

SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

Instituto Politécnico Nacional

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas



Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera,
Paralabrax maculatofasciatus (Pisces:Serranidae)
en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México

Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias
con especialidad en Ciencias Marinas presenta:

Daniel Bernardo Lluch Cota

La Paz, Baja California Sur, México
Octubre de 1995

INDICE

| | Páginas |
|--|----------------|
| Glosario | i |
| Relación de Tablas y Figuras | v |
| Resumen | viii |
| Abstract | x |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1 Identidad | 1 |
| 1.2 Hábitat | 2 |
| 1.3 Distribución | 4 |
| 1.4 Alimentación | 5 |
| 1.5 Abundancia | 7 |
| 1.6 Importancia económica | 8 |
| 1.7 Reproducción | 9 |
| 2. Antecedentes | 19 |
| 3. Justificación | 23 |
| 4. Objetivos | 28 |
| 5. Area de estudio | 29 |
| 6. Materiales y métodos | 31 |
| 6.1 Recolecta y procesamiento histológico | 31 |
| 6.2 Estudio del crecimiento | 33 |
| 6.2.1 Estandarización de los datos morfométricos | 34 |
| 6.2.2 Identificación de los grupos modales | 34 |
| 6.2.3 Ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy | 36 |

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| 6.3 | Estudio de la biología reproductiva | 37 |
| 6.3.1 | Asignación de estadios reproductivos | 37 |
| 6.3.1 .1 | Ovario | 38 |
| 6.3.1.2 | Gónada en transformación | 41 |
| 6.3.1.3 | Testículo | 42 |
| 6.3.2 | Ciclo reproductivo anual | 44 |
| 6.3.3 | Proporciones sexuales | 45 |
| 6.3.4 | Tallas y modas de madurez y transformación sexual | 46 |
| 6.3.5 | Frecuencia del desove, fecundidad parcial y fecundidad relativa | 49 |
| 7. | Resultados | 52 |
| 7.1 | Recolecta y procesamiento histológico | 52 |
| 7.2 | Estudio del crecimiento | 52 |
| 7.2.1 | Estandarización de los datos morfométricos | 52 |
| 7.2.22 | Identificación de los grupos modales | 52 |
| 7.2.3 | Ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy | 53 |
| 7.3 | Estudio de la biología reproductiva | 53 |
| 7.3.1 | Asignación de estadios reproductivos | 53 |
| 7.3.1 .1 | Ovario | 54 |
| 7.3.1.2 | Gónada en transformación | 55 |
| 7.3.1.3 | Testículo | 56 |
| 7.3.2 | Ciclo reproductivo anual | 57 |
| 7.3.3 | Proporciones sexuales | 58 |
| 7.3.4 | Tallas y modas de madurez y transformación sexual | 59 |
| 7.3.5 | Frecuencia del desove, fecundidad parcial y fecundidad relativa | 60 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| 8. | Análisis y discusión | 62 |
| 8.1 | Crecimiento | 63 |
| 8.2 | Biología reproductiva | 64 |
| 8.2.1 | Morfología gonadal | 64 |
| 8.2.1.1 | Ovario y testículo | 65 |
| 8.2.1.2 | Gónada en transformación y modalidad del hermafroditismo | 67 |
| 8.2.2 | Ciclo reproductivo anual | 70 |
| 8.2.2.1 | Temporalidad del desove | 71 |
| 8.2.2.2 | Temporalidad de la transformación | 74 |
| 8.2.3 | Tallas y modas de madurez y transformación sexual | 77 |
| 8.2.3.1 | Madurez | 78 |
| 8.2.3.2 | Transformación | 80 |
| 8.2.4 | Fecundidad | 84 |
| 8.2.5 | Evolución de la modalidad reproductiva | 85 |
| 9. | Conclusiones | 96 |
| 10. | Recomendaciones | 100 |
| 11. | Sugerencias para trabajos futuros | 102 |
| 12. | Bibliografía | 108 |

Glosario

Nota: los términos en *itálicas* se encuentran a su vez definidos en el glosario (excepto nombres científicos). Los números corresponden a las referencias que se **enlistan** al final.

Atresia: Estructura que resulta de la reabsorción de los ovocitos (1).

Biandría: Véase *diandría*.

Ovocito atrésico: Ovocitos en degeneración presentes en los ovarios y, con frecuencia, en los testículos de ***machos secundarios***. En estos últimos, son considerados buena evidencia de ***hermafroditismo*** (3). Véase *atresia*.

Cripta polar: Criptas espermáticas dentro de las que los espermatozoides se disponen con las cabezas hacia la periferia, por lo general orientados en una misma dirección (4).

Determinación sexual: El establecimiento de condiciones para que un individuo se desarrolle en macho o hembra, en general resulta de la constitución cromosómica (2).

Diandría: Condición en la que los machos de una especie son de dos tipos: aquellos derivados de hembras por medio de ***transformación sexual*** y los que nacen y se mantienen como machos. Algunas veces referida como “biandría” (3). Véase *monandría*.

Diferenciación sexual: Proceso -por el cual un embrión sexualmente indiferenciado se desarrolla en macho o hembra (2).

Dioico: Con órganos de un sólo sexo, macho o hembra (2). También denominado “unisexual”.

Espermiación: Etapa final de la ***esperma togénesis*** que incluye la metamorfosis de los espermatocitos (en espermatozoides) y la incorporación de líquido seminífero (1).

Espermatogénesis: Proceso de formación de los gametos masculinos (1). Véase *oogénesis*.

Ginogénesis: Forma de ***partenogénesis*** en la que el desarrollo del **ovocito** se inicia por el gameto masculino, el cual no entra en la célula o, si lo hace, su núcleo no se fusiona con el femenino (2).

Gónada no delimitada: Gónada hermafrodita en la cual las áreas ovárica y testicular no se encuentran separadas por una capa de tejido conjuntivo (5). Véase *gónada delimitada*.

Gónada delimitada: Gónada hermafrodita en la cual las áreas ovárica y testicular están separadas por una capa de tejido conjuntivo (5). Esta condición también es conocida como *hermafroditismo territorial* (6). Véase *gónada no delimitada*.

Gonocorismo: Condición en la que los sexos están separados, determinados genéticamente, y no cambian a lo largo de la vida del individuo (3). Véanse *gonocorismo secundario*, *hermafroditismo*.

Gonocorismo secundario: Condición en la que los sexos están separados, pero que es evidente que deriva de ancestros hermafroditas (3). Véanse *gonocorismo*, *hermafroditismo*.

Granulosa: En el folículo del ovocito, capa continua que se forma como resultado del crecimiento de las células que la forman (1).

Hermafroditismo: Condición en la cual el individuo puede funcionar como ambos sexos (3). Véanse *gonocorismo*, *hermafroditismo simultáneo* y *hermafroditismo secuencial*.

Hermafroditismo protogínico: Véase *protoginismo*.

Hermafroditismo protándrico: Véase *protandria*.

Hermafroditismo territorial: Condición de la gónada hermafrodita en la cual el tejido ovárico y el testicular se encuentran en áreas separadas y no se intermezclan (6). Véanse *gónada delimitada*, *gónada no delimitada*.

Hermafroditismo secuencial: Forma de *hermafroditismo* en la cual, salvo por una breve etapa transitoria, los sexos están separados (3). Véanse *hermafroditismo simultáneo*, *protoginismo*, *protandria*,

Hermafroditismo incompleto: Forma de *hermafroditismo simultáneo*, en la cual algunos individuos no cambian de sexo (7). Véanse *hermafroditismo*, *protoginismo*, *protandria*.

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

Hermafroditismo simultáneo: Forma de *hermafroditismo* en la cual cada individuo es al mismo tiempo macho y hembra, y puede liberar tanto espermatozoides como óvulos durante el desove (3). Véase *hermafroditismo secuencial*.

Macho primario: Un macho *gonocorista* (3). Véase *macho secundario*.

Macho secundario: Un macho derivado de la transformación sexual de una hembra protogínica (3). Véase *macho primario*.

Monandría: Condición en que todos los machos de una especie nacen y se mantienen como *tales* a lo largo de su vida, o todos derivan de hembras a través de transformación sexual. Por lo general se reserva el término al segundo caso, mientras que el primero es referido como *gonocorismo* (3). Véase *diandría*.

Ovíparo: Tipo de reproducción en el que la hembra libera huevos cuyo desarrollo continúa fuera del cuerpo (2). Véanse *ovovivíparo*, *vivíparo*.

Ovogénesis: Proceso de formación de los gametos femeninos (1). Véase *espermatogénesis*.

Ovovivíparo: Tipo de reproducción con producción de huevos acorazados con considerable *vitelo*, que se desarrollan dentro del cuerpo de la madre pero el embrión no es nutrido a través de placenta u otra estructura equivalente (2). Véanse *ovíparo*, *vivíparo*.

Partenogénesis: El desarrollo de un *óvulo* no fertilizado (2).

Protandría: *Hermafroditismo secuencial* en el cual el individuo se transforma de macho en hembra (3). Véase *protoginismo*.

Protoginismo: *Hermafroditismo secuencial* en el cual el individuo se transforma de hembra en macho (3). Véase *protandría*.

Reversión sexual: Véase *transformación sexual*.

Transformación sexual: La transformación de un individuo de un sexo en uno del sexo contrario (2). También denominada "reversión sexual".

Transformación premaduracional: Transformación sexual de un individuo aún inmaduro (4). Véase *transformación postmaduracional*.

Transformación postmaduracional: Transformación sexual de un individuo reproductivamente funcional (4). Véase *transformación premaduracional*.

Unisexual: Véase *dioico*.

Unidad social: Agrupación de reproductores (4), entendidos como los individuos que interactúan entre sí durante el desove (6).

Vitelo: Material nutritivo en forma de gránulos presente en el citoplasma de un óvulo, por lo común concentrado en el polo vegetal (2).

Vivíparo: Que alumbró organismos jóvenes, los que se desarrollan y riutren en el interior del útero (ó estructura equivalente) (2). Véanse *ovíparo, ovovivíparo*.

Referencias: (1): Nagahama 1983; (2): Steen 1971; (3): Thresher 1984b;
(4): Hastings 1989; (5): Sadovy y Shapiro 1987;
(6): D'Ancona 1952; (7): Garrat 1986.

Relación de tablas y figuras

Tablas

- I-12: Datos de recolecta y de las preparaciones histológicas.
- 13: Corrección de datos morfométricos para ejemplares fijados en formol.
- 14: Modas y medianas de los grupos modales identificados.
- 15: Longitud y edad máximas y mínimas para cada estadio de madurez.
- 16: Parámetros y restricciones de los ajustes de los modelos logísticos, para la población de la zona de estudio y para la estudiada por Hastings (1989).
- 17: Frecuencia de desovantes y evidencia de desoves diarios.
- 18: Cálculo de la fecundidad parcial y parcial relativa.

Figuras

- 1: Ejemplar adulto de *Paralabrax maculatofasciatus*.
- 2: Area de estudio, puntos de referencia y estaciones de muestreo.
- 3: Modas de la distribución de frecuencias por clases de talla.
- 4: Gráfica de probabilidad normal de las frecuencias acumuladas de tallas.
- 5: Polinomios ajustados a las frecuencias acumuladas de tallas.
- 6: Ajustes de la recta de Walford a las estimaciones de medias y medianas.
- 7: Coeficientes de determinación del ajuste de la ecuación de Beverton (1954) a las estimaciones de modas y medianas, para diferentes valores de L_{inf} .
- 8: Ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934), para la población de la zona de estudio y para la estudiada por Chávez y Arvizu (1972).
- 9: Microfotografía de ovario, corte transversal mostrando su estructura básica.
- 10: Microfotografía de ovocitos mononucleolares.
- 11: Microfotografía de ovocitos polinucleolares.

- 12: Microfotografía de un **ovocito** en vitelogénesis incipiente.
- 13: Microfotografías de ovocitos en vitelogénesis avanzada.
- 14: Microfotografía de ovocitos hidratados.
- 15: Microfotografías de folículos postovulatorios.
- 16: Microfotografía de una atresia alfa.
- 17: Microfotografía de una atresia beta.
- 18: Microfotografía de una atresia avanzada.
- 19: Microfotografías de ovario, mostrando un área de tejido indiferenciado.
- 20: Microfotografías de ovario, mostrando aparentes **túbulos** seminíferos.
- 21: Microfotografías de gónada, mostrando una etapa inicial del **proceso de transformación sexual**.
- 22: **Microfotografía de gónada** en proceso de transformación sexual y sin evidencia de actividad espermatogénica.
- 23: Microfotografía de gónada con actividad espermatogénica, en una etapa avanzada del proceso de transformación sexual.
- 24: Microfotografías de testículo sin actividad espermatogénica, mostrando su estructura básica.
- 25: Microfotografía de testículo con baja actividad espermatogénica.
- 26: Microfotografías de testículo con alta actividad espermatogénica.
- 27: Microfotografías de testículo sin actividad espermatogénica y con presencia de espermatozoides.
- 28: Microfotografías de testículo, mostrando cuerpos **café**s y ovocitos intra lamelares.
- 29: Frecuencias de los estadios reproductivos de las hembras por mes de recolecta.
- 30: Frecuencias de los estadios reproductivos de los ejemplares en transformación sexual por mes de recolecta.
- 31: Frecuencias de los estadios reproductivos de los machos por mes de recolecta.
- 32: Proporción de desovantes **por mes y medias mensuales de la temperatura** del mar, superficial y de fondo, según Leija-Tristán y Castro-Aguirre (1991).

- 33: Proporción de desovantes por mes y medias mensuales del número de horas-luz por día.
- 34: Regresiones entre las medias mensuales de temperatura del mar (superficie y fondo, según Leija Tristán y Castro-Aguirre 1991) y los promedios de largo plazo de temperatura superficial del mar para la zona de estudio.
- 35: Periodo de mayor actividad desovante y promedios de largo plazo de temperatura superficial del mar, para la zona de estudio, la Bahía de La Paz y el sur de California.
- 36: Periodo de mayor actividad desovante y medias mensuales del número de horas-luz por día, para la zona de estudio, la Bahía de La Paz y el sur de California.
- 37: Frecuencias por sexos y proporción de hembras, por clases de talla y grupo modal.
- 38: Frecuencias relativas de machos y transformantes, por clases de talla y grupo modal.
- 39: Ajustes de los modelos logísticos a las frecuencias relativas de machos y transformantes por clases de talla y grupo modal.
- 40: Mismas curvas de la Figura 39, pero graficando sólo las clases que registran los mayores incrementos.
- 41: Ajustes de los modelos logísticos a las frecuencias relativas de machos y transformantes por clases de talla y grupo modal, para la población de la zona de estudio y para la estudiada por Hastings (1989).
- 42: Regresiones entre la fecundidad y el peso corporal sin gónada.
- 43: Regresiones entre la fecundidad y el peso corporal sin gónada, para la población de la zona de estudio y para la estudiada por Oda et al. (1993).
- 44: Esquema de la modalidad reproductiva de *P. maculatofasciatus* de la zona de estudio.
- 45: Esquema de las modalidades reproductivas de *Paralabrax* spp.

Resumen

Se estudiaron diferentes aspectos de la biología reproductiva de *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces:Serranidae) de la zona de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Mediante métodos histológicos se caracterizó su morfología gonadal, se estimaron las tallas de los principales procesos reproductivos y se realizó un seguimiento mensual del ciclo reproductivo estacional. Asimismo, se calcularon la fecundidad parcial y la fecundidad parcial relativa, así como su variación respecto al crecimiento corporal. También se estimó la frecuencia del desove.

La población analizada exhibe como modalidad reproductiva el hermafroditismo protogínico. La gónada hermafrodita es de tipo no delimitado, los tejidos ovárico y testicular no se encuentran intermezclados pero tampoco están separados por tejido conjuntivo. El proceso de transformación sexual se caracteriza por la rapidez con la que el tejido espermatogénico puede entrar en actividad. En apariencia, su proliferación es precedida por la reabsorción de ovocitos vitelogénicos vía atresias y por la formación de los **túbulos** seminíferos en el interior de la pared gonadal. La gónada hermafrodita así como el testículo presentan un **lumen** central que no es utilizado en el transporte de espermatozoides, y que es indicativo de una estructura gonadal ovárica desde su origen. A pesar de esto, la población analizada debe ser considerada como diándrica, al existir evidencia de transformación premaduracional y **postmaduracional**. La hidratación de los ovocitos se realiza en el interior de las **lamelas** ováricas, dentro de los folículos. Por su parte, las **lamelas testiculares** exhiben criptas polares y modificaciones en la forma del epitelio lamelar testicular en función de la actividad **espermátogénica**.

La mayor actividad desovante se registró en el verano, con su máximo en julio, y quizá extendida desde marzo hasta octubre. La gametogénesis inicia a finales del invierno, y una fracción variable de la población la manifiesta desde febrero hasta octubre. El ciclo reproductivo parece estar en función de la variación térmica, de la alta productividad biológica de esta zona y de la sincronización del desove con el calentamiento estacional. La transformación sexual no muestra una periodicidad marcada, si bien se manifiesta con preferencia dentro de la temporada de actividad reproductiva.

Abstract

Some items on the reproductive biology of *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae) of Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México, were studied. Gonadal morphology descriptions and monthly monitoring of the reproductive cycle were conducted by means of histological examination of the gonad. Batch fecundity and relative batch fecundity were estimated, both as mean values and as related to body weight. Spawning frequency was also estimated.

The species was found to be a protogynous hermaphrodite. Hermaphrodite gonad is undelimited in type, since testicular and ovarian areas are not intermixed neither delimited by connective tissue. Sex reversal implies a swift spermatogenic activity of the proliferating testicular tissue. Outwardly, proliferation is preceded by reabsorption of vitellogenic atretic ova and by the formation of seminiferous tubules inside the gonadal wall. Both hermaphroditic gonad and testicle showed a central *lumen*, which is not used for sperm transportation. Therefore, an ovarian structure for the initial gonad can be assumed. However, species can not be regarded as monandric, since evidence on both prematurational and postmaturational sex reversal exist. Ova hydration occurs inside the ovarian lamellae, intrafollicularly. Testicular lamellae contain polar spermatic crypts. The epithelial border lining those lamellae varies its shape in response to the spermatogenic activity.

The highest spawning activity occurs during summer, particularly in June, but spawning probably takes place from March to October. Gametogenesis upset occurs in late winter, and is present from February to October in a variable fraction of the population. Reproductive cycle seems to be settled both by the thermal oscillation and by the high primary productivity of the area, and is also likely synchronized to the seasonal heating. Sex reversal in the population is not strongly cyclical in occurrence, although it is more often during the spawning period.

Maturity is reached early during individuals life. First-size maturity was 65 mm for females and 61 mm for males, both standard length. These sizes are smaller than previously reported for the species in other areas, the most plausible explanation for such a difference is an earlier age of first maturity for the studied population. Most individuals enter the reproductive population at sizes only slightly larger than that of the early juveniles. Sex reversal can be conducted by very small individuals, the minimal observed size for this to happen was 67 mm (standard length). However, mean sex reversal size was found to be 228 mm, most individuals undergoing sex reversal occur at sizes between 210-250 mm. About 35% of the individuals in lower size classes are males, most of them resulted from prematurational sex reversal. On the other side, females accounted for about 15% of the individuals in higher size classes, thus indicating that incomplete protogynous hermaphroditism is occurring.

The species was found to be a serial spawner. In the area, mature females spawn every 2-3 days as an average, but near the 13% of them spawn daily. Mean batch fecundity was estimated to be 10,300 ova per batch, with a 30% of mean variation. Mean relative batch fecundity was estimated in 160 ova per batch per gram of ovary-free body weight, with a mean variation accounting for the 26%. As related to body weight, batch fecundity was found to increase, the opposite was true for relative batch fecundity. Neither of these trends held as statistically meaningful; however, both are in agreement to previously reported trends for the species.

Finally, the peculiarities of the reproductive pattern of the studied population were integrated into a general scheme dealing with the origin and development of both protogynism and secondary gonochorism in *Paralabrax* spp., as 'derived from simultaneously hermaphroditism. Even tentative, the proposed scheme allows the inclusion of current hypothesis on the regulation of sex reversal among teleosts, as well as of many general characteristics of the reproduction in the Serranidae.

1. Introducción

Uno de los peces demersales más característicos de la ictiofauna de Baja California Sur es *Paralabrax maculatofasciatus* (Figura 1), un carnívoro presente en todo tipo de fondos someros. Conocida en la localidad como cabrilla arenera, cabrilla piedrera, verdillo o cacama, esta especie es objeto de interés biológico y económico.

Como recurso potencial la cabrilla arenera es abundante en las aguas del noroeste de México, en particular en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, que es el área de estudio de este trabajo. También constituye una fracción significativa de la fauna acompañante de la pesca del camarón. Si bien no es comercializada en cantidades importantes, alcanza altos precios en el mercado. Esto, entre otras características, ha orientado algunos esfuerzos de investigación hacia lograr su cultivo.

El estudio de esta especie también es relevante desde el punto de vista ecológico, ya que exhibe una serie de particularidades en su distribución, hábitat y alimentación con respecto a los patrones generales de la subfamilia Serraninae, a la que pertenece. Además, destaca por manifestar una modalidad reproductiva que la distingue de la gran mayoría de los teleósteos, incluidas especies con las que guarda una estrecha relación filogenética.

1.1 Identidad

A pesar de los muchos cambios ocurridos en la taxonomía de la familia, desde Jordan (Jordan y Eigenmann 1890, Jordan y Evermann 1896) hasta las más recientes propuestas (Johnson 1983, 1988, Baldwin y Johnson 1993), esta especie se ha considerado un teleósteo incluido dentro del orden Perciformes, familia Serranidae y subfamilia Serraninae.

El género *Paralabrax* está representado por ocho especies, limitadas en su distribución al Pacífico oriental (Walford 1937). Junto con *P. maculatofasciatus*, se

distribuyen en aguas del Pacífico nororiental *P. clathratus*, *P. auroguttatus*, *P. loro* y *P. nebulifer*; todas habitantes de la zona tropical o templado-cálida. Por su parte, *P. humeralis*, *P. callaensis* y *P. albomaculatus* se presentan en la zona de transición templado-cálida del Pacífico sudoriental (Walford *loc. cit.*, Smith y Young 1966, Miller y Lea 1972, Briggs 1974, Thomson *et al.* 1987).

Las especies del género se distinguen con facilidad de los otros Serranidae por su tercera espina dorsal, fuerte y alargada con respecto al resto de las dorsales (menos notable en *P. clathratus*), y por su aleta caudal recta y no redondeada (Smith y Young 1966). En contraste, no muestran diferencias marcadas entre sí, distinguiéndose por caracteres poco evidentes como el tamaño relativo de sus escamas, sus patrones de coloración y algunas relaciones morfométricas (Thomson *et al.* 1987).

P. maculatofasciatus es simpátrica con *P. clathratus* y *P. nebulifer* en el límite boreal de su distribución (Walford 1937, Miller y Lea 1972), y con *P. auroguttatus* y *P. loro* en su límite meridional (Walford *loc.cit.*, Thomson *et al.* 1987). Es posible diferenciarla a simple vista por su coloración pardo-verduzca y porque exhibe pequeñas manchas redondas, difusas, de color pardo-oscuro y naranja. Dichas manchas están agrupadas en seis a siete bandas verticales, aunque poco definidas, distribuidas en el cuerpo y las aletas. Como caracteres morfológicos distintivos destacan los siguientes: 24 vértebras, aleta dorsal con diez espinas y de 13-14 radios, anal con 3 espinas y de 6-8 radios, línea lateral con 66-80 poros y 92-120 escamas, y parte inferior del primer arco branquial con 13 branquiespinas (Miller y Lea *loc.cit.*, Thomson *et al.loc. cit.*).

1.2 Hábitat

De acuerdo con Longhurst y Pauly (1987), las comunidades de perciformes tropicales pueden agruparse en tres categorías, con base en el ambiente en que se desarrollan: las comunidades propias de fondos lodosos costeros, las presentes en los fondos arenosos y las de substratos rocoso-arrecifales. Según dichos autores, la ictiofauna de cada

hábitat suele pertenecer a un conjunto de familias que es diferente al de los otros ambientes mencionados. Si bien advirtieron sobre las limitantes de este enfoque, en principio empírico, precisaron que es aplicable al caso de especies carnívoras. Explicaron que los hábitos de las asociaciones de invertebrados que sirven de alimento a muchos peces carnívoros son particulares de cada ambiente, lo que condiciona una ictiofauna que debe reunir ciertas adaptaciones con el fin de aprovechar dichos recursos alimentarios.

- Serranidae es una de las familias mejor representadas en los fondos rocosos y arrecifales (Smith 1961 y 1971, Thompson y Munro 1974, Thomson *et al.* 1987, Parrish 1987). En especial, la subfamilia Serraninae presenta a la mayor parte de sus especies asociadas a este tipo de ambientes; por lo general como carnívoros pequeños, activos, crípticos y territoriales, que depredan con frecuencia sobre crustáceos y que se alimentan durante el día (Thresher 1984a y 1984b).

En los fondos arenosos tropicales, donde las especies de perciformes carnívoros se alimentan por lo general de crustáceos y otros organismos epibentónicos nocturnos, las familias mejor representadas son Sparidae, Mullidae, Gerreidae, Priacanthidae y Leiognathidae. Por su parte, los fondos lodosos someros en general son habitados por especies de Sciaenidae, Ariidae, Polynemidae, Haemulidae y de varias familias de Pleuronectiformes. **En contraste con los fondos rocosos y arrecifales, estos ambientes reúnen pocas especies de Serranidae (Longhurst y Pauly 1987).**

- Tres géneros de la subfamilia Serraninae; ***Paralabrax*, *Diplectrum* y *Centropristis*, son excepcionales al incluir especies que se desarrollan en hábitats diferentes a los rocoso-arrecifales. En el Pacífico, *Paralabrax* spp. y *Diplectrum* spp. son habitantes regulares de los fondos arenosos (Smith y Young 1966, Thresher 1984a y 1984b, Coronado y Amezcua 1988). Otro tanto se presenta en el Atlántico con *Diplectrum* spp. y *Centropristis* spp. (Thresher 1984a y 1984b, Corripio 1985); al grado de que estas últimas especies fueron señaladas como equivalentes ecológicos de *Paralabrax* spp. (Smith y Young *loc. cit.*).**

Thresher (1984a) sugirió que la adaptación de *Diplectrum* spp. a hábitats diferentes a los típicos de la subfamilia debió implicar modificaciones del patrón general de la subfamilia, en aspectos etológicos y morfológicos. Aunque no se mencionan como tales en la literatura consultada, son de esperarse adaptaciones equivalentes en las especies de *Paralabrax* y *Cen tropis tis*.

1.3 Distribución

0 Otra diferencia entre los géneros mencionados y la generalidad de la familia radica en su distribución, destacando *Paralabrax* spp. y *Centropristis* spp. por su afinidad más templada que tropical (Smith y Young 1966). En el Atlántico, *C. striata* alcanza las costas de Maine, Estados Unidos; mucho más al norte que el límite boreal de la distribución de otras especies de Serranidae (Smith y Young *loc. cit.*, Kendall 1979). En el caso del Pacífico de Norteamérica, los muestreos realizados con red de arrastre en el área de Bahía Magdalena-Almejas sólo registraron especies de *Paralabrax* y *Diplectrum* como representantes de la familia (Leija-Tristán y Castro-Aguirre 1991). No obstante, cabe señalar que en el ictioplancton se ha encontrado también al género *Mycteroperca* (Castro-Barrera 1975); algunas de cuyas especies se distribuyen tan al norte como San Francisco, California (Rosenblatt y Zahuranec 1967).

En las costas de California, la subfamilia Serraninae sólo está representada por *Paralabrax* spp. (Miller y Lea 1972, Love *et al.* 1986); y *P. maculatofasciatus* es una de las especies que se presentan en dichas latitudes extratropicales. Según Miller y Lea (*loc. cit.*), hasta la Bahía de Monterey esta cabrilla constituye un componente regular de la ictiofauna de las costas californianas, y existen registros de su presencia en la Bahía de San Francisco que datan de finales del siglo XIX. Aunque su límite meridional se ha establecido como Mazatlán, Sinaloa (Miller y Lea *loc. cit.*), de hecho también se ha recolectado en las costas de Nayarit (Arvizu, com. per.).

1.4 Alimentación

↳ Según Thresher (1984a, 1984b), la generalidad de los integrantes de la subfamilia Serraninae son especies de hábitos diurnos, que depredan sobre peces e invertebrados de los fondos rocoso-arrecifales. Cabe recordar que esta característica sirve para ubicar a la subfamilia en los términos de las agrupaciones propuestas por Longhurst y Pauly (1987); en relación a las cuales la especie en estudio constituye una excepción. En congruencia, deben esperarse divergencias entre los hábitos alimenticios de *Paralabrax* spp. y los de la generalidad de la subfamilia.

En su estudio sobre las actividades alimenticias de las 27 especies de peces más frecuentes en los fondos someros de la costa de California, Hobson *et al.* (1981) calificaron a *P. clathratus* como una especie de hábitos predominantemente diurnos. Indicaron que los juveniles depredan sobre el zooplancton, mientras que los adultos son, por lo común, ictiófagos. No obstante, observaron que los subadultos también se alimentan durante la noche, depredando sobre crustáceos y otros invertebrados de los fondos arenosos adyacentes. Esto resulta significativo porque, en dicho estudio, sólo una minoría de las especies carnívoras se mostraron capaces de utilizar tanto los recursos diurnos asociados a los mantos de la macroalgas, como los nocturnos de zonas arenosas.

Holbrook *et al.* (1990) también investigaron los hábitos alimentarios de *P. clathratus*. Si bien no mencionaron la totalidad de las características encontradas por Hobson *et al.* (1981) para los subadultos, sí coincidieron en que esta especie utiliza recursos de ambientes diferentes en función del periodo de vida en el que se encuentra. También indicaron que es capaz de depredar sobre peces e invertebrados de una diversidad de hábitats mayor que la generalidad de los peces con los que coexiste.

Por su parte, Roberts *et al.* (1984) realizaron un estudio similar para *P. nebulifer* de la costa de California. Concluyeron que la morfología generalizada de esta especie le permite ocupar un nicho alimentario cuya amplitud destaca sobre la de otros peces

carnívoros bentónicos. Explicaron que la vejiga natatoria de *P. nebulifer*, al permitirle una mayor movilidad, le faculta para explotar recursos del ecotono areno-rocoso, de fondos arenosos y de los mantos de macroalgas. Así, indicaron, su dieta incorpora organismos epibentónicos y bentónicos, activos e inactivos, diurnos y nocturnos, e incluso algunos de la infauna.

Aunque no se encontraron estudios equivalentes, hay cierta evidencia de que *P. maculatofasciatus* exhibe una modalidad alimenticia que, como las de *P. clathratus* y *P. nebulifer*, reúne características de gran versatilidad.

En el Golfo de California, esta especie habita desde la zona intermareal hasta 60 m de profundidad, ocupando fondos arenosos y rocosos, y en especial el ecotono entre ambos (Thomson *et al.* 1987). Congruente con esta diversidad de hábitats, se muestra como un pez carnívoro de amplio espectro, que se alimenta durante el día de peces pequeños y crustáceos (Thomson *et al. loc. cit.*, Maeda-Martínez 1981).

Las muestras obtenidas a partir de los arrastres practicados en el área de Bahía Magdalena-Almejas mostraron que esta especie puede desarrollarse con éxito en hábitats diferentes: fondos arenosos y lodosos, así como las praderas de fanerógamas marinas. Por su parte, las recolectas con línea y anzuelo permitieron comprobar que se alimenta durante el día, en el crepúsculo y por la noche. Una revisión somera de los contenidos estomacales de algunos ejemplares apuntó hacia un espectro alimenticio más amplio que el mencionado para el Golfo de California, al encontrarse restos de bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, ofiuroideos, asteroideos y poliquetos; además de peces y crustáceos.

↳ En consecuencia, parece justificado considerar que, en términos de su espectro alimenticio, *P. maculatofasciatus* se caracteriza por una gran versatilidad. Su capacidad de depredar en diferentes ambientes, especialmente evidente en el área de estudio, no es típica de la generalidad de las especies de Serraninae; y sí más comparable a la indicada para las especies de la Epinephelinae. Los representantes de esta subfamilia, más grandes y con mayor movilidad que el común de las especies de Serraninae, suelen

deambular y alimentarse en los fondos blandos; a pesar de su marcada afinidad por ocupar substratos rocosos (Parrish 1987).

1.5 Abundancia

P. maculatofasciatus es, sin duda, uno de los peces demersales más típicos del noroeste mexicano. Su presencia en los fondos arenosos, accesibles a las redes de arrastre, lo constituye en un componente importante de la fauna de acompañamiento del camarón. Incluso se ha señalado como un recurso potencial que, en la actualidad, se desperdicia debido a las técnicas utilizadas en dicha pesquería (Van der Heiden 1985).

Chávez y Arvizu (1972), en su estudio sobre la ictiofauna asociada a la pesca de camarón del Golfo de California, analizaron las abundancias relativas de diversas especies en términos del número de individuos capturados. Ubicaron a *P. maculatofasciatus* como la décimo segunda más abundante, y comprobaron su presencia en todas las áreas arrastradas en el norte, centro y sur del golfo. Pérez-Mellado (1980) mencionó que esta especie se captura en el 46% de los arrastres practicados por la pesquería en las costas de Sonora y Sinaloa. Por su parte, Ramírez-Rodríguez (1987) calculó que la captura por unidad de esfuerzo varía entre dos y ocho kilogramos por hora de arrastre, utilizando redes camaroneras convencionales.

Los muestreos realizados con red de arrastre tipo “chango” en la zona de estudio indicaron que esta cabrilla es la especie dominante de la fauna íctica bentónica en términos de biomasa, y la segunda más importante en número de individuos. La biomasa promedio por área se calculó en más de una tonelada por hectarea, equivalente al 22% del total recolectado (Leija-Tristán y Castro-Aguirre 1991). El rendimiento por hora resultó de 23 kg en promedio, lo que es hasta diez veces superior que los indicados por Ramírez-Rodríguez (1987) para el Golfo de California. Esta diferencia es notable, si se considera que dicho autor utilizó redes camaroneras comerciales en lugar de las mucho más pequeñas usadas, con fines de investigación, por Leija Tristán y Castro-Aguirre (*loc. cit.*).

1.6 Importancia económica

A pesar de su abundancia, en México esta cabrilla no es considerada relevante en términos pesqueros. No figura en el catálogo de especies de interés comercial de la SePesca para Baja California Sur (Holguín-Quiñónez 1976), ni sus capturas son objeto de estadísticas específicas. No obstante, y quizá porque las cabrillas en general tienen un alto valor económico, algunos autores le reconocen cierta importancia como recurso (Berdegué 1956).

En contraste, en California las especies del género fueron objeto de pesca comercial hasta 1953 (Clark 1936a, Collyer y Young 1953). En la actualidad son uno de los principales recursos explotados por la pesca deportiva, por lo que son objeto de estadísticas y motivo de medidas de manejo (Frey 1971, Anónimo 1993).

A nivel local, la explotación de este recurso es muy incipiente. Por ejemplo, Gutiérrez-Urbe (1987), en su caracterización de la pesca artesanal en Bahía Magdalena, analizó la composición específica de la fracción comercializada de las capturas. Observó que *P. maculatofasciatus* es una de las ocho especies que alcanzan el 100% de frecuencia de aparición. En contraste, encontró que contribuye tan sólo con el 3.2% del peso total de la producción.

Tan pobre utilización no obedece a falta de mercado, ya que, cuando se llega a comercializar, esta especie alcanza altos precios y es considerada como pescado de primera calidad (Van der Heiden 1985). Es muy probable, por lo tanto, que la causa radique en una falta de oferta. Aunque se han mencionado tallas hasta de 450 mm de longitud total (Thompson *et al.* 1987), la experiencia indica que los ejemplares grandes no se capturan con frecuencia. En cambio, existe una elevada disponibilidad de individuos demasiado pequeños para el fileteado y de difícil aceptación como pescado entero.

