Partida y Cerrulvo, y dentro del Canal Cerrulvo frente a la comunidad denominada Las Cruces (Díaz y Ruiz, 1989).

De 1985 a 1988, en la Bahía de La Paz y zonas adyacentes, se capturó alrededor del 50% del total de "pierna" registrada en el Estado, situándose dicha área como la de mayor importancia en la captura de dicho recurso a nivel estatal (Díaz y Ruiz, 1989).

En los peces existe una gran diversidad de estrategias reproductivas, debido a esto, el estudio del ciclo gonádico resulta complejo. Este ciclo implica el desarrollo periódico de los órganos reproductores y está regulado por factores del medio ambiente y hormonales (Hoar et **al.**, 1983).

A medida que la gónada se desarrolla sufre cambios; el más evidente, consiste en un crecimiento, el cual es consecuencia directa del desarrollo interno, fundamentalmente de sus células sexuales, las cuales incrementan paulatinamente su diámetro. Estas van evolucionando y adquieren características morfológicas diferenciales y cuantificables que permiten separarlas en estadios de desarrollo a lo largo del ciclo. El conocimiento del desarrollo gonádico interno permite definir la estrategia de desove, ya sea sincrónico o asincrónico (Hoar et al., 1983).

Se han clasificado 3 diferentes tipos de ovarios de acuerdo al patrón de desarrollo de ovocitos : 1) sincrónico total; ovarios que contienen todos los ovocitos en el mismo estadio de desarrollo, 2) sincrónico por grupos; ovarios que consisten de al menos dos poblaciones de ovocitos en diferentes estadios de desarrollo y, 3) asincrónico; ovarios que contienen ovocitos en todas las etapas de desarrollo, aunque no siempre todos al mismo tiempo (Wallace y Selman, 1981; de Vlaming, 1982; En: Hoar **et al.**, 1983)

Los organismos que desovan una sola vez durante la época de reproducción, se conocen como desovadores totales. Los organismos que pueden desovar más de una vez, en una época de reproducción muy corta, son los que presentan el desarrollo sincrónico por grupos. El tipo asincrónico es una característica común en los peces conocidos como desovadores parciales; Nikolsky (1963) establece que estos peces habitan normalmente en

aguas tropicales y subtropicales, y que su época de reproducción se prolonga por varios meses, durante los cuales presentan desoves sucesivos, este último caso es el de *Caulolatilus affinis*.

2. ANTECEDENTES

El conocimiento biológico de *C. affinis*, tanto a nivel mundial como nacional, se reduce a un estudio de la edad y crecimiento de la especie (Díaz y Ruiz, 1989). En la región esta especie es capturada artesanalmente, encontrándose una mayor frecuencia de aparición en las capturas durante octubre y noviembre (Rodríguez, 1990).

En cuanto a estudios realizados para especies pertenecientes a la Familia Branchiostegidae se tienen diversos trabajos. Dooley (1978), realizó un estudio sobre las Familias Branchiostegidae y Malacanthidae con referencia a su descripción, ubicación taxonómica, distribución y su biología en general.

La edad y crecimiento de *Branchiostegus japonicus japonicus* fueron estimados por Hayashi (1976a; 1976b) en el Mar de China.

Para la especie *Lopholatilus chamueleonticeps* existen numerosos trabajos detallados en lo referente a su biología, hábitat, comportamiento y pesquería, en la costa atlántica de los Estados Unidos (Freeman y Turner, 1977; Grimes et al., 1980; Turner et al., 1983; Katz et al., 1983; Harris y Grossman, 1985; Grimes et al., 1986).

Ross (1982) hizo estudios de hábitos alimenticios de *Caulolatilus microps* en la costa oriental de los Estados Unidos; y Ross y Huntsman (1982) determinaron la

edad, crecimiento y mortalidad de dicha especie. Able et al. (1987) encontraron que *C. microps* y posiblemente *C. cyanops* construyen madrigueras en el piso marino de las costas de Florida y Carolina del Sur; además, sugieren que este comportamiento puede ser una característica de todos los branchiostégidos y malacantidos.

Moser, et **al.** (1986) describen las larvas y juveniles pelágicos de *Caulolatilus princeps* de la costa occidental de la Península de Baja California y proporcionan datos importantes sobre su distribución, en dicha área. Caraveo (1991) determinó los hábitos alimenticios de *C. princeps* en la Bahía de La Paz, B.C.S., encontrando que se alimenta principalmente de crustáceos y que no existe diferencia en el patrón de alimentación entre machos y hembras.

Rodríguez (1990), hizo un análisis de la composición específica de la captura artesanal de escama de Isla Cerralvo, B.C.S., México, y encontró 45 especies de peces entre las que estuvieron *C. affinis* y *C. princeps*; las cuales son ampliamente consumidas en forma directa. Por su parte, Villavicencio (1985) sitúa a *C. affinis* entre los peces de importancia comercial, abundantes en arrastres realizados en la Bahía de La Paz.

En lo referente a la biología reproductiva de especies pertenecientes a la Familia Branchiostegidae, se tienen varios trabajos para *Lopholatilus chamaeleonticeps*, realizados en el Atlántico. Así, Freeman y Turner (1977) observaron hembras maduras durante un período de siete meses y encuentran la mayor cantidad de hembras maduras entre marzo y junio, Para la misma especie, Erickson et **al.** (1985) proponen que el período de desove al sur de Georgia, E. U., se encuentra entre abril y junio. Erickson y

Grossman (1986) determinaron la longitud y edad de madurez de *L. chamaeleonticeps* a partir de muestras colectadas en la costa de Georgia, E.U. durante la estación reproductiva; además estimaron la fecundidad e hicieron una prueba para determinar la presencia de hermafroditismo protogínico. Por su parte, Grimes *et al.* (1988) encontraron que la población al sur de Nueva Inglaterra, presentó un período de desove de 9 meses, desde marzo hasta noviembre, con una mayor frecuencia de hembras maduras entre mayo y septiembre.

Ross y Merriner (1983) hicieron un trabajo con *C. microps* en la costa oriental de los Estados Unidos determinando que esta especie desova de abril a octubre con períodos máximos en mayo-junio y septiembre-octubre

En notas breves sobre reproducción de branchiostégidos, se han sugerido períodos prolongados de desove para *C. princeps* (Fitch y Lavenberg, 1971) así como para *C. affinis* (Dooley, 1978), *Lopholatilus chamaeleonticeps* (Freeman y Turner, 1977) y *Branchiostegus japonicus japozzicus* (Hayashi, 1977).

Ramírez (1990) describe el desarrollo gonádico y determina la época de desove de *C. princeps*, en la Bahía de La Paz, B.C.S., encontrando que la especie se reproduce en un período relativamente prolongado que va de noviembre a marzo.

En lo que respecta a estudios específicos para *C. affinis*, sólo se tiene el trabajo realizado por Díaz y Ruiz (1989) en el que estiman la edad y crecimiento de la especie, pero de la biología reproductiva no se ha efectuado ningún trabajo.

3. JUSTIFICACIÓN

La determinación de las épocas de reproducción, así como del desarrollo gonádico y tipo de desove tienen gran importancia para el conocimiento biológico de una especie; además, resultan indispensables para realizar estudios posteriores sobre fecundidad, frecuencia de desoves, viabilidad de los huevos, etc.

En el Estado de Baja California Sur, la pesquería de *Caulolatilus affinis* se ha mantenido desde que empezó a ser registrada, como "pierna" (junto con *C. princeps*), en las estadísticas de pesca en 1980; alcanzando en 1988, en Baja California Sur, casi un 88% de la captura nacional de "pierna", y llegando a constituir en algunos meses más del 5 % de la captura artesanal de escama en Isla Cerralvo, B.C.S.

A pesar de que su explotación aún es incipiente, se puede considerar como un recurso pesquero, dada la aceptación en la población local. Así, el conocimiento del ciclo y época reproductiva de esta especie proporcionará información útil en la administración de un recurso formado por dos especies que se capturan simultáneamente, en las mismas localidades y con el mismo arte de pesca, todo esto, antes de que la explotación sea excesiva, evitando su sobre explotación mediante el conocimiento de algunas de las bases necesarias para reglamentar adecuadamente su pesquería.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Conocer y analizar algunos aspectos de la biología reproductiva de *Caulolatilus affinis*, Gill 1865, en el Canal Cerralvo, Baja California Sur, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Determinar la proporción de sexos en relación a la distribución de tallas.
- 2.- Caracterizar los diferentes estadios que presentan las células germinales-k en las gónadas de machos y hembras de *C. affinis*.
- 3.- Describir las fases del desarrollo de la gónada masculina y femenina.
- 4.- Determinar el ciclo reproductivo en un ciclo anual.
- 5.- Relacionar el ciclo reproductivo con la temperatura.
- 6.- Determinar la época de reproducción de la especie.
- 7.- Determinar las variaciones del factor de condición en relación con la época de reproducción.
- 8.- Calcular los índices gonádico y gonadosomático y relacionarlos con la época de reproducción de la especie, --
- 9.- Determinar el ciclo ovárico,

5. MATERIALES Y MÉTODO

5.1 MUESTREO

Los ejemplares de *Caulolatilus affinis* se colectaron en el área comprendida entre "Las Cruces" e Isla Cerralvo, B.C.S. dentro del Canal Cerralvo entre 24° 08' y 24°23' de latitud Norte y entre 109°46' y 110°07' de longitud Oeste (Fig. 2).

Los muestreos se realizaron mensualmente de enero a diciembre de 1988, con capturas promedio de 30 organismos de cada sexo. Las capturas fueron diurnas y se realizaron con un "palangar", consistente de una línea de nylon de 150 m de longitud, la cual presenta un plomo en su extremo, y 4 anzuelos dispuestos en forma vertical, con una separación de 20 a 30 cm, los anzuelos utilizados fueron de los números 9, 10, 12 y 16. La profundidad de captura fue entre 70 y 110 m, en fondos poco rocosos y arenosos.

A cada ejemplar se le extrajeron las gónadas, y se fijaron con formol al 10%. Una vez en el laboratorio, se cambiaron a formol al 10 % neutralizado con borato de sodio, para su almacenamiento. De los organismos capturados, se obtuvieron las longitudes total y patrón (mm), con precisión de 1 mm; y los pesos total y desviscerado (g), con precisión de 10 g.

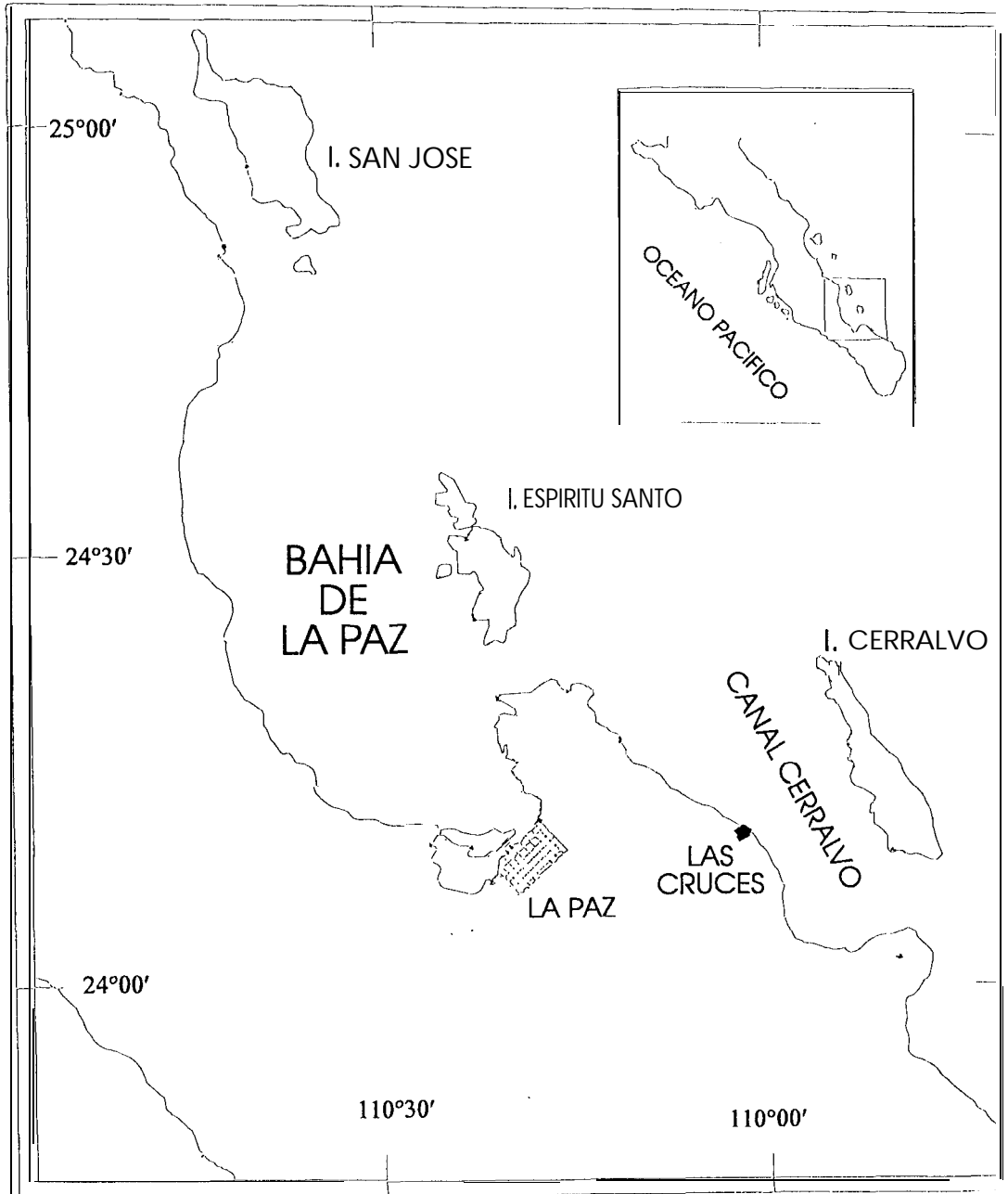


Figura 2. Localización del área de estudio (Canal Cerralvo, B.C.S.).

5.2 PROPORCIÓN DE SEXOS Y DISTRIBUCIÓN DE TALLAS

Se obtuvo mensualmente la proporción sexual (dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos; expresando las proporciones sexuales con un número 1 a la izquierda, que corresponde a un macho y a la derecha la proporción de hembras por macho) y la distribución de tallas (utilizando la longitud patrón), Para determinar la diferencia de 1:1 en la proporción de sexos encontrada por clases de talla, se hicieron pruebas de hipótesis, asumiendo que la distribución muestral es aproximadamente normal, de acuerdo con el teorema de límite central. Se analizó bajo la hipótesis nula de que existe una proporción 1:1 ($P = 0.5$). Utilizando el estadístico de prueba $z = (P - p) / \sqrt{(pq/n)}$ donde, "P" es el estimador (dado por la hipótesis nula), "p" es la proporción de hembras, "q" es la proporción de machos y "n" el tamaño de *la* muestra. La regla de decisión se realizó con una confianza del 95 %, no aceptando la hipótesis cuando el valor de z calculado fuera menor de -1.96 o mayor de 1.96 (Sokal y Rohlf, 1979).

5.3 TRATAMIENTO HISTOLÓGICO

Se obtuvo una sección de la parte media de la gónada mediante un corte transversal; éstas secciones fueron incluidas en parafina. Los cortes se hicieron de un grosor de 4 y 5 μm , para machos y hembras respectivamente, porque se ha demostrado que este grosor es el más adecuado para efectuar observaciones histológicas. De cada sección, se hizo una preparación, en la que se montaron de dos a cuatro cortes, dependiendo del tamaño de la

gónada. Se tiñeron con hematoxilina-eosina y se montaron en resina sintética (Humason, 1979).

Se decidió trabajar con una sola sección de la gónada, después de constatar que la madurez gonadal es uniforme en diferentes partes de la gónada. Para ello, se escogieron 10 gónadas al azar de cada sexo, obteniendo las preparaciones histológicas de las secciones anterior, media y posterior (A, M y P, respectivamente) de cada una. Se observaron los cortes de las tres secciones de cada una de las gónadas y se hicieron estimaciones visuales de la distribución de las células germinales; además, se hicieron cortes longitudinales de 2 ovarios y 2 testículos para apreciar la distribución a lo largo de toda la gónada.