Los motivos por los que la pesquería casi no incide sobre las tallas comerciales no han sido dilucidados. Según algunos pescadores que laboran en el área de estudio, el

recurso presenta una distribución diferencial en función de la talla: los individuos más grandes se concentran en fondos profundos y rocosos, por lo general inaccesibles a los artes utilizados en la localidad. Lo anterior también se ha observado en *Centropristis striatus*; Lavenda (1949) mencionó una baja incidencia de ejemplares mucho más grandes y viejos que la generalidad de los que recolectó, e indicó que éstos tienden a presentarse en zonas más profundas que el resto. En el caso de *P. maculatofasciatus*, cabe destacar que se le ha encontrado en arrastres realizados a profundidades de hasta 100 m, como una fracción poco importante de la ictiofauna asociada a camarón (Castro-Aguirre com. per.).

→ Dada la baja utilización del recurso por parte de la pesca comercial, se ha sugerido su cultivo como una alternativa de explotación (Arvizu *et al.* 1990, Avilés-Quevedo *et al.* 1994a). En tal sentido, se evalúan posibilidades que van desde su cultivo intensivo con producción de semilla (Rosales-Velázquez *et al.* 1992) hasta la captura de los individuos accesibles y su engorda para alcanzar tallas comerciales (Avilés-Quevedo *et al.* 1994b).

Al respecto, se ha señalado que la implementación del cultivo comercial de una especie difícilmente puede llevarse a cabo sin conocimientos previos de sus aspectos biológicos básicos; en la mayoría de los casos, ni siquiera bajo un esquema extensivo (Reay 1984). Esto puede resultar más crítico al tratar con especies que, como *P. maculatofasciatus*, manifiestan modalidades reproductivas diferentes de la generalidad de los peces en los que se basa la experiencia en piscicultura marina a nivel mundial.

1.7 Reproducción

La caracterización de la reproducción en la familia Serranidae es objeto de interés desde mediados del siglo pasado, motivado porque sus especies exhiben hermafroditismo funcional como estrategia reproductiva normal (Dufossé 1854 y 1856, según Yamamoto 1969). Desde entonces, los avances en el conocimiento de la modalidad y de los

mecanismos reguladores del hermafroditismo en peces han tenido importantes repercusiones sobre conceptos fundamentales en biología; como los de determinación, diferenciación y regulación sexual (Hoar 1969, Nagahama 1983, Chang y Yeung 1983, Shapiro 1987a).

Desde las primeras investigaciones fue evidente que la reproducción en peces abarca una gran diversidad de posibilidades: gonocorismo permanente y temporal; hermafroditismo sincrónico, protogínico y protándrico; unisexualidad; partenogénesis; ginogénesis; oviparidad, ovoviviparidad y viviparidad (Hoar 1969). De hecho, entre los peces se han identificado ejemplos de casi todas las variantes de reproducción sexual, incluyendo algunas exclusivas de este grupo como la viviparidad intrafolicular de ciertas especies de la familia Poeciliidae (Nagahama 1983).

En relación al tema, Hoar (1969) realizó una extensa revisión de los aspectos abordados hasta finales de la década de los sesentas. Para el caso de los teleósteos, destacó las profundas diferencias entre algunos aspectos básicos de su reproducción con respecto a los demás vertebrados. Desde su ontogenia inicial, los teleósteos presentan gónadas que, en ambos sexos, tienen su origen en las células de la corteza del mesodermo; sin que exista contribución de la médula como en la generalidad de los vertebrados. Esto posibilita una gran variedad de modalidades durante la diferenciación sexual (Yamamoto 1969).

Desde la década de los setentas los avances en microscopía electrónica, técnicas histoquímicas y cultivo de tejidos *in vitro*, han permitido encontrar otras peculiaridades importantes en la morfología funcional de las gónadas, así como en la regulación hormonal del proceso reproductivo de los teleósteos (Nagahama 1983). En comparación con los mamíferos, que son más especializados, los teleósteos mantienen un esquema generalista: mayor variedad de esteroides con acción menos específica, mayor variedad de tipos celulares con actividad esteroideogénica, y mayor contribución de los autosomas en los procesos de determinación y diferenciación sexual (Yamamoto 1969, Chang y Yeung 1983, Fostier *et al.* 1983, Liley y Stacey 1983).

Como resultado de esta plasticidad, el sexo en algunos **taxa** corresponde más a una expresión fenotípica que a una característica determinada a nivel genético (Yamamoto 1969, Chang y Yeung 1983, Shapiro 1987a y 1987b). Ejemplos de esto son las familias que exhiben hermafroditismo, o gonocorismo secundario, como modalidades reproductivas generalizadas. Thresher (1984b) recopiló evidencia histológica de hermafroditismo en especies de las familias Congridae, Cirrhitidae, Grammidae, Anisochromidae, Sparidae, Emmelichthyidae, Scolopasidae, Nemipteridae, Lethrinidae, Pomacentridae, Labridae, Scaridae, Pomacanthidae, Gobiidae y Mugiloididae; así como en especies de la familia Serranidae. Los ejemplos de hermafroditismo funcional pueden encontrarse en, por lo menos, seis órdenes de peces: Scorpaeniformes, Stomiiformes, Aulopiformes, Atheriniformes, **Synbranchiformes** y Perciformes (Chang y Yeung *loc. cit.*).

En sus inicios, las investigaciones sobre reproducción en peces debieron desarrollarse de forma casi exclusiva con especies fáciles de mantener y reproducir en laboratorio, por lo general especies de Poecilidae (Yamamoto 1969). Esta situación, junto con una falta de consenso en cuestiones taxonómicas, propició que sólo hasta finales de la década de los cincuenta se iniciara la integración del conocimiento sobre la modalidad reproductiva de la familia Serranidae (Smith 1959, 1961).

Los primeros trabajos intentaron explicar los patrones reproductivos de la familia como resultantes de líneas evolutivas. A finales de la década de los sesenta esta línea de trabajo adquirió gran aceptación entre los especialistas; en especial desde que Ghiselin (1969) integró, en modelos conceptuales, sus ideas sobre la evolución del hermafroditismo en el reino animal (Williams 1975).

Trabajando de manera independiente, Smith (1965) y Reinboth (1962, según Yamamoto 1969) consideraron las modalidades del hermafroditismo en la familia como indicadoras de relaciones filogenéticas, partiendo de la clasificación de Serranidae propuesta por Gosline (1960, 1966). Propusieron la existencia de tres líneas, identificando cada una con cierta modalidad reproductiva y distinguiéndolas con base en las particularidades de los tejidos ovárico y testicular que conforman la gónada hermafrodita.

Según Ghiselin (1969) el hermafroditismo secuencial se favorece y desarrolla, en poblaciones que no están sujetas a una baja densidad poblacional, si el individuo se reproduce con mayor eficiencia como miembro de un sexo cuando es joven o pequeño, y como miembro del otro cuando es grande o de mayor edad. Este modelo se conoce como de “la ventaja de la talla”. Su planteamiento implica que, para cada especie, la talla o la edad de transformación sexual (*i.e.*, a partir de la cual un sexo fenotípico se favorece con respecto al otro) se ha seleccionado y está genéticamente definida. Ghiselin (*loc. cit.*) indicó que la optimización del éxito reproductivo del individuo, mediante su transformación sexual, puede obedecer a múltiples factores que deben identificarse en cada caso. Entre los posibles, sugirió cambios de la proporción sexual a favor de un sexo producto de la mortalidad, así como una mayor habilidad de las tallas grandes para mantener un territorio o un grupo de reproductores del sexo contrario.

Aplicando el modelo a la evolución de la modalidad reproductiva de la subfamilia Epinephelinae, puede sugerirse que su hermafroditismo protogínico surgió cuando el crecimiento de las poblaciones de los Serraninae ancestrales resultó en densidades que eliminaron, de forma parcial o total, la ventaja adaptativa del hermafroditismo territorial. Al mismo tiempo, por alguna razón, se incrementó el éxito reproductivo de aquellos individuos que se reprodujeron primero como hembras y después como machos.

Por último, las especies de Grammistidae *sensu* Gosline (1960, 1966) fueron ubicadas por Smith (1965) y Reinboth (1962, según Yamamoto 1969) como derivadas de una tercera línea evolutiva de la familia Serranidae. La identificaron con un hermafroditismo protogínico que se distingue, en términos histológicos, por una condición mixta: existen áreas ovárica y testicular definidas, pero también hay primordios de tejido testicular intercalado entre el tejido ovárico. Propusieron que esta histomorfología representa una etapa intermedia, en términos evolutivos, entre el hermafroditismo territorial sincrónico de la subfamilia Serraninae y el no territorial protogínico propio de la subfamilia Epinephelinae.

Cabe aclarar que, según Smith (1965), lo anterior no significa que Grammistidae, *sensu* Gosline (1960), sean el grupo que dió origen a la subfamilia Epinephelinae. Por el contrario, este autor se mostró de acuerdo con la clasificación de Gosline (/oc. *cit.*); y señaló que “aunque el patrón sexual de *Rypticus* (*i.e.* Grammistidae) es intermedio entre el de *Serranus* (*i.e.* Serraninae) y *Epinephelus* (*i.e.* Epinephelinae), no es probable que éste (*Rypticus*) haya dado origen a *Epinephelus*. Antes bien, *Rypticus* debe ser considerado como una forma especializada derivada de un ancestro intermedio”.

Aunque han transcurrido 30 años desde su planteamiento original, el esquema de Smith (1965) y Reinboth (1962, según Yamamoto 1969) constituye a la fecha el único intento por integrar las modalidades reproductivas de la familia en patrones evolutivos que, al ser interpretables con base en los modelos de Ghiselin (1969), poseen un sustento teórico.

En la actualidad estos planteamientos requieren de ciertas consideraciones y adaptaciones, en función de los estudios filogenéticos posteriores (Kendall 1983, Kendall y Fahay 1979, Johnson 1983) y de las subsecuentes modificaciones de la clasificación de Serranidae desde Gosline (1960, 1966). Entre dichas modificaciones, destaca la propuesta por Johnson (1983, 1988, Baldwin y Johnson 1993); quien **reconoció una** relación más estrecha con los Grammistiidae *sensu* Gosline (1960) al ubicarlos como una tribu (Grammistini) dentro de la subfamilia Epinephelinae, si bien tampoco los consideró intermedios entre ésta y la subfamilia Serraninae.

El esquema de Smith (1965) y Reinboth (1962, según Yamamoto 1969) se ha mantenido vigente en la literatura científica hasta nuestros días (p.e. Bortone 1977, Hastings y Bortone 1980, Garrat 1986, Hastings 1989, Webb y Kingsford 1992). Incluso, algunos de sus aspectos fueron retornados por diferentes autores como evidencia en apoyo de sus propias hipótesis (p.e. Kendall 1979). En parte, su vigencia obedece a que la interpretación filogenética de las modalidades reproductivas de Serraninae y Epinephelinae no se ve afectada por los cambios taxonómicos posteriores a Gosline (1960, 1966); y con respecto a los grammístidos, debe señalarse que su

ubicación como *taxa* aún no tiene consenso. Así, algunos autores los han considerado una subfamilia de Serranidae (p.e. Kendall *loc. cit.*), otros siguen a Gosline (1960) en separar ambas familias (p.e. Thomson *et al.* 1987), y otros más los ubican como una tribu de la subfamilia Epinephelinae (Johnson 1983, 1988; Kendall 1983; Baldwin y Johnson 1993).

Conforme la taxonomía de la familia se fue complicando y enriqueciendo con nuevas y diferentes propuestas, al tiempo que se fueron encontrando numerosas especies hermafroditas de otras familias de teleósteos, el posible significado de la modalidad reproductiva como indicadora de relaciones filogenéticas cobró mayor interés, y motivó que diferentes investigadores continuáran abordando esta línea de trabajo.

En particular, el modelo de la ventaja de la talla fue retornado por algunos investigadores, entre los que destacó Warner (1975a, 1975b, 1982, 1984; Warner y Hoffman 1980). Este autor defendió el modelo conceptual de Ghiselin (1969) como el único acorde a la teoría evolutiva, al operar a nivel individual y no poblacional (Warner 1975a). En uno de sus trabajos (Warner 1975b), formuló un modelo matemático que simula los cambios en la frecuencia de los individuos hermafroditas que, como resultado de la variabilidad natural y de la plasticidad de la determinación sexual en peces, pueden manifestarse en una población gonocorista. Modelando diferentes combinaciones de características poblacionales (distribución por edades y patrones de selección de pareja azarosos *versus* selectivos) e individuales (variaciones de la fecundidad en función del crecimiento), este investigador demostró que determinadas circunstancias incrementan el éxito reproductivo del individuo hermafrodita secuencial con respecto al gonocorista. Indico que dicho éxito se optimiza a partir de cierta talla o edad, la que, asumió, puede seleccionarse y heredarse. En consecuencia, la frecuencia de individuos con dicha característica tiende a incrementarse en la población.

El modelo de Warner (1975b) también predice que el protoginismo es más probable cuando hay selección de pareja, mientras que la protandria se favorece cuando los encuentros son azarosos y, en especial, si la fecundidad femenina se incrementa con la

edad. Al aplicarlo a dos poblaciones de una especie protogónica de Labridae, que exhiben diferentes tasas media de crecimiento individual, este autor consiguió explicar las diferencias observadas con respecto a las tallas y edades de transformación sexual.

A pesar del desarrollo de estudios que, como el mencionado, apoyaban la idea de la determinación genética de la talla de reversión *sensu* Ghiselin (1969); conforme el estudio del hermafroditismo en peces incluyó un mayor número de ejemplos se hizo evidente que no todas las poblaciones presentan tallas de transformación sexual más o menos bien definidas.

Para el caso de la familia Serranidae, Shapiro (1987b) realizó una revisión bibliográfica de las especies de la subfamilia Epinephelinae del Atlántico americano, en cuanto a su distribución de tallas por sexo. Considerando que la transformación sexual se manifiesta en el intervalo de tallas definido por la intersección de las distribuciones de cada sexo, el autor concluyó que la talla de transformación es, con frecuencia, muy variable dentro de una misma población. En su opinión, esta variabilidad se opone a cualquier explicación evolutiva del origen del hermafroditismo secuencial que, como el modelo de la ventaja de la talla, implique la transformación sexual a determinada talla o edad.

Dicho autor también expresó que la existencia de estrategias alternativas en la transformación sexual, como en ciertas especies de Labridae que presentan diandría, no puede ser explicada en forma satisfactoria por el modelo de la ventaja de la talla. Más aún, opinó que cualquier intento por modificar dicho modelo, de forma que pudiera incluir variaciones intrapoblacionales de la talla o edad de transformación, alteraría radicalmente su planteamiento original (Shapiro 1989).

Así, se dió paso a una segunda escuela sobre el hermafroditismo en peces. Esta niega la talla de reversión sexual como una característica seleccionada y, en cambio, pretende la identificación de los factores que determinan la transformación en las especies hermafroditas secuenciales. Aunque ha incluido algunas especies de Serranidae, en especial *Anthias squamipinnis* (Fishelson 1970), esta línea ha encontrado gran parte

de sus apoyos en la investigación del hermafroditismo secuencial en especies de Sparidae y Labridae [véanse Chang y Yeung (1983) y Shapiro (1987a) para revisiones actualizadas del tema].

Con base en observaciones en campo y laboratorio de diferentes especies hermafroditas secuenciales, se ha demostrado que el proceso de transformación sexual puede ser regulado por las condiciones demográficas de la unidad social en la que el individuo transformante se desempeña (Shapiro 1987a). Por ejemplo, entre las especies protogínicas, cuando el macho dominante muere o es suprimido, una hembra cambia de sexo y lo reemplaza (Shapiro 1987a y 1987b).

Siguiendo el enfoque de Warner (1975b), Shapiro (1989) abordó la aplicabilidad de un modelo matemático descrito por Caswell (1983, según por Shapiro 1989) para el caso de las especies diándricas. Dicho modelo está basado en que las diferentes etapas del desarrollo de un individuo pueden ser objeto de “estrategias flexibles” (*i.e.*, etapas con duración variable), que constituyen respuestas alternativas ante diferentes condiciones del medio.

Bajo condiciones de (1) crecimiento poblacional positivo, (2) heterogeneidad ambiental, que se traduzca en variabilidad en la tasa de desarrollo de los individuos, y (3) éxito reproductivo de los machos mayor que el de las hembras, dicho modelo predice que la existencia de machos con estrategias reproductivas alternativas incrementará el éxito reproductivo de la población. Estas estrategias alternativas se generarían mediante la reducción de la fase femenina del ciclo de vida de algunos individuos, llegándose incluso a su total supresión y dando origen a machos primarios. Shapiro (1989) sostuvo que tales premisas son, por lo general, aplicables a las poblaciones de peces hermafroditas secuenciales, y que el modelo explica la existencia de diandría por lo menos en algunos casos.

Esta línea de trabajo considera que el sexo es, en la generalidad de los peces hermafroditas secuenciales, una expresión inducida por la unidad social; y que la expresión sexual podría quedar, incluso, bajo control individual (Shapiro 1989).

Contrastándola con los modelos conceptuales de Ghiselin (1969), cabe destacar que la regulación de la expresión sexual bajo control ambiental es una idea sólo aplicable al hermafroditismo secuencial (Shapiro *loc.cít.*) y al gonocorismo secundario (Hastings 1989). Tiene la ventaja de ser congruente con algunos hechos observados, en particular la existencia de diandría en algunas especies (Webb y Kingsford 1992, Hastings *loc. cít.*); pero no brinda una explicación del origen y evolución del hermafroditismo en teleósteos.

Por su parte, los esquemas de Smith (1965) y Reinboth (1962; según Yamamoto 1969), interpretados con base en los modelos de Ghiselin (1969), permiten una explicación del origen y desarrollo del hermafroditismo en Serranidae; tanto del simultáneo, en los grupos menos derivados, como de las otras variantes, en los más -diferenciados. Además de los trabajos de Warner (1975a,1975b) en apoyo al modelo de la “ventaja de la talla”, el modelo de la baja densidad fue ampliado por algunos autores; con el fin de explicar la estabilización del hermafroditismo sincrónico, como estrategia reproductiva exitosa, aún bajo condiciones de alta densidad poblacional. En la práctica, se han identificado patrones de cortejo y desove que, se supone, permitieron estabilizar dicha modalidad reproductiva al optimizar la proporción sexual y eliminar la autofertilización (Thresher 1984a,1984b, Fisher y Hardison 1987).

En la actualidad existe el reconocimiento de que ninguna de las hipótesis vigentes explica la totalidad de las observaciones sobre el hermafroditismo en teleósteos (Chang y Yeung 1983, Shapiro 1987a), incluyendo las modalidades propias de las especies de Serranidae (Munro 1987). Con respecto al hermafroditismo secuencial, las escuelas prevaecientes manejan ideas mutuamente excluyentes: una implica la selección genética de la talla de transformación sexual (Warner 1975a), mientras que la otra considera al sexo como una expresión fenotípica regulada en forma directa por el ambiente (Shapiro 1987a). La existencia de casos de estudio que apoyan una y otra hipótesis parece indicar que la evolución, estabilización y regulación de la modalidad reproductiva puede obedecer a diferentes mecanismos; lo que impediría cualquier generalización y obligaría a estudiar cada especie (y quizá cada población) en lo particular.

2. Antecedentes

La primera mención sobre la modalidad reproductiva de *P. maculatofasciatus* fue hecha por Smith y Young (1966). Dichos autores estudiaron, con métodos histológicos, las gónadas de *P. clathratus* de las costas de California. Al no encontrar evidencia de hermafroditismo, le asignaron la categoría de gonocorista secundario. Con base en sus ideas sobre el hermafroditismo como indicador de líneas filogenéticas (Smith 1965), consideraron esta modalidad reproductiva como característica de todas las especies del género; derivada del hermafroditismo sincrónico como condición ancestral. Asumieron que la condición de gonocorista secundario garantizaba la separación de *Paralabrax* como género diferente de *Centropristis*, cuyas especies exhiben características ecológicas y morfológicas muy similares pero que manifiestan hermafroditismo protogínico (Lavenda 1949).

Con posterioridad, Chávez y Arvizu (1972) hicieron un análisis macroscópico a más de 4,500 ejemplares de *P. maculatofasciatus* del Golfo de California; y encontraron tallas mínimas de madurez sexual de 106 mm para la hembras y de 144 mm para los machos. A pesar de que la diferencia entre ambas tallas sugiere hermafroditismo secuencial, y quizá porque su trabajo no incluyó evidencia histológica, dichos autores no discutieron la posible modalidad reproductiva de esta especie.

El primer estudio histológico de la gónada de *P. maculatofasciatus* lo realizó Hastings (1989), quien estudió una población de la cabecera del Golfo de California. Con base en los criterios que establecieron Sadovy y Shapiro (1987), la diagnosticó como hermafrodita protogínica territorial. Con base en la identificación de machos sólo un poco mayores a las hembras maduras más pequeñas, propuso por primera vez la posibilidad de diandría en una especie de la familia. Por lo que se refiere a otros aspectos de la biología reproductiva, el autor mencionado también proporcionó la siguiente descripción de la morfología gonadal de esta especie.

“**El ovario** de *P. maculatofasciatus* es muy similar al de la mayoría de los serránidos. Está compuesto por dos lóbulos fusionados en su extremo posterior, cubiertos de varias capas de tejido muscular liso y de tejido conjuntivo. Los ovocitos se encuentran contenidos en cordones o lamelas que se extienden desde las paredes laterales y dorsales hacia el interior del órgano, formando el **lumen** ovárico. Los **lumina** de ambos lóbulos se unen posteriormente, formando un oviducto común. Las paredes de los **lumina** son delgadas, y están recubiertas de un epitelio plano escamoso.”

“El testículo es parecido al de los serránidos protogínicos, y retiene la estructura básica del ovario: el tejido germinal está contenido en cordones o lamelas dispuestas de manera equivalente a la descrita. La espermatogénesis se lleva a cabo en el interior de criptas, donde los espermatozoides se disponen con las cabezas orientadas hacia la periferia, por lo general dirigidas en una misma dirección. Los espermatozoides drenan hacia la periferia y son recolectados en **túbulos**, formados en el interior del tejido conjuntivo que rodea al órgano. Estos **túbulos** son más grandes que los de otros serránidos protogínicos. Los cordones están recubiertos por un epitelio que varía su forma de cúbica a columnar.”

Hastings (1989) también describió la morfología de tres ejemplares en etapa de transformación sexual, proceso que identificó por la presencia simultánea de tejido ovárico en regresión (*i.e.* ovocitos con núcleos que contienen desde cromatina fragmentada hasta nucleolos periféricos) y de tejido testicular en desarrollo, cuya proliferación conduce a la transformación sexual. Indicó que el tejido testicular se presenta en la unión de las lamelas ováricas y el piso del oviducto. Agregó que esta área aparece en las hembras como un cordón con elevada densidad de células de alrededor de 10 micras de diámetro, y que también se observa en los testículos de *Serranus tigrinus*; una especie de la subfamilia Serraninae que es hermafrodita simultánea. Por último, señaló que el borde correspondiente al **lumen** está recubierto de un epitelio columnar denso, similar al que presentan los cordones testiculares de los machos de esta especie y de *P. clathratus*; pero que no se ha observado en ninguna otra especie de Serranidae (Smith y Young 1966).

En su trabajo, Hastings (1989) cuestionó las conclusiones de Smith y Young (1966) sobre el posible gonocorismo secundario de *P. clathratus*. Argumentó que dichos autores no aplicaron criterios confiables para la diagnóstico del hermafroditismo y, por extensión, del gonocorismo secundario; criterios que establecieron Sadovy y Shapiro (1987) con posterioridad. No obstante, reconoció que el gonocorismo secundario de dicha especie no puede descartarse como posibilidad.

Estudios realizados en otras especies de *Paralabrax* han corroborado que la modalidad reproductiva no es característica a nivel genérico. Los trabajos de Bórquez *et al.* (1988) y Oliva *et al.* (1992) sugieren que *P. humeralis*, de las costas de Chile, exhibe una modalidad de gonocorismo secundario consistente en un hermafroditismo protogínico monándrico premaduracional: los testículos son siempre generados por la transformación sexual del ovario inmaduro. Oda *et al.* (1990) realizaron un estudio histológico comparativo de las tres especies de *Paralabrax* de las costas de California (*P. maculatofasciatus*, *P. clathratus* y *P. nebulifer*), y calificaron a *P. nebulifer* como hermafrodita protogínico. En cambio, no encontraron evidencia de transformación sexual en *P. clathratus*, en concordancia con lo mencionado por Smith y Young (1966); así como tampoco en *P. maculatofasciatus*, lo que contradice los resultados de Hastings (1989). Cabe destacar que, en un estudio posterior, Oda *et al.* (1993) lograron identificar transformación sexual en un ejemplar de *P. maculatofasciatus*, aunque inducida mediante tratamiento hormonal en condiciones de laboratorio.

En el trabajo más completo sobre la reproducción de *P. maculatofasciatus*, Oda *et al.* (1993) investigaron su ciclo reproductivo en las costas de California, junto con los de *P. clathratus* y *P. nebulifer*. Para la especie en estudio, indicaron que los desoves se producen entre mayo y septiembre, asociados a temperaturas del mar superiores a 16°C. Señalaron que, en años fríos, la frecuencia de desoves disminuye, e incluso llegan a cesar. Sus resultados muestran que el desove de las tres especies presenta la misma distribución temporal, lo que confirmó las observaciones de Lavenberg *et al.* (1986) con respecto a la frecuencia de larvas de *Paralabrax* spp. en muestras ictioplanctónicas recolectadas en aguas costeras de California.

En lo referente a la relación entre la fecundidad parcial y el peso corporal, Oda *et al.* (1993) mencionaron que ambas variables parecen estar relacionadas en forma directa; si bien el bajo número de ejemplares analizados no permitió, en el caso de la especie en estudio, establecer una correlación significativa en términos estadísticos. Además, encontraron que la fecundidad relativa (el número de ovocitos por gramo de gónada) no se correlaciona ni con la talla del individuo, ni en función de que si éste ha desovado con anterioridad o no.

Con respecto a la modalidad del desove, los autores mencionados encontraron que las tres especies son capaces de realizar desoves parciales diarios. Para *P. maculatofasciatus*, calcularon valores de fecundidad parcial de 45,000 ovocitos por gramo para un ejemplar de 500 g. Esto, según ellos, es mucho mayor que lo estimado para otras especies del género. Después de analizar la condición de los folículos postovulatorios, calcularon que, en promedio, los individuos realizan desoves cada 1.4 días. Finalmente, señalaron que los desoves se producen entre las 14:00-22:00 horas, con un máximo a las 16:00.

Por último, deben mencionarse avances más recientes en el estudio de la reproducción de esta especie. Rosales-Velázquez *et al.* (1992) trabajaron sobre la inducción al desove en condiciones de laboratorio, logrando sobrevivencias larvarias que posibilitan la producción de semilla con fines acuiculturales. Por su parte, Avilés-Quevedo *et al.* (1994a) describieron el ciclo reproductivo de la población de la Bahía de La Paz; indicando que los desoves se manifiestan entre enero y septiembre, con el máximo de actividad reproductiva en febrero-mayo.

3. Justificación

El estudio de los aspectos reproductivos de *P. maculatofasciatus* es de interés biológico, por sus implicaciones en términos de las ideas sobre la evolución del hermafroditismo en la familia Serranidae, y por lo que aporten acerca de las peculiaridades ecológicas de esta especie. Por otra parte, desde una perspectiva más aplicada, la caracterización de la modalidad reproductiva es necesaria para lograr esquemas adecuados de explotación del recurso; sea vía la pesca o a través de métodos acuiculturales.

Si bien en la actualidad el recurso sólo es explotado en forma moderada, la existencia de volúmenes apreciables y las tendencias al incremento en los precios de los productos marinos pueden hacer que esta situación cambie en el futuro; con lo que será necesario implementar los diferentes aspectos que conlleva un manejo pesquero adecuado. En este sentido, el conocimiento de la modalidad reproductiva de una especie puede constituirse en un factor clave (Shapiro 1987). En especial, los modelos utilizados con más frecuencia para evaluar el rendimiento por recluta y la biomasa desovante por recluta (p.e. Ricker 1954, Beverton y Holt 1957), pueden resultar inapropiados para el manejo de especies con ciclos vitales complejos y poco conocidos, como sucede entre las especies de Serranidae (Bannerot y Powers 1987).

Para el caso de las especies protogínicas, se ha mencionado que la aplicación de algunos modelos tradicionales resultará en una mala estimación de las mortalidades por sexo; ya que, en un grupo de edad, la transformación sexual creará el efecto de mayor mortalidad de las hembras y menor de los machos. Además, los modelos de rendimiento por recluta no incorporan los potenciales cambios en las tasas de mortalidad y crecimiento resultantes de la transformación sexual, lo que puede generar estimaciones erróneas en el caso de que tales diferencias sean importantes (Shepherd e Idoine 1993).

Si bien existe un creciente interés por desarrollar modelos adecuados al manejo de este tipo de recursos, esta rama de la biología pesquera no se ha abordado en forma suficiente (Bannerot y Powers 1987). Uno de los problemas centrales radica en la

controversia, aún no resuelta, en torno de los factores que regulan la transformación sexual de las especies protogínicas de Serranidae. Munro (1987) señaló que, si la transformación estuviese regulada por factores demográficos, las poblaciones podrían sostener tasas de explotación mucho mayores de las que soportarían si la transformación estuviera asociada, en términos genéticos, a determinada talla o edad.

En el primer caso, regulación por factores demográficos, el potencial reproductivo de la población se mantendría gracias a una disminución de la talla media de transformación. En cambio, la determinación genética de la transformación implicaría que la mortalidad por pesca fuese superior entre los machos; ya que predominan en las clases de talla que son buscadas por la pesquería. Esto resultaría aún más problemático, ya que la estructura de la unidad social de los teleósteos protogínicos arrecifales (*i.e.* un macho que controla a un grupo de reproductores) suele resultar en que el número de machos sea un importante factor limitante del potencial reproductivo de la población (Shepherd e Idoine 1993).

Otra perspectiva para una explotación más intensa de *P. maculatofasciatus*, quizá más inmediata que incrementar su pesquería, podría encontrarse en su cultivo. Una revisión bibliográfica, encaminada a identificar especies con características favorables para la piscicultura marina en Baja California Sur, indicó que este recurso posee una serie de ventajas en dicho sentido; tales como un elevado valor comercial, amplios límites de tolerancia de factores ambientales, y baja territorialidad en cautiverio, entre otras (Arvizu *et al.* 1990).

Estas ventajas motivaron la realización de algunos trabajos preliminares de captura y aclimatación de ejemplares a condiciones de laboratorio. Se encontró que esta especie es muy resistente al manejo y al traslado, y que se adapta al cautiverio con rapidez. Fue posible confirmar la nula agresividad de los individuos, aún bajo condiciones de hacinamiento. Se logró una rápida aceptación hacia diferentes tipos de dieta, como alimento muerto e incluso formulado. Por último, se observó que los individuos se muestran tranquilos y no nadan activamente, en especial si disponen de un refugio; lo

que puede representar ventajas para el cultivo en términos de gasto energético (Arvizu et al. 1990).

De entonces a la fecha, el tema de la potencialidad acuícola de esta especie se ha abordado con mayor detalle. Un paso importante lo constituye que la técnica para la producción de semilla, si bien a nivel experimental, se haya desarrollado con éxito (Rosales-Velázquez et al. 1992). También se ha presentado evidencia preliminar de la factibilidad del cultivo en jaulas flotantes (Avilés-Quevedo et al. 1994b). Los resultados de estas experiencias permiten afirmar que, dadas sus características favorables, la especie en estudio justifica mayores esfuerzos orientados hacia lograr su cultivo.

El estudio de la biología reproductiva es un aspecto relevante en este sentido. Reay (1984) consideró que la gran diversidad de modalidades y técnicas que se han desarrollado para la piscicultura son, en buena medida, resultado de la enorme variabilidad del proceso reproductivo entre las diferentes especies. El autor identificó algunas características reproductivas que pueden constituirse en obstáculos para implementar el cultivo de especies de peces, mismas que se transcriben y comentan a continuación:

- Talla de primera madurez. En los cultivos, los individuos deben ser comercializados, de preferencia, antes de alcanzar la madurez sexual. Con esto se evita que parte de la energía, y de los costos de alimentación, se desvíen hacia el crecimiento gonadal. En algunos casos, la maduración a tallas pequeñas llega a constituir un problema que repercute en la economía de la actividad.
- Tipo de desoves (parciales o totales). Las especies que son desovantes parciales conllevan desventajas similares a las de las especies que maduran en forma precoz, al requerir el individuo un mayor gasto para mantener la producción de gametos durante el periodo de desoves. En cambio, pueden representar ventajas en esquemas de cultivo que involucren la producción de semilla en condiciones controladas.
- Caracteres sexuales secundarios. En términos de la talla y la velocidad de crecimiento, pueden llevar a que el cultivo de un sexo sea más rentable con respecto al otro. En

especies hermafroditas secuenciales existe la posibilidad de inducir, por medio de tratamientos con hormonas, el sexo fenotípico que manifieste los crecimientos más acelerados; por lo general el masculino.

- Fecundidad. La experiencia acuícola ha mostrado que es un primer indicador del éxito potencial de la producción de semilla en condiciones controladas. En general, la alta fecundidad se traduce en ovocitos de tamaño pequeño, que suelen ser poco viables y difíciles de manejar.

Por último, cabe destacar que los estudios conducentes a precisar las hipótesis sobre la regulación de la transformación sexual en la familia Serranidae pueden tener implicaciones relevantes, con respecto a la investigación de la reproducción en teleósteos. Como se mencionó, los enfoques vigentes sobre el origen, evolución y control del hermafroditismo en este grupo son muy diferentes: mientras uno implica procesos evolutivos con selección de determinados caracteres genéticos, el otro considera al sexo como una expresión fenotípica bajo control ambiental. En el contexto de esta controversia, el estudio de las modalidades reproductivas de *Paralabrax* spp. puede aportar elementos valiosos; en especial, porque estas especies pertenecen a la subfamilia con la modalidad de hermafroditismo considerada ancestral, al mismo tiempo que reúnen características ecológicas particulares y diferentes a las de la mayor parte de las especies de la familia.

Algunas de las características reproductivas de *P. maculatofasciatus* han sido estudiadas por diferentes autores. En lo referente a su hermafroditismo, y al ser una de las pocas especies de la subfamilia cuya reproducción se ha investigado en diferentes poblaciones, resultan significativas las discrepancias encontradas en la literatura (Smith y Young 1966, Hastings 1989, Oda *et al.* 1990, 1993). Dichas diferencias podrían indicar una variabilidad intraespecífica en cuanto a su modalidad reproductiva. De existir, dicha variabilidad impediría extrapolar, a otras poblaciones, muchos de los parámetros y las características reproductivas estimadas para una localidad particular. Esto podría ser el caso de la fecundidad media, del ciclo reproductivo, de las tallas de primera

madurez, de la talla de transformación sexual, de la diandría *versus* monandría, e incluso, de la misma condición de hermafrodita o de gonocorista secundario.

Este trabajo puede contribuir, de alguna forma, a complementar los aspectos mencionados. Hasta el momento, no se ha realizado ningún estudio sobre la modalidad reproductiva de *P. maculatofasciatus* del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas; una localidad geográfica intermedia en su distribución y donde la población investigada se desarrolla con mucho éxito, como lo demuestran su muy elevada abundancia y su dominancia ecológica.

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

4. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es caracterizar a *P. maculatofasciatus*, del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, en función de su modalidad y de algunos aspectos de su estrategia reproductiva; aspectos que son relevantes para su explotación así como en términos de las hipótesis vigentes sobre el origen y evolución del hermafroditismo en la familia Serranidae.

Los objetivos particulares planteados al efecto son los siguientes:.

- a) Determinar el ciclo reproductivo de *P. maculatofasciatus* de la zona de estudio, ubicando los máximos de actividad reproductiva en relación con las variaciones ambientales.
- b) Determinar el tipo de desoves. De ser parciales, determinar su frecuencia y los valores de fecundidad parcial correspondientes.
- c) Determinar la modalidad reproductiva que la población de esta especie manifiesta en el área de estudio. En su caso, precisar la modalidad del hermafroditismo; incluyendo las tallas de primera madurez y, si existe, de transformación sexual.

5. Area de estudio

El complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas se localiza entre las latitudes 24°21'N y 24°46'N y las longitudes 110°30'W y 112°15'W, en la costa occidental de Baja California Sur (Fig. 2). Está dividido de manera natural en tres zonas, la más sureña es Bahía Almejas, que se forma entre la costa de la Península y las islas Santa Margarita, por el oeste, y Creciente, por el sur. Esta bahía se encuentra comunicada por un canal de 25 m de ancho y 30 m de profundidad con la zona central, que es propiamente Bahía Magdalena, la cual se forma entre la costa de la península y la isla de Santa María Magdalena, en el oeste (Contreras 1985). Entre ambas islas se encuentra la principal comunicación del sistema con el océano Pacífico, a través de una boca ancha de 38 m de profundidad (Alvarez-Borrego *et al.* 1975). La zona más norteña se conoce como zona de Canales, porque está formada por numerosos canales de marea y lagunas costeras.

La mayor parte de los fondos del área de Bahía Magdalena-Almejas está constituida por sedimentos arenosos y limosos (Chávez y Schmitter 1991). En total, la laguna abarca unos 1150 Km²; dentro de una región con clima seco y desértico, del tipo BWh'(h)w(x')(e). Estas características de bajos niveles de precipitación, junto con una oscilación térmica extremosa, determinan que el sistema lagunar se comporte como un estuario negativo; con salinidades internas más elevadas que las del océano abierto durante todo el año y valores que varían poco estacionalmente. Los más elevados (34.5-36 ‰) se presentan a finales de verano, y los mínimos (34-34.5 ‰) durante el invierno (Alvarez-Borrego *et al.* 1975).

Las temperaturas más elevadas se registran a finales de verano y a principios de otoño (23-27°C), mientras que las mínimas (16-21 °C) se registran a finales de primavera. Los gradientes de temperatura y salinidad concuerdan, en general, con la batimetría: valores elevados donde las profundidades son menores (Alvarez-Borrego *eta/.* 1975). La variación térmica estacional representa una diferencia del orden de 6-7°C, lo que indica una variabilidad en la temperatura superficial del mar que permite identificar al sistema lagunar como inmerso en la zona de transición templado-cálida.

Como es característico de las lagunas costeras, y a pesar de que no cuenta con un aporte importante ni constante de agua dulce, el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas goza de una elevada productividad biológica (Alvarez-Borrego *et al.* 1975). En esta área se presenta un fenómeno de surgencia durante casi todo el año, con vientos del noroeste que son dominantes y que propician un aporte de nutrientes hacia la superficie; gracias a lo cual esta laguna costera exporta nutrientes y fitoplancton al océano abierto (Guerrero *et al.* 1988).

6. Materiales y métodos

Este trabajo consistió en el estudio de algunos aspectos de la biología reproductiva de una población de *P. maculatofasciatus*: ciclo reproductivo, proporción sexual, fecundidad y, en especial, su modalidad reproductiva. Esto último implica, entre otras necesidades, la de establecer la relación entre los principales procesos reproductivos (*i.e.* madurez y transformación sexual) y el crecimiento individual.

Con este fin, fue necesario clasificar los ejemplares recolectados en función de su crecimiento. Tal clasificación se realizó a partir del análisis de la estructura por tallas de la población, y su ajuste a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934, según Ricker 1975). En este caso se trata de un aspecto que no es sustantivo del trabajo realizado, pero que permitió complementar y abundar en aquellos que sí lo son. Por esta razón, y con el propósito de mantener una secuencia ordenada en la presentación de la metodología utilizada, este capítulo se dividió en tres secciones: recolecta y procesamiento histológico, estudio del crecimiento, y lo que se refiere al estudio de la biología reproductiva.

6.1 Recolecta y procesamiento histológico

Los trabajos en campo comprendieron un total de 12 campañas de muestreo. Entre julio y octubre de 1989 se realizaron cuatro muestreos mensuales en diferentes estaciones del área de Bahía Magdalena-Almejas, por medio de arrastres con una red de arrastre tipo “chango” camaronero. El área de estudio y la ubicación de las estaciones de muestreo se presentan en la **Figura 2**. Antes de cada arrastre, se registraron las temperaturas superficial y del fondo con un termómetro de cubeta; las muestras de agua de fondo se obtuvieron mediante una botella Van Dorn de tres litros de capacidad. Se seleccionaron un mínimo de 24 ejemplares por muestreo para el análisis histológico, y siempre que fue posible se optó por los recolectados en una misma estación. Por este motivo los

ejemplares analizados se obtuvieron, con más frecuencia, en las estaciones dos, tres, cuatro y cinco; que con regularidad redituaron en recolectas más numerosas.

En diciembre de 1989 se probó el uso de línea con anzuelo para la recolecta, en una estación cercana a Puerto San Carlos (estación 0, Figura 2). En virtud de que se obtuvo una alta eficiencia, y de que el muestreo con este arte fue más fácil de implementar que la pesca con red de arrastre, se optó por utilizarlo en el resto de los muestreos. Con esta técnica se realizaron siete muestreos mensuales, durante el periodo diciembre 1989 a mayo de 1990 (excepto abril, cuando se utilizó red de arrastre), destinando al análisis histológico la totalidad de los ejemplares capturados en cada ocasión. Durante dichos muestreos se continuó registrando la temperatura del agua, aunque sin establecer una distinción entre superficie y fondo debido a lo somero de la estación de recolecta.

En campo, los ejemplares fueron sumergidos enteros en cubetas con formalina comercial al 10% preparada con agua de mar, previo corte practicado a lo largo del vientre para permitir la entrada, a la cavidad visceral, de cantidades adecuadas del líquido. Se procuró que el periodo entre su captura y fijación fuera el menor posible, por lo que la mayoría de los ejemplares se sumergieron a la formalina aún vivos. En laboratorio, su longitud patrón fue medida por medio de un ictiómetro con precisión de 1 mm, y se registró su peso con una balanza electrónica con precisión de 0.1 g.

Cada gónada fue extraída entera, y lavada con agua corriente para eliminar el agua marina. Una vez que se removió el exceso de humedad, utilizando papel absorbente, la gónada se pesó en una balanza analítica con precisión de 0.0001 g. Las gónadas se conservaron en formalina neutra al 10% preparada con agua dulce y, alrededor de un mes después, se pasaron a alcohol etílico al 70%; en el cual permanecieron hasta su procesamiento histológico. Se utilizó la técnica histológica de inclusión en parafina, practicando cortes de 7-9 micras con un microtomo de rotación. La tinción se realizó con hematoxilina-eosina (H-E, Humason 1962).

De esta forma se procesaron 361 gónadas que, infortunadamente, resultaron en preparaciones que no mostraron condiciones óptimas; y que, en algunos casos, no

conservaron la integridad de la estructura del tejido gonadal. A pesar de ésto, en la gran mayoría se mantuvieron inalterados los tipos celulares correspondientes al desarrollo de los gametos. Por lo tanto, se determinó que estas preparaciones permitían asignar los estadios de madurez, siempre que la escala utilizada al efecto se basara en la identificación de los tipos celulares mencionados. En virtud de que la gran mayoría de las escalas de madurez reúnen este requisito, la regular calidad de algunas preparaciones no fue una limitante para cumplir con la mayor parte de los objetivos de este trabajo.

No obstante, otros objetivos planteados, como la determinación de fecundidad y la caracterización histológica de la modalidad reproductiva, sí requirieron de una descripción más detallada de las estructuras y procesos presentes en la gónada. En consecuencia, fue necesario implementar un nuevo muestreo en julio de 1992, una vez determinado que durante ese mes se manifiestan los máximos de la actividad reproductiva de la población analizada. En esa ocasión, se disectaron las gónadas de 78 ejemplares en campo (previa determinación de longitud patrón y peso total) y se procedió a su inmediata fijación con formalina al 10% en frascos individuales. Una vez en el laboratorio, las gónadas recibieron el mismo tratamiento descrito con anterioridad. Las preparaciones resultantes mostraron, en su mayoría, tejidos íntegros; y permitieron complementar las descripciones, a nivel histológico, de los estadios, estructuras y procesos estudiados.

6.2 Estudio del crecimiento

Para analizar la relación entre los procesos de crecimiento y reproducción se decidió utilizar dos enfoques metodológicos: agrupación por clases de talla y agrupación por grupos modales; éste último, como una primera aproximación de la estructura por edades de la población (Jerald1983), y con la finalidad de ajustar la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934, según Ricker 1975). Puesto que la asignación de edad requiere ser validada mediante un método más directo que el utilizado, y puesto que los trabajos no incluyeron la lectura de escamas u otolitos, los grupos modales identificados en la estructura por tallas serán referidos como tales, y no como grupos de edad.

6.2.1 Estandarización de los datos morfométricos

A causa de que algunos ejemplares se midieron y pesaron en laboratorio (ésto es, ya preservados en formalina), mientras que otros fueron trabajados en campo, fue necesario estandarizar los datos obtenidos; lo que requiere de estimar las modificaciones atribuibles al efecto del fijador. Siguiendo la metodología recomendada por Anderson y Gutreuter (1983), se determinó el peso y la longitud patrón de 10 ejemplares posterior a su captura; repitiendo las mediciones después de un mes de fijación. Puesto que no se encontraron diferencias significativas entre las medidas originales y las calculadas, se procedió a corregir los datos morfométricos de los ejemplares que no se midieron y pesaron en campo, mediante las fórmulas:

$$L_i = L_f \times 0.926 \quad (1)$$

Y

$$P_i = P_f \times 0.908 \quad (2)$$

Donde: L_i es la longitud patrón inicial del ejemplar
 L_f es la longitud patrón del ejemplar fijado en formalina
 P_i es el peso inicial del ejemplar
 P_f es el peso del ejemplar fijado en formalina

6.2.2 Identificación de los grupos modales

La identificación de modas en la distribución por tallas de la población, necesaria para ajustar la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934, según Ricker 1975), puede realizarse a partir de una muestra; siempre que ésta cumpla los requisitos de simultaneidad en la recolecta y cobertura de un amplio intervalo de tallas (Jerald 1983). Por tal razón, se utilizaron los datos de longitud patrón de 360 ejemplares capturados,

con este fin, en enero de 1990. Esta muestra, además de ser abundante, incluyó tallas desde muy pequeñas (62 mm) hasta comparativamente grandes (240 mm).

Para la identificación de los límites modales se siguió la metodología descrita por Cassie (1954), según la aplicaron Chávez y Arvizu (1972) a una población de esta especie del Golfo de California. El método utiliza una gráfica de probabilidad normal construida con los valores de frecuencia acumulada por intervalo de tallas. En este tipo de gráfica, los límites modales (*i.e.* las clases con menor probabilidad normal) tienden a evidenciarse como incrementos en la pendiente de la curva.

Después, se calculó la talla de cada moda como el valor de la mediana entre los dos límites que la definen, siguiendo la metodología de Cassie (1954). Al mismo tiempo se realizaron estimaciones de la moda independientes de la mediana, mediante un enfoque geométrico que no presupone simetría en las distribuciones, como lo hace el método citado. Al efecto, para cada intervalo de tallas entre dos límites modales se ajustaron los valores de frecuencia acumulada a un polinomio de tercer grado de la forma:

$$F = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 \quad (3)$$

Donde: F es el valor de frecuencia acumulada de cada clase
 x es la longitud patrón correspondiente a cada clase
 a_1, a_2 y a_3 son constantes

De la ecuación resultante se obtuvo su segunda derivada y se calculó la moda, correspondiente al punto de inflexión de la curva, como el valor de talla con el cual la segunda derivada es igual a cero, mediante:

$$M = (-a_2)/(3a_3) \quad (4)$$

Donde: M es el valor estimado de la moda

6.2.3 Ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

Utilizando los estimados de las modas y las medianas como dos juegos de datos independientes, se ajustaron las tallas de los grupos modales a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934, según Ricker 1975), siguiendo la metodología recapitulada por Ricker (*loc. cit.*). Para realizar el ajuste se siguió el método de Beverton (1954, según Ricker *loc. cit.*), y se calculó una primera aproximación del valor de longitud infinita a partir de las constantes obtenidas al ajustar los datos de longitud patrón a la ecuación de la recta de Walford (Ford 1933 y Walford 1946, ambos según Ricker *loc. cit.*), mediante:

$$L_{t+1} = L_{inf}(1-F) + FL_t \quad (5)$$

Donde: L_t es la longitud patrón promedio a la edad t
 L_{inf} es la longitud patrón infinita (la longitud promedio máxima posible)
 L_{t+1} es la longitud patrón promedio a la edad $t + 1$
 F es el coeficiente de crecimiento de Ford ($F = e^{-K}$)

Las aproximaciones de L_{inf} obtenidas mediante la recta de Walford (1946) sirvieron de base para definir un intervalo de valores más amplio, que fue utilizado para ajustar los datos de modas y medianas a la ecuación de von Bertalanffy (1934) en la forma linearizada propuesta por Beverton (1954, según Ricker 1975):

$$\ln(L_{inf} - L_t) = \ln(L_{inf}) + K(t - t_0) \quad (6)$$

Donde L_t es la longitud promedio a la edad t
 L_{inf} es la longitud infinita
 t es la edad correspondiente a L_t

K es el coeficiente de crecimiento de Brody (1927, según Ricker 1975)
 t_0 es la **abcisa** al origen (*i.e.*, la edad para una talla de cero).

Los parámetros definidos por el mejor ajuste fueron utilizados en la ecuación (6) al aplicarla a la talla de cada ejemplar recolectado, para estimar el valor de t correspondiente. A pesar de que la generalidad de los autores identifican dicho valor como edad (**p.e. Ricker 1975**), en este trabajo el valor de t será referido como “valor modal”; ya que, como se mencionó, su asignación como edad requeriría de validarlo mediante la aplicación de métodos más directos que el análisis de la estructura por tallas de la población.

6.3 Estudio de la biología reproductiva

Además de clasificar a los ejemplares recolectados en función de su talla y valor modal, era necesario hacer lo propio en función de su condición reproductiva; antes de proceder propiamente al estudio de la reproducción en la población. Al efecto, en la investigación histológica del tejido gonadal suelen asignarse etapas al proceso reproductivo, al agrupar a los individuos en estadíos de una escala de madurez. En principio, podría pensarse que esto equivale a delimitar en forma arbitraria un proceso que, en esencia, es continuo. Por tal razón, es importante que la escala a utilizar sea lo más objetiva posible, en cuanto a que refleje el proceso de maduración y los cambios más importantes del tejido gonadal.

6.3.1 Asignación de estadíos reproductivos

En una revisión metodológica reciente, West (1990) mencionó que los estudios histológicos que implican alguna escala de madurez establecen la definición de dicha escala bajo uno de dos enfoques principales. En el primero, que corresponde a la mayoría de los estudios, la madurez se establece en función de las características de la gonía más

avanzada. El otro enfoque abarca técnicas más elaboradas, que involucran el análisis estadístico de las proporciones de los diferentes tipos celulares. Este autor señaló que el primer método, al evitar el conteo de las células presentes en cada preparación, es más sencillo de implementar. Recomendó su aplicación, al no encontrar evidencia de que el enfoque estadístico arroje resultados muy diferentes.

Siguiendo dicha recomendación, se aplicó una versión modificada de la escala de madurez utilizada por Smith y Young (1966) para *Paralabrax clathratus*; adaptada a la especie en estudio para incluir estadios de transformación sexual. Los estadios se definieron con base en determinados tipos celulares, en especial los que resultan del desarrollo de los gametos. Se decidió mantener la escala con el menor número posible de estadios; ya que la complejidad del proceso reproductivo de esta especie implica que dicho número sea, de por sí, más elevado que el de la mayoría de las escalas aplicadas en este tipo de estudios. En general, los estadios utilizados son equivalentes a los definidos por casi todos los autores en estudios similares (West 1990), incluyendo el realizado por Oda *et al.* (1993) para el caso de la especie en estudio.

6.3.1.1 Ovario

Se definieron cinco estadios con base en el tipo celular correspondiente al ovocito más avanzado, de la siguiente manera:

Estadio 1: Ovocitos mononucleolares. En el crecimiento de los ovocitos, representan el primer tipo celular que puede reconocerse con facilidad; gracias a la presencia de un núcleo que abarca casi toda la célula y que exhibe un sólo nucleolo que, a su vez, ocupa casi todo núcleo. Corresponden a la etapa inicial del ovocito primario, que se forma cuando la profase de la primera división meiótica se suspende y la célula entra en un periodo de crecimiento. Por lo general, es posible observar una o dos células foliculares, muy planas, rodeando al ovocito (Nagahama 1983). El estadio así definido equivale al Ovario Clase 1 de la escala utilizada por Smith y Young (1966).

Estadio 2: Ovocitos polinucleolares. Es uno de los tipos celulares más abundantes en el ovario. Resulta del crecimiento de los ovocitos mononucleolares, proceso en que el núcleo incrementa su tamaño y adquiere múltiples nucleolos en su periferia (Nagahama 1983). El polinucleolar se distingue por un citoplasma homogéneo, que abarca una porción mayor de la célula con respecto al mononucleolar. Aunque Smith y Young (1966) no mencionan la presencia de múltiples nucleolos, este estadio corresponde a lo que denominan Ovario Clase 2; que definen porque los ovocitos más avanzados son aún avitelogénicos y poseen un citoplasma uniforme y obscuro.

Estadio 3: Ovocitos en vitelogénesis incipiente. Corresponde al inicio de la etapa de vitelogénesis, responsable de la mayor parte del crecimiento de los ovocitos durante su maduración. En congruencia con las actividades de síntesis e -importación de proteínas y otras sustancias de reserva, el ovocito exhibe un folículo por completo desarrollado (Nagahama 1983). Este tipo celular es indicativo del inicio de la actividad reproductiva, y se distingue por la acumulación de algunos gránulos de vitelo que se disponen en la periferia de la célula y terminan con el aspecto homogéneo del citoplasma. El estadio equivale al Ovario Clase 3 de Smith y Young (1966).

Estadio 4: Ovocitos en vitelogénesis avanzada. Esta categoría incluye una serie de tipos celulares, resultantes del proceso de vitelogénesis, que difieren entre sí por su tamaño. Este aumenta en forma notable conforme se acumula más vitelo, con lo cual muy pronto el citoplasma se encuentra dominado por la presencia de gránulos (Nagahama 1983). El núcleo se desplaza un poco de su posición central original, dando lugar a la denominación de “ovocitos en etapa de migración nuclear”, usada por Oda *et al.* (1993). El núcleo exhibe varios nucleolos pequeños, pero muy evidentes, que se disponen en su periferia.

Definido de esa forma, el estadio cuatro comprende a los Ovarios Clase 4 y 5 de la escala de Smith y Young (1966); ya que dichos autores establecieron diferencias en función de que el núcleo del ovocito se halle o no desplazado. En el contexto de este

trabajo, fue necesario establecer tal distinción al seleccionar, de entre los ovarios con vitelogénesis avanzada, los más adecuados para las estimaciones de fecundidad; pero carecía de sentido hacerlo para la descripción del ciclo reproductivo y la determinación de proporciones sexuales. Debido a que las estimaciones de fecundidad se realizaron sólo para una recolecta (julio de 1992), se prefirió identificar la migración nuclear como una particularidad dentro del estadio cuatro; con el fin de mantener una escala de madurez con el menor número posible de estadios.

Estadio 5: Ovocitos hidratados. En este tipo celular el citoplasma recobra una apariencia uniforme y adquiere una coloración eosinófila en cortes teñidos con H-E, debido a cambios que incluyen la coalecencia de los gránulos de vitelo. En muchos teleósteos, incluida la especie en estudio (Oda et al. 1993), se produce un rápido incremento en el tamaño de la célula debido a su hidratación (Nagahama 1983). El estadio corresponde al Ovario Clase 6 de Smith y Young (1966).

Otras características del ovario

Además de la asignación de estadios, siempre que fue posible se registraron ciertas estructuras que permiten inferir sobre el estado reproductiva de los individuos. Entre ellas, se consignó la presencia de folículos postovulatorios. Estos fueron estudiados y caracterizados por Oda et al. (1993) en *Paralabrax* spp.; quienes calcularon su edad realizando un seguimiento de su desarrollo en ejemplares que mantuvieron en laboratorio, y que indujeron a desovar por medio de la administración de hormonas.

Siguiendo los criterios propuestos por los autores mencionados, los folículos se clasificaron en función de su edad. Cuando la estructura es reciente, se caracteriza por exhibir una teca muy vascularizada y células de la granulosa hipertrofiadas. Oda et al. (1993) los describieron como folículos con cuatro horas o menos de haberse producido, que se identifican con facilidad gracias a la existencia de circunvoluciones y de un *lumen* bien definido. Estos folículos fueron clasificados como de Día 0.

Conforme degenera, el folículo pierde sus circunvoluciones y reduce su tamaño y su *lumen*. Mientras éste aún permanece son clasificados como de Día 1, con más de cuatro y un máximo de 24 horas de haberse producido (Oda *et al.* 1993). Al final del proceso el *lumen* desaparece, dejando una masa celular amorfa que bien puede ser confundida con atresias avanzadas; ya que ambas estructuras confluyen morfológicamente en su desarrollo (Nagahama 1983). En el caso de *Paralabrax* spp., la identificación de folículos con más de 24 horas es difícil y poco confiable (Oda *et al. loc. cit.*), razón por la que no se intentó.

Otras estructuras que se registraron son las atresias, que resultan de la reabsorción de los ovocitos. De acuerdo a los criterios establecidos por Lambert (1970), las atresias se clasificaron en: (1) alfa, cuando el ovocito manifiesta degeneración pero aún conserva su folículo; (2) beta, cuando el ovocito ya no es apreciable y su cavidad se encuentra invadida por numerosas células de la granulosa hipertrofiadas; y (3) avanzadas, con presencia de un pigmento café amarillento. Puesto que los cuerpos atrésicos pueden formarse a partir de ovocitos vitelogénicos y avitelogénicos, se consideraron ambos tipos de atresias alfa y beta (con y sin vitelo); los cuales, junto con las atresias avanzadas, definieron las cinco categorías utilizadas. Por otra parte, y en virtud de que el número relativo de atresias para cada una de las condiciones fisiológicas que las generan es diferente, se categorizó su abundancia de la siguiente forma: (1) raras, una o dos por preparación histológica; (2) moderadas, alrededor de cinco por preparación; (3) abundantes, por lo menos una por campo a 150 X; y (4) masivas, cuando la mayoría de los ovocitos vitelogénicos se presentaron atrésicos.

6.3.1.2 Gónada en transformación

Se identificaron por la presencia de tejido testicular, inactivo o funcional, y de lamelas con ovocitos en cualquier etapa de desarrollo. A reserva de abordarse con amplitud en apartados posteriores, cabe señalar que este criterio puede no ser del todo correcto. Durante el análisis, se encontró que es probable que la proliferación del tejido testicular

sea precedida por la reabsorción de ovocitos vía atresias y por la formación de los túbulos seminíferos. Como consecuencia, podría resultar que el número de transformantes sea subestimado; ya que algunos serían identificados como hembras al no exhibir aún tejido testicular.

A pesar de esto, se decidió utilizar el criterio antes mencionado, debido en parte a que la formación de atresias masivas puede ser originada por múltiples causas. El otro posible criterio, la presencia de túbulos aún poco desarrollados, es poco práctico por la dificultad de su identificación; con lo que podrían pasar desapercibidos con relativa facilidad.

En virtud de que Smith y Young (1966) no encontraron evidencia de transformación sexual en *P. clathratus*, para los fines de este trabajo fue necesario adaptar la escala utilizada por dichos autores para hacerla aplicable a la especie en estudio. Se agregaron dos estadios, definidos en función de la actividad espermática de la gónada transformante. Las estructuras utilizadas para la identificación de dicha actividad se describen en el apartado correspondiente al testículo.

Estadio 6: Transformante inactivo. Se caracteriza por la presencia de tejido testicular y lamelas con ovocitos en cualquier etapa de desarrollo, siempre que el tejido testicular no exhiba criptas espermáticas ni espermatozoides en los túbulos.

Estadio 7: Transformante activo. Se caracteriza por la presencia de tejido testicular y lamelas con ovocitos en cualquier etapa de desarrollo, siempre que el tejido testicular contenga criptas espermáticas o túbulos seminíferos con espermatozoides.

6.3.1.3 Testículo

Se aplicaron los criterios de Smith y Young (1966), basados en la presencia o ausencia de los tipos celulares correspondientes a las diferentes etapas de la maduración de los

gametos masculinos. Cabe destacar que, a diferencia de lo aplicado en el caso de los ovarios, Smith y Young (*loc. cit.*) no definieron los estadios reproductivos masculinos con base en el grupo más avanzado de gametos; ya que este criterio no permitiría distinguir los testículos con actividad espermatogénica de aquellos en los que la producción de gametos ha cesado, pero que aún contienen espermatozoides.

Estadio 8: Espermatogonias y espermatocitos. Las primeras son células casi del mismo tamaño que los ovocitos mononucleolares, que se distinguen por su disposición en grupos de cuatro en cada una de las recién formadas criptas. En comparación, los espermatocitos son células mucho más pequeñas; que se distinguen además porque, en cada cripta, se presentan en mayor número (Nagahama 1983).

Este estadio agrupa a los Testículos Clase 1 y 2 de Smith y Young (1966). Aunque las criptas con espermatogonias y con los diferentes tipos de espermatocitos pueden distinguirse entre sí, no se consideró necesario hacerlo; optándose por mantener una escala de madurez lo más simplificada posible.

Estadio 9: Espermatocitos y espermatozoides. La presencia de espermatozoides marca el inicio de la actividad desovante del testículo, que a partir de ese momento continuará produciendo hasta el término de la temporada de desoves (Nagahama 1983). A diferencia de lo que se manifiesta en otras especies de la familia Serranidae, los espermatozoides de *P. maculatofasciatus* y de *P. clathratus* completan su maduración dentro de las criptas, en las que se disponen con las cabezas orientadas hacia la periferia y dirigidas, por lo general, en la misma dirección; razón por la que reciben la denominación de “polares” (Smith y Young 1966, Hastings 1989). Este estadio corresponde al Testículo Clase 3 de Smith y Young (*loc. cit.*).

Estadio 10: Espermatozoides sin espermatocitos. Este estadio se caracteriza porque aún exhibe espermatozoides, en su mayoría contenidos en los túbulos seminíferos. Sin embargo, la falta de criptas con espermatocitos indica de que la producción de gametos

ha cesado, y que se aproxima el final de la actividad reproductiva. Corresponde al Testículo Clase 4 de Smith y Young (1966).

Otras características del testículo

Al igual que en el caso de los ovarios, se registró la presencia de estructuras adicionales a las utilizadas en la asignación de estadios. Una de éstas es la forma del epitelio que recubre las lamelas testiculares, misma que se clasificó como plana, cúbica y columnar. También se registró la presencia de cuerpos **café**s; ésto es, masas celulares resultantes de procesos degenerativos y de reabsorción (Sadovy y Shapiro 1987). Por último, se tomó nota de la presencia de aparentes ovocitos, muy reducidos en tamaño y sin núcleo evidente, que se **diferencian** con claridad de los cuerpos **café**s mencionados.

6.3.2 Ciclo reproductivo anual

Una vez establecida la escala de madurez, todos los ejemplares analizados fueron clasificados con respecto a ésta. Después, para cada recolecta, se calculó la frecuencia relativa por estadio como el porcentaje que su abundancia representó con respecto al total de ejemplares del sexo correspondiente: hembras, machos y transformantes. Así, se estimó la proporción de individuos con actividad desovante (estadios tres y cinco para hembras, nueve y diez en machos y siete para transformantes) en once de los doce meses del año. La excepción fue el mes de noviembre, cuando no se realizó ninguna recolecta.

Con la finalidad de relacionar la época de mayor actividad reproductiva con las condiciones ambientales, se seleccionaron dos variables físicas que se han señalado como reguladoras de los ciclos reproductivos de los teleósteos en general: la temperatura y el fotoperiodo (Crim 1982). Con respecto a la primera, se utilizaron los datos de temperatura superficial y de fondo obtenidos durante los muestreos, agrupados como medias mensuales para el área de Bahía Magdalena-Almejas según lo realizaron Leija-

Tristán y Castro-Aguirre (1991). La información sobre el fotoperiodo fue obtenida a partir del almanaque náutico publicado por la Secretaría de Marina (Anónimo 1989); calculándose el promedio mensual de horas luz por día para la zona de estudio, considerando al efecto la latitud de 24.4" N.

Después, y con el propósito de establecer comparaciones con trabajos para diferentes localidades (Oda *et al.* 1993, Avilés-Quevedo *et al.* 1994a), los patrones mensuales de temperatura del mar (superficie y fondo) se correlacionaron con los promedios de largo plazo de temperatura superficial del mar, mismos que se calcularon a partir del Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set (Roy y Mendelsohn 1994). Esta base de datos agrupa observaciones de buques de diversas instituciones nacionales e internacionales, desde 1900 hasta 1990. También fue utilizada para estimar los patrones mensuales de temperatura superficial para las áreas de la Bahía de La Paz y del sur de California, ya que los estudios con los que se deseaba establecer comparaciones no incluyeron el registro de información ambiental *in situ*. Asimismo, se calcularon las medias mensuales de horas-luz por día para las latitudes 24.1 ° y 32" N; correspondientes a las localidades mencionadas. Por último, los patrones mensuales de temperatura superficial y fotoperiodo fueron contrastados con las épocas de máxima actividad desovante de esta especie, tanto de la población estudiada como de las analizadas por otros autores (Oda *et al.* 1993, Avilés-Quevedo *et al.* 1994a).

6.3.3 Proporciones sexuales

Utilizando la totalidad de los ejemplares examinados, se contó el número de hembras, machos y transformantes en cada clase de talla definida por intervalos de 10 mm de longitud patrón; y lo mismo se hizo para cada uno de los grupos modales antes identificados. Después, se calculó la proporción de hembras para cada clase de talla y grupo modal, como la razón entre el número de hembras y el total de individuos en dicha clase o grupo (*i.e.*, contabilizando a los individuos en proceso de transformación como machos), mediante:

$$P_h = N_h / (N_h + N_m + N_t) \quad (7)$$

Donde: P_h es la fracción de hembras de una clase o grupo
 N_h es el número de hembras en dicha clase o grupo
 N_m es el número de machos en dicha clase o grupo
 N_t es el número de transformantes en dicha clase o grupo

Se utilizaron los datos de Hastings (1989), con el fin de comparar los resultados obtenidos con la proporción sexual en otra población de la misma especie. Dichos datos consisten en frecuencias sexuales por clase de talla (10 mm, longitud patrón) de una muestra del norte del Golfo de California. Se calculó la edad correspondiente a cada una de dichas clases de talla, según la ecuación de crecimiento definida por Chávez y Arvizu (1972) para *P. maculatofasciatus* del Golfo de California.

6.3.4 Tallas y modas de madurez y transformación sexual

Para definir las tallas y los valores modales a los que se manifiestan la madurez y la transformación sexual se intentaron aplicar dos criterios: el primero, la determinación del valor mínimo a la que se observó cada uno de estos procesos reproductivos; y el segundo, la estimación del valor medio como aquel en que el 50% de la población exhibe la característica analizada.

La razón de utilizar estos dos enfoques radica en que el primero brinda una aproximación de la variabilidad del proceso a nivel individual, mientras que el segundo es la estimación de una característica poblacional. No obstante, la aplicación de ambos enfoques sólo fue posible para el caso de la transformación sexual. En relación con la madurez sexual, sólo se determinó la talla y valor modal mínimos; debido a que el reducido tamaño al que los individuos se encuentran ya maduros determinó la casi total ausencia de ejemplares inmaduros en las muestras analizadas.

El cálculo de los valores medios de transformación sexual, modal y de talla, se realizó mediante una modificación de la metodología para determinar la talla (ó la edad) media de reclutamiento reproductor a partir del punto de inflexión de una curva logística ajustada a datos de frecuencia relativa (Ricker 1975). Esta adecuación metodológica es posible porque el sexo resultante de la transformación es una característica cuya frecuencia se acumula en la población conforme transcurre el tiempo: una vez presente en un individuo, perdura por el resto de su vida. Para el caso de un hermafrodita protogínico monándrico, la edad media de transformación sexual puede calcularse con datos de frecuencia relativa de machos por intervalo de edad; estimando el punto de inflexión de la curva descrita por la siguiente ecuación de crecimiento logístico (modificada de Ricker 1975):

$$m = M / (1 + e^{(a-rt)}) \quad (8)$$

Donde:

- m es la frecuencia relativa de machos a la edad t
- M es una constante, el límite superior de m independientemente de la edad de la clase considerada (corresponde a la capacidad de carga en los modelos de crecimiento poblacional logístico).
- e es la base de los logaritmos naturales
- a es la constante de integración, define la posición de la curva con respecto al origen.
- r es una tasa constante, la constante de proporcionalidad entre el porcentaje de hembras que se transforman a machos por unidad de tiempo y el porcentaje de machos presentes en la población.
- t es la edad de clase.

Es necesario hacer algunas consideraciones para el caso de los hermafroditas protogínicos diándricos, ya que el modelo descrito no debe ajustarse cuando se presenta, en la primera clase, una frecuencia relativa diferente de cero. En virtud de que Hastings

(1989) sugirió la posibilidad de diandría para la especie en estudio, fue necesario hacer otra modificación al modelo logístico para incluir un porcentaje inicial de machos, de la siguiente manera:

$$m = [M / (1 + e^{(a-rt)})] + m_0 \quad (9)$$

Donde: m , a , e , r y t son iguales que en la ecuación (8)

M es una constante, el límite de $(m + m_0)$ independientemente de la edad de la clase que se considere.

m_0 es una constante, el porcentaje inicial de machos.

Como puede observarse, el primer modelo es en realidad un caso particular del segundo (cuando m_0 es igual a cero); por lo que este último puede ser utilizado para poblaciones monándricas y diándricas. De forma similar, para las frecuencias por clase de talla se utilizó una versión de este modelo que incorpora un determinado valor de talla inicial, de la siguiente forma:

$$m = [M / (1 + e^{(a-r(t-T)})] + m_0 \quad (10)$$

Donde: M , m , a , e , r y m_0 son iguales que en la ecuación (9),

t es la talla de la clase para la que se estima m

T es la talla de la primera clase

Ambos modelos (ecuaciones 9 y 10) fueron ajustados a los datos de frecuencia relativa por talla y valor modal de hembras y machos, incluyendo a los transformantes dentro del segundo grupo. Se utilizaron los datos de todas las campañas de muestreo, ya que no se observó que la transformación sexual en la población analizada manifieste una periodicidad determinada. Por último, y con la finalidad de comparar la talla y valor modal

medios de transformación sexual de la población estudiada con respecto a una diferente, los modelos también se aplicaron a los datos de Hastings (1989).

Los ajustes de las ecuaciones 9 y 10 se realizaron mediante un paquete computacional comercial (Sigma-Plot), que calcula los parámetros por iteración dados determinados valores iniciales y aplicando las restricciones que se consideren convenientes. Para el caso del valor modal (ecuación 9), las únicas restricciones que se establecieron fueron que los valores de a y r son positivos, y que el valor de m_0 está entre 25 y 50%. Los ajustes del modelo para tallas (ecuación 10) consideraron las mismas restricciones y un valor de T de 70 mm, correspondiente al límite superior de la primera clase.