5.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS CÉLULAS GERMINALES

5.4.1 Hembras

La caracterización de las células germinales en hembras se basó en la descrita por Moe (1969) para *Ephinephelus morio*: Estadio 0, ovogonias (2-8 μ), estadio I, ovocitos tempranos (20-50 μ), estadio II, ovocitos previtelogénicos (40-70 μ), estadio III, ovocitos en vitelogénesis inicial (110-260 μ), estadio IV, ovocitos en vitelogénesis activa (215-650 μ), estadio V, ovocitos maduros (735-910 μ). Además, se consideraron otras características como la morfología, la apariencia del núcleo, la presencia y disposición de nucleolos y el tamaño celular. Los intervalos de los diámetros de los diferentes tipos de ovocitos se establecieron midiendo un total de 50

células de cada tipo; cuidando en cada caso, que se observara claramente el núcleo para que la medida fuera lo más cercana al diámetro máximo,

Las atresias se caracterizaron de acuerdo a la clasificación hecha por Ramírez (1990) para *Caulolatilus princeps*: 1) Atresias recientes, debidas a la reabsorción de ovocitos no vitelogénicos y parcialmente vitelogénicos, que corresponden al estado atrésico α de ovocitos no maduros, (Lambert, 1970; Hunter y Macewicz, 1985). Se aprecian parcial o totalmente invadidas por células foliculares, la teca se observa solamente de manefa tenue. 2) Atresias tardías, correspondientes a los estadios atrésicos β , τ y δ (Lambert, 1970). Se caracterizan por una degeneración total del ovocito, se observan como estructuras amorfas, de tamaño variable, delimitadas por una teca delgada y con abundantes vacuolas. 3) Atresias de ovocitos maduros, análogas a la descripción hecha para la anchoveta del norte *Engraulis mordax* (Hunter y Macewicz, 1985). En estas estructuras se observa que la zona radiada se va disolviendo, las células de la capa granulosa invaden el citoplasma del ovocito provocando degeneración de los gránulos de vitelo; en estados avanzados de reabsorción, los gránulos de vitelo sólo son visibles en la parte central del ovocito, mientras que el resto está invadido por las células foliculares.

5.4.2 Machos

La caracterización de las células germinales en machos se realizó considerando la morfología de la célula, la apariencia del núcleo y el tamaño celular.

5.5 FASES DEL DESARROLLO DE LA GÓNADA

5.5.1 Hembras

Para cada gónada se observó el corte histológico en su totalidad, de acuerdo a estas observaciones y tomando como base los estadios de madurez descritos por Ross y Merriner (1983) para *C. microps* se asignó el estadio correspondiente a cada gónada, tomando en cuenta el tipo o tipos de ovocitos más abundantes.

Los estadios descritos por Ross y Merriner (1983) para hembras de *C. microps* son los siguientes:

INMADURO (Etapa 1).- Lamelas ovígeras compuestas de densas agregaciones de ovogonias indiferenciadas y ovocitos primarios.

EN REPOSO (Etapa 2).- Principalmente ovocitos tempranos y previtelogénicos con menos del 1 % de ovocitos en vitelogénesis inicial.

EN DESARROLLO (Etapa 3).- Ovocitos previtelogénicos numéricamente dominantes con algunos ovocitos tempranos y en vitelogénesis activa.

BIEN DESARROLLADA (Etapa 4).- Predominan los ovocitos vitelogénicos y están distribuidos en un intervalo de talla grande (215-650 μm).

MADURA (Etapa 5).- Ovarios con una amplia distribución de tallas de ovocitos vitelogénicos, con una moda de ovocitos vitelogénicos grandes (420-640 μm) junto con ovocitos en estadio III y pequeños ovocitos en etapa IV (215-400 μm). Ovocitos maduros (785-910 μm) característicamente contenidos en el lumen, libres de las lamelas ovígeras. Además, ovarios que presentaron una

moda de ovocitos grandes en estadio IV, y presentándose además, ovocitos en estadio V, y pocos ovocitos en estadio IV pequeños (215400 mu).

RECIÉN DESOVADAS-EN NUEVO DESARROLLO (Etapa 6-3).- Se presentan juntos ovocitos en estadio III y pequeños ovocitos en estadio IV, con algunos ovocitos IV grandes y con ovocitos V, algunos de estos últimos se encuentran en un estado atrésico de ovocito maduro.

DESOVADAS (Etapa 6).- No hay evidencia de vitelogénesis; los ovocitos en estadio IV y V son atrésicos y se presentan algunos ovocitos en estadio III.

5.52 Machos

Las gónadas se ubicaron en el estadio de madurez con base a los estadios de madurez establecidos por Grier (1981) para peces, y considerando la presencia y abundancia de las células germinales.

Para machos, los estadios asignados por Grier (1981) para peces son los siguientes:

Estadio I INMADURO.- Proliferación de espermatogonias.

Estadio II EN REPOSO.- Reactivación temprana - presenta espermatogonias y espermatocitos,

Estadio III EN DESARROLLO.- Reactivación media - presentes todas las etapas del desarrollo espermático.

Estadio IV BIEN DESARROLLADO,- Reactivación tardía - fúbulos llenos con esperma y el número de cistos con esperma en desarrollo está disminuyendo.

Estadio V MADURA.- Madurez funcional -túbulos llenos con esperma, si está ocurriendo alguna espermatogénesis es escasa.

Estadio VI EYACULADA.- Este estadio no lo describe, solo lo menciona.

5.6 CICLO REPRODUCTIVO

Se determinó la frecuencia relativa de las diferentes fases de madurez gonádica con el propósito de conocer el estado de actividad gametogénica durante la época de estudio, estos resultados se presentan mediante gráficas de área. Además, se consideró como época de reproducción el período en el cual se presentaron organismos en desove.

Por otra parte, se obtuvieron los datos de las temperaturas superficiales, para la zona y el año de 1988, a partir de los datos generados por la Comisión Inter-Americana del Atún Tropical.

5.7 INDICADORES DE LA REPRODUCCIÓN

57.1 FACTOR DE CONDICIÓN

Se utilizó el factor de condición de Fulton (Nikolsky, 1963), para detectar los períodos en los cuales se presenta una condición alta en los peces, lo cual refleja la época de reproducción.

El factor de condición se calculó mediante la siguiente relación:

$$Q = (W \times 100) / L^3$$

donde, Q es el coeficiente de condición, W es el peso desviscerado del pez y L es la longitud total del mismo.

Se graficó la variación del valor medio del factor de condición a través del año para cada sexo.

5.7.2 ÍNDICE GONÁDICO

Una forma de determinar la época de reproducción de una especie de manera general es mediante el análisis del comportamiento de los Índices gonádico y gonadosomático a través del año, pero éste método necesita ser apoyado histológicamente. Así, para comprobar si los índices gonádico y gonadosomático son indicadores de la época de reproducción, se calcularon y contrastaron con los resultados histológicos.

Los valores del índice gonádico se determinaron de acuerdo a Balbontin y Fischer (1981), dividiendo el peso de la gónada (medido con una precisión de 0.001 g) entre la longitud total elevada al cubo y multiplicando por 10^7 , esto último con el fin de obtener números enteros y hacer más fácil su manejo. La fórmula para calcular el Índice gonádico se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Índice Gonádico} = \frac{\text{peso gónadas (g)}}{(\text{long. total (mm)})^3} \times 10^7$$

Se realizaron gráficas con los valores medios, desviaciones estándar y valores máximo y mínimo por mes y por sexo para apreciar la tendencia de los valores del Índice a través del año.

5.7.3 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

El índice gonadosomático se calculó de acuerdo a Balbontin y Fischer (1981), dividiendo el peso de la gónada (medido con una precisión de 0.001 g) entre el peso total y multiplicándolo por 100, la fórmula para calcular el índice gonadosomático se expresa como sigue:

$$\text{Índice Gonadosomático} = \frac{\text{peso gónadas (g)}}{\text{peso total (g)}} \times 100$$

Se realizaron gráficas con los valores medios, desviaciones estándar y valores máximo y mínimo por mes y por sexo para apreciar la tendencia de los valores del índice a través del año.

5.8 CICLO OVÁRICO

Para determinar el ciclo ovárico de *C. affinis* se tomaron en cuenta los diferentes estadios de madurez diagnosticados histológicamente y los valores de los índices que resultan indicadores de la tendencia reproductiva y que permiten complementar los datos aportados por la histología.

6. RESULTADOS

6.1 PROPORCIÓN DE SEXOS Y DISTRIBUCIÓN DE TALLAS

Se colectaron 637 organismos en todo el ciclo de muestreo, de los cuales 328 fueron machos y 309 hembras.

En la proporción sexual para cada mes se aproxima a 1 :1, sin haber diferencias apreciables (Fig. 3). No se encontró diferencia significativa en relación a la proporción total de la muestra (Tabla I).

Con respecto a la proporción de sexos en relación con la talla, se encontró que existe una mayor proporción de hembras en tallas pequeñas; mientras que los machos se ubican en las tallas mayores.

Lo anterior se comprueba con los resultados del análisis estadístico (Tabla I), presentándose diferencia significativa con tendencia hacia las hembras en los intervalos de talla de 220 a 260 mm, y por el contrario se presenta tendencia hacia machos en los intervalos de 280 a 320 mm. En el primer intervalo solo se presentan hembras, y en el intervalo de 180 a 220 mm, a pesar de no haber diferencia significativa, hay un mayor porcentaje de hembras; mientras que en el intervalo de 320 a 340 mm, a pesar de no haber una diferencia significativa, hay un mayor porcentaje de machos.

Tabla I. Frecuencia de machos y hembras de *Caulolatilus affinis* dentro de intervalos de 20 mm de longitud patrón, con valores de Z, asumiendo una proporción sexual 1: 1.

* Indica diferencia significativa

Tallas	Proporción Hembras	Proporción Machos	Z
180-200	1.00	0.00	
200-220	0.70	0.30	1.38
220-240	0.85	0.15	7.46 *
240-260	0.80	0.20	9.49 *
260-280	0.46	0.54	-1.02
280-300	0.21	0.79	-9.43 *
300-320	0.09	0.91	-10.55 *
320-340	0.40	0.60	-0.65
340-360	0.67	0.33	0.61
360 <	1.00	0.00	
Total	n 49	n 51	n 75

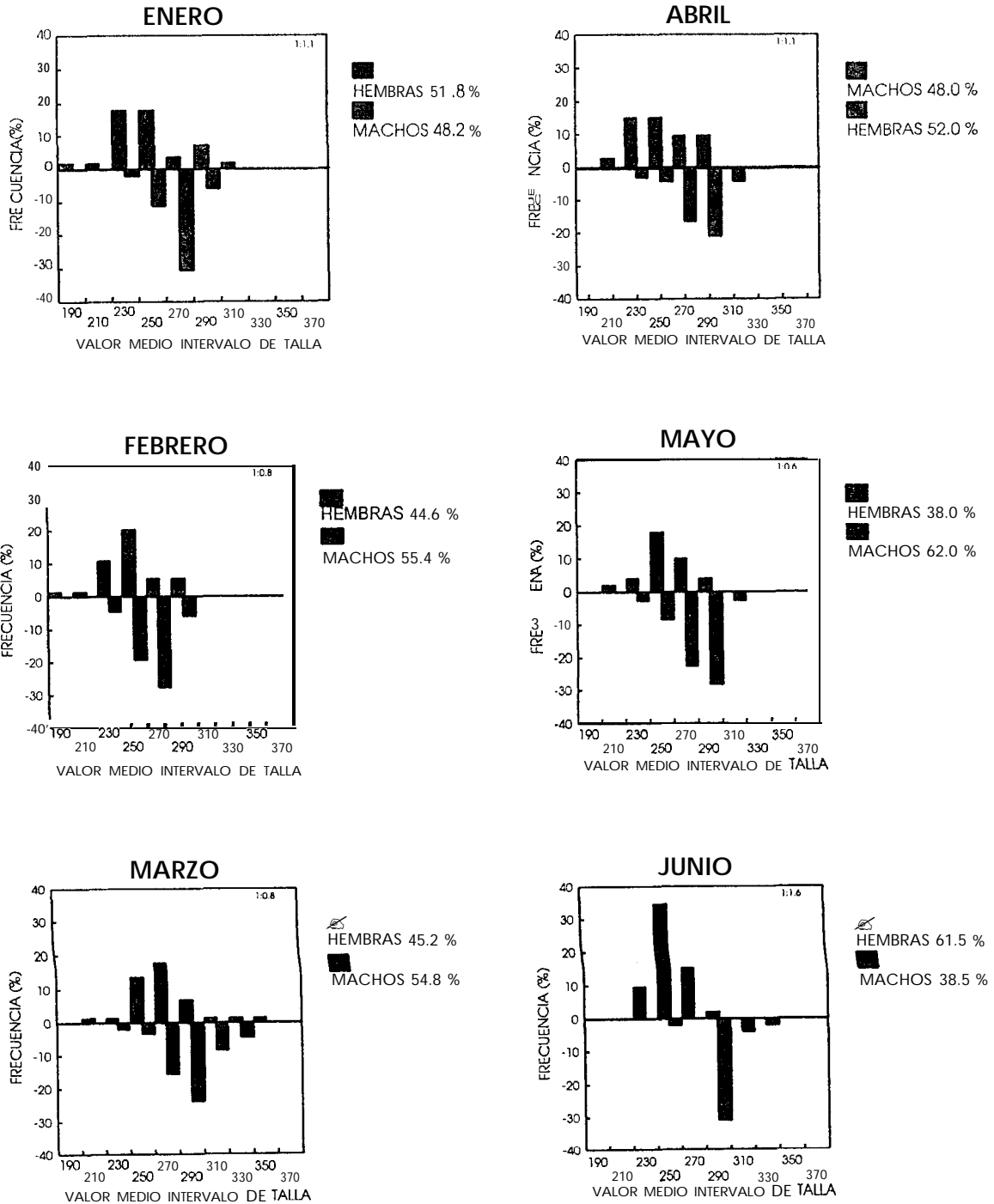


Figura 3. Distribución mensual de sexos por clases de talla y proporción sexual de *Caulolatilus affinis* en el Canal Cerralvo, B.C.S.

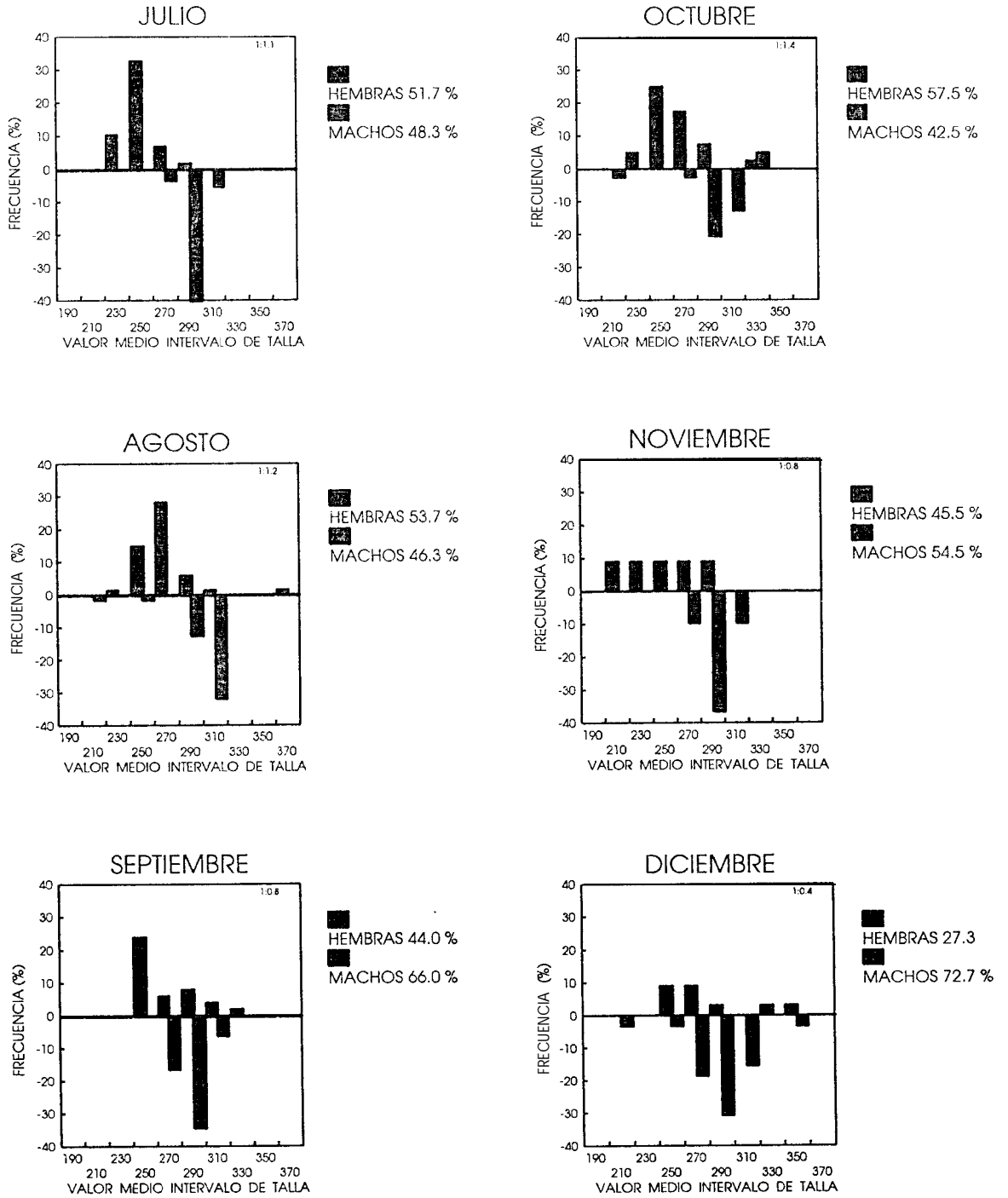


Figura 3. Continuación.

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS GÓNADAS Y CÉLULAS GERMINALES

C. affinis (Fig. 4) es un organismo gonocórico que presenta gónadas pares en la parte posterior de la cavidad abdominal a ambos lados del cuerpo, y se encuentran suspendidas debajo de la vejiga gaseosa mediante los mesenterios, denominados mesovario, en el caso de las hembras y mesorquio en los machos. Este mesenterio se prolonga hacia la parte posterior de la cavidad abdominal sosteniendo a las gónadas. A lo largo del mismo corren las arterias que irrigan a la gónada.

Los ovarios son alargados, de color crema rosado, circulares en corte transversal y con los extremos romos (Fig. 5). La parte dorsal de los ovarios es lisa, mientras que ventralmente presenta lobulaciones. En la parte más posterior de la cavidad abdominal se unen los ovarios y constituyen el oviducto. El grosor y tamaño de los ovarios es variable, dependiendo del grado de desarrollo del mismo y tamaño del pez.

En aproximadamente el 20 % de los ovarios se presentaron nemátodos pegados a su pared externa, tales ovarios tenían una apariencia normal tanto externa como microscópica.

Los testículos son sólidos, de color crema, acintados, triangulares en corte transversal y de consistencia compacta (Fig. 6). En la parte más posterior de la cavidad abdominal se unen constituyendo el espermiducto. El grosor y tamaño que alcanzan los testículos es notablemente menor que el que alcanzan los ovarios. Las gónadas presentan simultáneamente células sexuales en diferentes grados de desarrollo, aunque no necesariamente todos los estadios al mismo tiempo.

Para *C. affinis* se identificaron los siguientes tipos de células germinales, los cuales son básicamente los encontrados por Ross y Merriner (1983) para *C. microps* e incluyendo además, en el caso de las hembras, ovocitos prehidratados e hidratados, atresias (A), u ovocitos en reabsorción y folículos postovulatorios (PO), o membranas externas residuales, después del desove,

Hembras

- 1) Ovogonias (00)
- 2) Ovocitos tempranos (I)
- 3) Ovocitos previtelogénicos (II)
- 4) Ovocitos en vitelogénesis inicial (III)
- 5) Ovocitos en vitelogénesis avanzada (IV)
- 6) Ovocitos maduros (Vj)
- 7) Ovocitos prehidratados (PH)
- 8) Ovocitos hidratados (Hj)

Machos

- 1) Espermatogonias (EO)
- 2) Espermatocitos primarios (EP)
- 3) Espermatocitos secundarios (ES)
- 4) Espermatidas (EA)
- 5) Espermatozoides (S)

Cada uno de los tipos celulares presenta características bien definidas por las cuales se les puede identificar claramente.

A continuación se presentan las descripciones de cada uno de los tipos celulares presentes en las gónadas de *C. affinis* tanto para machos como para hembras.

6.2.1 HEMBRAS

OVOGONIAS (OO).

Son células redondas y pequeñas cuyo diámetro tuvo una variación entre 3.57 μm y 4.87 μm , con una media de 4.18 μm . Se tiñen fuertemente con hematoxilina y tienen una apariencia densa y compacta, se encuentran inmersas en el estroma formando el epitelio germinal. Las ovogonias están presentes durante todo el desarrollo gonádico, constituyendo la base de nuevas generaciones de células sexuales (Fig. 7).

OVOCITOS TEMPRANOS (I).

El citoplasma es de aspecto homogéneo y denso y es de carácter basófilo, el diámetro celular está comprendido entre 4.76 y 39.88 μm con un valor medio de 21.83 μm . Su núcleo es de aspecto grumoso, presenta de 4 a 9 nucleolos visibles, los cuales se ubican indistintamente en el centro o en la periferia del núcleo; 1 a 3 de ellos son más conspicuos y de mayor tamaño que el resto, Se puede distinguir, una capa delgada de células foliculares rodeando al ovocito, más evidente en los de mayor tamaño. (Fig. 13).

OVOCITOS PREVITELOGÉNICOS (II).

Su citoplasma presenta zonas ligeramente pálidas que disminuyen su carácter homogéneo. Hay mayor cantidad de nucleolos visibles (10 a 12), de un tamaño más o menos homogéneo localizados en la periferia del núcleo.

La capa folicular se observa claramente alrededor de los ovocitos. Su diámetro varía entre 43.33 y 77.02 μm , con un valor medio de 59.64 μm (Figs. 10 y 13).

OVOCITOS EN VITELOGÉNESIS INICIAL (III).

El aspecto del citoplasma es grumoso y su coloración es de carácter acidófilo, denotando la formación de vitelo, aunque todavía no se distinguen claramente los gránulos característicos. Se aprecian alvéolos corticales en el citoplasma; los nucleolos, alrededor de 15, son de tamaño homogéneo, menor que en los ovocitos I y II y se localizan en la periferia del núcleo. Se aprecia claramente la zona radiada, que se forma cuando la membrana vitelina se ensancha y se hace eosinófila. El diámetro medio es de 154.29 μm y varía entre 70.45 y 281.82 μm (Fig. 15).

OVOCITOS EN VITELOGÉNESIS ACTIVA (IV).

En éstos se observan claramente formados los gránulos de vitelo, aunque son pequeños y se encuentran compactados. Los alvéolos corticales se hacen más evidentes en el citoplasma, especialmente en la zona adyacente al núcleo. Estos ovocitos presentan un diámetro promedio de 256.15 μm con un mínimo de 165.00 y un máximo de 341.36 μm (Fig. 15).

OVOCITOS MADUROS (V).

El tamaño de estos ovocitos es evidentemente mayor que en los casos anteriores, tienen un diámetro promedio de 425.02 μm y tamaños mínimo y máximo de 366.82 y 518.63 μm , respectivamente. Se aprecia un claro

engrosamiento de la zona radiada (Fig. 12). Los gránulos de vitelo son más grandes que en los ovocitos IV y se encuentran más dispersos (Fig. 16).

OVOCITOS PREHIDRATADOS (PH).

Su aspecto es parecido al de los ovocitos V solo que los gránulos de vitelo son más grandes, dispersos y algunos se han fusionado, formando grandes plaquetas vitelinas amorfas, de color rosa pálido o incoloro. En algunos casos, se alcanza a apreciar que el núcleo se ha desplazado hacia el polo animal. Su diámetro varía entre 427.27 y 582.27 μm con un valor medio de 499.39 μm (Fig. 8).

OVOCITOS HIDRATADOS (H).

Son de un tamaño mayor que los anteriores. El citoplasma es homogéneo, de un color rosa tenue. No se aprecian los gránulos de vitelo pues ya se han fusionado totalmente (Fig.9).

ATRESIAS (A).

Atresias recientes (Arec).

Son estructuras en las que se aprecia reabsorción de ovocitos no vitelogénicos y parcialmente vitelogénicos, éstas pueden estar parcial o totalmente invadidas por células foliculares, la teca se observa de manera tenue en ovocitos no vitelogénicos. En ovocitos con vitelogénesis inicial se aprecia que la zona radiada se introduce en el citoplasma para ser reabsorbida (Fig. 10).

Atresias tardías (A tard).

Son estructuras amorfas, de tamaño variable y delimitadas por una teca delgada. Presentan abundantes zonas vacuoladas y total degeneración del ovocito (Fig. 19).

Atresias de ovocitos maduros (AM).

Su descripción coincide con la hecha por Hunter y Macewicz (1980), para la anchoveta del norte *Engraulis mordax*. En estas estructuras, la zona radiada se va disolviendo, las células de la capa granulosa empiezan a invadir el citoplasma del ovocito, provocando degeneración de los gránulos de vitelo que se fusionan o expanden, perdiendo su forma regular. A medida que avanza el grado de reabsorción, los gránulos de vitelo sólo son visibles en la parte central del ovocito, mientras que el resto está invadido por las células foliculares (Fig.11).

FOLÍCULOS POSTOVULATORIOS (PO),

En *C. affinis* la capa de células foliculares presenta los núcleos fuertemente teñidos y se aprecian como una sucesión conspicua de células. Dicha capa inicialmente presenta una luz en el centro, relativamente grande; a medida que progresa la reabsorción, se reduce su tamaño y la capa de células foliculares se va plegando cada vez más, hasta que no es posible distinguir la luz en el centro. (Fig. 12).

En lo que respecta a la distribución de los ovocitos dentro del ovario, tanto en los cortes transversales de las secciones anterior, media y posterior como

6.2.2 MACHOS

ESPERMATOGONIAS (EO)

El citoplasma es de carácter acidófilo, el núcleo es grande, picnótico, redondo y de aspecto homogéneo. Las espermatogonias se encuentran en el estroma y están presentes en todos los estadios de desarrollo gonádico constituyendo la base de nuevas generaciones de células sexuales (Fig. 20).

ESPERMATOCITOS PRIMARIOS (EP)

Son de forma redonda, de un tamaño similar al de las espermatogonias; el núcleo se tiñe fuertemente de hematoxilina, abarca casi todo el tamaño celular y su aspecto es grumoso (Fig. 20).

ESPERMATOCITOS SECUNDARIOS (ES)

Son similares a los espermatocitos primarios, su forma es redonda, pero son de un tamaño ligeramente menor, el núcleo es picnótico y a diferencia del caso anterior, éste presenta un carácter homogéneo (Fig. 20).

ESPERMÁTIDAS (EA)

Son de un tamaño considerablemente menor al de los espermatocitos. La forma ya no es redonda sino que se presentan formas irregulares; el núcleo sigue siendo homogéneo. (Fig. 20).

ESPERMATOZOIDES (S)

La forma es ovalada con un flagelo largo y delgado. Son altamente basófilos, a excepción del flagelo que es acidófilo; este último es fácilmente distinguible en aglomeraciones de espermatozoides (Fig. 20).

6.3 FASES DEL DESARROLLO DE LA GÓNADA

6.3.1 Hembras

REPOSO

Son ovarios pequeños, que presentan solo ovocitos I y ovocitos II. Estos se encuentran embebidos en el epitelio germinal, que se proyecta por todo el interior del ovario, formando lo que se conoce como lamelas ovígeras, las cuales en este estadio son evidentes. En general, los ovocitos de menor desarrollo se encuentran en las orillas de las lamelas. El lumen es generalmente grande, Pueden llegar a observarse atresias recientes (Fig. 13).

EN DESARROLLO

En este estadio se empiezan a presentar los ovocitos III, los ovocitos I y los ovocitos II se siguen presentando, y se pueden encontrar escasos ovocitos IV. Los ovocitos están distribuidos indistintamente, las lamelas ovígeras se ven más unidas, por lo que el lumen es reducido. Se pueden presentar pocas atresias recientes y tardías (Fig.14).

DESARROLLADA

Los ovocitos I y II se encuentran en abundancia notable, los ovocitos III son numerosos, se caracteriza por los ovocitos IV e incluso ya se presentan

algunos ovocitos V. Se encontraron escasas atresias recientes y tardías avanzadas (Fig. 15).

MADURA

Los ovocitos IV y V son los más representativos; los ovocitos I y II son menos evidentes que en los estadios anteriores. En la mayoría de los ovarios maduros se encuentran ovocitos prehidratados aunque en proporción baja, Algunos ovarios presentaron atresias de ovocitos IV; en casos aislados se observaron escasas atresias recientes (Fig. 16).

EN DESOVE

En este estadio de desarrollo se presentan todos los tipos de ovocitos y estructuras antes descritas, pudiendo haber espacios vacíos entre ellos. Los ovocitos representativos son los IV y V y en menor grado los III, mientras que los I y II son menos conspicuos, Se presentan los ovocitos prehidratados e hidratados aunque no ocurren en todos los ovarios clasificados en desove y menos son abundantes.

En este estadio se ubicaron dos tipos de ovarios. El primer tipo son los ovarios que se encuentran en desove y que se caracterizan por la presencia de folículos postovulatorios en diferentes grados de absorción y en abundancia variable, además de que presentan ovocitos prehidratados e hidratados (Fig. 17).

El segundo tipo son ovarios que ya tuvieron un desove pues presentan estructuras catalogadas como atresias tardías, que podrían corresponder a postovulatorios en estado avanzado de reabsorción. Además, hay atresias de

ovocitos V. Estos ovarios presentan una abundancia de ovocitos V como para considerar otro posible desove (Fig. 18).

DESOVADAS

La abundancia de los ovocitos I se incrementa. Hay abundancia de atresias tardías y de atresias de ovocitos V; en pocos casos se encontraron escasas atresias recientes. Se pueden presentar ovocitos III, IV y V en cantidad escasa; y como la proporción de atresias es mayor que la de estos ovocitos se puede considerar que el ovario se encuentra en proceso de reabsorción, sin posibilidad de volver a desovar (Fig. 19).

6.3.2 Machos

Las descripciones de los estadios de madurez gonadal de machos coinciden con las hechas por Ross y Merriner (1983) para *Caulolatilus microps* describiendo además, para *C. affinis*, los estadios de madura y eyaculada.

EN REPOSO

Los túbulos espermatogénicos en general se encuentran inactivos. Las espermatogonias son las que predominan, aunque puede haber escasos cistos en diferentes grados de desarrollo incluso puede haber espermatozoides en el lumen de los túbulos espermatogénicos y colectores, pero en poca cantidad. La apariencia de la testículo es compacta (Fig. 21).

EN DESARROLLO

Los túbulos espermatogénicos contienen cistos en todas las etapas de desarrollo, predominando los cistos con espermatozoides. Hay

espermatozoides colectándose en el lumen y túbulos colectores aunque su abundancia es baja (Fig. 22).

DESARROLLADA

Se observa una abundante cantidad de espermatozoides colectados en los lúmenes de los túbulos espermatogénicos desarrollándose activamente, con canalización de espermatozoides dentro de los túbulos colectores medios. El número de cistos en espermatogénesis está disminuyendo. Predominan los cistos con espermatogonias y espermatozoides (Fig. 23).

MADURA

Túbulos llenos con espermatozoides, en abundancia. Los cistos que presentan espermatoцитos primarios, secundarios o espermatogonias son escasos (Fig, 24).

EYACULADA

Presenta escasa actividad espermatogénica y hay espermatozoides en el lumen de los túbulos colectores. El testículo se aprecia con gran cantidad de espacios vacíos (Fig. 25).