6.3.5 Frecuencia del desove, fecundidad parcial y fecundidad relativa

Con base en la recolecta de julio de 1992, se estimó la frecuencia del desove como la proporción de hembras con folículos postovulatorios de Día 1 con respecto al número total de hembras maduras (hembras con ovocitos vitelogénicos o hidratados, ésto es, en los estadios cuatro y cinco de la escala utilizada); según la metodología aplicada por Oda et al. (1993).

Para el cálculo de la fecundidad parcial se utilizó el método de “ovocitos hidratados” (Oda et al. 1993). Este consiste en extrapolar, al peso total de la gónada, el número de ovocitos hidratados o vitelogénicos con migración nuclear cuantificados a partir de una muestra de peso conocido. Estos ovocitos se distinguen con relativa facilidad, al exhibir diámetros entre 0.55 y 0.82 mm.

Además de contener ovocitos en estas condiciones, los ejemplares a los que esta metodología puede aplicarse no deben haber desovado recientemente; es decir, no deben exhibir folículos postovulatorios de Día 0 ó 1. Por tal razón, el método tiene el inconveniente de que la frecuencia de ejemplares que reúnen dichas características suele ser muy baja; por lo que el cálculo de la fecundidad parcial media deberá basarse, en

general, en un número reducido de individuos. En el caso de este estudio, sólo ocho de los 78 ejemplares contenidos en la muestra pudieron ser utilizados (tres con ovocitos hidratados, y el resto con ovocitos vitelogénicos avanzados con migración nuclear). Otros seis mostraron ovocitos adecuados y ausencia de folículos postovulatorios recientes; sin embargo, no pudieron incluirse en el análisis porque presentaron abundantes atresias.

Cabe señalar que existe una metodología alternativa, denominada el método “de las clases de talla”, que sí puede hacer uso de las gónadas de la mayoría de las hembras. Consiste en estimar el número de óvulos que serán desovados a partir del número de ovocitos presentes en la moda más avanzada de la distribución de diámetros de los ovocitos. Infortunadamente este método, descrito por Clark (1936b), no puede ser aplicado a *Paralabrax* spp. porque las estimaciones que arroja son entre tres y ocho veces superiores a las determinadas mediante el método de ovocitos hidratados (Oda et al. 1993).

Siguiendo la metodología descrita por Oda *et al.* (1993), de cada una de las gónadas de los ejemplares seleccionados se tomaron tres muestras de alrededor de 0.01 g, y se contabilizó el número de ovocitos mayores de 0.55 mm presentes en cada muestra. Se calculó el valor de fecundidad parcial correspondiente a cada muestra, mediante:

$$F_p = (N \times G)/M \quad (11)$$

Donde: F_p es la fecundidad parcial (número de ovocitos por desove)
 N es el número de ovocitos hidratados o vitelogénicos con migración nuclear presentes en la muestra
 G es el peso de la gónada en gramos
 M es el peso de la muestra en gramos

El valor de fecundidad parcial de cada ejemplar se calculó como la media de las determinaciones correspondientes a cada muestra. Con base en este valor, se calculó la

fecundidad parcial relativa de cada ejemplar (número de ovocitos por gramo de peso corporal sin gónada), de acuerdo con:

$$F_r = F_p / P_{sg} \quad (12)$$

Donde: F_r es la fecundidad parcial relativa (ovocitos por desove por gramo de gónada)

F_p es la fecundidad parcial (número de ovocitos por desove)

P_{sg} es el peso corporal sin gónada en gramos

Por último, siguiendo a Oda et al. (1993), se ajustaron rectas de regresión entre la fecundidad relativa y el peso corporal libre de gónada; así como entre la fecundidad parcial y el peso corporal libre de gónada transformando ambas variables a logaritmos naturales, de la siguiente forma:

$$\ln(F_p) = b + (a)(\ln(P_{sg})) \quad (13)$$

Donde: F_p es la fecundidad parcial

a es la pendiente de la recta de regresión

P_{sg} es el peso corporal sin gónada

b es la ordenada al origen de la recta de regresión

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

7. Resultados

7.1 Recolecta y procesamiento histológico

La información relativa a las actividades en campo y al procesamiento histológico (fechas, estación de recolecta, arte de captura, número de etiqueta de la preparación, longitud patrón, peso corporal, peso de la gónada, etc.) se presentan en las Tablas I-I 2, cada una corresponde a uno de los meses en los que se realizaron recolectas de ejemplares.

7.2 Estudio del crecimiento

7.2.1 Estandarización de los datos morfométricos

Los valores de longitud patrón y peso corporal de los ejemplares analizados, originales y posteriores a su fijación, se presentan en la Tabla 13. Se observó que la longitud y el peso decrecieron un poco como consecuencia de la acción del fijador, en forma proporcional al tamaño de los individuos. La tabla mencionada incluye los resultados de la prueba T-Student para datos pareados, mismos que comprobaron la factibilidad de estimar las medidas originales de los ejemplares ya fijados, según la metodología aplicada. Dichas estimaciones se consignan en las Tablas 1-12.

7.2.2 Identificación de los grupos modales

La Figura 3 presenta la distribución de frecuencia de tallas de la muestra utilizada, junto con los cinco grupos modales identificados. La gráfica de probabilidad normal se muestra en la Figura 4, y permite apreciar con claridad cuatro incrementos para las tallas de 62, 92, 212 y 226 mm. Considerando que el crecimiento de los ejemplares pequeños es, por

lo común, mayor que el de los grandes, se intuyó la existencia de un quinto límite modal entre los de 92 y 212 mm. Para definirlo, en la Figura 3 se detectó la baja frecuencia de las tallas entre 164 y 172 mm; que en el gráfico de probabilidad normal aparece como un ligero incremento en 166 mm (Figura 4). Por último, el límite superior de la moda más avanzada se aproximó con la talla máxima observada (240 mm). Ambos valores se agregaron a los antes mencionados, definiendo los seis límites modales en cuestión. Estos, junto con los estimados de la mediana para cada grupo modal, se presentan en la Tabla 14. El ajuste de la ecuación 4 a los valores de frecuencia acumulada, y la moda estimada para cada intervalo, se grafican en la Figura 5. Las estimaciones también se presentan en forma numérica en la Tabla 14, junto con los valores de a_2 y a_3 que los determinan según la ecuación 5.

7.2.3 Ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

Los ajustes de las modas y medianas a la ecuación 5 se presentan en la Figura 6. Se encontró que el uso de la moda proporcionó un ajuste algo mejor que el de las medianas, si bien ambas rectas y sus valores de L_{inf} fueron casi idénticos. La Figura 7 presenta el coeficiente de determinación de los ajustes a valores de L_{inf} entre 245 y 295 mm; de nuevo, el mejor ajuste se obtuvo utilizando las modas, y correspondió a un valor de L_{inf} de 276 mm. El valor modal de cada ejemplar se consigna en las Tablas 1-12, mientras que el ajuste a la ecuación 6 se presenta en la Figura 8.

7.3 Biología reproductiva

7.3.1 Asignación de estadios reproductivos

El estadio reproductivo de cada ejemplar, conforme a la escala de madurez utilizada, se presenta en las Tablas I-I 2. Estas tablas incluyen también las observaciones relativas

a las otras estructuras cuya presencia se registró durante la revisión de las preparaciones: folículos postovulatorios y atresias en el caso del tejido ovárico; y forma del epitelio lamelar, cuerpos **café**s y ovocitos intralamelares en el caso del tejido testicular.

7.3.1.1 Ovario

La estructura general del ovario, y los tipos celulares utilizados en la asignación de los estadios de madurez, se presentan en las **Figuras 9 a 14**. Los ovocitos se encontraron dispuestos en **lamelas** que se extienden desde las paredes laterales y dorsales hacia el interior, formando el **lumen** ovárico (**Figura 9**). Algunos ovarios sólo exhibieron ovocitos mononucleolares (**Figura 10**); aunque la gran mayoría presentaron por lo menos dos de los tipos celulares resultantes de la maduración de los ovocitos. En **tales** casos, los polinucleolares estuvieron siempre presentes y fueron los más numerosos (**Figura 11**).

Se observaron las diferentes etapas de la vitelogénesis, desde la incipiente (**Figura 12**) hasta la avanzada. Se comprobó que la migración nuclear caracteriza el final de este proceso: en dicho estadio, el núcleo celular se manifestó algo desplazado de su posición central original (**Figura 13**). Se identificaron ovocitos hidratados intrafolículos (**Figura 14**), los que mostraron una forma ameboidea en lugar de esférica. Esta modificación morfológica no se detectó en ovocitos vitelogénicos avanzados; ni siquiera en los presentes en las mismas preparaciones que los hidratados.

En algunas preparaciones se observaron folículos postovulatorios como los que se muestran en la **Figura 15**. **Se** comprobó que, al principio, **tales estructuras** exhiben circunvoluciones y un **lumen** evidente; y que ambas características se pierden conforme avanza el proceso. También se observaron las diferentes etapas del desarrollo de las atresias, tal como se presenta en las **Figuras 16 a 18**. En algunas atresias no se apreciaron gránulos de vitelo, incluso cuando eran recientes (**Figura 16**). En cambio otras sí los presentaron, pese a encontrarse en etapas posteriores de reabsorción (**Figura 17**).

Con respecto a los cuerpos atrésicos más avanzados, se observó que adquieren una forma aplanada y que pierden su estructura folicular original (Figura 18).

En algunos ovarios se detectó un área, quizá el piso del oviducto, ocupada por un tejido indiferenciado en el cual se encontraron algunos ovocitos intercalados, tanto vitelogénicos como no vitelogénicos (Figura 19). Este tejido indiferenciado parece ocupar la misma posición que el tejido espermático de las gónadas que inician su transformación.

En un número reducido de preparaciones se observaron túneles formados en el interior de la pared gonadal (Figura 20). Estos se distinguen con facilidad de los vasos sanguíneos que irrigan la pared, ya que su luz no presenta forma cilíndrica sino alargada y deprimida; similar a la de los túbulos seminíferos de los testículos y de las gónadas en transformación sexual (Figura 22).

7.3.1.2 Gónada en transformación

Un número considerable de preparaciones mostraron la presencia simultánea de tejido ovárico y testicular. Se comprobó que, en las etapas iniciales del proceso de transformación, el tejido testicular está limitado a la unión de las lamelas ováricas y el piso del oviducto. También se encontró que los tejidos ovárico y testicular se encuentran separados, pero sin que entre ambos se presente tejido conjuntivo (Figura 21). En cambio, en etapas más avanzadas de la transformación, fue común observar grandes áreas con ovocitos intermezclados en lamelas testiculares bien definidas (Figuras 22 y 23).

Los ovocitos presentes en las áreas ováricas de las gónadas en transformación fueron siempre avitelogénicos. En contraste, se observaron grandes variaciones en la actividad reproductiva de las áreas testiculares; desde total inactividad hasta intensa espermatogénesis, caracterizada esta última por un elevado número de criptas y por la presencia de abundantes espermatozoides en los túbulos seminíferos. La actividad

espermatogénica se llegó a manifestar aún en gónadas con amplias áreas de tejido ovárico (**Figura 23**). Los ovocitos de las áreas ováricas no mostraron diferencias apreciables con respecto a los mononucleolares y polinucleolares encontrados en los ovarios. En cambio, algunos de los ovocitos encontrados intermezclados en las lamelas testiculares presentaron un núcleo poco evidente y un tamaño reducido. Se observó que, a diferencia de los ovocitos atrésicos observados en los ovarios, dichos ovocitos no pierden su forma esférica, no muestran células de la granulosa hipertrofiadas y conservan un citoplasma homogéneo.

7.3.1.3 Testículo

Se comprobó que el testículo exhibe la misma estructura básica del ovario, con las lamelas dispuestas en torno de un *lumen* central que, en los ovarios, correspondería al oviducto (**Figura 24**). Se observó que, durante la espermatogénesis, las lamelas contienen numerosas criptas polares (**Figuras 25 y 26**); a partir de las cuales los espermatozoides drenan periféricamente hacia túbulos seminíferos formados en el interior del tejido conjuntivo y muscular de la pared gonadal (**Figura 27**).

Se encontró que las lamelas testiculares están recubiertas de un epitelio cuya forma varía en función de la actividad gametogénica. El tipo columnar dominó en las gónadas de machos inactivos (**Figura 25**), y se llegó a identificar en gónadas activas pero restringido a la base de las lamelas. El epitelio plano está muy distribuido en las gónadas con abundantes criptas y túbulos seminíferos llenos de espermatozoides (**Figuras 25, 26 y 27**). Por su parte, la forma cúbica (**Figuras 25 y 26**) estuvo presente en casi todas las preparaciones observadas; sin ser dominante en ninguna de ellas.

En algunos testículos se observaron cuerpos cafés intercalados en el tejido lamelar (**Figura 28**). Asimismo, resultó común detectar aparentes ovocitos aislados en medio de tejido espermático. Tales ovocitos son esféricos, de tamaño pequeño, y carecen de un núcleo aparente (**Figura 28**).

7.3.2 Ciclo reproductivo anual

La frecuencia de los estadios reproductivos, en función del mes de recolecta, se presenta en la Figura 29 para el caso de las hembras, en la Figura 30 para los ejemplares en transformación y en la Figura 31 para los machos. Cabe hacer notar que el mes de noviembre no se muestreó, mientras que para julio se realizaron dos muestreos (1989 y 1992).

Entre febrero y agosto, además de octubre, se encontraron hembras con ovocitos vitelogénicos (estadios 3 y 4). Las hembras próximas a desovar, con ovocitos hidratados (estadio 5), se manifestaron entre abril y julio; alcanzando su máxima frecuencia relativa durante julio. Durante todo el año se encontraron algunas hembras sin actividad vitelogénica (estadios 1 y 2), pero resultaron más frecuentes entre septiembre y marzo (Figura 29).

Los individuos en transformación sexual mostraron tejido testicular activo (*i.e.* con espermatozoides, estadio 6) en el periodo comprendido entre febrero y agosto, con la excepción de mayo. Se encontraron transformantes inactivos (estadio 7) durante todos los meses, excepto julio y diciembre (Figura 30).

Los machos con actividad reproductiva (estadio 9, gónadas con producción de espermatozoides y capacidad de eyacular) estuvieron presentes desde marzo hasta octubre, con una mayor frecuencia relativa en julio. Se encontraron machos inactivos (estadio 8) en todos los meses excepto julio, pero con mayor frecuencia entre septiembre y febrero. Por último, los machos cuyas gónadas presentaron aún espermatozoides, pero no actividad espermatogénica (estadio 10), se presentaron en mayo, junio, julio, agosto y diciembre; con frecuencias por lo general bajas (Figura 31).

Con respecto a la relación entre la variabilidad ambiental del área de estudio y el ciclo reproductivo de *P. maculatofasciatus*, las medias mensuales de temperatura del mar, superficial y de fondo, se presentan en la Figura 32. Dicha figura también incluye la proporción mensual de estadios indicativos de actividad desovante. De forma análoga,

la **Figura 33** muestra la proporción de desovantes junto con las medias mensuales de horas-luz por día.

Las regresiones entre las mediciones *in situ* y las medias mensuales de largo plazo se presentan en la **Figura 34**. Los valores del coeficiente de correlación obtenidos (0.91 para temperatura superficial y 0.93 para la de fondo), permitieron establecer la factibilidad de utilizar las medias de largo plazo para comparar con respecto a otras zonas (California, Estados Unidos, y la Bahía de La Paz). Al efecto, la **Figura 35** muestra las medias mensuales de largo plazo de temperatura superficial del mar para las localidades indicadas y el área de estudio, junto con los periodos de máxima actividad desovante en cada sitio. Lo propio se hace en la **Figura 36**, pero con respecto al promedio mensual de horas-luz por día.

7.3.3 Proporciones sexuales

La **Figura 37** muestra las distribuciones de frecuencia de hembras, machos y transformantes, así como la variación de la proporción de hembras, por clases de talla y valor modal. En ambos casos se apreciaron distribuciones de frecuencia por sexos casi sobrepuestas. Si bien se detectó una cierta dominancia numérica de las hembras con respecto a los machos, excepto en las clases más avanzadas, se encontró una proporción significativa de los machos en todas las clases.

Se observó que la proporción de hembras, en las clases iniciales, se mantuvo estable y un poco a su favor; pero en las clases subsecuentes cambió de forma drástica y rápida. La fracción de hembras osciló alrededor de 0.65 (unas tres hembras por cada dos machos, incluyendo transformantes) hasta la clase de 210 mm y el cuarto grupo modal. Para el siguiente grupo modal, y en un intervalo de tallas de tan sólo 20 mm (210-230 mm), la fracción decreció hasta valores equivalentes a una hembra por cada cinco o seis machos. Los resultados correspondientes a los grupos modales, que permiten agrupar un mayor número de individuos en cada clase, muestran que la proporción de hembras

tendió a estabilizarse en las clases cinco y seis. En el caso de la talla, la fracción de hembras por arriba de 250 mm manifestó variaciones bruscas, como resultado del reducido número de observaciones.

Con respecto a los individuos en transformación, se estableció su presencia en casi todas las tallas y grupos modales; desde las clases iniciales y, por lo menos, hasta 230 mm y un valor modal de cinco. No obstante, su mayor frecuencia se registró en los tres primeros grupos modales y en tallas menores de 190 mm.

7.3.4 Tallas y modas de madurez y transformación sexual

No fue posible establecer la talla y valor modal medios de madurez sexual, ya que casi no se recolectaron ejemplares con gónadas indiferenciadas. Por lo tanto, sólo se presentan los valores mínimos observados a nivel individual. Las tallas mínimas y máximas de cada uno de los estadios reproductivos se muestran en la Tabla 15, junto con el cálculo del valor modal correspondiente.

La hembra más pequeña que exhibió ovocitos vitelogénicos correspondió a un estadio 4, alcanzó una longitud patrón de 65 mm, y su valor modal se estimó en poco menos de uno (0.9). Fue sólo un poco mayor que la hembra más pequeña observada, un ejemplar en estadio 2 con longitud patrón de 62 mm. El macho más pequeño observado, de 61 mm de longitud patrón y valor modal de 0.9, presentó actividad espermatogénica y capacidad de eyaculación (estadio 8).

Al igual que la maduración, se encontró que la transformación sexual puede manifestarse en individuos de talla muy reducida: el transformante más pequeño midió 67 mm de longitud patrón, correspondientes a un valor modal de 0.9.

La frecuencia relativa por clases de talla y por grupo modal, utilizada en el cálculo de los valores medios de transformación sexual mediante el ajuste de los modelos logísticos (ecuaciones 9 y 10), se presenta en la Figura 38. Los valores iniciales de los parámetros de cada ajuste, los valores finales y las restricciones impuestas se presentan en la Tabla

16; mientras que las curvas resultantes de cada modelo se grafican en la Figura 39. La Figura 40 indica la talla (228 mm) y el valor modal (4.5) correspondientes al punto de inflexión de cada curva; mientras que la Figura 41 muestra los ajustes para el área de estudio y el Golfo de California.

7.3.5 Frecuencia del desove, fecundidad parcial y fecundidad relativa

Los resultados del análisis histológico confirmaron que, en la zona de estudio, *P. maculatofasciatus* se comporta como un desovador parcial: todas las gónadas de hembras maduras exhibieron ovocitos en diferentes etapas de desarrollo, desde avitelogénicos hasta vitelogénicos avanzados.

Con respecto a la frecuencia de los desoves, la Tabla 17 presenta la proporción de hembras con folículos postovulatorios de Día 1 con respecto al total de hembras maduras, que resultó equivalente a 2.6 días/desove para la recolecta de julio de 1992. Se estimó que una hembra desova cada dos o tres días durante el periodo de máxima actividad reproductiva. No obstante, la identificación de tres ovarios con folículos postovulatorios de Día 0 y 1 indicó que algunas hembras son capaces de realizar desoves diarios, si bien integran una fracción pequeña del total (alrededor del 13% de las hembras maduras en la muestra).

Se estimó que cada desove consiste de 10,300 ovocitos en promedio, como se presenta en la Tabla 18. Tal fecundidad parcial resultó muy variable, con un mínimo de 7,000 y un máximo de 15,000 ovocitos por desove. No obstante, la variación promedio significó menos del 30% de la fecundidad parcial media. La misma tabla presenta la estimación de la fecundidad parcial relativa media, que resultó en alrededor de 160 ovocitos por desove por gramo de peso corporal sin gónada, con un máximo de casi 230 y un mínimo de 140. La variación promedio fue muy similar a la observada para la fecundidad parcial, y equivalió al 26%.

La regresión entre la fecundidad parcial y el peso corporal, previa transformación a logaritmos naturales, se presenta en las Figuras 42 y 43. Dichas figuras permitieron apreciar que ambas variables tienden a relacionarse en forma directa. En contraste, la fecundidad parcial relativa resultó, por lo general, mayor en los ejemplares más pequeños: las figuras muestran cómo dicha variable mantiene una tendencia inversa, aunque no significativa en términos estadísticos, con respecto al peso corporal.

8. Análisis y discusión

Como se documentó en la introducción, diferentes autores han señalado que *P. maculatofasciatus* posee características que la distinguen de la generalidad de las especies de la familia Serranidae, tales como su distribución en latitudes templadas y su presencia en hábitats diferentes a los rocoso-arrecifales. En especial, su uso de los fondos arenosos resultó en un modo de vida que no es típico de la subfamilia en la que se ubica; la Serraninae. En principio, se ha señalado que esta divergencia podría incluir también diferentes aspectos de su reproducción (Smith y Yoüng 1966).

Con el fin de investigarlo, en este trabajo se documentaron algunas peculiaridades de su biología reproductiva; referentes a su morfología gonadal, ciclo reproductivo, talla de madurez, modalidad reproductiva, fecundidad, estructura poblacional por sexos y, en especial, al proceso de transformación sexual. Algunos de los resultados obtenidos son elementos novedosos, mientras que otros permiten ampliar y complementar ciertos aspectos descritos con anterioridad. De entre éstos, algunos parecen comunes a *Paralabrax* spp; en tanto que otros se refieren, incluso, al nivel poblacional.

En esta sección se presentan y discuten las peculiaridades de la reproducción de *P. maculatofasciatus*, contrastando los resultados obtenidos para la población analizada con los mencionados por diferentes autores para otras localidades y especies. Con el fin de mantener la misma secuencia de los apartados anteriores, en primer término se discuten de forma breve los resultados del análisis del crecimiento; que, aunque no fue un aspecto medular del trabajo realizado, sí resultó útil para interpretar algunas observaciones sobre la reproducción como proceso a nivel poblacional. Después se aborda lo relativo a la biología reproductiva; y, por último, se intentan integrar los aspectos tratados en una hipótesis preliminar sobre el origen y evolución de las modalidades reproductivas de *Paralabrax* spp.

8.1 Crecimiento

En virtud de que los trabajos no incluyeron la lectura de escamas u otolitos, se decidió analizar la frecuencia por tallas como una opción para el estudio del crecimiento (Jerald 1983). Para ésto, se relacionaron los incrementos en longitud con los grupos modales identificados a partir de la muestra utilizada. Esto también fue realizado por Chávez y Arvizu (1972) para *P. maculatofasciatus* del Golfo de California; sólo que dichos autores sí establecieron la relación edad-longitud de dicha población, gracias a que validaron los grupos modales como edades mediante la lectura de marcas en escamas.

Para fines de discusión, y sin olvidar que no es adecuado inferir la edad sólo con base en el análisis de tallas, es pertinente analizar algunas evidencias que sugieren que los grupos modales identificados en este trabajo pueden corresponder a grupos de edad.

Una de estas evidencias es la buena definición de los límites modales en la muestra analizada (Figura 3). Dicha muestra, además de ser numerosa (360 individuos), reunió las características de simultaneidad y representatividad necesarias en función de la metodología aplicada (Jerald 1983). Esto permitió obtener altas y significativas correlaciones al ajustar las modas estimadas a la recta de Walford (1946) (Figura 6) y a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934) (Figura 7); lo que también es considerado como indicativo de una correcta identificación de las clases de edad (Ricker 1975).

Así, no es sorprendente que los valores encontrados a partir del ajuste concuerden bastante bien con la evidencia presentada por otros autores. Por ejemplo, el valor calculado de L_{inf} (283 mm) es muy similar al que establecieron Chávez y Arvizu (1972), con una diferencia menor de un centímetro (Figura 8). En el otro extremo de la curva de crecimiento, el estimado de talla para el primer grupo modal (55 mm) es comparable a la longitud mencionada para el juvenil avanzado en condiciones de laboratorio (42 mm, Butler *et al.* 1982); lo que sugiere que dicho grupo modal corresponde a individuos de un año.

Dadas estas correspondencias, y a nivel de hipótesis de trabajo, puede suponerse que la ecuación obtenida permite calcular la edad de los individuos a partir de su talla. De ser así, ello indicaría que, en el área de estudio y en sus primeros años de vida, los ejemplares crecen más rápido que los del Golfo de California; a pesar de que las tallas máximas promedio, en ambas localidades, son muy similares (**Figura 8**). Esto resultó de interés al comparar la temporalidad de la transformación sexual entre ambas poblaciones, como se discute con posterioridad.

8.2 Biología reproductiva

Gracias a que el análisis histológico comprendió 439 ejemplares, un número mucho mayor que el contemplado en estudios previos (Hastings 1989, Oda et al. 1993), fue posible incluir la mayoría de los estadios que el tejido reproductivo de *P. maculatofasciatus* puede manifestar; de hecho, sólo faltaron las gónadas indiferenciadas. En esta investigación, por primera vez, se incluyeron ejemplares recolectados durante casi todos los meses del año, con la excepción de noviembre. A pesar de que no es el primer trabajo sobre la morfología gonadal, la modalidad y el ciclo reproductivo de esta especie (Hastings *loc. cit.*, Oda et al. 1990 y 1993, Avilés-Quevedo et al. 1994); los resultados obtenidos a partir de un muestreo más intensivo y prolongado permitieron completar aspectos ya descritos, así como aportar las primeras determinaciones para el área de Bahía Magdalena-Almejas.

8.2.1 Morfología gonadal

El análisis histológico confirmó la mayoría de las características establecidas para la gónada de *P. maculatofasciatus* por Hastings (1989); así como la gran similitud que existe entre las gónadas de esta especie y las de *Paralabrax clathratus*, antes descritas por Smith y Young (1966). No obstante, se encontraron algunas particularidades de la

morfología gonadal que, hasta ahora, no se habían mencionado; como se discute a continuación.

8.2.1 .1 Ovario y testículo

Los ovarios maduros revelaron la presencia de ovocitos hidratados intrafolliculares (Figura 14), muy similares a los observados por Smith y Young (1966) en *P. clathratus*. Dichos autores los calificaron de notables porque, en la generalidad de las especies de esta familia, la hidratación se presenta fuera del folículo, cuando el ovocito se encuentra ya en el oviducto. Por su parte, Oda *et al.* (1993) presentaron microfotografías de *P. maculatofasciatus* en las que se aprecia esta característica, aunque no la mencionaron en su trabajo.

Otro resultado relevante fue la observación del carácter plano del epitelio que recubre gran parte de la lamela testicular bajo condiciones de espermatogénesis (Figuras 26 y 27). Al respecto, Smith y Young (1966) mencionaron para *P. clathratus* un epitelio columnar, con núcleos basales, que es más evidente en las gónadas inactivas. Para *P. maculatofasciatus*, Hastings (1989) indicó que este epitelio varía su forma de columnar a cúbico y que su función es desconocida, remarcando que no se observa en otras especies de esta familia. Cabe destacar que, al parecer, Hastings (*loc. cit.*) no analizó ejemplares capturados durante el desove.

Durante el análisis, se observó que la forma del epitelio lamelar guarda una estrecha relación con la actividad reproductiva: el tipo columnar resultó dominante en condiciones de inactividad (Figura 25), mientras que el epitelio plano caracterizó a las gónadas desovantes (Figura 27). Tales cambios pueden explicarse, a nivel de hipótesis, con base en las particularidades de la espermatogénesis en *Paralabrax* spp.

En las especies del género ya estudiadas; *P. clathratus* (Smith y Young 1966), *P. nebulifer* (Oda *et al.* 1993) y *P. maculatofasciatus* (Hastings 1989), la espermatogénesis se presenta en el interior de criptas incluidas en las lamelas testiculares. La naturaleza

polar de dichas criptas, inexistentes en otras especies de esta familia, permite proponer que la espermiación se presenta en su interior; si se acepta como hipótesis que la incorporación del líquido espermático es necesaria para que los espermatozoides se orienten dentro de las criptas. De presentarse esta variante de espermiación, por fuerza se originaría un incremento importante del volúmen de la lamela; mismo que tendría que ser compensado, de alguna forma, por el epitelio que la recubre.

Una forma de hacerlo es que el epitelio varíe su forma, pasando del columnar (predominante en situaciones de reposo, cuando la lamela no contiene criptas y es aún pequeña), al plano, que permitiría a las células epiteliales cubrir un area mucho mayor sin implicar la formación de nuevas células. Tal modificación no es necesaria en la generalidad de las especies de esta familia, ya que en ellas la espermiación se realiza en los túbulos seminíferos. Esta idea explica, además, que las criptas polares no sean típicas de la mayoría de las especies de Serranidae.

La capacidad del epitelio lamelar para cambiar su forma, así como la hidratación intrafolicular de los ovocitos, son adaptaciones inexistentes en la generalidad de las especies de esta familia; que parecen orientadas a madurar y mantener los gametos en el interior de las lamelas gonadales. A manera de hipótesis, su presencia en *Paralabrax* spp. puede explicarse de la siguiente manera:

Estas especies desarrollan, por lo general, poblaciones numerosas que; en muchas localidades, se traducen en una elevada densidad poblacional (Smith y Young 1966, Thomson *et al.* 1987, Hastings 1989, Leija-Tristán y Castro-Aguirre 1991, Oda *et al.* 1993). Dichas localidades, en muchos casos, corresponden a hábitats diferentes de los ocupados por la mayoría de las especies de esta familia; en especial los fondos arenosos. Puede suponerse que, en los ancestros del género, la explotación de nuevos hábitats permitió elevar la densidad de sus poblaciones; con lo que se estableció una mayor competencia intraespecífica por gametos del sexo contrario. La mayor densidad y los desplazamientos constantes, implícitos en la explotación de dichos hábitats alternos, pudieron además propiciar una mayor dinámica y una menor persistencia de la unidad social; por las siguientes razones.

En la generalidad de las especies de la subfamilia Serraninae, el individuo que se recluta a la población reproductora ingresa a una unidad social que, por lo general, está circunscrita a un determinado territorio. Al hacerlo garantiza la disponibilidad de una pareja, no sólo en el futuro inmediato, sino también a mediano plazo; puesto que tales unidades perduran más allá de la siguiente temporada de desove. Por su parte, la existencia de cortejos permite al individuo anticipar el momento en que deberá desovar; y asegura, en principio, que dicho desove será exitoso (Thresher 1984a y 1894b). Quizá la unidad social permanente y los cortejos hicieron posible, en los ancestros de la familia, que la maduración de los gametos se realizara en los ductos correspondientes sin que esto derivara en su pérdida. De otro modo tal pérdida sería inevitable, ya que dichos ductos carecen de las adaptaciones necesarias para mantener a los gametos viables por periodos prolongados.

Entre los ancestros de *Paralabrax* spp., al disminuir el efecto regulador de la unidad social sobre las interacciones sexuales, y ante una fuerte competencia por gametos del sexo contrario, pudieron resultar favorecidos aquellos individuos capaces de aprovechar con rapidez la oportunidad de desovar con éxito. Esto implica no sólo el mantener los gametos maduros, sino también el hacerlos por periodos no predecibles. Tanto la hidratación extrafolicular como la espermiación en los túbulos seminíferos carecen de dichas propiedades; lo que explicaría el valor adaptativo de las estructuras especializadas en madurar y almacenar los gametos en el seno del tejido gonadal, garantizando que se encuentren listos para ser desovados en el momento requerido.

8.2.1.2 Gónada en transformación y modalidad del hermafroditismo

Tal como lo describió Hastings (1989), y sin excepción, las gónadas hermafroditas y los testículos de *P. maculatofasciatus* evidenciaron la existencia de un **lumen** central (**Figuras 21 y 24**). Este no es utilizado para el transporte de espermatozoides; que, como se mencionó, se realiza mediante túbulos seminíferos formados en el interior de la pared

gonadal (Figura 27). La existencia de este *lumen* en todas las preparaciones de machos y transformantes, junto con un tamaño de muestra que parece adecuado, permiten proponer que la gónada de esta especie, en principio, posee una estructura ovárica.

Tal condición es considerada como indicativa de hermafroditismo protogínico monándrico por Sadovy y Shapiro (1987). En dicha modalidad todos los machos de una especie son primarios, definidos como los que resultan de la transformación sexual de una hembra. Los machos secundarios corresponden, según los mismos autores, a los que se diferencian a partir de la larva o del juvenil. Las gónadas de los machos secundarios, en consecuencia, no muestran reminiscencias de una estructura ovárica. Cuando ambos tipos de machos se presentan, la especie es calificada como diándrica (Sadovy y Shapiro *loc. cit.*).

No obstante, y a pesar de que encontró sólo testículos con estructura ovárica, Hastings (1989) sugirió que la transformación sexual de *P. maculatofasciatus* puede realizarse por dos vías: a partir de hembras funcionales (cambio de sexo postmaduracional) y a partir de individuos inmaduros cuya estructura gonadal es ovárica (cambio de sexo premaduracional). Sustentó dicha hipótesis con base en “la existencia de machos muy pequeños, sólo un poco más grandes que la talla mínima de madurez sexual de las hembras”. El autor indicó que esta posibilidad no se había mencionado para otras especies de esta familia; si bien después se sugirió un patrón equivalente para el Anthiinae *Hypoplectrodes maccullochi* (Webb y Kingsford 1992).

Los resultados de este trabajo respaldan la propuesta de Hastings (1989). La elevada frecuencia de machos con tallas comparables a las de las hembras más pequeñas (Figuras 37 y 38), así como ciertos estudios embriológicos (p.e. Butler *et al.* 1982) de los que se desprende que tales tallas son las esperables para individuos recién reclutados a la población reproductiva, dejan pocas dudas con respecto a la existencia de transformación premaduracional en esta especie. En consecuencia, y a pesar de que todos los machos exhiben un *lumen* que denota la estructura ovárica inicial de la gónada juvenil, no puede calificársele como monándrica. Si bien Sadovy y Shapiro (1987) no

consideraron esta posible variante, sus propias definiciones de macho primario y secundario obligan a considerar que la modalidad reproductiva de la población analizada, y quizá también de la población del Golfo de California, es el hermafroditismo protogínico diándrico.

Con respecto a la morfología de la gónada hermafrodita, Hastings (1989) indicó que ésta presenta tejido ovárico en regresión y tejido testicular en desarrollo. Mencionó que, en las etapas iniciales del proceso, el tejido testicular está limitado a la unión de las lamelas ováricas y el piso del oviducto.

Complementando dicha descripción puede señalarse que, si bien los tejidos masculino y femenino se encontraron separados en las gónadas que iniciaban su transformación (Figura 21), esa delimitación se pierde conforme transcurre el proceso. En etapas más avanzadas fue común encontrar grandes áreas con ovocitos intermezclados en lamelas testiculares bien definidas (Figura 23). Las áreas ovárica y testicular, aún en las gónadas con transformación incipiente (Figura 21), no están separadas por tejido conjuntivo. Esta condición, denominada “gónada no delimitada” por D’Ancona (1952), no es típica de la generalidad de las especies de esta subfamilia; mismas que suelen poseer gónadas hermafroditas delimitadas por tejido conjuntivo (D’Ancona *loc.cit.*, Reinboth 1962, Smith 1965, Bortone 1977, Hastings y Bortone 1980).

Otra peculiaridad encontrada es que la actividad espermatogénica puede manifestarse en las gónadas hermafroditas; ésto es, aún antes de que la transformación se complete (Figura 23). Además, la identificación de ovarios con ovocitos vitelogénicos atrésicos y aparentes túbulos seminíferos en el interior de la pared gonadal (Figura 20), sugiere que dichos procesos anteceden al desarrollo del tejido testicular; de manera que, muy pronto, el transformante estará en condiciones de iniciar la producción y desove de espermatozoides.

La madurez sexual de las gónadas en transformación no se ha documentado para otras poblaciones de esta especie, ni para otras especies del género (de hecho, ninguno de los trabajos consultados sobre especies de esta familia la mencionan). Aparte de que

podiera tratarse de una primera referencia, lo más relevante de dicha característica es que resulta congruente con la hipótesis planteada con anterioridad, con respecto a las circunstancias en las que pudo evolucionar la modalidad reproductiva de *Paralabrax* spp.

En el contexto de una fuerte competencia por gametos, es indudable que la rápida maduración del tejido espermatogénico representa una ventaja adaptativa para el individuo transformante. Por otra parte, y de acuerdo con las ideas sobre la regulación de la transformación por factores ambientales, el éxito del individuo transformante depende de la persistencia de las condiciones demográficas favorables para su reproducción como macho (Shapiro 1987b). Tales condiciones pueden persistir, con mayor facilidad, si la estructura de la unidad social no se modifica en el transcurso del tiempo. La mayor dinámica de tal unidad, así como el componente azaroso que, según la hipótesis planteada, caracterizó a las interacciones sexuales entre los ancestros de *Paralabrax* spp., quizá ocasionaron que la transformación sexual sólo representara una ventaja para los individuos capaces de explotarla con rapidez; favoreciendo el éxito reproductivo de aquellos que podían realizar desoves aún antes de completar su transformación.

8.2.2 Ciclo reproductivo anual

Para la especie investigada, la descripción del ciclo reproductivo implica abordar dos procesos, en principio, independientes en cuanto a su temporalidad: el desove y la transformación sexual. En consecuencia, a continuación se presenta primero lo relativo al ciclo del desove, para después discutir lo referente a la periodicidad de la transformación. Al mismo tiempo, y a la luz de las hipótesis planteadas en los apartados previos, se intenta la integración de algunos aspectos del ciclo reproductivo de *P. maculatofasciatus* en diferentes localidades.

8.2.2.1 Temporalidad del desove

Los resultados encontrados muestran que, en el área de estudio, las gónadas inician su maduración desde finales del invierno y mantienen su actividad por lo menos hasta mediados del otoño, pero los desoves más intensos son en el verano (Figuras 29 a 31). Con respecto al efecto regulador de los factores ambientales, se observó que la mayor actividad desovante se manifiesta durante los meses en los que se inicia el calentamiento del mar (Figura 32), el mismo periodo en el que se registran los máximos de horas-luz por día (Figura 33).

Este ciclo mostró, por su duración y estacionalidad, importantes diferencias con respecto al mencionado para otras poblaciones; lo que puede contribuir a explicar cómo el ambiente sincroniza la actividad reproductiva de esta especie. Las Figuras 35 y 36 muestran los periodos de mayor actividad desovante para las tres localidades en las que se ha caracterizado su ciclo reproductivo, junto con las variaciones estacionales de la temperatura del mar y del fotoperiodo, respectivamente. Puede observarse que, mientras que en California (Oda et al. 1990 y 1993) y en el área de Bahía Magdalena-Almejas el desove es más intenso en verano, en la Bahía de La Paz lo es entre febrero y mayo (Avilés-Quevedo et al. 1994a).

En la Bahía de La Paz, la mayor actividad desovante se presenta con el inicio del calentamiento estacional, y en un intervalo de temperaturas pequeño en comparación con la variación anual total. Con respecto a la duración del día, el pico del desove se presenta antes de que los máximos se alcancen; a lo largo de un intervalo cercano al de la variabilidad anual. En California, la población desova entre junio y agosto; coincidiendo con la parte cálida del periodo de calentamiento. A diferencia de lo observado en la Bahía de La Paz, el máximo de actividad desovante se manifiesta en un intervalo reducido de la variación anual del número de horas-luz por día, en general después de que se registraron los máximos de dicho parámetro.

No se encontró ningún patrón coherente, entre las diferentes zonas, que indique un efecto regulador importante del fotoperiodo: mientras que en la Bahía de La Paz el pico del desove se presenta en un amplio intervalo, en el área de Bahía Magdalena-Almejas y en California el intervalo es, en comparación, estrecho (Figura 36). Más aún, mientras que la mayor actividad desovante se manifiesta siempre asociada al periodo de calentamiento estacional (Figura 35), en relación con el número de horas-luz puede presentarse antes, durante o después de los máximos estacionales; en función de cada sitio. En especial, resulta significativo que para dos localidades con fotoperiodos muy similares, como la Bahía de La Paz y el área de Bahía Magdalena-Almejas, se observen grandes diferencias en la estacionalidad del desove.

Si bien el fotoperiodo y la temperatura se reconocen como dos factores que sincronizan la reproducción en teleósteos (Crim 1982), el conocimiento existente en torno de la regulación de los ciclos reproductivos de las especies de la familia Serranidae brinda algunos indicios que permiten suponer que la temperatura del mar puede ser un factor más determinante; como se discute a continuación.

Walsh (1987) indicó que la mayoría de los peces arrecifales inician sus desoves en el invierno, cuando se registran temperaturas frías. Los desoves más intensos suelen manifestarse entre finales del invierno y principios del verano, incrementando su frecuencia conforme el agua se va calentando. En pleno verano los desoves disminuyen con rapidez, al alcanzarse los máximos de temperatura.

Dicho autor apuntó hacia la posibilidad de que este patrón sea una estrategia general; indicando que su ventaja adaptativa radicaría en que el ascenso de la temperatura durante el invierno y la primavera permite incrementar la tasa de crecimiento larval y, por tanto, la sobrevivencia. No obstante, sugirió, los máximos de temperatura (muy cálidas en las zonas tropicales) pueden tener un efecto adverso en la sobrevivencia larval, o incluso inhibitorio sobre la gametogénesis.

Para las especies de esta familia, y aunque hay una considerable variabilidad en la estacionalidad de sus ciclos reproductivos, existe una tendencia general: las tropicales

(como la mayoría de las especies de la subfamilia Serraninae) suelen iniciar sus desoves a principios de la primavera, mientras que las de latitudes más templadas lo hacen después (Shapiro 1987b).

Adecuando estas observaciones al esquema de Walsh (1987), puede plantarse que, en zonas templadas, la condición térmica requerida para un rápido desarrollo larval se alcanzaría ya entrado el verano; sin que las temperaturas máximas, menos elevadas que las de zonas tropicales, tuviesen las consecuencias adversas ya señaladas. Por tal razón, puede esperarse que el pico del desove, en dichas localidades, se presente durante la parte cálida del periodo de calentamiento estacional.

Así complementada, la estrategia general propuesta por Walsh (1987) parece explicar la totalidad de las observaciones sobre la temporalidad del desove de *P. maculatofasciatus* en las diferentes localidades. Dichas observaciones se resumen en la Figura 35, y pueden explicarse en términos biológicos de la siguiente manera:

Para la Bahía de La Paz, una zona cálida, Avilés-Quevedo *et al.* (1994a) indicaron que la intensidad de los desoves disminuye durante el verano, conforme se alcanzan las mayores temperaturas. Esto resulta en una actividad desovante que, si bien abarca casi todo el año, es más intensa durante el calentamiento primaveral; propiciando que las larvas se desarrollen en temperaturas cálidas pero evitando las máximas estacionales.

En California los desoves se presentan después, durante el periodo de calentamiento de verano. Cabe señalar que tal estrategia no se restringe a *P. maculatofasciatus*, sino que es característica de *Paralabrax* spp. de las costas de California (Oda *et al.* 1990 y 1993), así como del Pacífico de Baja California (Rosales-Casián y Hammann 1994). Más aún, también se presenta en *Centropristis striata*, otra especie protogírica de esta subfamilia que se distribuye fuera del trópico: en las costas de Virginia (Estados Unidos) desova con mayor intensidad entre mayo y junio, mientras que en localidades más norteñas (Nueva Jersey, Estados Unidos) lo hace en julio y agosto (Lavenda 1949, Shapiro 1987b). En California, las especies de *Paralabrax* no muestran actividad desovante durante los meses en que inicia el calentamiento, lo que parece obedecer a

que las temperaturas primaverales están por debajo de la mínima posible en términos fisiológicos. Por lo menos así lo sugieren ciertos estudios ictioplanctónicos realizados durante años fríos: si en verano se alcanzan temperaturas por debajo de 16°C, la abundancia de larvas decrece en forma significativa (Lavenberg *et al.* 1986, Oda *et al.* 1993). A diferencia de lo que ocurre en la Bahía de La Paz, el desove de *P. macula tofascia tus* en dicha localidad se restringe a una sólo estación del año.

En el área de Bahía Magdalena-Almejas, la variación térmica es intermedia: las medias mensuales nunca son inferiores de 16°C, como pasa en California, ni alcanzan los altos valores que se registran en la Bahía de La Paz. Según la hipótesis planteada, todo el periodo de calentamiento presentaría condiciones adecuadas para el desove. Puede observarse que las temperaturas a las que se registra una alta frecuencia de individuos maduros abarcan un intervalo casi tan amplio como la variación anual, mismo que corresponde bastante bien a la suma de los observados en las otras dos localidades (Figura 35).

La hipótesis planteada, aunque preliminar, permite explicar la extensa temporada de desoves de la población estudiada; así como las diferencias entre los ciclos reproductivos típicos de las especies de la subfamilia Serraninae que son tropicales y los de algunas que, como *P. maculatofasciatus*, ocupan latitudes subtropicales y templadas. Lo extenso del desove, junto con una elevada y permanente productividad biológica (Alvarez-Borrego *et al.* 1975), son sin duda factores a considerar en términos de la dominancia ecológica de esta especie en el área de estudio.

8.2.2.2 Temporalidad de la transformación sexual

Con respecto al proceso de transformación, los resultados de este trabajo no muestran una estacionalidad marcada, si bien fue evidente la baja frecuencia de individuos con dicha característica entre septiembre y diciembre; es decir, al término de la temporada de desove (Figura 30).

Lo anterior, al parecer, difiere de lo que pasa en el Golfo de California; según se desprende de lo mencionado por otros autores. Hastings (1989) estudió una población del norte del golfo, mediante muestreos realizados entre octubre y mayo. Con respecto a la población investigada, puede afirmarse que, para el mismo periodo, la frecuencia de transformantes que dicho autor encontró fue mucho más baja. En cambio, Avilés-Quevedo *et al.* (1994a) indicaron, para la Bahía de La Paz, la presencia de transformantes durante julio-diciembre, y su ausencia en el resto del año. No establecen su frecuencia relativa, pero se infiere que es elevada porque mencionan que encontraron transformación “en todas las marcas de clase”.

En la Bahía de La Paz, el máximo de la temporada de desoves se ubica entre febrero y mayo (Avilés-Quevedo *et al.* 1994a). El ciclo reproductivo de la población del norte del golfo no está descrito, pero la existencia de juveniles durante el invierno (Thomson *et al.* 1987) permite suponer que los desoves se presentan en el primer semestre del año. Esto sugiere que, en el Golfo de California, la frecuencia de transformantes es baja durante los desoves y mayor en los meses subsecuentes; opuesto a lo que pasa con la población analizada.

Debido al casi total desconocimiento de los factores que sincronizan la transformación sexual en las especies de esta familia (Shapiro, 1987b), resulta relevante explicar las posibles diferencias en la temporalidad de dicho proceso entre diferentes poblaciones de una misma especie. A continuación se ofrece una explicación tentativa para el caso de la especie investigada.

Desde el punto de vista teórico, y de acuerdo a sus ideas sobre la regulación por mecanismos demográficos, Shapiro (1987b) sugirió que la iniciación del proceso de transformación, en principio, debe manifestarse cuando los individuos se agrupan para el desove. Al respecto, argumentó que sólo en dichas circunstancias el individuo puede anticipar el éxito reproductivo de su transformación. Según dicho autor, la única forma de explicar la transformación fuera de la temporada de desove es con base en unidades sociales permanentes: aún en los meses de inactividad, el individuo puede identificar la

existencia de condiciones demográficas favorables al cambio de sexo, así como predecir su éxito reproductivo.

Extendiendo dicha idea, puede plantearse que, cuando es factible, la transformación fuera de la temporada de desove reditúa en un mayor éxito reproductivo; ya que el individuo puede aprovechar la totalidad de su periodo de actividad en la producción y desove de gametos.

Para el Golfo de California, Thomson et al. (1987) describieron que *P. maculatofasciatus* prefiere los fondos rocosos someros; si bien señalaron que incursiona con frecuencia en los fondos arenosos. Indicaron que esta especie depreda durante el día sobre peces y crustáceos, lo que es característico de peces carnívoros de zonas rocoso-arrecifales (Longhurst y Pauly 1987). Además, mencionaron que muestra hábitos de ocultamiento y que utiliza las zonas rocosas como refugios. En el área de Bahía Magdalena-Almejas, en cambio, esta especie resultó muy abundante en fondos arenosos y limosos (Leija-Tristán y Castro-Aguirre 1991). Se le encontró un espectro alimenticio más amplio, y se observó que, además de alimentarse en el día, lo hace también durante la noche; lo que es típico de la ictiofauna carnívora en dichos ambientes (Longhurst y Pauly *loc. cit.*).

Lo anterior sugiere que el modo de vida de *P. maculatofasciatus* del Golfo de California está más asociado a los hábitats rocosos, mientras que en el área de estudio guarda mayor relación con los fondos blandos. Si ésto es cierto, puede esperarse que la población del Golfo de California retenga los esquemas demográficos basados en unidades sociales, la condición ancestral de la subfamilia, en mayor medida que la población analizada. Con tales premisas, y aplicando las ideas de Shapiro (1987b), puede proponerse que la existencia de unidades sociales en las poblaciones del Golfo hace factible la transformación sexual fuera de la temporada de desove. En contraste, la elevada dinámica que quizá caracteriza a las agrupaciones reproductivas de la población investigada explicaría que la transformación se presente, de preferencia, durante el periodo de actividad desovante.

8.2.3 Tallas y modas de madurez y transformación

Los resultados del análisis del crecimiento, en términos de hacer equivalentes los grupos modales a grupos de edad, deben ser considerados como una hipótesis tentativa. Esto, como se explicó, obedece a que no se aplicaron métodos alternativos para la validación de la relación edad-longitud encontrada. No obstante, y ante la falta de evidencia más concluyente, tal relación parece razonable; en virtud de las características de la muestra utilizada, de los buenos ajustes obtenidos al aplicar la metodología, y de evidencias independientes sobre el crecimiento de esta especie (Chávez y Arvizu 1972, Butler *et al.* 1982).

En todo caso, cabe hacer notar que las reservas del caso sólo son aplicables cuando, con fines de discusión, se infieren las edades de los principales procesos reproductivos a partir de dicho análisis preliminar. En contraste, la confiabilidad de las estimaciones de las tallas de madurez y transformación no se ve afectada por la falta de evidencia complementaria. La comparación entre los resultados de este trabajo y los presentados por otros autores, que es la esencia de esta discusión, puede realizarse con base en las tallas observadas, sin que se invaliden las conclusiones e hipótesis que se proponen.

No obstante, el uso de los grupos modales resultó un criterio muy conveniente para agrupar a los individuos por clases al analizar la estructura poblacional; lo que permitió obtener mejores ajustes a los modelos utilizados. Más aún, y a reserva de abordarse en su oportunidad, cabe mencionar que se encontró una casi total correspondencia entre el valor modal medio que se estimó para la transformación sexual a nivel poblacional, y la edad media de transformación de la población analizada por Hastings (1989). Tal resultado permitió extender y profundizar las hipótesis sobre el origen y evolución de la modalidad reproductiva de esta especie; y es indicativo (aunque no concluyente) de que los grupos modales identificados corresponden, en efecto, a grupos de edad.

8.2.3.1 Madurez

A pesar de que no fue posible definir la talla media de madurez sexual, los resultados obtenidos bastan para afirmar que los individuos de la población analizada maduran muy pronto: la hembra funcional más pequeña alcanzó 65 mm de longitud patrón, y la talla correspondiente al caso de los machos fue de 65 mm (Tabla 15).

Tal precocidad no existe en otras poblaciones de esta especie. Trabajando en la cabecera del Golfo de California, Hastings (1989) encontró tallas mínimas de madurez sexual de 92 mm para el caso de las hembras, y de 102 mm para los machos (en ambos casos, longitud patrón). En la Bahía de La Paz, las tallas mencionadas por Avilés-Quevedo *et al.* (1994a) son aún mayores: 120 y 150 mm de longitud patrón para hembras y machos, respectivamente. Para las costas de California, Oda *et al.* (1993) encontraron que la hembra funcional más pequeña recolectada presentó una longitud patrón de 160 mm. Así, la talla mínima encontrada en este trabajo resultó ser un 25-60% menor que la registrada para otras localidades.

Cabe mencionar que, en la mayoría de los estudios citados, el número de ejemplares considerados parece suficiente como para garantizar que la diferencia observada no sea atribuible a efectos del tamaño de muestra: Hastings (1989) utilizó 197 ejemplares, Oda *et al.* (1993) revisaron 79, y este trabajo incluyó el análisis de 439 individuos. Sólo Avilés-Quevedo *et al.* (1994a) no indican cuántos ejemplares consideraron en su investigación.

De no originarse en problemas de muestreo, las diferencias entre la población estudiada y las otras puede radicar en dos tipos de variabilidad: de las tasas de crecimiento y de las edades de primera madurez. Puesto que la relación edad-longitud para la población de las costas de California no ha sido estimada, sólo es posible establecer comparaciones con lo mencionado para el Golfo de California; con base en la ecuación de crecimiento proporcionada por Chávez y Arvizu (1972).

Las curvas correspondientes a dicho trabajo y a este estudio se muestran en la **Figura 8**. Los resultados encontrados, aunque preliminares, sugieren que los individuos jóvenes de la población investigada crecen más rápido que los del Golfo de California. Por lo tanto, la variabilidad en la tasa de crecimiento no parece explicar que la talla de madurez sexual estimada sea mucho menor. De ser real esta diferencia en el crecimiento, e incluso si las tasas de ambas poblaciones fueran comparables, el origen de las diferentes tallas de primera madurez deberá buscarse en la probable variabilidad de las edades a las que ésta se manifiesta.

Si suponemos, para la población investigada, que la relación presentada en la **Figura 8 es** representativa del crecimiento en términos de edad, las tallas de primera madurez corresponderían a individuos incluso menores de un año; lo que significaría que éstos ingresaron a la población reproductiva en la temporada próxima inmediata a la que se originaron. En cambio, las tallas mencionadas por Hastings (1989) y por Avilés Quevedo et **al.** (1994a) para el Golfo de California son propias, según la relación edad-longitud estimada por Chavez y Arvizu (1972), de ejemplares con dos y tres años.

Según Thresher (1984b), las especies de la subfamilia Serraninae por lo común maduran al año de vida, ya que su longevidad suele ser baja (dos a seis años). Esto, indicó dicho autor, también es el caso de la mayoría de las especies de la subfamilia Anthiinae; mismas que presentan tallas reducidas y que, **hasta** donde se conoce, tampoco alcanzan edades avanzadas. En contraste, las especies de la subfamilia Epinephelinae alcanzan edades entre seis y 25 años (Manooch 1987), y presentan su madurez sexual entre el cuarto y el quinto año de vida (Thresher *loc. cit.*).

Para la especie estudiada, de existir también una relación entre la edad máxima y la de primera madurez, se esperaría que el reclutamiento a la población reproductiva no se manifestara en forma precoz; puesto que las tallas observables indican que en el Golfo de California, y quizá también en la población analizada, existen individuos que con facilidad superan los 10 años de vida. Así, las edades de maduración de las poblaciones del golfo son más congruentes con el patrón general descrito, con respecto a la precocidad que caracteriza a la población analizada.

Como una explicación tentativa, dicha situación podría considerarse el resultado de presiones selectivas particulares que, en su momento, redujeron la edad de madurez de la población de *P. maculatofasciatus* del área de estudio. Tales presiones pudieron generarse, por ejemplo, ante una fuerte competencia intraespecífica por gametos del sexo contrario; producto de las muy elevadas densidades poblacionales que desarrolla la población investigada. Esto quizá brindó la oportunidad de un mayor éxito reproductivo a los individuos precoces; ya que, bajo tales circunstancias, puede existir una elevada demanda de óvulos fecundables por parte de los machos.

8.2.3.2 Transformación

La identificación de machos y transformantes con tallas muy similares a las de primera madurez (Tabla 15) indica la existencia de dos modalidades de transformación sexual en la población analizada: premaduracional y postmaduracional. La confirmación de tal posibilidad, sugerida para esta especie por Hastings (1989) y para *Hypoplectrodes maccullochi* por Webb y Kingsford (1992), parece aportar el primer ejemplo dentro de la familia; y viene a sumarse al conjunto de características que distinguen a ésta con respecto a las otras especies de Serranidae.

Cabe señalar que diversas especies hermafroditas protogínicas presentan machos primarios y secundarios, definidos según los criterios de Sadovy y Shapiro (1987); cuando menos, este patrón es común en especies de las familias Labridae (Warner y Hoffman 1980, Hoffman 1983, Warner 1984) y Scaridae (Robertson y Warner 1978, Robertson *et al.* 1982). Sin embargo, *P. maculatofasciatus* es diferente en cuanto a que no existen machos primarios “verdaderos” (i.e., *sensu* Sadovy y Shapiro 1987); en todos los casos, la estructura del testículo mostró remanentes de su condición ovárica inicial (Figura 27).

Por otra parte, existen razones para suponer que la transformación sexual de hembras, maduras o inmaduras, no es la única fuente de machos en la población

estudiada; ya que alrededor del 35% de los ejemplares que se encontraron en las clases iniciales resultaron machos (**Figura 38**). Una frecuencia tan elevada sugiere la posibilidad de una diferenciación directa de la gónada en testículo. Puesto que los individuos de la primera clase son aún muy jóvenes, el periodo en que podría manifestarse la transformación sexual, previa diferenciación a ovario, parece demasiado corto como para permitir que el cambio de sexo premaduracional sea un evento frecuente.

En función de lo anterior, parece posible que los machos de la población investigada puedan tener hasta tres orígenes diferentes; tal como se muestra en la **Figura 26**. Infortunadamente, dada la probable estructura ovárica de la gónada indiferenciada (Hastings 1989), esta "triandría" no puede establecerse a partir de estudios como éste; por lo que resultan necesarias nuevas evidencias, como las de tipo embriológico, que permitan confirmarla o descartarla. En cualquier caso es claro que existen, por lo menos, dos tipos de machos en la población; denominados alfa y beta para fines de discusión. Los primeros nunca se reprodujeron como hembras (*i.e.*, resultan de la transformación sexual de hembras inmaduras, y quizá también de la diferenciación directa), mientras que los segundos son los que exhiben verdadero hermafroditismo protogínico funcional.

En términos de la controversia sobre la regulación del proceso de transformación por factores genéticos *versus* ambientales, el análisis de la incorporación de los machos beta a la población, en función del crecimiento, puede aportar nuevos elementos de juicio. El uso de modelos logísticos adecuados, ajustados a las distribuciones de sexos por clases de talla y grupo modal, mostró grandes bondades en este sentido (**Figura 39**).

Los resultados indican que, si bien la transformación se presenta en la mayoría de las tallas y modas, en las clases iniciales sólo contribuye a mantener una proporción sexual un poco a favor de las hembras: los ajustes muestran cómo la fracción de machos se mantiene casi constante en dichas clases (**Figura 39**). El mayor incremento de machos beta se manifiesta con posterioridad, en un intervalo de tallas y modas muy restringido. Por último, los modelos sugieren que algunas hembras nunca cambian de sexo [lo que Garratt (1986) definió como hermafroditismo protogínico incompleto]; o por lo menos, que lo hacen hasta tallas y modas muy avanzadas.

Con frecuencia, la existencia de una talla de transformación definida a nivel poblacional es considerada como indicativa de regulación por factores genéticos (Warner 1975a). Por su parte, la presencia de transformantes en un amplio intervalo de tallas, así como de individuos que nunca experimentan el cambio de sexo, es por lo general citada como evidencia contraria a la idea de una selección genética de la talla de reversión; y a favor de la hipótesis sobre su regulación, a nivel individual, por factores demográficos (Shapiro 1987b). Si bien algunos autores han sugerido que ambos tipos de mecanismos pueden actuar en una misma población (Warner y Hoffman 1980, Warner 1984); otros insistieron en que ambas hipótesis son mutuamente excluyentes (Shapiro 1987a, 1987b, 1989).

La variabilidad de la talla de transformación se ha establecido, en muchas ocasiones, a partir de la simple observación de la distribución de tallas por sexos. Ante distribuciones muy traslapadas, y en presencia de transformantes en diferentes clases (como puede observarse en la **Figura 37**), suele descartarse la posibilidad de una talla de transformación como característica poblacional (Sadovy y Shapiro 1987). Esto es un error; para el caso de la población estudiada, si no se hubieran analizado las distribuciones mediante los modelos logísticos, se habría concluido que la talla de transformación está definida sólo a nivel individual. Si bien es evidente que la transformación puede manifestarse en diferentes tallas y grupos modales (**Figura 38**); el ajuste de los modelos logísticos es muy sugerente en el sentido de que la mayoría de los transformantes pertenecen a una clase de talla y a un sólo grupo modal (**Figura 40**).

Existe otra posibilidad de evidencia adicional para confirmar o descartar la existencia de una talla y una moda de reversión definidas a nivel poblacional: investigarla en otras poblaciones de la misma especie. De encontrarse concordancia, resultaría muy improbable que dicha característica sea determinada por mecanismos demográficos. En este sentido, el único trabajo que incluye datos sobre la distribución de tallas por sexos en *P. maculatofasciatus* es el de Hastings (1989), para una población del norte del Golfo de California. Al aplicar los modelos logísticos a dichos datos, se encontró una marcada

diferencia entre las tallas medias de transformación sexual de ambas poblaciones (**Figura 41**).

No obstante, como se mencionó, existen evidencias que sugieren que los ejemplares jóvenes del área de estudio crecen más rápido de lo calculado por Chávez y Arvizu (1972) para el Golfo de California (**Figura 8**); por lo que parte de la diferencia observada quizá sea atribuible a diferentes tasas de crecimiento.

En este punto conviene recordar que, aún cuando su modelo se conoce como de la "ventaja de la talla", el planteamiento de Ghiselin (1969) se refiere a talla y edad en forma indistinta; ya que en una misma población ambas son variables asociadas al crecimiento. Incluso, y a pesar de que la talla es mucho más fácil de registrar, algunos autores prefirieron utilizar la edad al aplicar el modelo de Ghiselin (*loc. cit.*) a ciertos casos de estudio (Warner 1975b). En circunstancias particulares, incluso, es claro el inconveniente de utilizar la talla: al analizar una misma población, talla y edad pueden hacerse equivalentes; pero no cuando se desean comparar dos poblaciones con diferentes tasas medias de crecimiento individual.

Al calcular las edades correspondientes a la distribución de tallas presentada por Hastings (1989) mediante la ecuación de crecimiento establecida por Chavez y Arvizu (1972), y aplicar el modelo logístico correspondiente, se encontró que la edad media de transformación sexual de dicha población es casi idéntica al valor modal medio calculado para la población investigada (**Figura 41**). Dicha concordancia apunta hacia la existencia de una edad media de transformación como característica específica; y permite proponer, a nivel de hipótesis, que la edad media de transformación de *P. maculatofasciatus* está definida en términos genéticos, por lo menos en principio.

No obstante, el ajuste de los modelos arrojó diferencias radicales con respecto a la forma en que los machos beta se incorporan a cada población. En el área de estudio, existe una proporción que se mantiene constante desde la primera hasta la clase que correspondería a la edad media de transformación, cuando experimenta un brusco incremento. En el Golfo de California, la proporción de machos parte de cero y aumenta

en forma muy gradual a lo largo de todo el intervalo analizado. Además, los modelos predicen que la totalidad de las hembras de la población del Golfo llegan a transformarse; mientras que en la población analizada algunas hembras, quizá, persisten como tales.

Tales diferencias, junto con la existencia de transformantes en casi todas las clases, indican con claridad que el proceso de transformación es regulado en lo individual por factores no determinados a nivel genético; resultando en estructuras por sexos que son características de cada población. Dichos factores, así como los procesos relacionados, se discuten al final de este capítulo.

8.2.4 Fecundidad

La fecundidad parcial media calculada, unos 10,300 ovocitos por desove, resultó mucho menor que el valor encontrado por Oda *et al.* (1990, 1993) para la población de las costas de California (45,000 ovocitos por desove), y más comparable a lo estimado por DeMartini (1987) para *P. nebulifer* y *P. clathratus*. Se encontró que la fecundidad parcial puede ser muy variable, y que parte de esta variación parece ser función del crecimiento: se observó una tendencia a mayores valores de fecundidad parcial conforme se incrementa el peso corporal (**Figura 42**).

Dicha tendencia resultó muy similar a la mostrada por Oda *et al.* (1993) para la población californiana, a pesar de que en ninguno de los dos casos se encontraron relaciones significativas en términos estadísticos (**Figura 43**). No obstante, la similitud en las pendientes de ambas rectas de regresión sugieren que la fecundidad relativa está relacionada en forma directa con el peso corporal; tal como sucede en *P. clathratus* (Oda *et al.* 1990, 1993). De ser así, la diferencia en la fecundidad media calculada (**Tabla 18**), y la estimada por Oda *et al.* (1993), sería atribuible a que las hembras recolectadas eran más pequeñas que las investigadas por dichos autores.

En contraste con la fecundidad parcial, la fecundidad parcial relativa de los ejemplares analizados resultó, en general, superior a los valores encontrados por Oda *et al.* (1993).

Esto obedece a que, en ambos casos, se encontró que dicho parámetro reproductivo tiende a presentar menores valores conforme se incrementa el peso corporal de los individuos; de forma más notable en los ejemplares de la población analizada y menos marcada en los de las costas de California (**Figura 43**). No se encontraron relaciones significativas desde el punto de vista estadístico; no obstante, la concordancia entre ambos estudios, en lo referente al sentido de la tendencia, sugiere que tal relación existe.

8.2.5 Evolución de la modalidad reproductiva

Los resultados de este trabajo, apoyados en la integración de la literatura revisada y comparados con la información sobre otras poblaciones de *P. maculatofasciatus*, pueden integrarse en un esquema general sobre el origen y desarrollo del protoginismo y del gonocorismo secundario en la familia Serranidae, y en particular de las modalidades reproductivas de *Paralabrax* spp. (**Figura 45**).

Puesto que la generalidad de las especies de la subfamilia Serraninae son hermafroditas sincrónicos, y en virtud de que las diferentes propuestas de clasificación coinciden en ubicarla como el *taxa* que dió origen al resto de las subfamilias (Gosline 1960 y 1966, Kendall y Fahay 1979, Kendall 1983, Johnson 1983 y 1988, Baldwin y Johnson 1993), es por lo general aceptado que dicha modalidad reproductiva representa la condición ancestral en Serranidae (Smith 1959 y 1965, Thresher 1984a y 1984b). En consecuencia, lo primero que requiere explicarse sobre la reproducción de *Paralabrax* spp. es el origen de su protoginismo.

En esta familia, a diferencia del protoginismo de otras cuya condición ancestral fue el gonocorismo, ese origen radica en las circunstancias que resultaron en la ventaja selectiva del individuo protogínico sobre el hermafrodita sincrónico. Sin duda, el protoginismo de las especies de la familia resultó una estrategia exitosa y flexible; ya que, con la excepción de la mayor parte de los géneros de la subfamilia Serraninae (ocho de once), parece que todos los demás la presentan: alrededor de 47 géneros, que

incluyen representantes de todas las subfamilias y tribus (según el listado de *taxa* de Kendall 1983).

Dada la múltiple ocurrencia del protoginismo, puede suponerse que la selección a favor de esta estrategia debe originarse en un aspecto muy general de la biología de esta familia. Esta modalidad surgió, de manera independiente, por lo menos en dos ocasiones: en las especies de Epinephelinae, por lo que quizá es la condición ancestral de las subfamilias y tribus que derivan de ellos; y en las especies protogínicas de Serraninae, que no pueden ser considerados ancestros de los primeros.

Además de comprender los aspectos mencionados, cualquier hipótesis sobre el origen del protoginismo en esta familia deberá implicar, además de la ventaja adaptativa de dicha modalidad, una selección en contra de los individuos que primero se reproducen como machos y después como hembras. Esto obedece a que, a pesar de que existen estudios sobre la modalidad reproductiva de varias especies de diferentes subfamilias, no se ha encontrado ningún caso de protandría. Además, el mecanismo evolutivo que se proponga también debe implicar la eliminación de los machos primarios que pudieran surgir en la población durante las primeras etapas del proceso; ya que, salvo las sugerencias de que *P. maculatofasciatus* e *Hypoplectrodes maccullochi* presentan diandría como una condición derivada (Hastings 1989, Webb y Kingsford 1992), todas las especies protogínicas de la familia hasta ahora revisadas son monándricas.

El protoginismo monándrico, como posibilidad casi única, contrasta con lo que pasa en otros *taxa* de teleósteos. Los casos en los que el hermafroditismo secuencial se desarrolló a partir del gonocorismo incluyen ejemplos de protoginismo monándrico y diándrico, así como de protandría monogínica y digínica (Yamamoto 1969, Chang y Yeung 1983, Thresher 1984b, Garratt 1986). Como se recordará, el modelo de la "ventaja de la talla" explica la existencia tanto del protoginismo como de la protandría; al establecer que puede seleccionarse una o la otra modalidad en función de factores asociados a aspectos biológicos más bien particulares: diferentes combinaciones de las relaciones de la fecundidad por sexos en función del crecimiento, y selección de pareja *versus* encuentros azarosos, entre otros (Warner 1975a y 1975b).

Si el origen del protoginismo en esta familia está dado en los términos del modelo de la "ventaja de la talla" (por lo menos en la forma en la que suele ser interpretado), habría que suponer que los factores que determinaron la modalidad del hermafroditismo secuencial, que eran particularidades entre los ancestros de otras familias, fueron en cambio comunes a los de la mayoría de las especies de Serranidae. Dada la variedad encontrada en diferentes aspectos de la biología de estas especies; como su fecundidad (Shapiro 1987b), crecimiento (Thresher 1984b, Manooch 1987), hábitat (Smith y Young 1966), estructura social, modo de vida y comportamiento reproductor (Thresher 1984a y 1984b), tal suposición parece poco probable.

En cambio hay, por lo menos, dos características que comparten muchas especies protogónicas de esta familia: su presencia, permanente o temporal, en los fondos arenosos con fines alimentarios, y el alcanzar mayores tallas y edades con respecto a las especies de Serraninae que son hermafroditas simultáneas. Esto es cierto entre las especies protogónicas de Serraninae: *Paralabrax* spp. y *Centropristis* spp; así como en la generalidad de las especies de Epinephelinae (Smith 1965, Smith y Young 1966). Incluso, cabe suponer una relación causa-efecto entre ambas características: la depredación en los fondos blandos quizá implicó mayores desplazamientos, en virtud de que las presas no suelen permanecer en un lugar fijo como puede ser el caso en los fondos rocosos y arrecifales. En dicho contexto, un mayor tamaño pudo tener ventajas evidentes.