Durante el análisis al microscopio se encontró que un ovario presenta una pequeña porción periférica con desarrollo de macho y ahí se aprecian todos los tipos celulares del desarrollo espermatogénico (Fig. 26); además, se encontró un testículo el cual contiene algunos ovocitos (estadios II y III) (Fig. 27). Ambas gónadas se colectaron en julio y se ubicaron como en desarrollo.

Figura 4. Ejemplar de *C.affinis*.

Figura 5. Ovarios de *C. affinis* fijadas con formol y mostrando el lugar donde se realizó el corte.

Figura 6. Testículos de *C.affinis* fijadas con formol y mostrando el lugar donde se realizó el corte.

Figura 7. Se pueden apreciar ovogonias (OO). (10x).Escala=100 μm

Figura 8. Ovocitos prehidratados (PH), con algunos gránulos de vitelo fusionados. El núcleo es polar.(10x). Escala=100 μm

Figura 9. Ovocitos hidratados (H). (10x). Escala=100 μm

Figura 10. Atresia reciente de ovocito no vitelogénico (AR). (40x).Escala=50μm

Figura 11. Atresia de ovocitos maduros (AM). (10x). Escala=100 μm

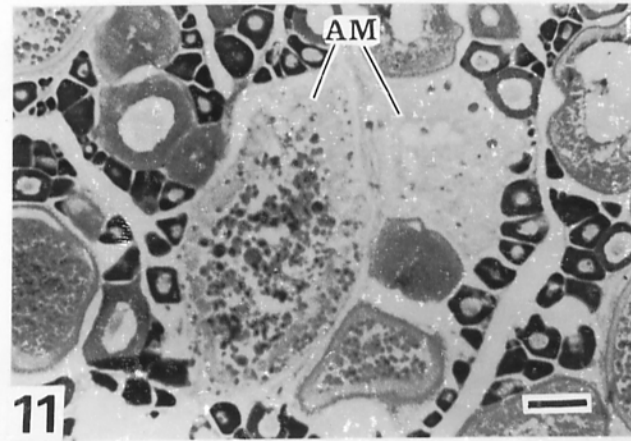
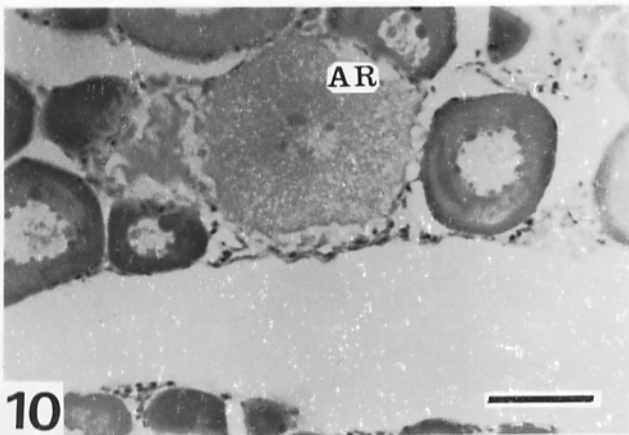
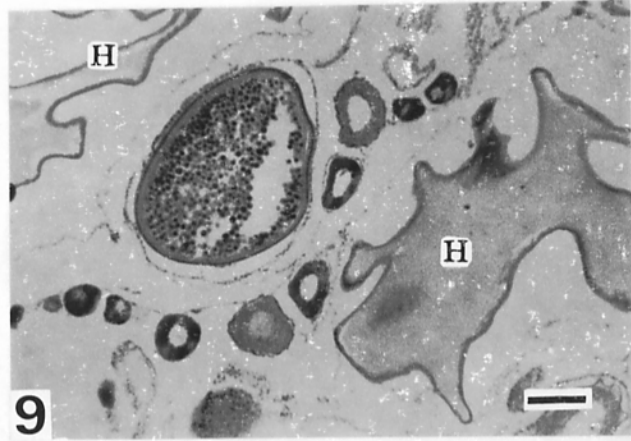
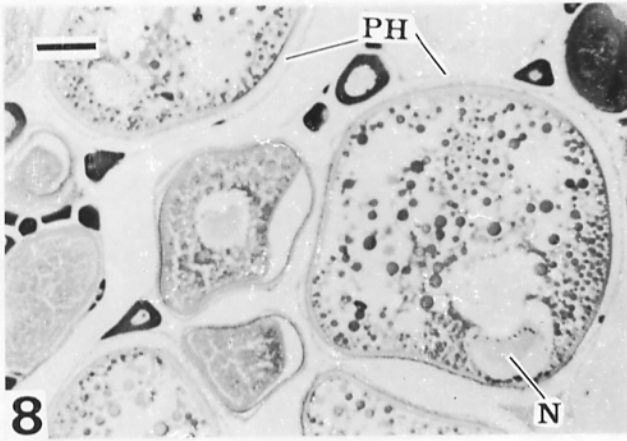
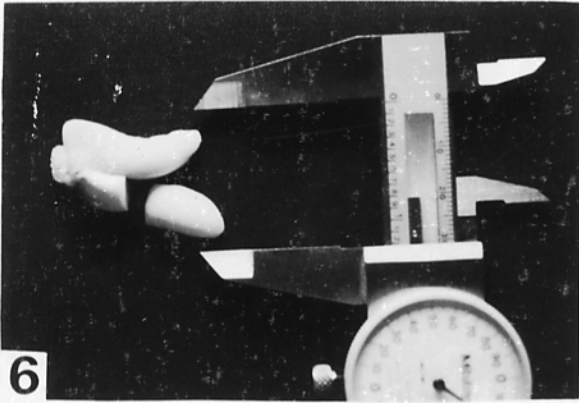
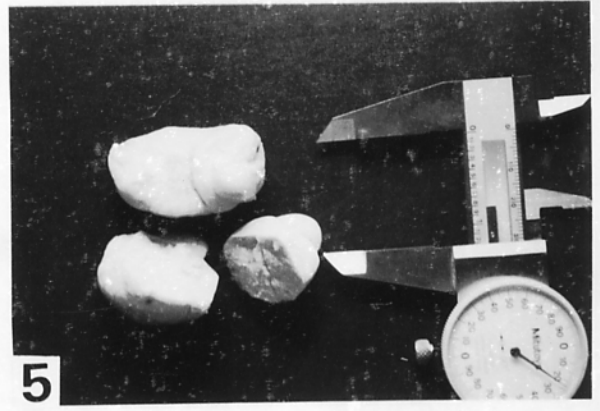
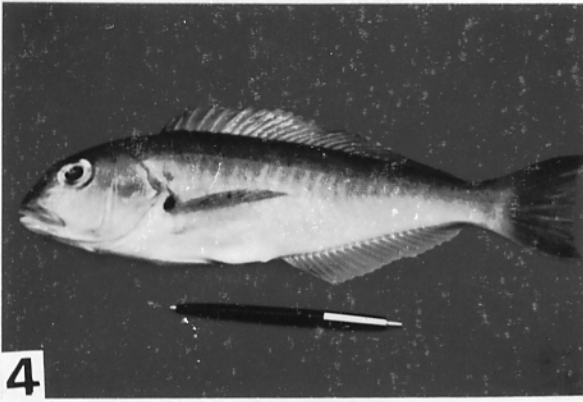


Figura 12. Folículo postovulatorio (PO) y detalle de las capas del ovocito: células foliculares (f), teca (t), zona radiada (zr) engrosada. Gránulos de vitelo (v). (40x). Escala=50µm

Figura 13. Estadio de REPOSO. Ovocitos tempranos (1), y ovocitos previtelogénicos (II). Se aprecian claramente las lamelas ovígeras (LO). (10x). Escala= 1 00µm

Figura 14. Estadio EN DESARROLLO. Ovocitos tempranos (1), previtelogénicos (II) y en vitelogénesis inicial (III), (1 0x). Escala= 100 µm

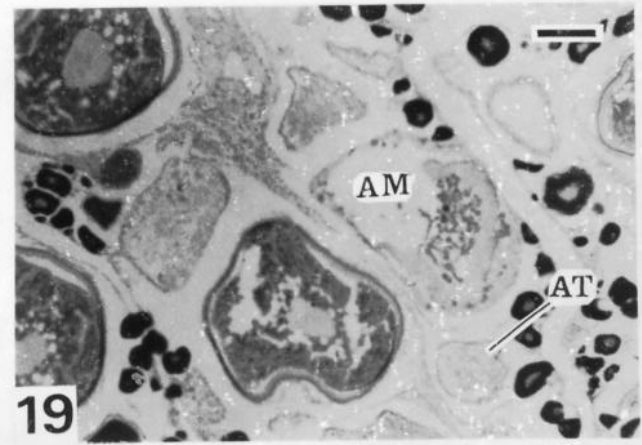
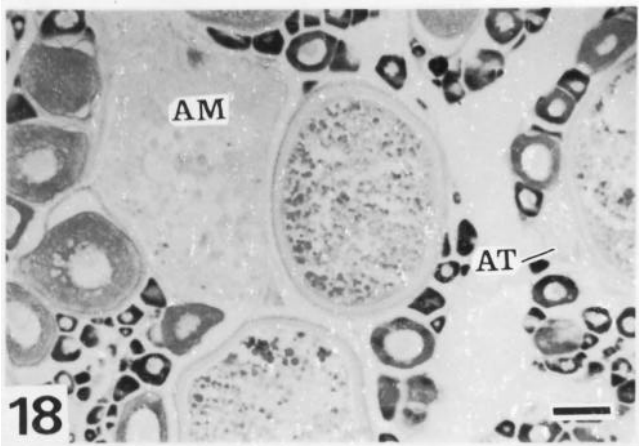
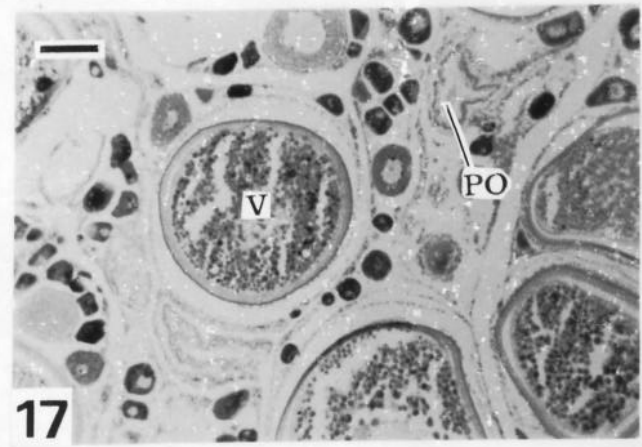
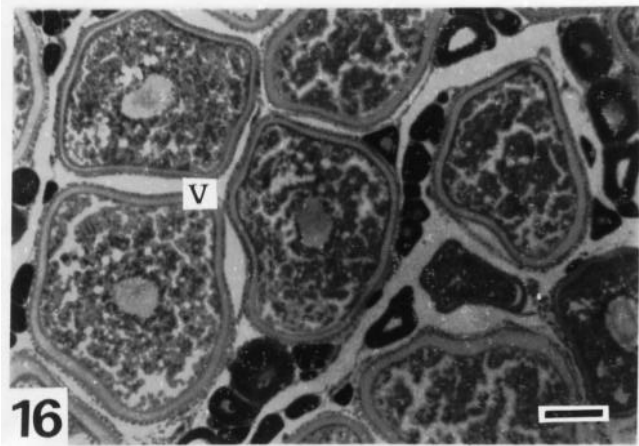
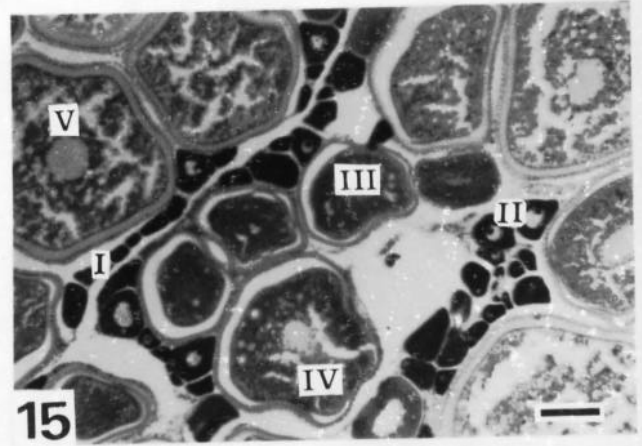
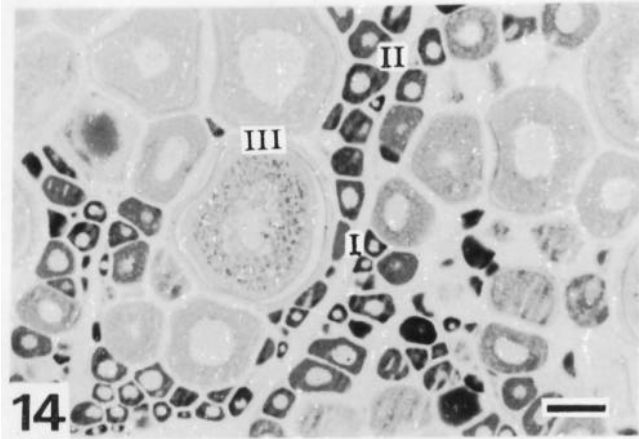
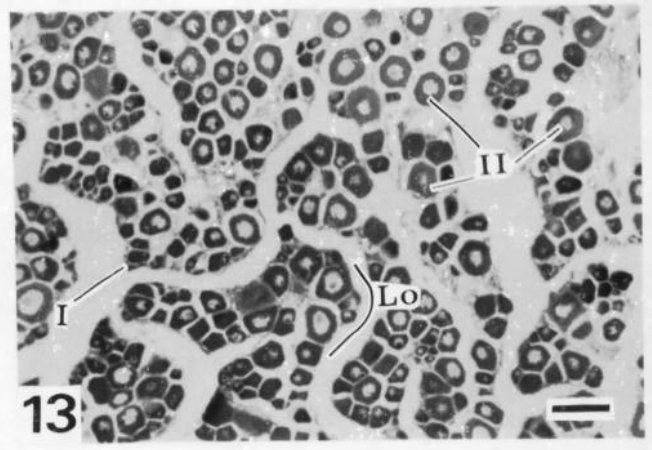
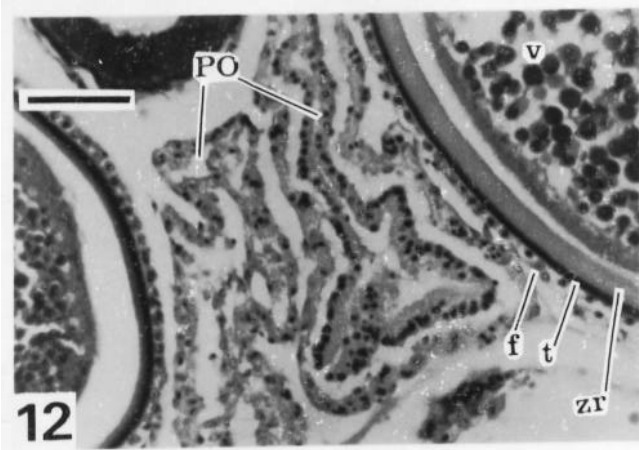
Figura 15. Estadio BIEN DESARROLLADA, Ovocitos tempranos (I), previtelogénicos (II), en vitelogénesis inicial (III), en vitelogénesis avanzada (IV) y maduros (V). (1 0x). Escala= 1 00 µm

Figura 16. Estadio MADURA. Predominancia de ovocitos maduros (V). (10x). Escala= 1 00µm

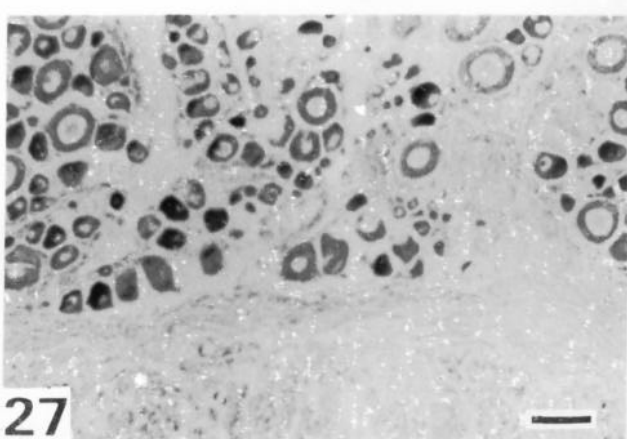
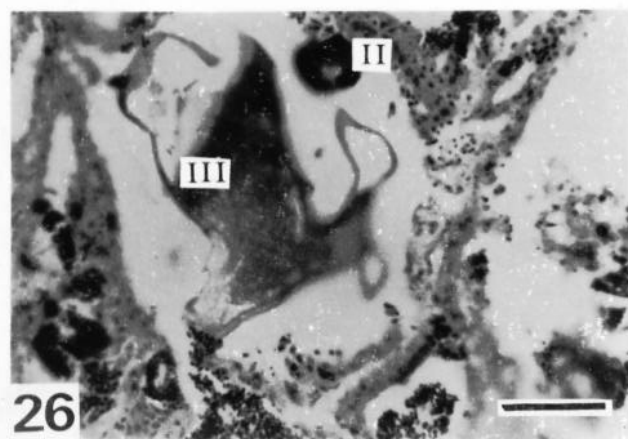
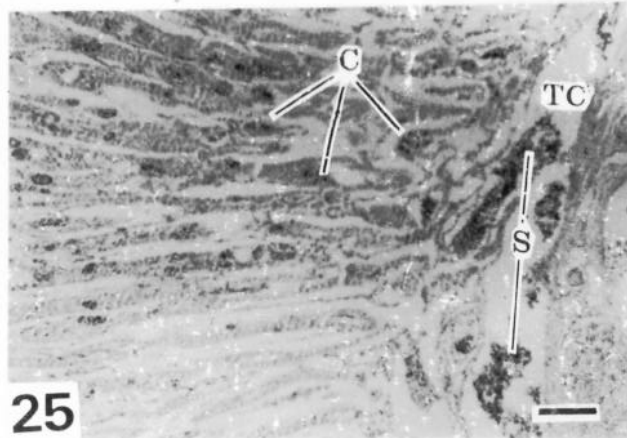
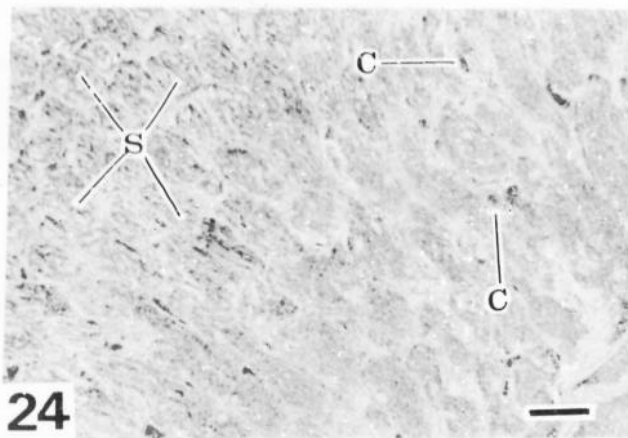
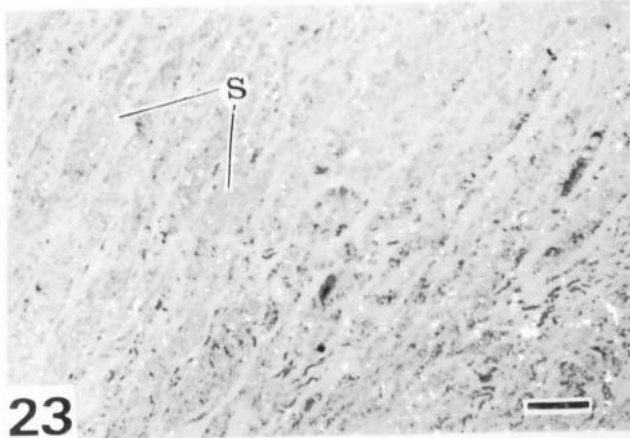
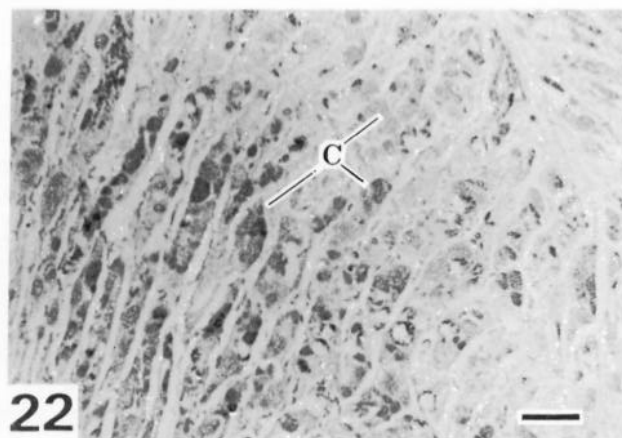
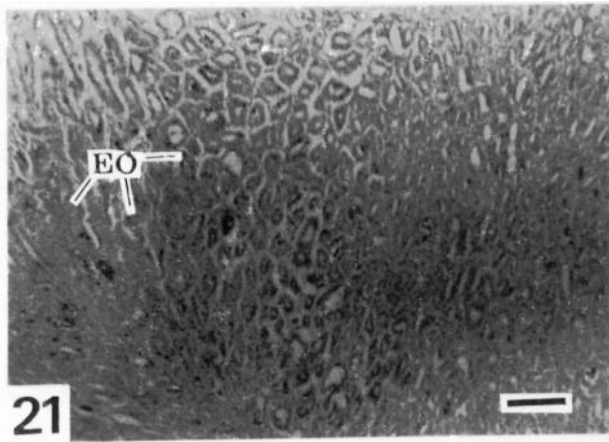
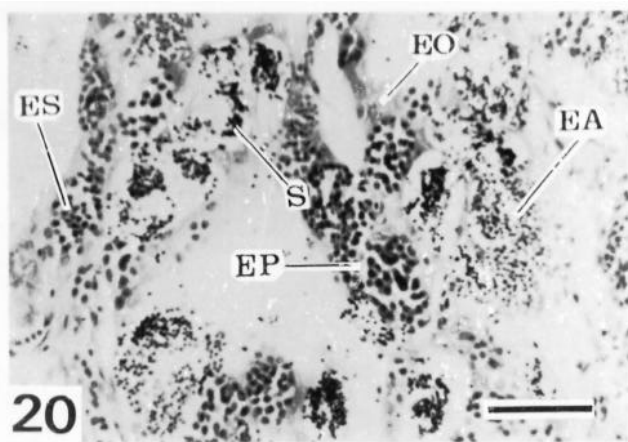
Figura 17. Estadio DESOVADA 1. Folículos postovulatorios (PO), ovocitos maduros (V). (10x). Escala=100 µm

Figura 18. Estadio DESOVADA 2. Atresias de ovocitos maduros (AM), atresias tardías (AT), ovocitos maduros (V), ovocitos en vitelogénesis inicial (III). (1 0x). Escala= 1 00µm

Figura 19. Estadio DESOVADA 3. Predominancia de atresias. Atresias tardías (AT), atresias de ovocitos maduros (AM). (10x). Escala=100 µm



- Figura 20.** Se aprecian todos los estadios de desarrollo espermatogénico. Espermatogonias (EO), espermatocitos primarios (EP), espermatocitos secundarios (ES), espermátidas (EA) y espermatozoides (S). (40x). Escala=50µm
- Figura 21.** Estadio REPOSO, predominan las espermatogonias (EO). (1 Ox), Escala= 1 00µm
- Figura 22.** Estadio EN DESARROLLO. Se aprecian cistos (C) en diferentes grados de desarrollo. (1 Ox). Escala= 1 00µm
- Figura 23.** Estadio BIEN DESARROLLADA. El desarrollo espermatogénico es abundante y el esperma (S) se empieza a acumular. (10x). Escala=100 µm
- Figura 24.** Estadio MADURA. Gran abundancia de espermatozoides (S) y pocos cistos (C) en desarrollo espermatogénico. (1 Ox). Escala= 1 00 µm
- Figura 25.** Estadio EYACULADA, Bastantes espacios vacíos, pocos cistos (C) en actividad espermatogénica y algunos espermatozoides (S) en los túbulos colectores (TC). (10x). Escala=100 µm
- Figura 26.** Detalle en el que se aprecia un ovocito en vitelogénesis inicial (III) y un ovocito previtelogénico (II) dentro de una gónada de macho. (40x). Escala=50µm
- Figura 27.** Gónada de hembra en la que se aprecia una porción (abajo) en la que se ven todos los estadios del desarrollo espermatogénico. (1 Ox). Escala= 1 00µm



6.4 CICLO REPRODUCTIVO

6.4.1 Hembras

Los ovarios en reposo se localizan principalmente en los meses de marzo, abril, y de junio a septiembre, con el máximo en septiembre; los ovarios en desarrollo se presentan de marzo a octubre con un mínimo en junio y un máximo en septiembre; los ovarios desarrollados y maduros presentan una distribución similar en enero a junio y durante octubre, observándose las proporciones mayores en enero, mayo y octubre; mientras que los ovarios clasificados como en desove se presentan de enero a abril, en junio, y de agosto a diciembre; en noviembre y diciembre todos los ovarios se encontraron en este estadio, por su parte, los ovarios desovados se encontraron en dos periodos importantes: enero-abril y junio-agosto (Fig. 28).

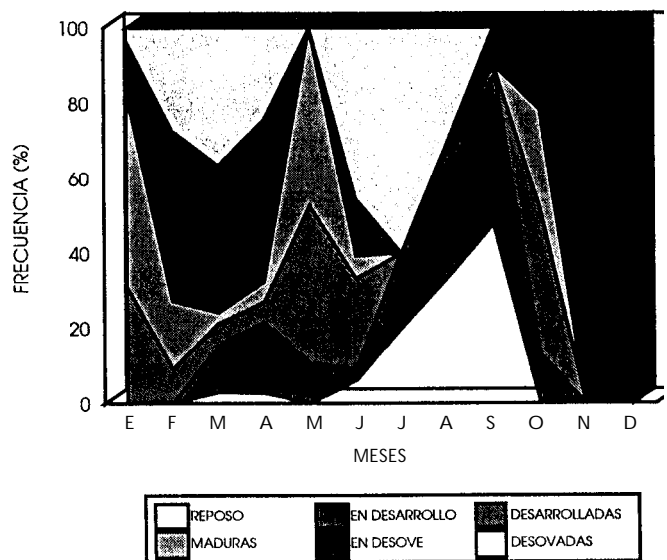


Figura 28. Ciclo reproductivo mostrando las frecuencias de los estadios de madurez gonadal de hembras de *Caulolatilus affinis* durante 1988.

Así, se tiene que los ovarios en reposo se presentan en primavera, verano y parte del otoño, mientras que el desove tiene lugar a fines del otoño, en el invierno y principios de la primavera.

6.4.2 Machos

Los testículos en reposo tienen una frecuencia baja y se encontraron en marzo, abril y septiembre.

A lo largo de todo el año el desarrollo testicular mostró frecuencias altas, excepto en el mes de febrero y el desarrollo moderado también se observó casi todo el año, con mayor frecuencia de junio a agosto. Los testículos maduros se localizan de enero a marzo y de mayo a octubre con una mayor frecuencia de enero a marzo, mientras que los testículos eyaculados se encontraron en mayor proporción de enero a abril y en menor proporción de mayo a julio, y de octubre a diciembre (Fig. 29).

Los testículos en reposo o inactivos se presentan en primavera y otoño, mientras que los eyaculados se encuentran en invierno y primavera principalmente; los demás estadios, se presentan en las cuatro estaciones del año.

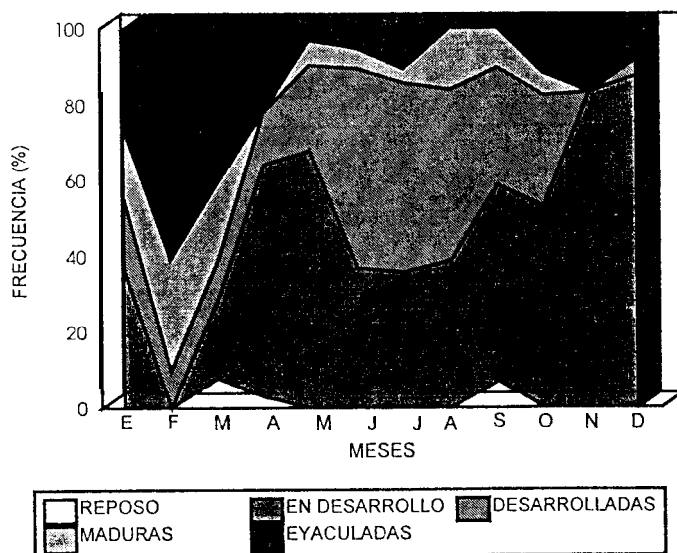


Figura 29. Ciclo reproductivo mostrando las frecuencias de los estadios de madurez gonadal de machos de *Caulolatilus affinis* durante 1988.

6.4.3 RELACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO CON LA TEMPERATURA

Se puede apreciar que el principal período reproductivo, es decir la época en la que se presenta la mayor frecuencia de organismos en desove, coincide con los meses fríos del año; a medida que la temperatura aumenta, la frecuencia de individuos en desove disminuye, y por el contrario, cuando la temperatura empieza a bajar la frecuencia de ellos es mayor, a temperaturas entre 21 y 22°C (Fig. 30).

En el caso de los machos se aprecia una relación similar y aunque no es tan evidente como en las hembras, se observa que en los meses fríos es donde se encuentra la mayor frecuencia de organismos en la fase de eyaculados (Fig. 31).

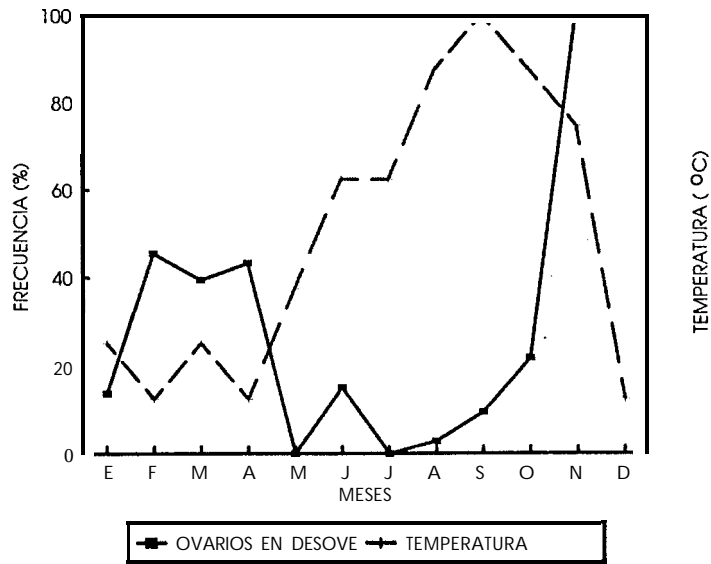


Figura 30. Relación de la temperatura del agua con la frecuencia de ovarios en desove a través del año para *Caulolatilus affinis*.