Hay, cuando menos, tres estrategias generales que pudieron permitir, a los ancestros de las especies protogónicas de esta familia, el evolucionar hacia tamaños más grandes. La primera es el retraso de la primera madurez, que permitiría sostener por más tiempo los elevados crecimientos de la etapa juvenil; y cabe destacar que las especies de la subfamilia Epinephelinae exhiben edades de madurez sexual bastante mayores que la generalidad de las especies de la subfamilia Serraninae (Thresher 1984a y 1984b, Shapiro 1987b). La segunda estrategia consiste en expresar sólo el sexo masculino: dado el costo energético de la ovogénesis, ésto permitiría incrementar la tasa de crecimiento

con respecto a un hermafrodita simultáneo. De hecho, entre los teleósteos, el crecimiento del individuo masculino suele ser mayor que el de la hembra (Reay 1984). La tercera estrategia, de nuevo suponiendo la ventaja de un mayor tamaño, radica en la selección de pareja: las probabilidades de sobrevivencia de la progenie se incrementarían en la medida en la que los progenitores sean de talla grande.

La acción combinada de las dos últimas estrategias resulta en una modalidad de hermafroditismo que cumple con los requisitos mencionados: sin excepción posible, es protogínico y es monándrico. Para explicar la razón de ésto, es necesario mencionar algunos aspectos de la biología reproductiva de las especies de la subfamilia Serraninae que son hermafroditas simultáneas. Esta es, en principio, una modalidad reproductiva inestable (Thresher, 1984a y 1984b); entre otras desventajas, reduce la variabilidad genética al permitir la autofertilización. Su ventaja adaptativa, según los modelos de Ghiselin (1969), radica en la optimización del tamaño efectivo de la población reproductora en situaciones de baja densidad.

Su persistencia en la mayoría de las especies de esta subfamilia, que forman poblaciones numerosas, fue explicada gracias a la identificación de un mecanismo de comportamiento que la estabiliza, conocido como "trueque de gametos". Consiste en que, cuando se forma la pareja, ambos individuos realizan sus desoves de forma alternada: uno de ellos libera una pequeña cantidad de óvulos (que son fecundados de inmediato) y aguarda a que su pareja haga lo mismo. Si no recibe dicha respuesta, no liberará más óvulos (Thresher 1984a y 1984b, Fisher y Hardison 1987). Tal comportamiento resulta en una fuerte selección en contra de los machos fenotípicos. De no existir, éstos serían seleccionados con mayor frecuencia que los hermafroditas simultáneos; ya que la producción de ovocitos es menor que la de espermatozoides, y desventajosa desde el punto de vista energético (Thresher 1984a).

Entre los ancestros de los Serranidae protogínicos, el "trueque" quizá eliminó gran parte de la ventaja selectiva del macho fenotípico. En general, la posible ventaja derivada de los mayores crecimientos quedaría eliminada por completo; ya que dichos individuos serían incapaces de reproducirse con el mismo éxito de los hermafroditas simultáneos.

No obstante, hay una excepción posible: un macho grande podría ser seleccionado como pareja con mayor frecuencia. En el caso de que un tamaño grande representara ventajas adaptativas (como en la explotación de ambientes arenosos), puede suponerse que algunos individuos hermafroditas simultáneos obtuvieron un mayor éxito reproductivo al permitir a tales machos fecundar sus ovocitos, sin forzar el "trueque". Una vez que la frecuencia de machos grandes en la población lo permitió, quizá resultaron favorecidos los individuos pequeños que concentraron su esfuerzo sólo en la producción de ovocitos, ya que el esperma no podía ser utilizado al seleccionar como pareja a un macho grande.

Así, tuvieron mayor éxito reproductivo los individuos que expresaban primero el sexo femenino y después el masculino, resultando seleccionado el protoginismo sobre cualquier otra modalidad. Con respecto a la monandría, puede argumentarse que los individuos que se transformaban demasiado pronto quedaban, en términos reproductivos, eliminados por el "trueque"; ya que hasta no alcanzar tallas grandes no tenían ninguna ventaja en la selección de pareja.

En el otro extremo, la transformación tardía restaba posibilidades de alcanzar mayores tamaños; al realizarse en individuos que, por su edad, presentaban ya una baja tasa de crecimiento. En consecuencia, puede proponerse que la transformación sexual a cierta tasa instantánea de crecimiento optimizó el éxito reproductivo de la estrategia protogínica; y al incrementarse la frecuencia de los individuos que la presentaban, llegó a ser una característica poblacional. Es importante notar que, puesto que la tasa de crecimiento instantánea es una función de la edad y no del tamaño, la hipótesis planteada implica la selección de la edad de transformación; no de la talla.

Para el caso de *P. maculatofasciatus*, de esta manera puede explicarse la aparente concordancia entre las edades medias de transformación de la población investigada y de la del Golfo de California estudiada por Hastings (1989). No obstante, existe evidencia de factores que actúan a nivel individual en ambas poblaciones, como la presencia de transformantes en todas las clases y la identificación de machos alfa. Además, hay

circunstancias particulares de cada población: en el área de estudio, resultan en una proporción sexual constante en las clases iniciales, y en un restringido intervalo de tallas y valores modales al que la mayoría de las hembras funcionales se transforman. En la población del Golfo de California, tales circunstancias generan una amplia variabilidad en la proporción sexual de cada clase, así como una muy gradual incorporación de machos beta en función de la talla y la edad (**Figura 41**).

La naturaleza de los factores que actúan a nivel individual está identificada en muchas especies, incluso a nivel experimental. Como resultado, puede afirmarse que la unidad social juega un papel relevante en la regulación de la talla de transformación de los hermafroditas secuenciales (Shapiro 1987a, 1987b, 1989).

Extendiendo la hipótesis planteada con anterioridad, puede proponerse que la unidad social empezó a ejercer un papel regulador en las especies protogínicas de la familia. Es posible que, en su origen, el establecimiento de la unidad social sea el resultado de la selección de pareja a favor de los machos grandes, como lo sugieren los numerosos casos de estructuras sociales tipo "harem" entre las especie de teleósteos protogínicos (p.e. Warner y Hoffman 1980).

En todo caso, puesto que la regulación mediante factores demográficos sólo actúa a nivel individual y sin relación alguna con la edad, su resultado sería el incrementar la variabilidad de la edad de transformación en torno de una media, definida por la edad media de transformación originalmente seleccionada. En consecuencia, puede plantearse que aquellas poblaciones con unidades sociales discretas y permanentes pudieron desarrollar mayor variabilidad en su edad de transformación; con respecto a poblaciones cuyas unidades se intermezclaban con frecuencia y eran, por tanto, más efímeras.

La unidad social permanente y discreta es característica de muchas especies hermafroditas habitantes de zonas rocosas y arrecifales (Thresher 1984b), donde la existencia de referencias físicas hace posible la delimitación de un territorio. En cambio, su persistencia es poco probable en los fondos arenosos, en especial si los individuos deben desplazarse de un lado a otro en busca de alimento. Por esta razón, puede

suponerse que su efecto en incrementar la variabilidad de la edad de reversión será más notable en el primer caso que en el segundo.

En *P. maculatofasciatus*, lo anterior puede explicar que en el Golfo de California; donde esta especie ocupa el ecotono rocoso-arenoso (Thomson *et al.* 1987), la edad de reversión sea más variable que en el área de estudio; donde se desarrolla en fondos arenosos y donde la transformación de las hembras funcionales se manifiesta, con mayor frecuencia, en un sólo grupo modal.

Otra diferencia entre ambas poblaciones es la proporción de machos en las clases iniciales, alta en la población analizada y muy reducida en la del Golfo de California. Con el fin de incluir tal diferencia, la hipótesis planteada debe primero extenderse a explicar el origen de la diandría en *P. maculatofasciatus*; así como su casi total ausencia en la generalidad de las especies de la familia.

Shapiro (1989) explicó el origen de la diandría, en general, cuando señaló que la duración de cada etapa del desarrollo a nivel individual puede ser variable; a manera de estrategias alternativas ante diferentes condiciones del medio. Mediante un modelo matemático mostró que, bajo condiciones de crecimiento poblacional, heterogeneidad ambiental y éxito reproductivo de los machos mayor que el de las hembras, la existencia de machos primarios incrementa el éxito reproductivo de la población.

Con respecto a la familia Serranidae, la aplicabilidad de este modelo puede ser cuestionada en el sentido de que casi todas las especies protogínicas son monándricas; y parece difícil que en ninguna de ellas se cumplan las premisas del modelo. Más aún, algunos autores han expresado su rechazo hacia las explicaciones y modelos que invocan el éxito reproductivo de la población, y no la ventaja selectiva del individuo (Warner 1975a).

Para el caso de *P. maculatofasciatus*, el éxito de los machos alfa como estrategia alternativa fue explicado por Hastings (1989). Siguiendo a Warner y Hoffman (1980), dicho autor sugirió que la elevada densidad a la que esta especie habita resulta en que los machos beta no puedan ejercer un control adecuado sobre su territorio ni sobre las

hembras que integran su unidad social; permitiendo a los machos alfa un mayor éxito reproductivo del que obtendrían si la densidad poblacional fuese menor. Lo mismo sugirieron Webb y Kingsford (1992) para explicar la diandría de *Hypoplectrodes maccullochi*, otra especie protogínica de la familia. Para el caso particular de este trabajo, dicha hipótesis puede explicar que la población investigada, al desarrollarse en elevadas densidades, presente una proporción mucho mayor de machos alfa; en relación con la población del Golfo de California estudiada por Hastings (*loc. cit.*).

En términos más generales, no obstante, la hipótesis mencionada no parece explicar la casi total ausencia de diandría entre las especies protogónicas de la familia. Es posible que ninguna otra especie haya desarrollado una densidad poblacional tan elevada como para permitir el éxito reproductivo de la estrategia alternativa; sin embargo, muchas exhiben poblaciones bastante grandes. También es factible, aunque poco probable, que la diandría de algunas especies permanezca ignorada; sea porque algunos estudios se han limitado a investigar la modalidad de hermafroditismo a partir de evidencia poco confiable (Sadovy y Shapiro 1987), porque la morfología ovárica del testículo de ciertas especies haya impedido la identificación de machos primarios *sensu* los criterios de Sadovy y Shapiro (*loc. cit.*), o porque el número de especies de Serranidae bien caracterizadas aún sea insuficiente (Shapiro 1987b).

Otra posibilidad es que exista, en la biología básica de la generalidad de las especies protogónicas de la familia, algún factor o conjunto de factores que impidan el desarrollo de estrategias reproductivas alternativas por parte de los machos; y que tal impedimento se superara sólo en algunas especies, bajo circunstancias especiales. La diferencia en la proporción de machos alfa entre las dos poblaciones de *P. maculatofasciatus* analizadas, sugiere que la supresión del efecto regulador de la unidad social, en ambientes arenosos, podría ser una de dichas circunstancias. No obstante, el otro ejemplo de diandría en la familia, el Anthiinae *Hypoplectrodes maccullochi* (Webb y Kingsford 1992), es un habitante de los fondos rocosos y arrecifales; lo que indica que tal explicación es, si no incorrecta, por lo menos parcial.

Por último, quedaría por explicar el origen del gonocorismo secundario en *Paralabrax* spp. Derivada del protoginismo diándrico, dicha modalidad se manifiesta cuando menos en *P. humeralis*; con poblaciones en las que todos los individuos experimentan transformación sexual premaduracional (Bórquez *et al.* 1988, Oliva *et al.* 1992). Por otra parte, ninguno de los dos estudios en los que se revisó la modalidad reproductiva de *P. clathratus* de las costas de California detectaron individuos en proceso de transformación (Smith y Young 1966, Oda *et al.* 1993); por lo que no se descarta que pueda exhibir gonocorismo secundario (Smith y Young *loc. cit.*, Hastings 1989). También puede ser ésta la modalidad reproductiva de *P. maculatofasciatus* de California, población en la que Oda *et al.* (1990, 1993) tampoco encontraron evidencia de transformantes.

Al respecto, Hastings (1989) propuso que el aumento en la frecuencia de machos en una población, originado por el éxito reproductivo de los machos alfa, terminaría por eliminar la ventaja selectiva del individuo protogínico; ya que la hembra que cambiara de sexo entraría en competencia con un mayor número de machos. Los resultados encontrados permiten complementar dicho argumento y sugerir que, en el desarrollo del gonocorismo secundario, la estabilización de la proporción de sexos y la pérdida de la unidad social quizá jueguen un papel determinante. Puede proponerse que, conforme una población protogínica monándrica ocupe hábitats arenosos y desarrolle una densidad poblacional elevada, entrará en una etapa de inestabilidad de su proporción sexual; por las siguientes razones:

Las poblaciones de los ancestros de las especies protogínicas de la familia, tal como sucede en la actualidad, quizá estaban dominadas en términos numéricos por las hembras; en virtud de que la unidad social estaba definida por el control de un macho sobre un territorio y un grupo de reproductores del sexo contrario. Puesto que la única fuente de machos en la población era la transformación sexual de una hembra, y debido a que tal proceso era regulado por la estructura de la unidad social en la que dicha hembra se encontraba, puede suponerse que la proporción sexual era más una característica de cada unidad que **un parámetro poblacional. En virtud de que la**

proporción sexual de la unidad social parece ser el factor que determina que una hembra entre en transformación (Shapiro 1987b), su variabilidad intrapoblacional explicaría, a su vez, la variación observada en la talla de transformación de muchas poblaciones de especies protogínicas de la familia, incluida *P. maculatofasciatus* del Golfo de California.

La ocupación permanente de los fondos arenosos, donde la demarcación de un territorio es difícil y donde los individuos deben desplazarse la mayor parte del tiempo, quizá ocasionó la pérdida gradual de la unidad social permanente; con lo cual los grupos de reproductores se mezclarían cada vez en mayor grado. En tales circunstancias, la proporción sexual dejaría de estar regulada a nivel de cada unidad social; y cada vez más sería una función de la estructura poblacional, tendiendo a estabilizarse en el 1: 1. Por su parte, la elevada densidad poblacional que resultó de la explotación de algunos de estos hábitats alternativos, pudo incrementar el éxito reproductivo de los machos alfa (Warner y Hoffman 1980, Hastings 1989); y el aumento de su frecuencia en la población también contribuiría a nivelar la proporción sexual.

Las estructuras poblacionales de *P. maculatofasciatus*, tanto del norte del Golfo de California como de Bahía Magdalena-Almejas, parecen indicar que el proceso descrito pudiera estar en marcha en la actualidad. En la primera localidad, esta especie mantiene un modo de vida ligado al ambiente rocoso-arenoso (Thomson *et al.* 1987); mientras que en el área de estudio ocupa ambientes arenosos y limosos. En esta población, si bien se encontró transformación sexual en casi todas las clases de talla y edad, se observó que en las clases iniciales la proporción de machos se mantiene casi constante; lo que puede considerarse indicativo de regulación a nivel poblacional. Con respecto a la del golfo, la población del área de Bahía Magdalena-Almejas mantiene una proporción sexual, para la mayor parte de las clases, más cercana al 1 :1; así como una elevada frecuencia de machos alfa. Además, presenta hembras en las clases de talla y edad superiores; de forma tal que el ajuste de los modelos logísticos predice que algunas nunca cambian su sexo.

Puesto que la situación de la población del Golfo de California es más cercana a la condición ancestral de protoginismo monándrico, la correspondiente al área de estudio podría considerarse una etapa intermedia; conducente al desarrollo del gonocorismo secundario. Si la tendencia observada en la proporción de machos por clases de edad se exagera, el gonocorismo secundario se alcanzaría gracias a la substitución del individuo protoginico por machos alfa y por hembras no transformantes; llegándose a una proporción de sexos estable.

La **Figura 45** presenta, de forma sintética, los aspectos principales del esquema general propuesto en esta sección. Puede afirmarse que el conjunto de las hipótesis planteadas permite una explicación del origen y desarrollo de todas las modalidades reproductivas que se han mencionado en la literatura para *Paralabrax* spp. Además de ser congruente con mucha de la evidencia que existe para las especies de la familia, incluyendo los aspectos más generales de su reproducción, el esquema sirve para interpretar particularidades morfológicas y ecológicas de la especie estudiada; tanto de la zona a la que se refiere este trabajo como de otras localidades.

9. Conclusiones

a) La morfología gonadal de *P. maculatofasciatus*, como la de otras especies de *Paralabrax*, exhibe características distintivas con respecto a la generalidad de las especies de la familia Serranidae: las criptas polares, las modificaciones en la forma del epitelio lamelar testicular y la hidratación intrafolicular de los ovocitos. Estas parecen constituir adaptaciones de *Paralarax* spp., que permiten completar la maduración de los gametos y mantenerlos viables hasta el momento del desove.

b) La población analizada muestra evidencia de hermafroditismo protogínico, ya que las gónadas hermafroditas y los testículos poseen un *lumen* central que no es utilizado en el transporte de espermatozoides; lo que se considera indicativo de una estructura gonadal que es ovárica desde su origen.

c) A pesar de que no se encontraron testículos con la estructura característica de los machos primarios de otras especies, la población estudiada debe ser calificada como diándrica; en el sentido de que manifiesta transformación premaduracional y postmaduracional.

d) En términos histológicos, la gónada hermafrodita corresponde al tipo no delimitado; donde los tejidos ovárico y testicular no se encuentran intermezclados pero tampoco están separados por tejido conjuntivo. Esta condición es característica de muchas especies protogínicas de la familia Serranidae, pero no es típica de la subfamilia de la especie en estudio.

e) El proceso de transformación sexual se caracteriza por la rapidez con la que el tejido espermatogénico puede entrar en actividad. Es posible que su proliferación sea precedida por la reabsorción de ovocitos vitelogénicos vía atresias y por la formación de los túbulos

seminíferos en el interior de la pared gonadal; de manera que la gónada hermafrodita esté en posibilidades de realizar desoves aún antes de concluir su transformación.

f) La población investigada tiene su mayor actividad desovante en el verano, con su máximo en julio. La temporada de desoves quizá se extiende desde marzo hasta octubre.

g) No se detectó una influencia del fotoperiodo en la sincronización de la actividad desovante. En contraste, el ciclo encontrado parece congruente con una estrategia general de las especies de esta familia, consistente en realizar sus desoves más intensos durante el calentamiento estacional.

h) El ciclo reproductivo resultó característico de la población analizada, por su temporalidad y su extensión. La amplitud de la temporada de desoves parece ser atribuible a que la variación térmica del área de estudio, junto con su alta productividad biológica, permite condiciones adecuadas durante todo el año.

i) La transformación sexual no mostró una periodicidad marcada, aunque se observaron menores frecuencias de transformantes en los meses invernales; ésto es, en el periodo de inactividad reproductiva. Esto difiere de lo indicado para otras poblaciones, en las que dicho proceso se manifiesta, por lo general, fuera de la temporada de desoves. Tal diferencia podría ser indicativa de que las agrupaciones reproductivas de la zona de estudio son, en comparación, efímeras.

j) La distribución de tallas por sexos mostró una casi total sobreposición, aunque se detectó que las hembras dominan, en las clases iniciales, con una proporción de **3:2**. Dicha proporción se mantiene estable hasta 210 mm (longitud patrón), para caer a **1:5** ó **1:6** en las clases más avanzadas.

k) Se encontraron individuos en transformación sexual en casi todas las clases de talla y grupo modal, incluyendo las iniciales y algunas de las más avanzadas. No obstante, su mayor frecuencia relativa correspondió a las tallas menores de 190 mm de longitud patrón.

l) La hembra madura más pequeña registró 65 mm (longitud patrón), mientras que la talla mínima de madurez para los machos fue de 61 mm. Estas tallas son congruentes con evidencias independientes, derivadas de estudios embriológicos en condiciones de laboratorio.

m) La talla de primera madurez resultó entre 20-60% menor que las mencionadas para otras poblaciones de esta especie. El bajo valor encontrado no parece radicar en una menor tasa de crecimiento individual; y quizá es indicativo de que la maduración se manifiesta a edades muy tempranas. Esto no es típico de las especies de esta familia que, como la investigada, alcanzan tallas y edades relativamente grandes.

n) La transformación sexual puede manifestarse en individuos muy pequeños. Así, la talla mínima observada fue de 67 mm (longitud patrón). No obstante, a nivel poblacional la talla media se calculó en 228 mm. A pesar de que se identificaron transformantes en la mayoría de las clases, se estableció que la transformación postmaduracional es más frecuente entre 210-250 mm; lo que contrasta con el amplio intervalo que muestra la población del norte del Golfo de California.

ñ) Las clases inferiores mantienen 35% de individuos que corresponden, en su mayoría, a machos resultantes de la transformación premaduracional. Este porcentaje es mucho más elevado del mencionado para la población del norte del Golfo de California.

o) Alrededor del 15% de los individuos de las clases superiores resultaron hembras que, según las predicciones de los modelos utilizados, nunca experimentan cambio de sexo.

Esto es indicativo de protoginismo incompleto; que, de confirmarse, sería el primer ejemplo dentro de la familia Serranidae.

p) Se encontró que, como se ha mencionado para otras poblaciones, la investigada exhibe características de desovador parcial. Durante el periodo de máxima actividad reproductiva las hembras maduras desovan, en promedio, cada dos o tres días; si bien una fracción estimada en 13% realiza desoves diarios.

q) La fecundidad parcial media se estimó en 10,300 ovocitos por desove, con una variación del 30%. La fecundidad parcial relativa media se calculó en 160 ovocitos por desove por gramo de peso corporal sin gónada, con una variación del 26%. Debido a problemas inherentes a la metodología utilizada, tales estimaciones deben ser consideradas preliminares.

r) Aunque no se encontraron relaciones significativas desde el punto de vista estadístico, se observó que la fecundidad parcial tiende a valores más altos en los individuos grandes; en tanto que la fecundidad parcial relativa tiende a ser menor. Ambas tendencias son similares a las que se han mencionado para la población de las costas de California.

s) Las particularidades de la modalidad reproductiva de la población analizada pueden interpretarse con base en un esquema general sobre la evolución del protoginismo y del gonocorismo secundario, en *Paralabrax* spp., a partir del hermafroditismo simultáneo.

t) Aunque tentativo, el esquema propuesto permite incorporar las principales hipótesis vigentes sobre la regulación de la transformación sexual en algunos grupos de teleósteos; así como explicar varias de las características generales de la reproducción en especies de la familia Serranidae.

10. Recomendaciones

Algunos de los resultados y conclusiones de este trabajo pueden tener relevancia en términos de la explotación del recurso, sea a través de extracción directa o mediante técnicas acuiculturales. No obstante, y en virtud de que el objetivo de este estudio se orientó hacia la caracterización de la modalidad reproductiva; antes de que algunas de las recomendaciones puedan ser aplicadas deberán ser materia de estudios complementarios, mismos que se sugieren en el capítulo final;

Contrario a lo que suele manejarse para las **especies** protogínicas, la modalidad reproductiva de la población analizada parece tener ventajas en términos de su explotación pesquera. Por lo general, se ha considerado que la mortalidad por pesca, en dichas especies, es superior entre los machos; ya que éstos predominan en las clases de talla que son más explotadas por la pesquería (Bannerot 1987).

Una mayor mortalidad de los machos puede ser más problemática si la estructura de las unidades sociales condiciona que la abundancia relativa de los individuos de este sexo sea un factor limitante del crecimiento de la población, como suele ser el caso de las especies con dicha modalidad reproductiva (Shepherd e Idoine 1993).

En el caso de la población investigada, la existencia de una proporción importante de machos alfa y la probable desaparición de la unidad social permanente permiten suponer que, en principio, el número de machos no es limitante del potencial reproductivo.

Además, y aunque la transformación sexual postmaduracional se manifiesta con mayor frecuencia en un pequeño intervalo de tallas; la presencia de transformantes en todas las clases, y el posible protoginismo incompleto de la población, indican que la transformación puede regularse por factores demográficos. Esto permitiría compensar, en alguna medida, la mayor presión por pesca sobre los machos (Munro 1987, Shapiro 1987).

En principio, lo anterior justifica recomendar que no se apliquen a la pesquería del recurso ciertos criterios restrictivos que, ante la falta de conocimiento sobre la biología reproductiva, se han sugerido para algunas pesquerías de teleósteos hermafroditas secuenciales (Bannerot 1987).

En relación al posible cultivo de *P. maculatofasciatus*, destaca como relevante la precocidad encontrada en cuanto a su madurez sexual. Esto puede implicar desventajas, con relación al aprovechamiento de otras poblaciones de esta especie, al reflejarse en menores tasas de crecimiento. A este respecto, debe señalarse que la evidencia encontrada no es concluyente. Hay indicios de que los individuos jóvenes de la zona de estudio crecen más rápido que los del Golfo de California. No obstante, esto puede obedecer, en alguna medida, a la mayor proporción de machos alfa en la población estudiada; ya que el sexo masculino registra, por lo general, crecimientos más acelerados.

De ser así, lo más recomendable sería conjuntar la maduración tardía, propia de la población del Golfo de California, con las mayores tasas de crecimiento de los machos. La inducción de la transformación sexual postmaduracional en *P. maculatofasciatus*, por medio de tratamiento hormonal, fue realizada con éxito por Oda *et al.* (1993). Esto, en principio, confirma la posibilidad de aprovechar el protoginismo de esta especie para reducir los tiempos de cosecha. En el mismo sentido, resulta aconsejable intentar la inducción de la transformación sexual premaduracional. La existencia de este proceso en la población silvestre analizada podría implicar que es factible obtener, mediante la producción de semilla en condiciones controladas, stocks monosexuales de machos que permitan rendimientos más atractivos para la actividad acuícola,

11. Sugerencias para trabajos futuros

A continuación se identifican algunas líneas de investigación que podrían contribuir a extender los alcances de este trabajo; y que se refieren al estudio de la modalidad reproductiva de la familia Serranidae, y de *Paralabrax* spp. en particular, así como al aprovechamiento de *P. maculatofasciatus* como recurso.

1. Investigación de las tallas y edades medias de transformación, y su variabilidad, mediante la aplicación de modelos logísticos ajustados a las distribuciones de frecuencia por sexos.

La aplicación estos modelos demostró tener ventajas sobre otros enfoques utilizados para estimar la talla y la edad de reversión a nivel poblacional. En especial, la simple observación de las distribuciones de tallas y edades por sexos es, en ocasiones, utilizada como evidencia para descartar la posible existencia de una talla de transformación definida (p.e. Shapiro 1987b). El caso de la población analizada ilustra con claridad cómo ésto puede conducir a conclusiones erróneas.

En contraste, la utilización de modelos logísticos permite comparar diferentes poblaciones de una misma especie; aportando evidencia con respecto a si la edad media de reversión es, o no, una característica a nivel específico. En el caso de que dicha talla exista en la generalidad de las especies protogónicas de la familia Serranidae, así como en otras especies de teleósteos con dicha modalidad reproductiva; sería necesario plantear la revisión de ciertos conceptos, como la determinación de la talla de transformación por factores demográficos, que en la actualidad se manejan con mucha frecuencia.

2. Caracterización de las modalidades reproductivas de las especies protogónicas de la familia Serranidae, en especial de aquellas que no satisfacen las premisas del esquema evolutivo propuesto.

Dicho esquema, que en principio se aplica a la mayoría de las especies de esta familia, está argumentado en torno de una serie de características que no exhiben otras especies que, parece ser, también son protogínicas; en especial lo referente a la utilización de los fondos arenosos y a las tallas y edades elevadas.

En particular, las especies de Anthiinae *sensu* Baldwin y Johnson (1993) no se alimentan en asociación a los fondos arenosos, sino que viven en la columna de agua y son planctófagas. Además, son por lo general especies de pequeño tamaño y corta vida (Thresher 1984b). Por todo esto, el esquema propuesto no permitiría explicar el origen del protoginismo en un *taxa* con dichas características; en el caso de que tal modalidad reproductiva represente su condición ancestral. Infortunadamente, la modalidad reproductiva de esta subfamilia sólo se ha caracterizado en unas cuantas especies (p.e. *A. squamipinnis*, Fishelson 1970).

Además, el esquema requiere ser complementado con el fin de explicar cómo el hermafroditismo simultáneo puede mantenerse como estrategia reproductiva exitosa aún ante la utilización de hábitats arenosos, situación que es característica de las especies de *Diplectrum* (Bortone, 1977). Por último, el planteamiento deberá contemplar algún posible mecanismo que establezca el protoginismo en ambientes diferentes a los arenosos, con el propósito de explicar la existencia de esta modalidad en la generalidad de las especies de Grammistidae *sensu* Gosline (1960, 1966).

3. Estimación de la relación edad-longitud para diferentes poblaciones de *P. maculatofasciatus*; de la zona de estudio, del Golfo de California y de las costas de California.

El desarrollo de esta línea puede contribuir a confirmar la similitud entre las edades medias de reversión de diferentes poblaciones de esta especie; lo que tendría repercusiones importantes sobre las hipótesis en torno de la transformación sexual en la familia Serranidae. Cuando menos para el caso de la especie investigada, dicha

confirmación implicaría el reconocer dos aspectos: uno, que la transformación está, en principio, genéticamente definida; y dos, que el modelo de la “ventaja de la talla”, que considera equivalente la selección de la talla y de la edad, debe ser replanteado para referirse tan sólo a la segunda.

Por otra parte, los estudios con fines acuiculturales y pesqueros tendrían un sólido apoyo en una mejor estimación de las tasas de crecimiento de esta especie. En virtud de su modalidad reproductiva, lo más adecuado sería establecer dichas tasas en función de los sexos y de las diferentes poblaciones.

Como se recordará del apartado introductorio, para esta especie (Thomson et *al.* 1987) y para *Centropristis striata* (Lavenda 1949), se han identificado machos de gran tamaño que, por lo general, no están accesibles a la pesquería. Una posible explicación de su origen es que se trate de machos alfa, y que deban su talla superior no tanto a una mayor edad como a los efectos del mayor crecimiento del sexo masculino con respecto al femenino. La cuantificación del número de marcas de edad en las escamas u otolitos de algunos de estos ejemplares podría confirmar esta suposición, con lo que se incrementaría en forma significativa la potencialidad de *P. maculatofasciatus* como objeto de cultivo.

4. Investigación de la posible existencia de diandría y de gonocorismo secundario en *Paralabrax* spp. y *Centropristis* spp.

La relevancia de esta línea puede ilustrarse de la siguiente forma: según el esquema planteado, *Paralabrax* sería el primer género de teleósteo (y quizá *P. maculatofasciatus* la primera especie) para el que podrían documentarse tres modalidades reproductivas diferentes (protoginismo completo, incompleto y gonocorismo secundario). Esto podría indicar que, bajo circunstancias particulares, la modalidad reproductiva puede ser una característica muy dinámica y sujeta a rápida evolución. Si bien la información disponible hasta el momento parece congruente, el esquema deberá recibir mayor sustento (o ser

rechazado) a partir de un conocimiento más completo de la reproducción en las especies del género.

Por su parte, *Centropristis* spp. es un equivalente ecológico de *Paralabrax* spp., además de un género de la misma subfamilia cuyas afinidades morfológicas con los segundos han sido consideradas indicadoras de una estrecha relación filogenética (Smith y Young 1966). En consecuencia, el esquema propuesto podría recibir un fuerte sustento si es capaz de predecir la existencia de protoginismo incompleto, diandría o gonocorismo secundario en dichas especies.

5. Estudios etológicos sobre la estructura y duración de la unidad social, así como de los patrones de cortejo de *P. maculatofasciatus* y de la generalidad de las especies protogínicas de esta familia.

El desarrollo de esta línea podría sustentar o descartar muchas de las hipótesis propuestas, y en consecuencia, puede tener implicaciones biológicas y en términos de la explotación del recurso. Si el esquema propuesto es correcto, sería esperable una unidad social más permanente y más basada en una estructura de harem para el caso de la población del Golfo de California, con respecto a la estudiada.

Más aún, los conocimientos que se deriven confirmarían o descartarían la aplicabilidad de las hipótesis propuestas como un patrón general entre las especies protogínicas de esta familia: unidad permanente y harem entre las especies y poblaciones que muestren elevada afinidad por substratos rocoso-arrecifales, y unidad efímera con formación de parejas en aquellas que se desarrollen en hábitats arenosos.

6. Desarrollo de modelos biológico-pesqueros para el manejo del recurso, incorporando el concepto de una edad media de transformación definida a nivel genético pero regulada por las interacciones sociales.

Hasta el momento, la controversia en torno de los factores que regulan la transformación (*i.e.* genéticos *versus* demográficos, y mutuamente excluyentes) ha permeado hasta la conceptualización de modelos con fines de manejo. Por una parte, se han diseñado modelos para especies protogínicas que incorporan una determinada talla de reversión sexual (p.e. Shepherd e Idoine 1993). Por la otra, se ha desarrollado sobre cómo una talla de reversión variable pudiera influir en la administración del recurso vía los modelos tradicionales (p.e Bannerot 1987, Munro 1987). No obstante, aún no se ha considerado la posibilidad de modelos en los que ambos mecanismos puedan operar de forma sinérgica.

..

7. Investigación de las tasas de crecimiento de *P. maculatofasciatus* en función del sexo, evaluando las posibilidades de incrementarla por la vía de la inducción de la transformación sexual mediante manejo hormonal.

Ante los esfuerzos y progresos que se realizan para lograr implementar el cultivo de esta especie (p.e. Avilés-Quevedo *et al.* 1994a y 1994b, Rosales *et al.* 1992), hay evidencia preliminar que sugiere que el mayor obstáculo para conseguirlo pueden ser sus bajas tasas de crecimiento. Por ejemplo, si se asumen 200 mm como una talla mínima para que el producto sea comercializable, las estimaciones de Chávez y Arvizu (1972) indican que, en el medio natural, los individuos alcanzan dicho tamaño alrededor hasta los cinco años de edad. La relación edad-longitud sugerida en este estudio brinda un estimado que, si bien es más favorable (3.5 años), aún parece excesivo como para lograr una actividad rentable; aunque habría que considerar el posible incremento de la tasa -de crecimiento a través de una adecuada alimentación en condiciones de cultivo.

De cualquier manera, parece aconsejable realizar estudios conducentes a incrementar la velocidad de crecimiento mediante el manejo hormonal, en condiciones que puedan ser reproducibles en un cultivo comercial. La obtención de stocks monosexuales por medio de tratamiento hormonal es una práctica, si no común, por lo menos sí bien

conocida en la piscicultura. En el caso de esta especie, la modalidad reproductiva permite que la transformación sexual sea inducible (Oda *eta/*. 1993) y favorece la obtención del sexo que, por lo general, presenta los crecimientos más acelerados (Lam 1982).

- Bórquez, A.S., N. Olivares A. y L. Tapia. 1988. Estructura gonadal e inversión sexual de la "cabrilla común" *Paralabrax humeralis* (Pisces: Serranidae). Estudios Oceanológicos (Chile) 7:5 1-58.
- von Bertalanffy, L. 1934. Untersuchungen Über Die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Roux' Archiv 131: 613.
- Bortone, S.A. 1977. Gonad morphology of the hermaphroditic fish *Diplectrum pacificum* (Serranidae). Copeia 1977: 448-453.
- Briggs, J.C. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill, U.S.A., 475 pp.
- Brody, S. 1927. Growth rates. Univ. Missouri Agric. Exp. Sta. Bull. 97.
- Butler, L.J., G.S. Hageman y L.E. Nordgren. 1982. Developmental stages of three California sea basses (*Paralabrax*, Pisces, Serranidae). CalCOFI Rep. 23: 252-268.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analisis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 5: 513-522.
- Castro-Barrera, T. 1975. Ictioplancton de Bahía Magdalena, Baja California Sur. Ciencias Marinas, U.A.B.C., 2(2): TO-36.
- Chang, S.T.H. y W.S.B. Yeung. 1983. Sex control and sex reversal in fish under natural conditios. *In*: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds.) Fish Physiology, Academic Press, IXB: 171-221.
- Chávez, H. y J. Arvizu M. 1972. Estudio de los peces demersales del Golfo de California, 1968-I 969. III. Fauna de acompañamiento del camarón (peces finos y "basura"). *In*: J. Carranza (Ed). Mem. IV Cong. Nal. Oceanog., México, D.F., 17-I 9 noviembre de 1969, 361-378.
- Chávez, L.S. y J.J. Schmitter. 1991. Distribución de sedimentos, materia orgánica fosfatos y batimetría de la plataforma de Baja California, México (24-29°N). Informe geológico Num. 1 C.I.B., La Paz, B.C.S., 66 pp.
- Clark, N.F. 1936a. Rock Bass. *In*: Commercial Fish Catch for 1935. Calif. Fish and Game (49): 81-82.
- Clark, N.F. 1936b. Maturity of the California sardine (*Sardinops caerulea*), determined by the ova diameter measurements. Calif. Div. Fish and Game Bull. 42: 1-49.
- Collyer, D.R. y P.H. Young. 1953. Progress report on a study of the kelp bass, *Paralabrax clathratus*. Calif. Fish and Game 39(2): 191-208.
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo/SePesca, 263 pp.

- Coronado, M.C. y F.L. Amezcua. 1988. Distribución y abundancia de los peces demersales de las costas de Guerrero en el Pacífico mexicano. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M.*, 15(2):67-94.
- Corripio, C.E. 1985. Fauna de acompañamiento del camarón y su aprovechamiento en la plataforma continental de Tamaulipas, Golfo de México. Cap. 16: 677-692. *In*: Yañez-Arancibia, A. (Ed.), Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca., U.N.A.M., México D.F. 748 pp.
- Crim, W.L. 1982. Environmental modulation of annual and daily rhythms associated with reproduction in teleost fishes. *Can. J. Aquat. Sci.* 39: 17-21.
- D'Ancona, U. 1952. Territorial sexualization in the gonads of teleosteans. *Anat. Rec.* II 4: 666-667.
- DeMartini, E.E. 1987. Tests of ovarian subsampling options and preliminary estimates of batch fecundity for two *Paralabrax* species. *CalCOFI Rep.* XXVIII: 168-170.
- Dufossé, M. 1854. Sur l'hermaphroditisme de certain percoides. *L'Institut* 22, 394-395.
- Dufossé, M. 1856. De l'hermaphroditisme chez le serran. *Ann. Sci. Nat.* 5(4): 295-332.
- Fishelson, L. 1970. Protogynous sex reversal in the fish *Anthias squamipinnis* (Teleostei, Anthiidae) regulated by the presence or absence of a male fish. *Nature* 227, 90.
- Fisher, A.E. y P.D. Hardison. 1987. The timing of spawning and egg production as constraints on male mating success in a simultaneously hermaphroditic fish. *Environ. Biol. Fishes* 20(4): 301-310.
- Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 19:305-384.
- Fostier, A., B. Jalabert, R. Billard, B. Breton y Y. Zoahr. 1983. The gonadal steroids. *In*: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds.) *Fish Physiology*, Academic Press, IXA: 227-371.
- Frey, H.W. (Ed). 1971. California's living marine resources and their utilization. Calif. Dep. Fish Game, Mar. Res. Agency, CA, U.S.A., 148 pp.
- * Garrat, A.P. 1986. Protogynous hermaphroditism in the slinger, *Chrysoblephus puniceps* (Glichrist y Thompson, 1908) (Teleostei:Sparidae). *J. Fish. Biol.* 28: 297-306.
- Ghiselin, M.T. 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. *Quart. Rev. Biol.*, 44: 189-208.

- Gosline, W.A. 1960. A new Hawaiian percoid fish, *Suttonia lineata*, with a discussion of its relationships and a definition of the family Grammistidae. *Pac. Sci.*, 14(1): 28-38.
- Gosline, W.A. 1966. The limits of the fish family Serranidae with notes on other lower percoids. *Proc. Calif. Acad.Sci.* 33: 91-112.
- Guerrero, G.R., R. Cervantes D. y A. Jimenez. 1988. Nutrient variation during a tidal cycle at the mouth of a coastal lagoon in the northwest of México. *Ind. Jour. Mar. Sci.* 17: 235-237.
- Gutierrez-Uribe, M.C. 1987. Composición específica de la captura de "escama" (pesquería artesanal) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Tes. Lic. Fac. Cien. U.N.A.M.*, 61 pp.
- Hastings, A.P. 1989. Protogynous hermaphroditism in *P. maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia* 1989(1): 184-188.
- Hastings, A.P. y S.A. Bortone. 1980. Observations on the life history of the belted sandfish, *Serranus subligarius* (Serranidae). *Env. Biol. Fish.* 5(4): 365-374.
- Hoar, S.W. 1969. Reproduction. *In: Hoar, W.S. y D.J. Randall* (Eds). *Fish Physiology*, Academic Press, III: 1-72.
- Hobson, S.E., W.N. McFarland y J.R. Chess. 1981. Crepuscular and nocturnal activities of californian nearshore fishes, with considerations of their scotopic visual pigments and the photic environment. *Fishery Bull.* 79(1): 1-30.
- Hoffman, S.G. 1983. Sex-related foraging behavior in sequentially hermaphroditic hogfishes (*Bodianus* spp.). *Ecology* 64:798-808.
- Holbrook, J.S., M.H. Carr, R.J. Schmitt y J.A. Coyer; 1990. Effect of giant kelp on local abundance of reef fishes: The importance of ontogenetic resource requirements. *Bull. Mar. Sci.* 47(1): 104-114.
- Holguín-Quiñonez, O.E. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. S.I.C., Subsec. Pesca, I.N.P., 117 pp.
- Humason, G.L. 1962. *Animal tissue techniques*. W.H. Freeman and Co., 4^o Ed., San Francisco, CA., U.S.A. 692 pp.
- Jerard, A. 1983. Chapter 16: Age Determination. *In: Nielsen L.A y Johnson D.L.* (Eds). *Fisheries Techniques*. 3^o Ed., American Fisheries Society, Maryland, 301-324.

- Johnson, G.D. 1983. *Niphon spinosus*: a primitive epinepheline serranid, with comments on the monophyly and intrarelationships of the Serranidae. *Copeia*, 1983: 777-787.
- Johnson, G.D. 1988. *Niphon spinosus*, a primitive epinepheline serranid: Corroborative evidence from the larvae. *Japan. J. Ichthyol.* 35(1): 7-18.
- Jordan D.S. y C.H. Eigenmann. 1890. A revision of the genera and species of Serranidae found in the water of America and Europe. *Bull. U. S. Fish. Comm.* 8:329-441.
- Jordan, D.S. y Evermann, B.W. 1896. The fishes of North Middle America. *Bull. U.S. Natl. Mus.* (47), Parte I, 1240 pp.
- Kendall, W.A. 1979. Morphological comparisons of North Am'ericán sea bass larvae (Pisces: Serranidae). NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 428 (U.S.A.): 49 pp.
- Kendall, W.A. 1983. Serranidae: Development and Relationships. In: *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Special Pub. 1, Am. Soc. Ichthyologist and Herpetologists: 499-510.
- Kendall, W.A. y M.P. Fahay. 1979. Larvae of the serranid fish *Gonioplectrus hispanus* with comments on its relationships. *Bull. Mar. Sci.* 29(1): 17-21.
- Lam, T.J. 1982. Applications of endocrinology to fish culture. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 32, 442.
- Lambert, J.G.D. 1970. The ovary of the guppy, *Poecilia reticulata*. The atretic follicle, a *Corpus atraeticum* or a *Corpus luteum praeovulationis*. *Z. Zellforsch.* 107, 5 1-67.
- Lavenberg, J.R., G.E. McGowen, A.E. Jahn, J.H. Petersen y T.C. Sciarrotta. 1986. Abundance of southern California nearshore ichthyoplankton: 1978-1984. *CalCOFI Rep.* 27: 53-64.
- Lavenda, N. 1949. Sexual differences and normal protogynous hermaphroditism in the Atlantic sea bass, *Centropristes striatus*. *Copeia*, No. 3: 185-194.
- Leija-Tristán, A. y Castro-Aguirre J.L. 1991. Estudio biológico pesquero del camarón de la costa occidental de Baja California Sur (Zona protegida: Complejo lagunar de Magdalena-Almejas). *Inf. Téc. final C.I.B./CONACyT Proy. PO20CCOR892996*.
- Liley, N.R. y N.E. Stacey. 1983. Hormones, pheromones and reproductive behavior in fish. In: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds). *Fish Physiology*, Academic Press, IXB: 1-63
- Longhurst, R.A. y D. Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, U.S.A., 389 pp.

- Love, S.M., J.S. Stephens, P.A. Morris, M.M. Singer, M. Sandhu y T.C. Sciarrotta. 1986. Inshore soft substrata fishes in the Southern California Bight: An overview. CalCOFI Rep. 27: 84-106.
- Maeda-Martínez, A.N. 1981. Composición, abundancia, diversidad y alimentación de la ictiofauna, en tres lagunas costeras del Golfo de California. Tes. L. U.A.N.L., 103 pp.
- Manooch, S.C. 1987. Age and growth of snappers and groupers. *In*: Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, CO, U.S.A., 329-373.
- Miller, J.D. y R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dep. Fish and Game, U.S.A., Fish Bull. 157: 249 pp.
- Munro, L.J. 1987. Workshop synthesis and directions for future research. *In*: Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, CO, U.S.A., 639-659.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. *In*: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds). Fish Physiology, Academic Press, IXA: 223-275.
- Oda, L.D., R.J. Lavenberg y J.M. Rounds; 1990. Reproductive biology of California species of *Paralabrax*. CalCOFI Ann. Conf. 1990, 31 octubre -2 noviembre, Pacific Grove, CA, U.S.A. Programs and Abstracts: V-14.
- Oda, L.D., R.J. Lavenberg y J.M. Rounds. 1993. Reproductive biology of three California species of *Paralabrax* (Pisces: Serranidae). CalCOFI Rep., Vol.34, 1993.
- Oliva, M.E., A.S. Borquez y A.N. Olivares. 1992. Sexual status of *Paralabrax humeralis* (Pisces: Serranidae) and infection by *Philometra sp.* (Nematoda: Dracunculoidea). J. Fish Biol. 40: 979-980.
- Parrish, J.D. 1987. The trophic biology of snappers and groupers. *In*: Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, CO, U.S.A., 405-463.
- Pérez-Mellado, J. 1980. Análisis de la fauna de acompañamiento de camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tes. Maest. I.T.E.S.M., Escuela de Ciencias Maritimas y Alimentarias, Guaymas, 100 pp.
- Ramírez-Rodríguez, M. 1987. Abundancia relativa de peces demersales en el Golfo de California durante 1979. Inv. Mar. CICIMAR, 3(2): 31-42.
- Reay, J.P. 1984. Reproductive tactics: A non-event in aquaculture? *In*: G.W. Potts y R.J. Wootton (Eds). Fish reproduction: Strategies and Tactics. Academic Press, U.S.A., 291-310.

- Reinboth, R. 1962. Morphologische and Funktionelle zweige-schlechtlichkeit bei marinen Teleostiern (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae). Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. Physiol. Tierre 69: 405-480.
- Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Can. 11 : 559-623.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191:382 pp.
- Roberts, A.D., E.D. DeMartini y K.M. Plummer. 1984. The feeding habits of juvenile-small adult barred sand bass (*Paralabrax nebulifer*) in nearshore waters off northern San Diego County. CalCOFI Rep. 25: 105-I II.
- Robertson, D.R. y R.R. Warner 1978. Sexual patterns in the labroid fishes of the western Caribbean, II: The parrotfishes (Scaridae). Smithsonian Contributions to Zoology 255: 1-26.
- Robertson, D.R., R. Reinboth y R.W. Bruce. 1982. Gonochorism, protogynous sex change, and spawning in three sparasomatine parrotfishes from the western Indian Ocean. Bull. Mar. Sci. 32: 868-879.
- Rosales-Casián, J.A. y M.G. Hammann 1994. Ciclo de vida y migración de la cabrilla sargacera (*Paralabrax clathratus*) en la Bahía de Todos Santos y Estero de Punta Banda, B.C., México. Mem. X Simp. Int. Biol. Mar., La Paz, B.C.S., junio de 1994. O-096.
- Rosales-Velázquez, M.O., R.E. Martínez-Pecero, B. Anguas-Vélez, M. Contreras-Olguín y E.O. Rodríguez-Morales. 1992. Inducción al desove de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner) (Pisces:Serranidae) mantenida en laboratorio. Resúm. III Cong. Nal. Ictiología, Oaxtepec, Morelos, 24-27 de noviembre de 1992. p. 18.
- Rosenblatt R. y B. Zahuranec 1967. The eastern Pacific groupers of the genus *Mycteroperca*; including a new species. Calif. Fish and Game 53(4):228-254.
- Roy, C. y R. Mendelsohn (Eds). 1994. COADS on CD-ROM. Volume 5: Eastern Pacific Ocean. ORSTOM/NOAA, Comparative Eastern Ocean Systems Program.
- Sadovy, Y. y D.Y. Shapiro. 1987. Criteria for diagnosis of hermaphroditism in fishes. Copeia 1987(1): 136-I 56.
- Shapiro, Y .D. 1987a. Differentiation and evolution of sex change in fishes. BioScience 37(7): 490-497.
- Shapiro, Y.D. 1987b. Reproduction in groupers. In: Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, CO, U.S.A., 295-327.

- Shapiro, Y.D. 1989. Sex change as an alternative life-history style. *In*: Bruton, M.N. (Ed). *Alternative life-history styles of animals*. Kluwer Acad. Publish. (Netherlands): 177-195.
- Shepherd, R.G. y J.S. Idoine, 1993. Length-based analyses of yield and spawning biomass per recruit for black sea bass *Centropristis striata*, a protogynous hermaphrodite. *Fish. Bull.*, 91(2):328-337.
- Smith, C.L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. *Papers Mich. Acad. Sci., Arts and Let.*, 44: II I-I 19.
- Smith, C.L. 1961. Synopsis of biological data on groupers (*Epinephelus* and allied genera) of western North Atlantic. F.A.O. Fish. Biol. Synopsis No 23, 61 pp.
- Smith, C.L. 1965. The patterns of sexuality and the classificatios of serranid fishes. *Amer. Mus. Novit.* 2207: 45-65.
- Smith, C.L. 1971. A revision of american groupers: *Epinephelus* and allied genera. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* (Nueva York), Vol. 146, Art. 2: 71-228.
- Smith, C.L. y P.H. Young. 1966. Gonad structure and the reproductive cycle of the kelp bass, *Paralabrax clathratus* (Girard), with comments on the relationships of the serranid genus *Paralabrax*. *Calif. Fish and Game* 52(4): 283-292.
- Steen, B.E. 1971. *Dictionary of biology*. Barnes and Noble Books (Ed), U.S.A., 630 pp.
- Thompson, R., y J.L. Munro. 1974. Chapter 7: The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *Res. Rep. Zool. Dep., Univ. West Indies*, 1-82.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y N. Kerstitch. 1987. Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky shore fishes of the Gulf of California. The University of Arizona Press, AZ, U.S.A., 302 pp.
- Thresher, E.R. 1984a. Reproduction in reef fishes (Part II). *Tropical Fish Hobbyist* 35(3): 44-65.
- Thresher, E.R. 1984b. *Reproduction in reef fishes*. T.F.H. Publications, U.S.A., 398 pp.
- Van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. *In*: Yáñez-Arancibia A. (Ed). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. U.N.A.M./P.U.A.L./I.C.M.L., SePesca/I.N.P., México, D.F. 149-I 95.
- Walford, L.A. 1937. *Marine game fishes of the Pacific coast from Alaska to the Ecuador*. Berkeley, Univ. California Press, 205 pp.

- Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.* 90(2): 141-1 47.
- Walsh, J.W. 1987. Patterns of recruitment and spawning in Hawaiian reef fishes. *Env. Biol. Fish* 13: 257-276.
- Warner, R.R. 1975a. The adaptive significance of sequential hermaphroditism in animals. *The American Naturalist* 109(965): 61-82.
- Warner, R.R. 1975b. The reproductive biology of the protogynous hermaphrodite *Pimelometopon pulchrum* (Pisces: Labridae). *Fish. Bull.* 73(2): 262-283.
- Warner, R.R. 1982. Mating systems, sex change, and sexual demography in the rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum*. *Copeia* 1982: 653-661.
- Warner, R.R. 1984. Mating behavior and hermaphroditism in coral reef fishes. *Amer. Scient.* 72: 128-1 36.
- Warner, R.R. y S.G. Hoffman 1980. Population density and the economics of territorial defense in a coral reef fish. *Ecology* 61: 772-780.
- Webb, O.R. y M.J. Kingsford. 1992. Protogynous hermafroditism in the half-banded sea perch, *Hypoplectrodes maccullochi* (Serranidae). *J. Fish Biol.* (1992) 40, 951-961.
- West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: A review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 1990 (41): 199-222.
- Williams, C.G. 1975. Sex and evolution. Colección R.M. May (Ed). Monographs on population biology, No 8, Princeton Univ. Press: 200 pp.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. *In*: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds). *Fish Physiology*, Academic Press, Vol. III: II 7-1 65.

Anexo único: Tablas y Figuras

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | ESCALA | | | |
|---|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|--------------------|-----|---|--|
| FECHA: 4 de julio. 1969 | | | | | | | | | | 1- MONONUCLEOLARES | | 6- TRANSF. INACTIVO | |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas. B.C.S. | | | | | | | | | | 2- POLINUCLEOLARES | | 7- TRANSF. ACTIVO | |
| METODO DE COLECTA: Red tipo "chango" camarero | | | | | | | | | | 3-VIT. INCIPIENTE | | 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS | |
| Arrastras a 1.5 nudos, 30 min. | | | | | | | | | | 4- VIT. AVANZADA | | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA | |
| CONDICIONES: Cielo despejado y mar en calma. | | | | | | | | | | 5 HIDRATADOS | | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS | |
| Determinó: D.B. Luch Cota | | | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | | | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES | |
| | | | MED | COR | TOTAL | | GON | | | | | | |
| | | | | | MED | COR | | | | | | | |
| 8907 | 1 | 4 | 119 | 129 | 42.9 | 47.3 | 0.1743 | 0.3701 | 0.8 | 9 | | | |
| 8907 | 2 | 4 | 87 | 94 | 18.5 | 20.4 | 0.0890 | 0.4383 | 1.2 | 9 | | | |
| 8907 | 3 | 4 | 67 | 72 | 7.7 | 8.4 | 0.1108 | 1.3291 | | | | | |
| 8907 | 4 | 4 | 116 | 125 | 45.8 | 50.4 | 0.1839 | 0.3663 | 1.7 | 9 | | Macho, tejido muy maltratado, estadio dudoso | |
| 8907 | 5 | 4 | 119 | 129 | 41.1 | 45.2 | 0.4914 | 1.0981 | 1.8 | 4 | | | |
| 8907 | 6 | 4 | 69 | 75 | 8.4 | 9.2 | 0.1230 | 1.3545 | 1.0 | 4 | | | |
| 8907 | 7 | 4 | 150 | 162 | 80.8 | 89.0 | 0.9666 | 1.0985 | 2.4 | 4 | | | |
| 8907 | 8 | 4 | 67 | 72 | 7.7 | 8.4 | 0.0738 | 0.8794 | 1.0 | 8 | | | |
| 8907 | 9 | 4 | 127 | 137 | 49.7 | 54.7 | 0.5040 | 1.0876 | 1.9 | 4 | | | |
| 8907 | 10 | 4 | 144 | 156 | 71.7 | 79.0 | 0.8566 | 1.0994 | 2.3 | 4 | | | |
| 8907 | 11 | 4 | 155 | 167 | 88.9 | 97.9 | 1.0638 | 1.0684 | 2.5 | 4 | | | |
| 8907 | 12 | 4 | 65 | 70 | 7.0 | 7.7 | 0.0409 | 0.5321 | 0.9 | 10 | | Pocas criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 8907 | 13 | 4 | 117 | 126 | 39.1 | 43.1 | 0.4685 | 1.1000 | 1.7 | 4 | | | |
| 8907 | 14 | 4 | 65 | 70 | 7.0 | 7.7 | 0.0426 | 0.5537 | 0.9 | 9 | | | |
| 8907 | 15 | 4 | 125 | 135 | 43.6 | 48.0 | 0.4860 | 1.0224 | 1.9 | 4 | | | |
| 8907 | 16 | 4 | 210 | 227 | 253.6 | 279.2 | 0.6602 | 0.2370 | 4.5 | 9 | | | |
| 8907 | 17 | 4 | 115 | 124 | 38.7 | 42.7 | 0.1792 | 0.4217 | 1.7 | 9 | | | |
| 8907 | 18 | 4 | 120 | 130 | 51.6 | 56.8 | 0.6885 | 1.2272 | 1.8 | 4 | | | |
| 8907 | 19 | 4 | 120 | 130 | 44.0 | 48.5 | 0.4778 | 0.9956 | 1.8 | 5 | | | |
| 8907 | 20 | 4 | 60 | 65 | 5.5 | 6.1 | 0.0239 | 0.3926 | 0.9 | 2 | | | |
| 8907 | 21 | 4 | 60 | 65 | 5.5 | 6.1 | 0.0342 | 0.5630 | 0.9 | 9 | | | |
| 8907 | 22 | 4 | 68 | 73 | 8.0 | 8.8 | 0.0835 | 0.9563 | 1.0 | 5 | | | |
| 8907 | 23 | 4 | 65 | 70 | 7.0 | 7.7 | 0.0927 | 1.2138 | 0.9 | 5 | | | |
| 8907 | 24 | 4 | 116 | 125 | 51.2 | 56.3 | 1.0935 | 1.9791 | 1.7 | 8 | | | |
| 8907 | 25 | 4 | 125 | 135 | 44.6 | 49.1 | 0.4833 | 0.9949 | 1.9 | 4 | | | |
| 8907 | 26 | 4 | 65 | 70 | 7.0 | 7.7 | 0.0642 | 0.8374 | 0.9 | 5 | | | |
| 8907 | 27 | 4 | 68 | 73 | 8.0 | 8.8 | 0.0880 | 1.0079 | 1.0 | 4 | | | |
| 8907 | 28 | 4 | 67 | 72 | 7.7 | 8.4 | 0.0442 | 0.5264 | 1.0 | 9 | | Cuerpos café | |
| 8907 | 29 | 4 | 118 | 127 | 46.8 | 51.6 | 0.4677 | 0.9149 | 1.7 | 8 | | | |
| 8907 | 30 | 4 | 110 | 119 | 47.0 | 51.7 | 0.4860 | 0.9483 | 1.6 | 4 | | | |
| 8907 | 31 | 4 | 115 | 124 | 46.6 | 51.3 | 0.2430 | 0.4760 | 1.7 | 2 | | | |
| 8907 | 32 | 4 | 118 | 127 | 46.8 | 51.6 | 0.4725 | 0.9244 | 1.7 | 4 | | | |
| 8907 | 33 | 5 | 66 | 71 | 7.3 | 8.1 | 0.1010 | 1.2645 | 1.0 | 4 | | | |
| 8907 | 34 | 5 | 62 | 67 | 6.1 | 6.7 | 0.0356 | 0.5314 | 0.9 | 9 | | Buena preparación, criptas polares y túbulos llenos | |
| 8907 | 35 | 5 | 63 | 68 | 6.4 | 7.1 | 0.0608 | 0.8680 | 0.9 | 4 | | | |
| 8907 | 36 | 5 | 183 | 198 | 177.6 | 195.6 | 0.5029 | 0.2578 | 3.3 | 9 | | Buena preparación, cuerpos café, criptas polares y túbulos llenos | |
| 8907 | 37 | 5 | 63 | 68 | 6.4 | 7.1 | 0.0866 | 1.2420 | 0.9 | 4 | | | |
| 8907 | 38 | 5 | 64 | 69 | 6.7 | 7.4 | 0.0919 | 1.2568 | 0.9 | 4 | | | |
| 8907 | 39 | 5 | 67 | 72 | 7.7 | 8.4 | 0.0494 | 0.5883 | 1.0 | 9 | | Buena preparación, cuerpos café, criptas polares y túbulos llenos | |
| 8907 | 40 | 5 | 60 | 65 | 5.5 | 6.1 | 0.0323 | 0.5314 | 0.9 | 9 | | | |
| 8907 | 41 | 5 | 210 | 227 | 214.3 | 236.0 | 0.6552 | 0.2784 | 4.5 | 9 | | Cuerpos café | |
| 8907 | 42 | 5 | 121 | 131 | 42.8 | 47.1 | 0.1699 | 0.3617 | 1.8 | 9 | | | |
| 8907 | 43 | 5 | 100 | 108 | 23.1 | 25.4 | 0.0702 | 0.2769 | 1.4 | 7 | | Láminas invadidas, abundantes ovocitos 1 y 2 | |
| 8907 | 44 | 5 | 150 | 162 | 86.5 | 95.3 | 0.2066 | 0.2172 | 2.4 | 7 | | Láminas invadidas, abundantes ovocitos 1 y 2 | |

Tabla 1. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de julio de 1989. **Columna 1:** Clave de la colecta (año y mes). **Columna 2:** Número de ejemplar. **Columna 3:** Longitud patrón del ejemplar fijado en formol (mm). **Columna 4:** Longitud patrón corregida (mm). **Columna 5:** Peso corporal total del ejemplar fijado en formol (g). **Columna 6:** Peso corporal total corregido (g). **Columna 7:** Peso de la gónada (g). **Columna 8:** Edad estimada (años). **Columna 9:** Estadio de madurez (escala en el encabezado). **Columna 10:** Observaciones sobre cada preparación.

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | ESCALA | |
|---|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|--------------------|---|
| FECHA: 19 da septiembre, 1989 | | | | | | | | | | 1- MONONUCLEOLARES | 6- TRANSF. INACTIVO |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. | | | | | | | | | | 2- POLINUCLEOLARES | 7- TRANSF. ACTIVO |
| METODO DE COLECTA: Rad tipo "chango" camaronero | | | | | | | | | | 3- VIT. INCIPIENTE | 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS |
| Arrastres a 1.5 nudos, 30min. | | | | | | | | | | 4- VIT. AVANZADA | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA |
| CONDICIONES: Cielo despejado y mar en calma. | | | | | | | | | | 5- HIDRATADOS | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS |
| Determinó: D.B. Lluch Cota | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 8909 | 1 | 4 | 117 | 126 | 43.3 | 47.7 | 0.2640 | 0.5568 | 1.7 | 2 | |
| 8909 | 2 | 4 | 160 | 173 | 105.0 | 115.6 | 0.4080 | 0.3542 | 2.6 | 8 | |
| 8909 | 3 | 4 | 115 | 124 | 39.4 | 43.4 | 0.1920 | 0.4440 | 1.7 | 2 | |
| 8909 | 4 | 4 | 121 | 131 | 41.2 | 45.3 | 0.1440 | 0.3187 | 1.8 | 1 | Probable estadio 2, mala preparación |
| 8909 | 5 | 4 | 64 | 69 | 6.0 | 6.6 | 0.0213 | 0.3261 | 0.9 | 8 | |
| 8909 | 6 | 4 | 62 | 67 | 5.4 | 6.0 | 0.0188 | 0.3114 | 0.9 | 8 | Cuerpos cafés |
| 8909 | 7 | 4 | 69 | 75 | 7.4 | 8.2 | 0.0272 | 0.3339 | 1.0 | 2 | |
| 8909 | 8 | 4 | 112 | 121 | 31.3 | 34.4 | 0.0840 | 0.2446 | 1.6 | 2 | |
| 8909 | 9 | 4 | 63 | 68 | 5.7 | 6.3 | 0.0408 | 0.6542 | 0.9 | 2 | Probable transformante temprano |
| 8909 | 10 | 4 | 61 | 66 | 5.2 | 5.7 | 0.0189 | 0.3318 | 0.9 | 1 | |
| 8909 | 11 | 4 | 66 | 71 | 6.5 | 7.2 | 0.0287 | 0.4008 | 1.0 | 8 | Ovocitos 1 y 2 |
| 8909 | 12 | 4 | 160 | 173 | 102.6 | 113.0 | 0.2673 | 0.2370 | 2.6 | 8 | Pocas criptas, túbulos con poco esperma |
| 8909 | 13 | 4 | 195 | 211 | 205.2 | 226.0 | 0.7892 | 0.3505 | 3.8 | 9 | Abundantes criptas y túbulos llenos |
| 8909 | 14 | 4 | 137 | 148 | 60.4 | 66.5 | 0.1080 | 0.1626 | 2.1 | 1 | |
| 8909 | 15 | 4 | 152 | 164 | 98.1 | 108.0 | 0.4304 | 0.4001 | 2.4 | 2 | |
| 8909 | 16 | 4 | 119 | 129 | 42.2 | 46.5 | 0.1320 | 0.2846 | 1.8 | 2 | |
| 8909 | 17 | 4 | 115 | 124 | 39.6 | 43.6 | 0.1920 | 0.4422 | 1.7 | 2 | |
| 8909 | 18 | 4 | 69 | 75 | 7.4 | 8.2 | 0.0358 | 0.4372 | 1.0 | 9 | Pocas criptas, túbulos con poco esperma |
| 8909 | 19 | 4 | 144 | 156 | 93.1 | 102.6 | 0.2760 | 0.2698 | 2.3 | 1 | Probable transformante temprano |
| 8909 | 20 | 4 | 118 | 127 | 44.2 | 48.7 | 0.1920 | 0.3958 | 1.7 | 2 | |
| 8909 | 21 | 4 | 68 | 73 | 7.1 | 7.8 | 0.0319 | 0.4088 | 1.0 | 2 | |
| 8909 | 22 | 4 | 202 | 218 | 195.0 | 214.7 | 0.7560 | 0.3533 | 4.1 | 2 | |
| 8909 | 23 | 4 | 173 | 187 | 115.9 | 127.8 | 0.3782 | 0.2973 | 3.0 | 8 | |
| 8909 | 24 | 4 | 65 | 70 | 6.2 | 6.9 | 0.0315 | 0.4609 | 0.9 | 2 | |
| 8909 | 25 | 4 | 178 | 192 | 171.7 | 189.1 | 0.5723 | 0.3036 | 3.2 | 9 | Abundantes criptas y túbulos llenos |

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | ESCALA | |
|--|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|--------------------|---|
| FECHA: Del 7-8 da octubre, 1989 | | | | | | | | | | 1- MONONUCLEOLARES | 6- TRANSF. INACTIVO |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. | | | | | | | | | | 2- POLINUCLEOLARES | 7- TRANSF. ACTIVO |
| METODO DE COLECTA: Rad tipo "chango" camaronero | | | | | | | | | | 3- VIT. INCIPIENTE | 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS |
| Arrastres a 1.5 nudos, 30 min. | | | | | | | | | | 4- VIT. AVANZADA | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA |
| CONDICIONES: Cielo medio nublado y mar en calma. | | | | | | | | | | 5- HIDRATADOS | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS |
| Determinó: D.B. Lluch Cota | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 8910 | 1 | 2 | 197 | 213 | 199.1 | 219.2 | 0.8270 | 0.2869 | 3.9 | 8 | Sin criptas espermáticas, aunque con restos de esperma en túbulos |
| 8910 | 2 | 4 | 89 | 96 | 19.5 | 21.4 | 0.0480 | 0.2245 | 1.3 | 1 | |
| 8910 | 3 | 4 | 72 | 78 | 10.3 | 11.3 | 0.0660 | 0.0530 | 1.0 | 1 | |
| 8910 | 4 | 4 | 74 | 80 | 11.4 | 12.5 | 0.0360 | 0.2880 | 1.1 | 8 | Epitelio columnar bien desarrollado |
| 8910 | 5 | 2 | 170 | 184 | 129.4 | 142.5 | 0.4080 | 0.2872 | 2.9 | 8 | Cuerpos cafés, epitelio columnar evidente, mala preparación |
| 8910 | 6 | 4 | 69 | 75 | 9.3 | 10.2 | 0.0365 | 0.3585 | 1.0 | 2 | |
| 8910 | 7 | 4 | 61 | 66 | 6.5 | 7.1 | 0.0289 | 0.4063 | 0.9 | 2 | |
| 8910 | 8 | 4 | 80 | 86 | 13.1 | 14.4 | 0.0225 | 0.1964 | 1.1 | 2 | |
| 8910 | 9 | 2 | 136 | 147 | 67.4 | 74.3 | 0.7515 | 1.0224 | 2.1 | 4 | |
| 8910 | 10 | 2 | 147 | 159 | 84.6 | 93.2 | 0.2670 | 0.2874 | 2.3 | 0 | Macho con espermatozoides, estadio dudoso, mala preparación |
| 8910 | 11 | 4 | 61 | 66 | 6.5 | 7.1 | 0.0214 | 0.3014 | 0.9 | 2 | |
| 8910 | 12 | 4 | 62 | 67 | 6.8 | 7.5 | 0.0240 | 0.3217 | 0.9 | 2 | |
| 8910 | 13 | 2 | 121 | 131 | 58.5 | 64.4 | 0.1650 | 0.2568 | 1.8 | 6 | Epitelio columnar, ovocitos 1 y 2, mala preparación |
| 8910 | 14 | 2 | 92 | 99 | 22.6 | 24.9 | 0.0362 | 0.1454 | 1.3 | 8 | |
| 8910 | 15 | 4 | 69 | 75 | 9.3 | 10.2 | 0.0381 | 0.3745 | 1.0 | 2 | Alrededor del 90% de mononucleolares |
| 8910 | 16 | 3 | 218 | 235 | 264.0 | 290.7 | 0.6182 | 0.2131 | 5.0 | 8 | Epitelio cúbico, cuerpos cafés |
| 8910 | 17 | 3 | 213 | 230 | 247.5 | 272.6 | 0.5005 | 0.1840 | 4.7 | 8 | Unas cuantas criptas espermáticas, epitelio plano/cúbico, cuerpos cafés |
| 8910 | 18 | 2 | 122 | 132 | 47.8 | 52.7 | 0.1320 | 0.2513 | 1.8 | 2 | Alrededor del 80% de mononucleolares |
| 8910 | 19 | 2 | 92 | 99 | 22.5 | 24.7 | 0.0384 | 0.1555 | 1.3 | 8 | |
| 8910 | 20 | 2 | 96 | 104 | 26.7 | 29.4 | 0.0540 | 0.1839 | 1.4 | 2 | |
| 8910 | 21 | 2 | 124 | 134 | 63.9 | 70.4 | 0.1575 | 0.2243 | 1.9 | 2 | |
| 8910 | 22 | 4 | 61 | 66 | 6.5 | 7.1 | 0.0195 | 0.2740 | 0.9 | 1 | |
| 8910 | 23 | 4 | 65 | 70 | 7.8 | 8.6 | 0.0247 | 0.2878 | 0.9 | 1 | Algunas atresias, preparación regular |
| 8910 | 24 | 4 | 88 | 95 | 21.2 | 23.3 | 0.0390 | 0.1675 | 1.3 | 1 | |
| 8910 | 25 | 3 | 214 | 231 | 251.0 | 276.4 | 0.5610 | 0.2034 | 4.7 | 8 | |
| 8910 | 26 | 3 | 230 | 248 | 277.9 | 306.0 | 1.0509 | 0.3446 | 5.9 | 8 | Epitelio columnar muy bien desarrollado, probable transformante tardío |
| 8910 | 27 | 2 | 178 | 192 | 160.1 | 178.3 | 1.5603 | 0.8932 | 3.2 | 4 | Sólo unos pocos vitelogénicos |
| 8910 | 28 | 4 | 60 | 65 | 6.2 | 6.8 | 0.0314 | 0.4646 | 0.9 | 9 | Criptas y túbulos con esperma, cuerpos cafés |

Tablas 2 y 3. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreos de septiembre y octubre de 1989. Ver claves en Tabla 1.

ESPECIE: *Paralabrax maculatofasciatus* ESCALA

FECHA: 14 de diciembre, 1999

LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

METODO DE COLECTA: Línea con anzuelo

Se utilizó oán de almeja como carnada

CONDICIONES: Cielo despejado con viento moderado.