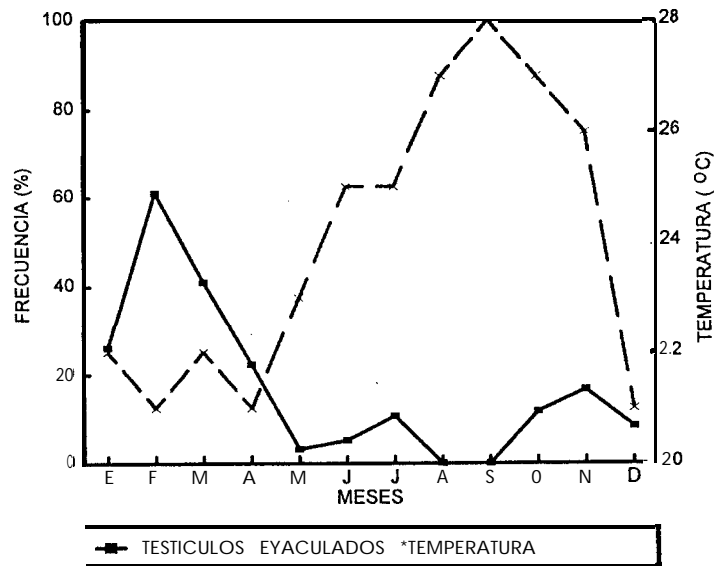
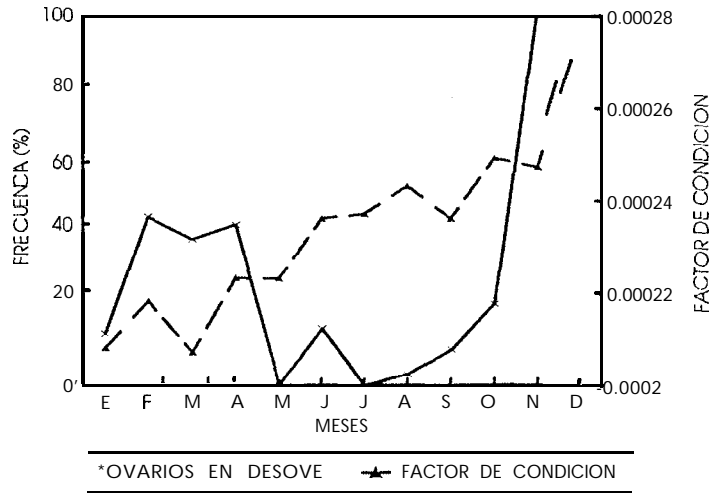


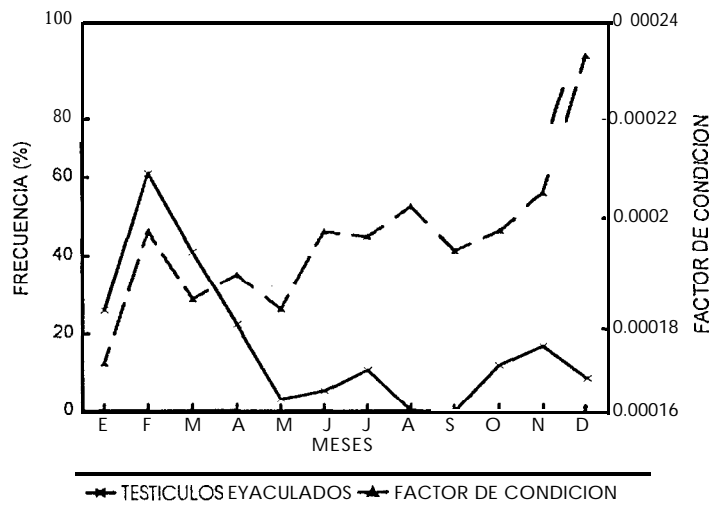
Figura 31. Relación de la temperatura del agua con la frecuencia de testículos eyaculados a través del año para *Caulolatilus affinis*.

HEMBRAS



A

MACHOS



B

Figura 32. Relación del factor de condición con la frecuencia de gónadas en desove (A) y eyaculadas (B) a través del año para *Caulolatilus affinis*

6.5 INDICADORES DE LA REPRODUCCIÓN

6.5.1 FACTOR DE CONDICIÓN

El factor de condición va aumentando a lo largo del año y alcanza su valor más alto al final del año, cuando se inicia el período de máxima reproducción; por el contrario, al principio de año cuando el período de máxima reproducción termina, el valor del factor de condición es pequeño. En junio-julio hay un período pequeño de reproducción, en este lapso no se aprecia una disminución en el factor de condición pero esto puede deberse a que en esos meses hay sobre posición de varias etapas de desarrollo (Fig. 32).

6.5.2 ÍNDICE GONÁDICO

Se puede observar que las medias de los valores de los índices son bajos en los primeros meses del año cuando termina el principal período reproductivo (Fig. 33). En mayo se observó un incremento debido a un pico reproductivo menor; mientras que de junio a septiembre se mantienen los valores más bajos, lo cual coincide con el período de reposo. En octubre empiezan a aumentar los valores coincidiendo con el inicio del período de máxima reproducción de la especie y se alcanzan los valores más altos en diciembre, cuando el 100 % de los ovarios se encuentran en desove.

En machos se observó la misma tendencia que en las hembras, coincidiendo también con los resultados obtenidos histológicamente, ya que en los meses donde se encuentran valores altos de los índices, se presentan los períodos de reproducción caracterizados por la presencia de organismos eyaculados (Fig. 34).

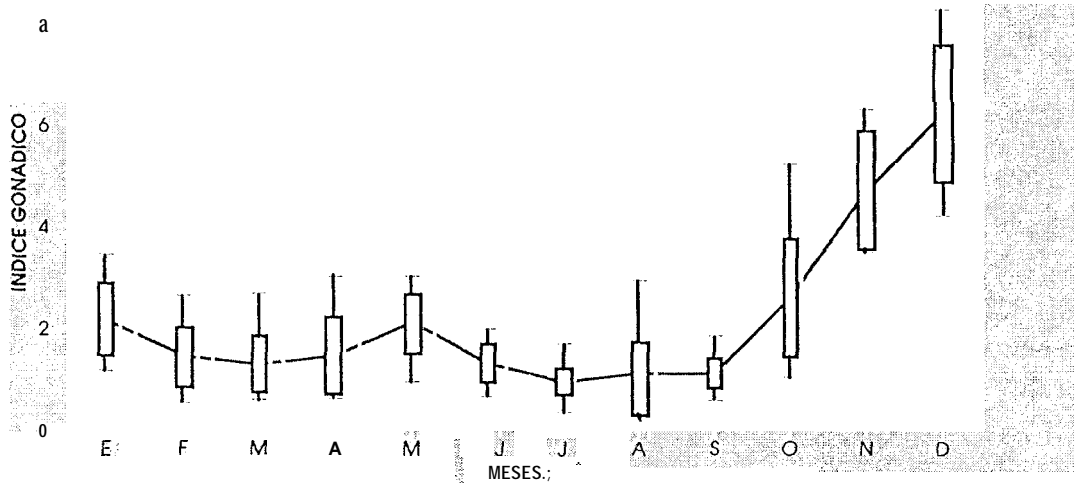


Figura 33, Valores medios, desviación estándar e intervalos del Índice gonádico por mes, para hembras.

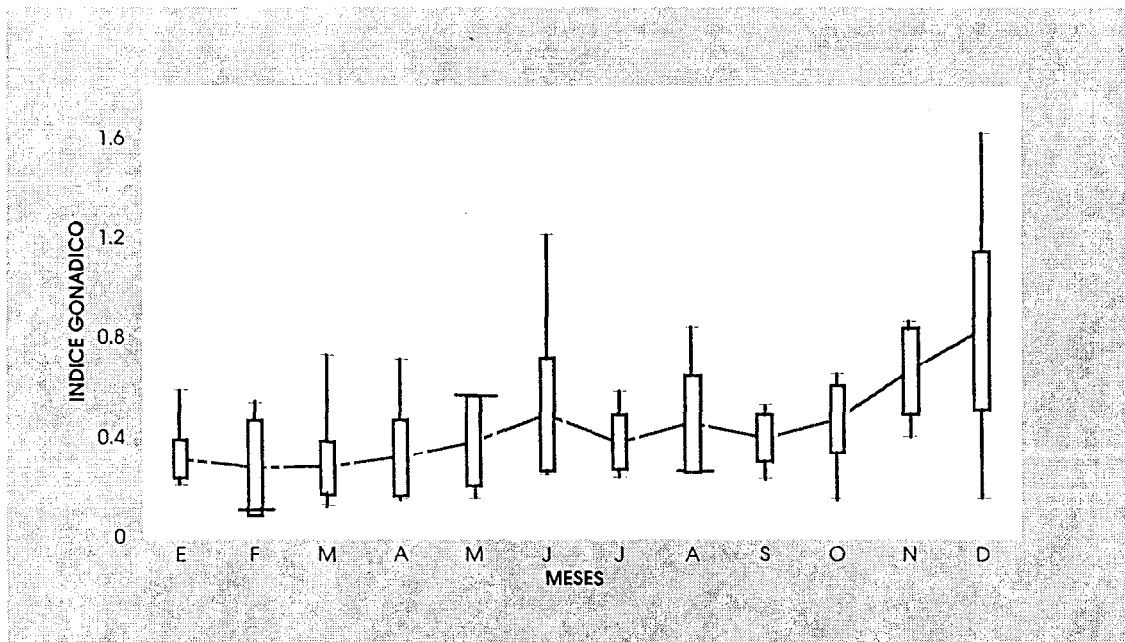


Figura 34. Valores medios, desviación estándar e intervalos del Índice gonádico por mes, para machos.

6.5.3 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

Se puede observar que el índice gonadosomático en hembras sigue la misma tendencia que el Índice gonádico (Fig. 35).

Para machos también se observa la misma tendencia en el índice gonadosomático que en el índice gonádico (Fig. 36).

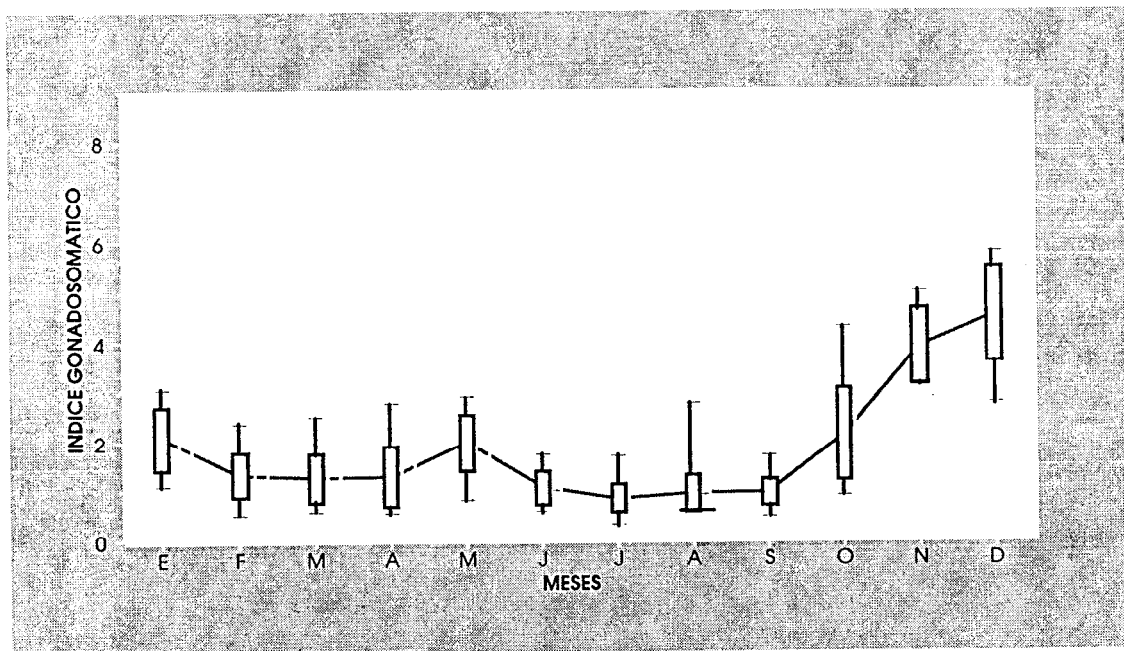


Figura 35. Valores medios, desviación estándar e intervalos del índice gonadosomático por mes, para hembras.

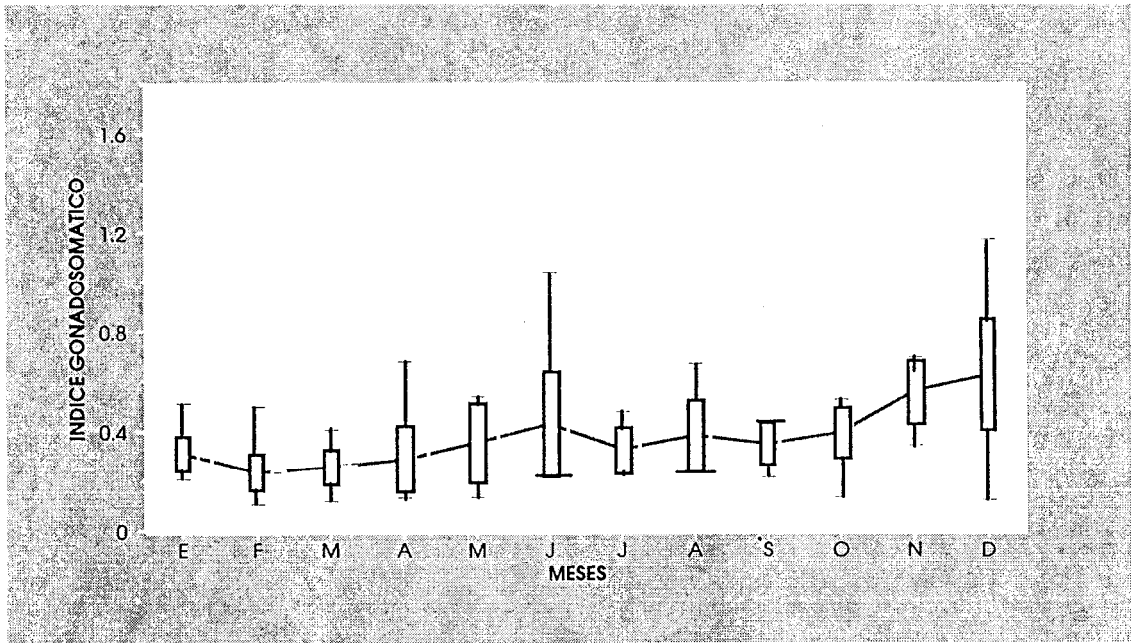


Figura 36. Valores medios, desviación estándar e intervalos del Índice gonadosomático por mes, para machos.

Aunque las tendencias de las medias coinciden para hembras y machos, se aprecia que las dispersiones de los datos, en general, son grandes. En machos, es más marcado denotando que en ellos hay mayor variación en los valores del Índice gonádico, debido a la presencia de organismos en diversos estadios de desarrollo al mismo tiempo.

6.6 CICLO OVÁRICO

Para determinar el ciclo ovárico de *C. affinis* se tomó en cuenta en principio los diferentes estadios de madurez diagnosticados histológicamente. Sin embargo, los valores de los índices resultan indicadores de tendencia que

permiten complementar los datos aportados por la histología, los cuales son los que definen claramente cada etapa, ya que muchas veces, para un mismo valor de un Índice corresponden dos estadios diferentes, tal es el caso de los estadios de reposo y desovada.

Durante los meses de marzo a mayo y de julio a octubre, los ovarios presentan los estadios en desarrollo y desarrollado, con valores de los índices bajos. En octubre se acentúa la actividad ovárica, hecho que se manifiesta histológicamente por la presencia de ovarios en estadios desarrollada, madura y desove. Paralelamente se aprecia un aumento en el valor de los índices, alcanzando los valores máximos para la muestra en noviembre y diciembre donde se encuentran el 100 % de los ovarios en desove. De enero a marzo la presencia de ovarios con desove parcial, corresponde con un descenso en los valores de los índices. En mayo se aprecia un incremento mínimo en los valores de los índices, lo cual coincide con la presencia de ovarios maduros, Durante junio se encuentran ovarios en desove y desovados con el correspondiente decremento en el valor de los Índices. Esto indica la existencia de un periodo menor de reproducción entre mayo y junio. Los ovarios desovados se encuentran en dos periodos, el primero va de enero a abril y el segundo de junio a agosto, corroborando la existencia de dos periodos principales de reproducción.

Del paralelismo entre los estadios histológicos y la variación en los valores de los índices, se puede asumir que los ovarios de *Caufolatilus affinis* transcurren por 6 estadios que se relacionan cíclicamente entre sí (Fig. 37).

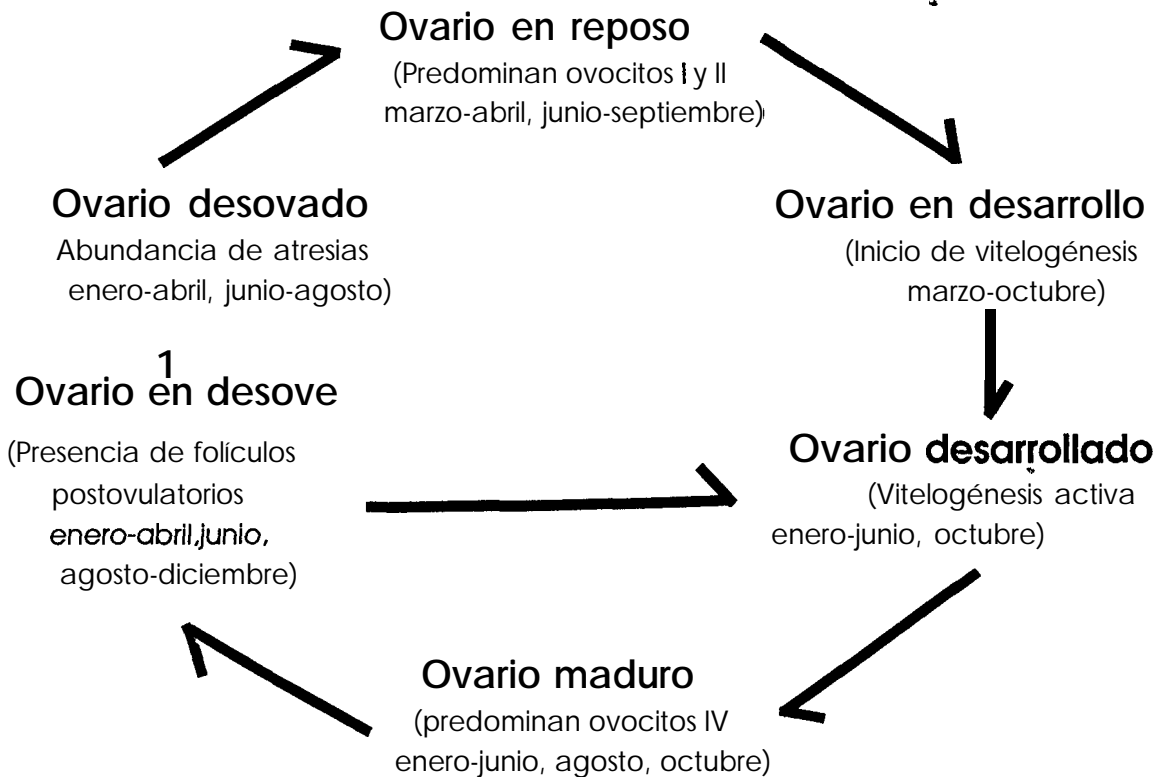


Figura 37, Ciclo de maduración ovárica de *Caulolatilus affinis* en el Canal Cerralvo, B.C.S., durante 1988.

7. ANÁLISIS

El género *Caulolatilus* junto con los géneros *Branchiostegus* y *Lopholatilus* son reconocidos por Dooley (1978) como los integrantes de la familia Branchiostegidae; Robins et al. (1980) nombran a esta misma familia como Latilidae y consideran que dicho nombre tiene prioridad sobre el de Branchiostegidae. Otros autores, consideran a los tres géneros de la familia Branchiostegidae como pertenecientes a la familia Malacanthidae (Randall,

1981 y Nelson, 1984). Dooley (1978), considera que existen muchas diferencias entre las Familias Malacanthidae y Branchiostegidae, aunque están estrechamente emparentadas y mantiene la separación entre ambas, Por su parte, Nelson (1984), solo reconoce a la familia Malacanthidae, con las subfamilias Malacanthinae y Latilinae, incluyendo dentro de ésta última a *Caulolatilus*, *Branchiostegus* y *Lopholatilus*; además, considera que la cuestión de dividir o unir estos grupos es una decisión subjetiva que depende del punto de vista del autor, en relación al grado de diferencia relativa que presenten dichas familias con respecto a otras familias de percoideos.

C. affinis es un pez que se distribuye exclusivamente en el Océano Pacífico, en latitudes tropicales y subtropicales; habita comúnmente a profundidades que van de los 80 a los 185 m, por lo que la manera más simple de pescarlos es mediante palangares, teniendo cuidado de subirlos lentamente para evitar daños en la gónada, principalmente en los ovarios, debidos al cambio brusco de presión. Dichos daños en el ovario pueden alterar las características morfológicas de los ovocitos, tanto de su núcleo como de su citoplasma.

Entre las características más evidentes que se presentan en los ovocitos durante su maduración, está el crecimiento del citoplasma debido a la acumulación de sustancias de reserva (vitelo), cuando esto sucede se habla de vitelogénesis. Sin embargo, la formación del vitelo va precedida por un periodo de síntesis de citoplasma, la previtelogénesis, en el curso de la cual el crecimiento del ovocito se efectúa lentamente.

Los resultados de la proporción sexual obtenidos en el presente estudio coinciden con los reportados por Díaz y Ruiz (1989), quienes encontraron que

Caulolatilus affinis presenta una ligera predominancia de machos en la proporción global, aunque las hembras son más abundantes en tallas pequeñas, mientras que los machos, son más frecuentes en tallas mayores; pero no hay una diferencia significativa en la proporción total de la muestra.

Para otros branchiostégidos se han registrado diferencias en las proporciones de sexos. Para *Lopholatilus chamaeleonticeps*, Grimes **et al.** (1988) mencionan que los machos predominan, tanto en tallas pequeñas, como en tallas grandes; mientras que las hembras predominan en las edades mayores; también concluyen que la proporción no es significativamente diferente de 1:1. Sin embargo, Erickson y Grossman (1986) observaron diferencias importantes en la proporción de sexos de *L. chamaeleonticeps*; encontraron una mayor cantidad de hembras de talla pequeña y una predominancia de machos de tallas grandes. Estos autores, asocian sus resultados con la posibilidad de que en la especie se presente protoginia, es decir, que los organismos primero se desarrollen como hembras y después, al alcanzar tallas mayores se produzca una reversión sexual en ellos y pasen a ser machos; la protandria es lo inverso, de machos pasan a ser hembras. Otro dato a favor de esta suposición es que en los cortes histológicos de machos juveniles, se han encontrado ovocitos y restos de tejido ovárico (Erickson y Grossman, 1986).

Ross y Merriner (1983) sugieren que en *C. microps*, predominan las hembras en las tallas y edades pequeñas; mientras que los machos son dominantes en tallas y edades mayores, aunque se concluye que la proporción de sexos no es significativamente diferente de 1 :1 ($\chi^2=0.97$). A pesar de que dichos autores encontraron ovocitos y restos de tejido ovárico en cortes histológicos

de testículos de juveniles, no pueden confirmar si *C. microps* presenta protoginia estrictamente antes de la maduración o protoginia funcional; también mencionan que la ocurrencia de reversión sexual, antes de la madurez en esta especie, podría indicar la existencia de protoginia en el género o en la familia. Por su parte, Dooley (1978) señala que en las especies de la Familia Branchiostegidae existe la posibilidad de que presenten hermafroditismo o reversión sexual.

Se conoce poco acerca del mecanismo genético que controla la reversión sexual natural en peces (Chan y Yeung, 1983). Sin embargo, es seguro asumir que la sexualidad secuencial establecida en las especies hermafroditas, protogínicas o protándricas, puede estar gobernada por alguna forma de mecanismo genético (Chan, 1970), aunque es más probable que los mecanismos convencionales no están bien establecidos en la mayoría de los peces hermafroditas. Por otra parte, muchos investigadores creen que la aparente carencia de organización corticomedular de las gónadas de teleósteos está relacionada a la frecuente ocurrencia de intersexualidad y reversión sexual, así como a la estabilidad de los mecanismos de control sexual en teleósteos (Chan y Yeung, 1983).

Ahora bien, para *C. affinis* puede existir la posibilidad de que se presente reversión sexual debido a las diferencias encontradas en la proporción de sexos, además de que se encontró un ovario con una porción de macho, y un testículo con algunos ovocitos. Se podría asumir que la reversión sexual puede existir en *C. affinis* aunque en proporciones bajas o bien, puede ser que los casos de hermafroditismo que se encontraron sean fortuitos y en

realidad no sea una condición normal en la especie. De cualquier forma es necesario continuar investigando y profundizar en el tema.

En cuanto a la distribución de tallas, no se conoce la razón por la cual no se obtuvieron organismos menores de 180 mm y mayores de 360 mm, esto puede ser resultado del arte de pesca aunque se evitó en lo posible utilizando anzuelos de varios tamaños; en lo referente a organismos mayores de 360 mm, se han encontrado organismos de hasta 490 mm en las inmediaciones de la Isla Cerralvo (Rodríguez, 1990). Por otra parte, el hecho de no encontrar organismos menores de 180 mm, probablemente sea un indicador de que existe una diferencia en la distribución de los organismos, y que esté relacionada con la actividad reproductiva, ya que todos los organismos capturados están reclutados a la reproducción. Esto es probable si las larvas y juveniles de *C. affinis*, se comportasen de una manera similar a los de *C. princeps*, y aunque no hay información sobre *C. affinis*, existe la probabilidad de que esto suceda ya que se trata de especies estrechamente emparentadas y que habitan en ambientes similares. Las larvas de *C. princeps* son pelágicas (Dooley, 1978) y se encuentran en zonas cercanas a la costa, desde Ensenada hasta Bahía Magdalena y mar afuera de la Isla Guadalupe, encontrando la mayor concentración en la zona central de Baja California; ocurriendo principalmente en el verano (Moser, et *al.*, 1986). De acuerdo a Ramírez (1990), los juveniles de ésta especie (de carácter bentónico) también permanecen en estas zonas bajas, ya que frecuentemente aparecen formando parte de la "fauna de acompañamiento del camarón", y probablemente permanezcan en estas áreas hasta adquirir la madurez sexual, migrando posteriormente hacia zonas profundas e incorporándose a la población reproductivamente activa.

Además, el hecho de haber encontrado folículos postovulatorios, considerados como indicadores de desove (Hunter y Macewicz, 1985), a diferencia de lo encontrado por Arcos-Huitrón y Torres-Villegas (1990) para la macarela, en Bahía Magdalena, quienes al no identificar folículos postovulatorios concluyen que la especie desova fuera de la bahía, indica que el Canal Cerralvo es una zona de reproducción de *C. affinis* y este hecho apoya la idea de que los juveniles de esta especie se comporten de la misma manera que los juveniles de *C. princeps*.

En general, se puede afirmar que *C. affinis* presenta los tipos celulares comunes a la mayoría de los peces teleósteos, tanto en el ovario como en el testículo (Wallace y Selman, 1981; Grier, 1981). En lo referente a las atresias encontradas en *C. affinis*, la descripción de atresias recientes coincide con la del estado atrésico α de ovocitos no maduros, descrito por Lambert (1970) y confirmado por Hunter y Macewicz (1985); dentro de las atresias tardías descritas para esta especie quedan incluidos los estados atrésicos B, τ y δ , descritos por Lambert (1970) y finalmente las atresias de ovocitos maduros coinciden con los descritos por Hunter y Macewicz (1985).

Los ovarios de *C. affinis* presentan un desarrollo asincrónico, ya que presentan simultáneamente células sexuales en diferentes grados de desarrollo (aunque no necesariamente todos los estadios al mismo tiempo), por lo tanto se trata de un desovador parcial. En otras especies de peces, tales como *Caulolatilus princeps* (Ramírez, 1990), *Sardinops sagax* (Clark, 1936), *Carassius auratus* (Yamamoto y Yamasaki, 1961), *Diplectrum formosum* (Obando y León, 1989) y *Scomber japonicus* (Knaggs y Parrish, 1973), se ha observado un

desarrollo asincrónico de los ovocitos, lo que indica ocurrencia de desoves parciales en estas especies.

Este hecho se apoya en la presencia de ovarios que han desovado y se encuentran de nuevo en desarrollo, pues presentan una cantidad apreciable de ovocitos maduros y atresias tardías que podrían corresponder a folículos postovulatorios en un estado avanzado de reabsorción, lo cual sugiere que durante el periodo de reproducción las hembras desovan al menos dos veces durante la época de reproducción. Lo anterior coincide con lo encontrado por Ramírez (1990), para *C. princeps*, quien concluye que las hembras desovan al menos dos veces, y posiblemente tres, durante el periodo de reproducción de la especie, debido a la presencia de folículos postovulatorios recientes y tardíos en un mismo corte histológico, al mismo tiempo, estando presentes numerosos ovocitos maduros.

En los machos, se presentan los estadios en desarrollo y con espermatozoides durante todo el año, lo cual se debe a que los machos se ajustan a la prolongada época de desove, manteniendo un estado constante de desarrollo durante la época de reproducción de la especie, coincidiendo con lo que ocurre con los machos de *C. microps* (Ross y Merriner, 1983).

C. affinis se reproduce gran parte del año, coincidiendo con lo sugerido por Dooley (1978) el cual menciona que existe un periodo prolongado de desove para esta especie. Se distinguen dos periodos principales de desove (octubre-diciembre y enero-abril), los cuales coinciden con los meses en los que se presentan temperaturas del agua entre 21 y 22° C; además de que el

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

principal período (octubre-diciembre), en el que el 100 % se encuentra en desove y coincide con un factor de condición alto.

Los mayores valores en el factor de condición se presentan a finales del otoño y principios de invierno época en la que se lleva a cabo el desove masivo, esto se debe a que las gónadas en este periodo alcanzan su mayor tamaño y peso y esto es lo que eleva el valor del factor de condición. Conforme los organismos van desovando, la gónada va perdiendo peso, y por lo tanto el valor del factor de condición disminuye, hasta llegar a los valores más bajos en verano y principios de otoño cuando se presenta la mayor frecuencia de gónadas en reposo. De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el factor de condición refleja la época de reproducción de la especie.

Para *C. princeps* (Ramírez, 1990), se encontró un periodo relativamente prolongado de desove (noviembre a marzo), que coincide también con la época de invierno, pero a diferencia de *C. affinis* sólo se encontró un periodo de desove masivo.

Esta información se puede comparar con los datos obtenidos por Díaz y Ruiz (1989) sobre la edad y crecimiento de *C. affinis*. De acuerdo a ellos, en los otolitos se deposita un anillo traslúcido durante los meses de octubre a enero y un anillo opaco de febrero a septiembre. Los anillos opacos están relacionados con una fase de crecimiento rápido, dada por una mejoría en su condición nutricional durante primavera y verano; en contraste, los anillos traslúcidos se asocian con el decremento en la condición nutricional de los organismos, lo cual se refleja también en la disminución de su tasa de crecimiento (Díaz y Ruiz, 1989). La depositación del anillo traslúcido empieza

cuando los índices gonádicos, tanto de machos como de hembras, y el factor de condición empiezan a incrementarse, además coincide con la disminución de la temperatura del agua. Es claro que lo anterior concuerda con la actividad reproductiva de la especie; así, la principal época de reproducción sucede cuando hay una condición nutricional alta y una disminución en la tasa de crecimiento, conforme avanza la época reproductiva, la condición nutricional va disminuyendo.

Existe una relación entre la duración de la temporada y el tipo de desove, con la latitud (Vizziano y Berois, 1990). En las especies de latitudes altas, donde el período estival es corto, se observa por lo general un período de desove corto, bien definido, y total. En las zonas subtropical y tropical, el período de desove es más prolongado, pudiendo limitarse a una temporada más amplia, y definida, o prolongarse todo el año como en las especies tropicales (Cushing, 1975, citado en Vizziano y Berois, 1990).

El alargamiento de la temporada de desove va acompañado, en ambos casos de un tipo de desove fraccionado, lo cual constituye una modalidad más eficiente para soportar los cambios ambientales, no arriesgando todo el potencial reproductivo de una sola vez (Vizziano y Berois, 1990).

Si se considera que *C. affinis* presenta un tipo de desove parcial y que el período de desove se prolonga gran parte del año en el Canal Cerralvo, B.C.S., se puede decir que esta especie presenta un modo de reproducción típicamente subtropical,

Ahora bien, la época de reproducción se ha determinado mediante el uso de Índices gonádicos (González-Ramírez y Ramírez-Rodríguez, 1989), pero

estos son indicadores que, a menos que sean validados histológicamente, no son confiables, debido a que se obtienen valores similares para gónadas en estadios de desarrollo diferentes, por ejemplo, para reposo y desovada y esto es factible ya que en ambos casos las gónadas son pequeñas. También se han utilizado métodos histológicos combinados con escalas morfocromáticas de las características macroscópicas de la gónada (Torres-Villegas, et *al.*, 1986) y métodos histológicos combinados con índices gonádicos (Obando y León, 1989); éste último método es el más adecuado para estudiar exhaustivamente los ciclos gonádicos (Vizziano y Berois, 1990).

Los valores de los índices encontrados para *C. affinis* son bajos durante el verano y principios del otoño, coincidiendo con la presencia de los estadios de reposo y desovada, mientras que al final del otoño y principios del invierno los valores son altos, siendo éste el periodo en el que se presenta la mayor ocurrencia de desoves. Durante la primavera, los valores son intermedios y se presentan todos los estadios de desarrollo pero los más representativos son en desove y desovada, con una frecuencia similar.

Así, en *C. affinis* las tendencias de los valores medios de los índices a través del año fueron similares en ambos sexos, y coinciden con los resultados del análisis histológico. Por lo tanto, para la especie los índices sí son indicadores adecuados de los principales periodos de reproducción; a pesar de que, como se mencionó antes, tienen la limitación de no hacer distinción entre algunos estadios de desarrollo.

Para otras especies, como *C. princeps* (Ramírez, 1990) y *Scomber japonicus* (Arcos-Huitrón y Torres-Villegas, 1990) se ha encontrado que el índice guarda una estrecha relación con la reproducción, registrándose valores altos

cuando las hembras están maduras y listas para el desove y valores bajos cuando la hembra es inmadura.

Además, se encontró que la dispersión de los valores de los Índices entre junio y septiembre es baja, coincidiendo con la época de reposo; y entre octubre y agosto la dispersión es amplia, coincidiendo con la presencia de gónadas en todos los estadios de desarrollo. Lo anterior sugiere cual es la temporada de reproducción de la especie y el grado de asincronía de la especie ya que una alta dispersión en la época de reproducción representa asincronía y lo opuesto representa sincronía. Una relación similar en la dispersión de los valores se encontró para *C. princeps* (Ramírez, 1990).

Del análisis de los estadios ováricos relacionados con los índices gonádico y gonadosomático, se puede determinar el ciclo histológico gonadal anual de una especie determinada, es decir las épocas de mayor intensidad en el mismo (Vizziano y Berois, 1990). Así, se encontró que el comportamiento del ciclo ovárico, de *C. affinis* coincide con el reportado por Vizziano y Berois (1990) para *Macrodon ancylodon*, el cual transcurre por seis estadios que se relacionan cíclicamente entre sí.

8. CONCLUSIONES

- La proporción sexual de la población no es significativamente diferente de 1:1
- Las hembras son relativamente más abundantes en las tallas pequeñas; mientras que los machos son más frecuentes en tallas mayores. En general las hembras son de menor tamaño que los machos.
- No hay diferencia en la distribución de ovocitos a lo largo del ovario de *C. affinis* y se presenta un desarrollo de tipo asincrónico.
- Los ovarios de *C. affinis* transcurren por 6 etapas de desarrollo que se relacionan cíclicamente entre sí,
- *C. affinis* es un desovador parcial, con al menos dos desoves anuales.
- La especie presenta un periodo prolongado de desove comprendido de octubre-abril, con el 100 % de hembras en desove en noviembre y diciembre.
- La reproducción se lleva a cabo en temperaturas del agua entre 21 y 22°C.
- El inicio del periodo de desove coincide con una condición física alta del pez, la cual disminuye conforme transcurre el periodo de reproducción.
- El Canal Cerralvo es una zona de reproducción de la especie.

9. RECOMENDACIONES

En base al estudio reproductivo se recomienda evitar la explotación del recurso de octubre a diciembre, época en la cual se presenta el principal periodo reproductivo de *C.affinis*. Lo anterior con la finalidad de cuidar el recurso antes de tener problemas de sobre explotación.

10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

- Continuar el estudio para confirmar o descartar la reversión sexual de *Caulolatilus affinis*, llevando a cabo experimentos de laboratorio colocando en tanques separados machos y hembras de diferentes edades y así comprobar si con el tiempo se presenta la reversión sexual.

Dado que no se conoce la biología de la especie, se sugieren realizar los siguientes estudios:

- Realizar estudios de fecundidad en *Caulolatilus affinis*, obteniendo las muestras de enero a junio y en octubre, meses en los que se encontraron gónadas maduras.
- Estudiar el desarrollo larvario de la especie, así como, la distribución y abundancia de larvas en el plancton, esto durante la época de reproducción.
- Estudiar la distribución y abundancia de juveniles mediante arrastres camaroneros, en un periodo anual y de preferencia a lo largo de toda el

área de distribución de la especie, para comprobar si realmente se distribuyen en zonas diferentes a la de los adultos.

- Debido a que se encontraron nemátodos en la parte externa de aproximadamente el 20 % de los ovarios se sugiere hacer estudios de parasitología en relación al ciclo reproductivo y a la fecundidad de la especie, para determinar si influye de alguna manera en dichos procesos.

II. BIBLIOGRAFÍA

- ABLE, K.W., D.C. TWICHELL, C.B. GRIMES y R.S. JONES. 1987. Tilefishes of the genus *Caulolatilus* construct burrows in the sea floor. Bulletin of Marine Science, 40(1): 1-10
- ANÓNIMO. 1981. Anuario Estadístico de Pesca 1980. Depto. de Pesca. Dir. Gral. Planeación, Informática y Estadística. México. 800 pp.
- . 1982. Anuario Estadístico de Pesca 1981. Sría. de Pesca. Dir. Gral. Planeación, Informática y Estadística. México. 796 pp.
- , 1984, Anuario Estadístico de Pesca 1982. Sría. de Pesca. Dir. Gral. Planeación, Informática y Estadística. México. 513 pp.
- . 1985, Anuario Estadístico de Pesca 1983. Sría. de Pesca. Dir. Gral. Informática, Estadística y documentación. México, 327 pp.
- , 1992. Anuario estadístico del Estado de Baja California Sur, edición 1991, INEGI-Gobierno del Estado de B.C.S. 270 pp.
- ARCOS-HUITRON, E. y R. TORRES-VILLEGAS. 1990. Ciclo reproductor de la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* Houttuyn (Pisces: Scombridae) en Bahía Magdalena, B.C.S., México, Inv. Mar. CICIMAR 5(1): 37-45.

- BALBONTIN, F. y W. FISHER. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso, Chile 17(3): 285-334.
- CARAVEO, J. 1991, Hábitos alimenticios de la "pierna", *Caulolatilus princeps* Jenys, 1842 (Pisces: Branchiostegidae) Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, U.A.B.C.S., La Paz, Baja California Sur, México. 75 pp.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., J. ARVIZU y J. PAEZ. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XXXI: 107-178 pp.
- CHAN, S.T.H. 1970. Natural sex reversal in vertebrates. philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B 59-71. En: HOAR, W.S., D.J. RANDALL y E.M. DONALDSON (Ed.). 1983, Fish Physiology. Vol. IX Reproduction Part B. Academic Press, Inc. 477 pp.
- CHAN, S.T.H. y W.S.B. YEUNG. 1983. Sex control and sex reversal in fish under natural conditions. 171-222. En: HOAR, W.S., D.J. RANDALL y E.M. DONALDSON (Ed.). 1983. Fish Physiology. Vol. IX Reproduction Part B. Academic Press, Inc. 477 pp.
- CLARK, F.N. 1936. Maturity of the california sardine (*Sardinops caerulea*), determined by the ova diameter measurements, Calif. Div. Fish. and Game Fish. Bull. 42: 1-49.
- DIAZ, J.G. y S. RUIZ, 1989. Edad y crecimiento del "conejo" *Caulolatilus affinis* Gill, 1865, (Pisces: Branchiostegidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura, U.A.B.C.S. La Paz, Baja California Sur, México. 101 pp.

- DOOLEY, J.K. 1978. Systematics and biology of the tilefishes (Perciformes: Branchiostegidae and Malacanthidae) with description of two new species. NOAA Tech.Rep. NMFS Circular 411: 25-27.
- ERICKSON, D.L., M.J. HARRIS y G.D. GROSSMAN. 1985. Ovarian cycling of tilefish (*Lopholatilus chamaeleonticeps*, Goode and Bean) from the South Atlantic Bight, U.S.A. J. Fish.Biol. **27**: 731- 746.
- ERICKSON, D.L. y G.D. GROSSMAN. 1986. Reproductive demography of tilefish from the South Atlantic Bight with a test for the presence of protogynous hermaphroditism. Transactions of the American Fisheries Society, 115: 279-285
- FITCH, J.E. y R.L. LAVENBERG. 1971. Marine food and game fishes of California. Univ. Calif. Press. Berkley, California. 179 p.
- FREEMAN, B.L. y S.C. TURNER. 1977, Biological and fisheries data on tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* (Goode and Bean). U.S. Dept. Commer., NOAA, Tech. Ser. Rep. 5: 41 pp.
- GONZALEZ-RAMIREZ, P.G. y M. RAMIREZ-RODRIGUEZ. 1989, Zonas y época de reproducción del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) en el Pacífico Mexicano. Inv. Mar. CICIMAR 4(2):203-210.
- GRIER, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Amer. Zool., 21: 345-357.
- GRIMES, C.B., K.W. ABLE y S.C. TURNER. 1980. A preliminary analysis of the tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* fishery in the Mid-Atlantic Bight. Mar. Fish. Rev. 42(11): 13-18,

- ♦
- GRIMES, C.B., K.W. ABLE y R. S. JONES. 1986. Tilefish *Lopholatilus chamaeleonticeps*, habitat, behavior and community structure in Mid-Atlantic and Southern New England waters. Environ. Biol. Fish. 15(4): 273-292.
- GRIMES, C.B., C.F. IDELBERG, K.W. ABLE y S.C. TURNER. 1988. The reproductive biology of tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* Goode & Bean, from the United States Mid-Atlantic Bight, and the effects of fishing on the socially mediate breeding system. Mimeograf. 59 pp.
- HAYASHI, Y. 1976a. Studies on the Growth of the red tilefish in the east China Sea -I. A fundamental consideration for age determination from otoliths. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 42(11): 1237-1242.
- . 1976b. Studies on the Growth of the red tilefish in the east China Sea -II. Estimation of age and growth from otolith reading. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 42(11): 1243-1 249.
- . 1977. Studies on the maturity and the spawning of the red tilefish in the East China Sea -I. Estimation on the spawning season from the monthly changes of gonads index. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 43: 1273-1277.
- HARRIS, M.J. y G.D. GROSSMAN. 1985, Growth, mortality and age composition of a lightly exploited tilefish stock off Georgia. Trans. Am. Fish. Soc. 114: 837-846,
- HOAR, W.S., D.J. RANDALL y E.M. DONALDSON (Ed.). 1983. Fish Physiology. Vol. IX Reproduction Part A. Academic Press, Inc. 483 pp.
- HOLGUIN, Q. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. SIC/ Subsecretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. Estación de Investigación Pesquera. La Paz, B.C.S., México. 117 pp.

- HOUILLON, C. 1978. Sexualidad. Tercera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 202 pp.
- HUMASON, G.L. 1979. Animal tissue techniques. Cuarta edición. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 692 pp
- HUNTER, J.R. y B.J. MACEWICZ, 1980, Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. CalCOFI Rep. XXI: 139-149.
- 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (Ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.
- KATZ, S.J., C.B. GRIMES y K.W. ABLE. 1983. Delineation of tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps*, stocks along the United States east coast and in the Gulf of Mexico. NMFS Fish. Bull. 81: 41-50.
- KNAGGS, E.H. y R.H. PARRISH. 1973. Maturation and growth of pacific mackarel *Scomberjaponicus*. Cal. Fish. and Game 59(2): 114-120.
- LAMBERT, J.G.D. 1970. The ovary of the guppy, *Poecilia reticulata* The atretic follicle, a *corpus atreticum* or a *corpus luteum praeovulationis*. Z. Zellforsch. 107: 54-67.
- LENDER, T., R. DELAVAUULT y A. LE MOIGNE, 1982. Diccionario de biología. Ediciones Grijalbo, S.A. 203 pp.

- MOE, M.A. 1969. Biology of the red grouper, *Eplzinephelus morio* (Valenciennes) from the eastern Gulf of Mexico. Fla. Dep. Nat. Resour., Mar. Res. Lab., Prof. Pap. Ser. 10-95 p.
- MOSER, H.G., B.Y. SUMIDA, D.A. AMBROSE, E.M. SANDKNOP y E.G. STEVENS. 1986. Development and distribution of larval and pelagic juveniles of Ocean Whitefish *Caulolatilus princeps* in the CalCOFI survey region. CalCOFI Rep.(XXVII): 162-1 69.
- NELSON, J.S. 1984. Fishes of the world. Segunda edición. John Wiley & Sons. 523 pp.
- NIKOLSKI, G.V. 1963, The Ecology of fishes. Academic Press. 352 pp.
- OBANDO,E.y J.R. LEON. 1989. Reproducción del bolo, *Diplectrum formosum* (Linnaeus, 1766)(Pisces: Serranidae) en Punta Mosquito, Isla de Margarita, Venezuela. Scient. Mar. 53(4): 77 I-777,
- RAMIREZ, LS. 1990. Desarrollo gonádico y época de desove de la "pierna", *Caulolatilus princeps* Jenyns, 1842 (Pisces:Branchiostegidae), en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, U.A.B.C.S. La Paz, Baja California Sur, México. 71 pp.
- RANDALL, J.E. 1981, A review of the Indo-Pacific sand tilefish. Freshw. Marine Aq. 4(12):39-46. En: NELSON, J.S. 1984. Fishes of the world. Segunda edición. John Wiley & Sons. 523 pp.
- ROBINS, C.R. et al. 1980. Common and scientific names of fishes from the United States and Canada. Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 12, 4a edición. 174 pp En: NELSON, J.S. 1984. Fishes of the world. Segunda edición, John Wiley & Sons. 523 pp.

- RODRIGUEZ, M.M.C. 1990. Composición específica de la captura artesanal de escama de Isla Cerralvo, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, U.A.B.C.S. La Paz, Baja California Sur, México. 61 pp.
- ROSS, J.L. 1982. Feeding habits of the gray tilefish *Caulolatilus microps* (Goode & Bean, 1878) from North Carolina and South Carolina waters. Bull. Mar. Sci. 32(2): 448-454.
- ROSS, J.L. y G.R. HUNTSMAN. 1982, Age, growth, and mortality of blueline tilefish from North Carolina and South Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 585-592.
- ROSS, J.L. y J.B. MERRINER. 1983. Reproductive Biology of the Blueline Tilefish *Caulolatilus microps* off North Carolina and South Carolina. Fishery Bulletin 81(3): 553-568.
- SAUCEDO, B.C.J. 1992. Análisis de la composición específica de la captura comercial de peces (pesca artesanal) en el sur del estado de Sinaloa. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN, México. 89 pp
- SOKAL, R.R. Y F.J. ROHLF. 1979. Biometría, Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 p.
- TORRES-VILLEGAS, J.R., M.A. REINECKE-REYES y R. RODRIGUEZ-SANCHEZ, 1986. Ciclo reproductor de *Sardinops sagax* (sardina Monterrey), en el Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR 3(1): 52-68.
- TURNER, SC., C.B. GRIMES y K.W. ABLE. 1983. Growth, mortality, and age/size structure of the fisheries for tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* in the middle Atlantic-Southern New England Region. Fish. Bull. 81(4): 751-763.

- VILLAVICENCIO, C. 1985. Abundancia y distribución de la ictiofauna demersal de importancia económica en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Licenciatura, U.A.B.C.S., La Paz, Baja California Sur, México. 57 pp.
- VIZZIANO D. y N. BEROIS. 1990. Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Sciaenidae). Biología Pesquera 19: 39-47.
- WALLACE, R.A. Y K. SELMAN. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21(2): 325-343.
- WEISZ, P.B. 1980. La ciencia de la biología. Quinta edición. Ediciones Omega, S.A. 668 pp.
- YAMAMOTO, K. y F. YAMASAKI. 1961, Rhythm of development in the oocyte of the gold-fish, *Carassius auratus*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. XII(2): 93-109.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BAHÍA DE LA PAZ
CENTRO DE INVESTIGACIONES MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.M.
DONATIVO