Determinó: D.B. Lluich Cota

| CLAVE | No | E | PESO (gr) | | | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
|-------|----|---|-----------|-----|-------|-------|--------|--------|-----|-----|--|
| | | | LP (mm) | | TOTAL | | | | | | |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 9912 | 1 | 0 | 175 | 189 | 139.3 | 153.4 | 0.5579 | 0.3650 | 3.1 | 2 | |
| 9912 | 2 | 0 | 61 | 66 | 5.0 | 5.5 | 0.0170 | 0.3109 | 0.9 | 2 | Aparentes atresias alfa sin vitelo. mala preparación |
| 9912 | 3 | 0 | 193 | 206 | 177.1 | 195.0 | 1.0856 | 0.5597 | 3.7 | 2 | |
| 9912 | 4 | 0 | 67 | 72 | 6.5 | 7.2 | 0.0239 | 0.3324 | 1.0 | 2 | |
| 9912 | 5 | 0 | 186 | 201 | 194.5 | 181.1 | 0.8792 | 0.3765 | 3.4 | 10 | Pocas criptas espermáticas pero con túbulos llenos |
| 9912 | 6 | 0 | 152 | 164 | 87.3 | 96.1 | 0.4945 | 0.5171 | 2.4 | 2 | |
| 9912 | 7 | 0 | 173 | 187 | 132.7 | 146.1 | 0.8372 | 0.8454 | 3.0 | 2 | |
| 9912 | 8 | 0 | 150 | 162 | 86.5 | 95.2 | 0.1549 | 0.1629 | 2.4 | 8 | Epitelio columnar bien desarrollado |
| 9912 | 9 | 0 | 153 | 185 | 91.3 | 100.8 | 0.3622 | 0.3616 | 2.5 | 2 | |
| 9912 | 10 | 0 | 188 | 203 | 192.1 | 211.5 | 0.9028 | 0.4287 | 3.5 | 2 | |
| 9912 | 11 | 0 | 182 | 197 | 161.7 | 178.1 | 0.7302 | 0.4118 | 3.3 | 2 | |
| 9912 | 12 | 0 | 61 | 66 | 5.1 | 5.6 | 0.0230 | 0.4145 | 0.9 | 2 | |
| 9912 | 13 | 0 | 160 | 173 | 112.5 | 123.9 | 0.3967 | 0.3214 | 2.6 | 2 | Posible transformante temprano. mala preparación |
| 9912 | 14 | 0 | 182 | 197 | 144.3 | 158.9 | 0.8315 | 0.5895 | 3.3 | 2 | |
| 9912 | 15 | 0 | 161 | 174 | 94.6 | 104.2 | 0.3692 | 0.3554 | 2.7 | 2 | |
| 9912 | 16 | 0 | 155 | 167 | 93.6 | 103.1 | 0.3933 | 0.3830 | 2.5 | 2 | |
| 9912 | 17 | 0 | 62 | 67 | 5.2 | 5.7 | 0.0228 | 0.3997 | 0.9 | 2 | |
| 9912 | 18 | 0 | 136 | 147 | 65.8 | 72.5 | 0.1293 | 0.1788 | 2.1 | 8 | Cuerpos café |
| 9912 | 19 | 0 | 152 | 164 | 71.5 | 78.8 | 0.2335 | 0.2972 | 2.4 | 8 | Cuerpos café |
| 9912 | 20 | 0 | 69 | 75 | 7.1 | 7.8 | 0.0264 | 0.3379 | 1.0 | 2 | Posible transformante temprano, mala preparación |
| 9912 | 21 | 0 | 157 | 170 | 91.9 | 101.2 | 0.4888 | 0.4854 | 2.6 | 2 | |
| 9912 | 22 | 0 | 194 | 210 | 193.5 | 213.1 | 0.5210 | 0.2450 | 3.7 | 2 | |
| 9912 | 23 | 0 | 81 | 66 | 5.0 | 5.5 | 0.0184 | 0.3368 | 1.8 | 8 | Grandes masas café, buena preparación |
| 9912 | 24 | 0 | 171 | 185 | 100.9 | 111.1 | 0.3174 | 0.2864 | 3.0 | 8 | Grandes masas café |

OBSERVACIONES EN CAMPO: El ejemplar número 5 presentó eyacuación durante su captura

ESPECIE: *Paralabrax maculatofasciatus* ESCALA

FECHA: 19 de enero, 1990

LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

METODO DE COLECTA: Línea con anzuelo

Se utilizó intestino de pollo como carnada

CONDICIONES: Cielo despejado con viento moderado.

Determinó: D.B. Lluich Cota

| CLAVE | No | E | PESO (gr) | | | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
|-------|----|---|-----------|-----|-------|-------|--------|--------|-----|-----|--|
| | | | LP (mm) | | TOTAL | | | | | | |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 9001 | 1 | 0 | 194 | 210 | 210.8 | 232.2 | 0.5502 | 0.2375 | 3.8 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 2 | 0 | 216 | 233 | 301.5 | 332.0 | 1.1984 | 0.3622 | 4.8 | 8 | |
| 9001 | 3 | 0 | 56 | 61 | 5.1 | 5.6 | 0.0171 | 0.3059 | 0.8 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 4 | 0 | 61 | 66 | 6.4 | 7.1 | 0.0187 | 0.2648 | 0.9 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 5 | 0 | 61 | 66 | 6.4 | 7.1 | 0.0242 | 0.3429 | 0.9 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 6 | 0 | 159 | 172 | 102.8 | 113.2 | 0.3011 | 0.2667 | 2.6 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 7 | 0 | 57 | 62 | 5.3 | 5.9 | 0.0260 | 0.4438 | 0.8 | 2 | |
| 9001 | 8 | 0 | 167 | 180 | 123.0 | 135.5 | 0.7354 | 0.5459 | 2.8 | 2 | |
| 9001 | 9 | 0 | 154 | 166 | 120.6 | 132.9 | 0.9750 | 0.7393 | 2.5 | 2 | |
| 9001 | 10 | 0 | 148 | 160 | 90.3 | 99.5 | 0.4273 | 0.4315 | 2.4 | 2 | |
| 9001 | 11 | 0 | 104 | 112 | 31.8 | 34.8 | 0.1172 | 0.3376 | 1.5 | 8 | Un polinucleolar como artefacto |
| 9001 | 13 | 0 | 175 | 189 | 163.4 | 179.9 | 0.8003 | 0.4468 | 3.1 | 2 | |
| 9001 | 14 | 0 | 110 | 119 | 37.5 | 41.3 | 0.1852 | 0.4499 | 1.6 | 2 | |
| 9001 | 15 | 0 | 196 | 212 | 228.1 | 251.2 | 1.4625 | 0.5857 | 3.8 | 2 | |
| 9001 | 16 | 0 | 144 | 156 | 83.2 | 91.7 | 0.4550 | 0.4989 | 2.3 | 2 | |
| 9001 | 17 | 0 | 143 | 154 | 74.5 | 82.0 | 0.2961 | 0.3647 | 2.2 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 18 | 0 | 81 | 87 | 16.2 | 17.8 | 0.0623 | 0.3511 | 1.1 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 19 | 0 | 158 | 171 | 102.3 | 112.7 | 0.3471 | 0.3089 | 2.6 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 20 | 0 | 117 | 126 | 49.6 | 54.6 | 0.2138 | 0.3932 | 1.7 | 1 | |
| 9001 | 21 | 0 | 58 | 63 | 5.6 | 6.2 | 0.0167 | 0.2713 | 0.9 | 8 | |
| 9001 | 22 | 0 | 85 | 92 | 17.8 | 19.6 | 0.0755 | 0.3863 | 1.2 | 2 | Posible transformante temprano, mala preparación |
| 9001 | 23 | 0 | 103 | 111 | 31.2 | 34.3 | 0.1351 | 0.3952 | 1.5 | 2 | |
| 9001 | 24 | 0 | 159 | 172 | 101.5 | 111.8 | 0.3120 | 0.2799 | 2.6 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9001 | 25 | 0 | 109 | 118 | 41.2 | 45.4 | 0.1709 | 0.3781 | 1.6 | 6 | Invadido aprox. 40%, epitelio columnar evidente |

OBSERVACIONES EN CAMPO: Se observaron juveniles (aprox. 5 cm de longitud total) cerca de la orilla, no fue posible su captura.

Tablas 4 y 5. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreos de diciembre de 1989 y enero de 1990. Ver claves en Tabla 1.

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | ESCALA | |
|--|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-------------------|---|
| FECHA: 15 de febrero de 1990 | | | | | | | | | | 1-MONONUCLEOLARES | 6- TRANSF. INACTIVO |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. | | | | | | | | | | 2-POLINUCLEOLARES | 7- TRANSF. ACTIVO |
| METODO DE COLECTA: Línea con anzuelo | | | | | | | | | | 5-VIT. INCIPIENTE | 8-ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS |
| Se utilizó intestino de pollo como carnada | | | | | | | | | | 4-VIT. AVANZADA | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA |
| CONDICIONES: Cbb medio nublado, mar calma. | | | | | | | | | | 6 HIDRATADOS | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS |
| Determinó: D.B. Lluch Cota | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 9002 | 1 | 0 | 142 | 153 | 71.9 | 79.2 | 0.1989 | 0.2519 | 2.2 | 2 | |
| 9002 | 2 | 0 | 65 | 70 | 6.8 | 7.4 | 0.0284 | 0.3833 | 0.9 | 2 | |
| 9002 | 3 | 0 | 82 | 89 | 12.9 | 14.2 | 0.0130 | 0.0918 | 1.2 | 7 | Invadido aprox. 20%, pocas criptas, túbulos vacíos, ep. columnar evidente |
| 9002 | 4 | 0 | 99 | 107 | 23.9 | 26.3 | 0.1430 | 0.5458 | 1.4 | 3 | Muy pocos ovocitos en vit. incipiente, mala preparación |
| 9002 | 5 | 0 | 67 | 72 | 7.4 | 8.1 | 0.0238 | 0.2912 | 1.0 | 8 | |
| 9002 | 6 | 0 | 65 | 70 | 6.8 | 7.4 | 0.0179 | 0.2410 | 0.9 | 8 | Invadido aprox. 60%, sin criptas, túbulos vacíos |
| 9002 | 7 | 0 | 230 | 248 | 293.4 | 323.1 | 0.4189 | 0.1292 | 5.9 | 8 | |
| 9002 | 8 | 0 | 211 | 228 | 259.7 | 286.0 | 0.3252 | 0.1138 | 4.5 | 8 | |
| 9002 | 9 | 0 | 152 | 164 | 73.8 | 81.3 | 0.3042 | 0.3755 | 2.4 | 2 | |
| 9002 | 10 | 0 | 80 | 86 | 13.1 | 14.5 | 0.0325 | 0.2253 | 1.1 | 8 | Cuerpos café, epitelio columnar desarrollado |
| 9002 | 11 | 0 | 67 | 72 | 7.4 | 8.1 | 0.0483 | 0.5977 | 1.0 | 3 | Muy pocos ovocitos en vit. incipiente, mala preparación |
| 9002 | 12 | 0 | 210 | 227 | 228.5 | 251.7 | 0.6500 | 0.2589 | 4.5 | 8 | |
| 9002 | 13 | 0 | 94 | 102 | 19.6 | 21.6 | 0.0811 | 0.2634 | 1.3 | 2 | |
| 9002 | 14 | 0 | 88 | 95 | 16.3 | 17.9 | 0.0416 | 0.2330 | 1.3 | 2 | |
| 9002 | 15 | 0 | 64 | 69 | 6.5 | 7.1 | 0.0347 | 0.4901 | 0.9 | 2 | |
| 9002 | 16 | 0 | 67 | 72 | 7.4 | 8.1 | 0.0209 | 0.2572 | 1.0 | 2 | |
| 9002 | 17 | 0 | 61 | 66 | 5.6 | 6.2 | 0.0209 | 0.3388 | 0.9 | 2 | |
| 9002 | 18 | 0 | 243 | 262 | 598.0 | 658.5 | 2.7969 | 0.4265 | 7.7 | 2 | |
| 9002 | 19 | 0 | 69 | 75 | 8.0 | 8.9 | 0.0302 | 0.3421 | 1.0 | 2 | |
| 9002 | 20 | 0 | 153 | 165 | 69.8 | 98.9 | 0.2489 | 0.2522 | 2.5 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9002 | 21 | 0 | 100 | 108 | 22.2 | 24.5 | 0.0208 | 0.0850 | 1.4 | 8 | Invadido aprox. 60%, sin criptas, túbulos vacíos |
| 9002 | 22 | 0 | 60 | 65 | 5.3 | 5.9 | 0.0169 | 0.2878 | 0.9 | 8 | Epitelio columnar desarrollado |
| 9002 | 23 | 0 | 68 | 73 | 7.7 | 8.5 | 0.0478 | 0.5637 | 1.0 | 3 | Muy pocos ovocitos en vit. incipiente, mala preparación |
| 9002 | 24 | 0 | 92 | 99 | 15.5 | 17.0 | 0.0429 | 0.2525 | 1.3 | 2 | |
| 9002 | 25 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0416 | 0.8155 | 0.9 | 3 | Muy pocos ovocitos en vit. incipiente, mala preparación |
| 9002 | 26 | 0 | 150 | 162 | 88.8 | 97.8 | 0.4160 | 0.4273 | 2.4 | 3 | Probable transformante temprano, vitelogénicos atresicos |
| 9002 | 27 | 0 | 64 | 69 | 6.8 | 7.4 | 0.0299 | 0.4033 | 0.9 | 2 | |

OBSERVACIONES EN CAMPO: Se observaron muchos juveniles (menos de 5 cm de longitud total) cerca de la orilla, no fue posible su captura.

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | ESCALA | |
|--|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-------------------|--|
| FECHA: 29 de marzo de 1990 | | | | | | | | | | 1-MONONUCLEOLARES | 6- TRANSF. INACTIVO |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. | | | | | | | | | | 2-POLINUCLEOLARES | 7- TRANSF. ACTIVO |
| METODO DE COLECTA: Línea con anzuelo | | | | | | | | | | 3-VIT. INCIPIENTE | 8-ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS |
| Se utilizó intestino de pollo como carnada | | | | | | | | | | 4-VIT. AVANZADA | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA |
| CONDICIONES: Cielo despejado, mar calma | | | | | | | | | | 5- HIDRATADOS | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS |
| Determinó: D.B. Lluch Cota | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 9003 | 1 | 0 | 100 | 108 | 23.0 | 25.3 | 0.0848 | 0.3390 | 1.4 | 8 | Sin evidencia de esperma, pese a la mala preparación |
| 9003 | 2 | 0 | 272 | 294 | 500.0 | 550.6 | 1.6072 | 0.2927 | --- | 8 | Sin evidencia de esperma, pese a la mala preparación |
| 9003 | 3 | 0 | 62 | 67 | 5.7 | 6.2 | 0.0233 | 0.3758 | 0.9 | 8 | Sin evidencia de esperma, pese a la mala preparación |
| 9003 | 4 | 0 | 104 | 112 | 25.8 | 28.4 | 0.1563 | 0.5541 | 1.5 | 2 | |
| 9003 | 5 | 0 | 90 | 97 | 17.3 | 19.0 | 0.0325 | 0.1714 | 1.3 | 2 | |
| 9003 | 6 | 0 | 97 | 72 | 7.1 | 7.8 | 0.0281 | 0.3349 | 1.0 | 2 | |
| 9003 | 7 | 0 | 85 | 92 | 13.4 | 14.7 | 0.0405 | 0.2781 | 1.2 | 9 | Pocas criptas polares, restos de esperma en túbulos |
| 9003 | 8 | 0 | 64 | 69 | 6.2 | 6.8 | 0.0265 | 0.3895 | 0.9 | 2 | |
| 9003 | 9 | 0 | 63 | 68 | 5.1 | 5.7 | 0.0290 | 0.5149 | 0.9 | 9 | Abundantes criptas polares, túbulos con poco esperma |
| 9003 | 10 | 0 | 170 | 184 | 112.8 | 124.2 | 0.2875 | 0.2320 | 2.9 | 2 | |
| 9003 | 11 | 0 | 69 | 75 | 7.7 | 8.5 | 0.0312 | 0.3674 | 1.0 | 2 | |
| 9003 | 12 | 0 | 69 | 75 | 7.7 | 8.5 | 0.0385 | 0.4536 | 1.0 | 2 | |
| 9003 | 13 | 0 | 63 | 68 | 5.9 | 6.5 | 0.0287 | 0.4411 | 0.9 | 2 | |
| 9003 | 14 | 0 | 208 | 225 | 201.1 | 221.5 | 0.8512 | 0.2949 | 4.4 | 9 | Abundantes criptas polares, túbulos con poco esperma |
| 9003 | 16 | 0 | 172 | 186 | 116.0 | 127.7 | 0.4800 | 0.3614 | 3.0 | 9 | Abundantes criptas polares, túbulos sin esperma |
| 9003 | 17 | 0 | 230 | 248 | 282.1 | 310.7 | 0.7331 | 0.2365 | 5.9 | 9 | Abundantes criptas polares, túbulos con poco esperma |
| 9003 | 18 | 0 | 136 | 147 | 61.8 | 68.0 | 0.1596 | 0.2352 | 2.1 | 9 | Criptas polares y túbulos llenos de esperma |
| 9003 | 19 | 0 | 214 | 231 | 237.4 | 261.4 | 0.8523 | 0.2501 | 4.7 | 9 | Criptas polares y túbulos sin esperma |
| 9003 | 20 | 0 | 66 | 71 | 6.8 | 7.5 | 0.0354 | 0.4752 | 1.0 | 2 | |
| 9003 | 21 | 0 | 242 | 261 | 368.5 | 403.6 | 0.8639 | 0.2145 | 7.5 | 9 | Pocas criptas polares, restos de esperma en túbulos |
| 9003 | 22 | 0 | 163 | 176 | 105.5 | 116.2 | 0.4375 | 0.3780 | 2.7 | 2 | Posible transformante temprano |
| 9003 | 23 | 0 | 67 | 72 | 7.1 | 7.8 | 0.0363 | 0.4658 | 1.0 | 3 | Muy pocos ovocitos vitelogénicos |
| 9003 | 24 | 0 | 62 | 67 | 5.7 | 6.2 | 0.0288 | 0.4314 | 0.9 | 7 | Temprano, invadido aprox. 10%, aparentemente activo |
| 9003 | 25 | 0 | 152 | 164 | 90.8 | 99.9 | 0.3900 | 0.3918 | 2.4 | 3 | Muy pocos ovocitos vitelogénicos |
| 9003 | 26 | 0 | 64 | 69 | 6.2 | 6.8 | 0.0308 | 0.4521 | 0.9 | 2 | |
| 9003 | 27 | 0 | 60 | 65 | 5.1 | 5.7 | 0.0211 | 0.3741 | 0.9 | 2 | |
| 9003 | 28 | 0 | 64 | 69 | 6.2 | 6.8 | 0.0295 | 0.4333 | 0.9 | 2 | |
| 9003 | 29 | 0 | 103 | 111 | 23.0 | 25.3 | 0.1500 | 0.5857 | 1.5 | 2 | |
| 9003 | 30 | 0 | 73 | 79 | 10.9 | 12.0 | 0.0650 | 0.5457 | 1.0 | 2 | |
| 9003 | 31 | 0 | 120 | 130 | 44.0 | 48.5 | 0.0936 | 0.1939 | 1.8 | 6 | Temprano, sin actividad espermatogénica |
| 9003 | 32 | 0 | 118 | 127 | 43.6 | 48.0 | 0.1643 | 0.3433 | 1.7 | 7 | Invadido aprox. 70%, muchos mononucleolares, criptas y túbulos con esperma |

OBSERVACIONES EN CAMPO: Se observaron abundantes juveniles (menos de 5 cm de longitud total), no fue posible su captura.

Tablas 6 y 7. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreos de febrero y marzo de 1990. Ver claves en Tabla 1.

ESPECIE: *Paralabrax maculatofasciatus*

ESCALA

FECHA: 27 de abril, 1990

1- MONONUCLEOLARES

6- TRANSF. INACTIVO

LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejar. B.C.S.

2- POLINUCLEOLARES

7- TRANSF. ACTIVO

METODO DE COLECTA: Red tipo "chango" camaronero

3- VIT. INCIPIENTE

8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS

Arrastres a 1.5 nudos, 30 min.

4- VIT. AVANZADA

9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA

Cielo despejado, viento de moderado a fuerte

5- HIDRATADOS

10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS

Determinó: D.B. Lluch Cota

| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
|-------|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-----|---|
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | |
| 9004 | 1 | 1 | 159 | 172 | 106.4 | 117.2 | 1.2735 | 1.0985 | 2.6 | 4 | |
| 9004 | 2 | 1 | 89 | 96 | 19.5 | 21.5 | 0.0810 | 0.3781 | 1.3 | 9 | Pocas criptas, túbulos con poco esperma |
| 9004 | 3 | 1 | 172 | 186 | 133.9 | 147.4 | 1.6020 | 1.0984 | 3.0 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9004 | 4 | 1 | 165 | 178 | 118.6 | 130.6 | 1.4190 | 1.0985 | 2.8 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9004 | 5 | 1 | 145 | 157 | 81.3 | 89.5 | 0.2585 | 0.2873 | 2.3 | 9 | Pocas criptas, túbulos con poco esperma |
| 9004 | 6 | 1 | 190 | 205 | 179.1 | 197.2 | 0.7660 | 0.4001 | 3.6 | 2 | |
| 9004 | 7 | 1 | 140 | 151 | 73.4 | 80.8 | 0.2970 | 0.3689 | 2.2 | 6 | Temprano, inactivo |
| 9004 | 8 | 1 | 147 | 159 | 84.6 | 93.2 | 0.3705 | 0.3992 | 2.3 | 2 | |
| 9004 | 9 | 1 | 116 | 125 | 42.4 | 46.6 | 0.1860 | 0.4003 | 1.7 | 2 | |
| 9004 | 10 | 1 | 90 | 97 | 21.0 | 23.1 | 0.0794 | 0.3443 | 1.3 | 9 | Pocas criptas, túbulos con poco esperma |
| 9004 | 11 | 1 | 117 | 126 | 43.4 | 47.8 | 0.1365 | 0.2862 | 1.7 | 1 | |
| 9004 | 12 | 1 | 144 | 156 | 79.7 | 87.7 | 0.9540 | 1.0994 | 2.3 | 4 | |
| 9004 | 13 | 1 | 133 | 144 | 63.2 | 69.6 | 0.7560 | 1.0988 | 2.0 | 4 | |
| 9004 | 14 | 1 | 92 | 99 | 22.8 | 25.1 | 0.1045 | 0.4179 | 1.3 | 8 | |
| 9004 | 15 | 2 | 199 | 215 | 205.0 | 225.8 | 0.6465 | 0.2872 | 3.9 | 8 | Muy pocas criptas, túbulos sin esperma |
| 9004 | 16 | 2 | 140 | 151 | 73.4 | 80.8 | 0.3371 | 0.4189 | 2.2 | 8 | |
| 9004 | 17 | 2 | 154 | 166 | 96.9 | 106.8 | 1.1610 | 1.0994 | 2.5 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9004 | 18 | 2 | 218 | 235 | 267.6 | 294.7 | 3.2025 | 1.0987 | 5.0 | 4 | |
| 9004 | 19 | 2 | 138 | 149 | 70.4 | 77.5 | 0.9150 | 1.1952 | 2.1 | 5 | Mala preparación |
| 9004 | 20 | 2 | 79 | 85 | 13.8 | 15.2 | 0.0600 | 0.3968 | 1.1 | 2 | |
| 9004 | 21 | 2 | 230 | 248 | 300.4 | 330.8 | 0.9487 | 0.2876 | 5.9 | 8 | |
| 9004 | 22 | 2 | 95 | 103 | 23.6 | 26.0 | 0.0750 | 0.2889 | 1.4 | 1 | |
| 9004 | 23 | 2 | 141 | 152 | 74.9 | 82.5 | 0.3570 | 0.4345 | 2.2 | 6 | Temprano, inactivo |
| 9004 | 24 | 3 | 66 | 71 | 8.2 | 9.0 | 0.0472 | 0.5280 | 1.0 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9004 | 25 | 3 | 263 | 284 | 481.5 | 530.3 | 0.9782 | 0.1848 | --- | 9 | Criptas espermáticas y túbulos con algo de esperma |
| 9004 | 26 | 3 | 147 | 159 | 86.0 | 94.7 | 0.2919 | 0.3093 | 2.3 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos con algo de esperma |
| 9004 | 27 | 3 | 153 | 165 | 110.3 | 121.4 | 0.2295 | 0.1894 | 2.5 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos con algo de esperma |
| 9004 | 28 | 3 | 85 | 92 | 17.1 | 18.8 | 0.0750 | 0.4006 | 1.2 | 2 | |
| 9004 | 29 | 3 | 178 | 192 | 148.0 | 163.0 | 0.6495 | 0.4001 | 3.2 | 2 | |
| 9004 | 30 | 3 | 120 | 130 | 46.8 | 51.5 | 0.1470 | 0.2862 | 1.8 | 1 | |
| 9004 | 31 | 3 | 95 | 103 | 23.6 | 25.9 | 0.0675 | 0.2610 | 1.4 | 1 | |
| 9004 | 32 | 3 | 80 | 86 | 14.3 | 15.8 | 0.0630 | 0.4014 | 1.1 | 2 | |
| 9004 | 33 | 3 | 144 | 156 | 79.7 | 87.7 | 0.3000 | 0.3431 | 2.3 | 7 | Tardío, criptas polares y esperma en túbulos. Epit. columnar evidente |
| 9004 | 34 | 3 | 110 | 119 | 36.3 | 39.9 | 0.1140 | 0.2862 | 1.6 | 2 | |
| 9004 | 35 | 3 | 134 | 145 | 64.6 | 71.1 | 0.3065 | 0.4330 | 2.1 | 8 | |

OBSERVACIONES EN CAMPO: Se observaron juveniles (5 cm de longitud total) en estación 1, en praderas de pastos marinos.

Tabla 8. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de abril de 1990. Ver claves en Tabla 1.

| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | | IGS | V M | EDO | OBSERVACIONES |
|-------|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-----|--|
| | | | MED | COR | TOTAL | | GON | | | | |
| | | | | | MED | COR | | | | | |
| 9005 | 1 | 0 | 91 | 98 | 23.6 | 26.0 | 0.2822 | 1.0963 | 1.3 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 2 | 0 | 134 | 145 | 51.0 | 56.2 | 0.1808 | 0.3227 | 2.1 | 9 | Pocas criptas espermáticas y túbulos con poco esperma |
| 9005 | 3 | 0 | 130 | 140 | 48.8 | 53.7 | 1.3940 | 2.6638 | 2.0 | 5 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 4 | 0 | 61 | 66 | 7.3 | 8.1 | 0.0812 | 1.0137 | 0.9 | 4 | |
| 9005 | 5 | 0 | 145 | 157 | 64.6 | 71.1 | 1.0880 | 1.5531 | 2.3 | 4 | |
| 9005 | 6 | 0 | 69 | 75 | 10.5 | 11.6 | 0.1039 | 0.9044 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 7 | 0 | 140 | 151 | 83.2 | 91.6 | 0.9962 | 1.0997 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 8 | 0 | 68 | 73 | 10.1 | 11.1 | 0.1151 | 1.0478 | 1.0 | 5 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 9 | 0 | 118 | 127 | 50.5 | 55.6 | 0.2210 | 0.3992 | 1.7 | 2 | |
| 9005 | 10 | 0 | 65 | 70 | 8.8 | 9.7 | 0.1130 | 1.1739 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 11 | 0 | 120 | 130 | 51.0 | 56.2 | 0.2295 | 0.4102 | 1.8 | 2 | |
| 9005 | 12 | 0 | 166 | 179 | 93.2 | 102.6 | 0.4140 | 0.4051 | 2.8 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 13 | 0 | 131 | 142 | 48.5 | 53.4 | 0.2283 | 0.4296 | 2.0 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 14 | 0 | 127 | 137 | 47.6 | 52.4 | 0.5950 | 1.1481 | 1.9 | 4 | |
| 9005 | 15 | 0 | 230 | 248 | 273.7 | 301.4 | 5.9410 | 2.0108 | 5.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 16 | 0 | 113 | 122 | 44.5 | 49.0 | 0.5321 | 1.0884 | 1.7 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 17 | 0 | 62 | 67 | 7.7 | 8.5 | 0.1081 | 1.2911 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 18 | 0 | 110 | 119 | 31.3 | 34.4 | 0.1054 | 0.3068 | 1.6 | 0 | Estado dudoso, muy mala preparación |
| 9005 | 19 | 0 | 63 | 68 | 8.1 | 8.9 | 0.0725 | 0.6220 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 20 | 0 | 213 | 230 | 234.4 | 258.1 | 0.8893 | 0.3379 | 4.7 | 9 | Pocas criptas espermáticas, túbulos llenos |
| 9005 | 21 | 0 | 140 | 151 | 57.6 | 63.5 | 1.6626 | 2.6902 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 22 | 0 | 126 | 136 | 43.4 | 47.7 | 1.2070 | 2.5939 | 1.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 23 | 0 | 145 | 157 | 73.8 | 81.3 | 1.6320 | 2.0498 | 2.3 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 24 | 0 | 143 | 154 | 81.7 | 88.0 | 0.7271 | 1.0816 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 25 | 0 | 66 | 71 | 9.2 | 10.2 | 0.1106 | 1.0983 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 26 | 0 | 140 | 151 | 52.7 | 58.0 | 0.2458 | 0.4253 | 2.2 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 27 | 0 | 165 | 178 | 93.5 | 103.0 | 0.4215 | 0.4110 | 2.8 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 29 | 0 | 161 | 174 | 85.9 | 94.5 | 1.1390 | 1.2194 | 2.7 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 30 | 0 | 140 | 151 | 57.0 | 62.7 | 0.9010 | 1.4576 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 31 | 0 | 60 | 65 | 7.0 | 7.7 | 0.0848 | 1.1144 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 33 | 0 | 132 | 143 | 70.0 | 77.1 | 0.1957 | 0.2544 | 2.0 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 34 | 0 | 134 | 145 | 73.2 | 80.6 | 0.2654 | 0.3305 | 2.1 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 35 | 0 | 175 | 189 | 159.6 | 175.8 | 0.7004 | 0.4001 | 3.1 | 2 | |
| 9005 | 36 | 0 | 121 | 131 | 54.3 | 59.8 | 0.2380 | 0.3995 | 1.8 | 2 | |
| 9005 | 37 | 0 | 148 | 160 | 97.8 | 107.7 | 0.4284 | 0.3993 | 2.4 | 2 | |
| 9005 | 38 | 0 | 150 | 162 | 103.2 | 113.6 | 0.2999 | 0.2646 | 2.4 | 10 | Túbulos llenos, sin criptas espermáticas, epitelio columnar muy evidente |
| 9005 | 39 | 0 | 206 | 223 | 203.2 | 223.8 | 0.9923 | 0.4454 | 4.3 | 6 | Invadido aprox. 50%, sin evidencia de esperma |
| 9005 | 40 | 0 | 134 | 145 | 73.2 | 80.6 | 0.3213 | 0.4003 | 2.1 | 2 | |
| 9005 | 41 | 0 | 234 | 253 | 316.0 | 348.0 | 1.5161 | 0.4375 | 6.3 | 9 | Abundantes criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 42 | 0 | 67 | 72 | 9.7 | 10.6 | 0.0619 | 0.5851 | 1.0 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |

Tabla 9. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de mayo de 1990. Ver claves en Tabla 1.

E S P E C I *Paralabrax maculatofasciatus*

FECHA: 23 de mayo, 1990.

LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S.

MÉTODO DE COLECTA: Línea con anzuelo

Se utilizó intestino de pollo y olán de almeja como camada

Cielo medio nublado, viento moderado

Determinó: D.B. Lluich Cota

ESCALA

- 1- MONONUCLEOLARES
- 2- POLINUCLEOLARES
- 3. VIT. INCIPIENTE
- 4. VIT. AVANZADA
- 5- HIDRA TA DOS
- 6- TRANSF. INACTIVO
- 7- TRANSF. ACTIVO
- 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS
- 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA
- 10- ESPERMA SIN ESPERMA TOCITOS

| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES |
|-------|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-----|--|
| | | | MED | COR | TOTAL | | | | | | |
| | | | | | MED | COR | | | | | |
| 9005 | 1 | 0 | 91 | 98 | 23.6 | 26.0 | 0.2822 | 1.0963 | 1.3 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 2 | 0 | 134 | 145 | 51.0 | 56.2 | 0.1808 | 0.3227 | 2.1 | 9 | Pocas criptas espermáticas y túbulos con poco esperma |
| 9005 | 3 | 0 | 130 | 140 | 48.8 | 53.7 | 1.3940 | 2.6638 | 2.0 | 5 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 4 | 0 | 61 | 66 | 7.3 | 8.1 | 0.0812 | 1.0137 | 0.9 | 4 | |
| 9005 | 5 | 0 | 145 | 157 | 64.6 | 71.1 | 1.0880 | 1.5531 | 2.3 | 4 | |
| 9005 | 6 | 0 | 69 | 75 | 10.5 | 11.6 | 0.1039 | 0.9044 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 7 | 0 | 140 | 151 | 83.2 | 91.6 | 0.9962 | 1.0997 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 8 | 0 | 68 | 73 | 10.1 | 11.1 | 0.1151 | 1.0478 | 1.0 | 5 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 9 | 0 | 118 | 127 | 50.5 | 55.6 | 0.2210 | 0.3992 | 1.7 | 2 | |
| 9005 | 10 | 0 | 65 | 70 | 8.8 | 9.7 | 0.1130 | 1.1739 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 11 | 0 | 120 | 130 | 51.0 | 56.2 | 0.2295 | 0.4102 | 1.8 | 2 | |
| 9005 | 12 | 0 | 166 | 179 | 93.2 | 102.6 | 0.4140 | 0.4051 | 2.8 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 13 | 0 | 131 | 142 | 48.5 | 53.4 | 0.2283 | 0.4296 | 2.0 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 14 | 0 | 127 | 137 | 47.6 | 52.4 | 0.5950 | 1.1481 | 1.9 | 4 | |
| 9005 | 15 | 0 | 230 | 248 | 273.7 | 301.4 | 5.9410 | 2.0108 | 5.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 16 | 0 | 113 | 122 | 44.5 | 49.0 | 0.5321 | 1.0984 | 1.7 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 17 | 0 | 62 | 67 | 7.7 | 8.5 | 0.1081 | 1.2911 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 18 | 0 | 110 | 119 | 31.3 | 34.4 | 0.1054 | 0.3088 | 1.8 | 0 | Estadio dudoso muy mala preparación |
| 9005 | 19 | 0 | 63 | 68 | 6.1 | 6.9 | 0.0725 | 0.8220 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 20 | 0 | 213 | 230 | 234.4 | 256.1 | 0.6693 | 0.3379 | 4.7 | 9 | Pocas criptas espermáticas, túbulos llenos |
| 9005 | 21 | 0 | 140 | 151 | 57.6 | 63.5 | 1.6826 | 2.6902 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 22 | 0 | 126 | 136 | 43.4 | 47.7 | 1.2070 | 2.5939 | 1.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 23 | 0 | 145 | 157 | 73.6 | 61.3 | 1.6320 | 2.0496 | 2.3 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 24 | 0 | 143 | 154 | 61.7 | 66.0 | 0.7271 | 1.0616 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 25 | 0 | 66 | 71 | 9.2 | 10.2 | 0.1106 | 1.0983 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 26 | 0 | 140 | 151 | 52.7 | 58.0 | 0.2458 | 0.4253 | 2.2 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 27 | 0 | 165 | 178 | 93.5 | 103.0 | 0.4215 | 0.4110 | 2.8 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 29 | 0 | 161 | 174 | 85.9 | 94.5 | 1.1390 | 1.2194 | 2.7 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 30 | 0 | 140 | 151 | 57.0 | 62.7 | 0.9010 | 1.4576 | 2.2 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 31 | 0 | 60 | 65 | 7.0 | 7.7 | 0.0848 | 1.1144 | 0.9 | 4 | Ovocitos fragmentados, mala preparación |
| 9005 | 33 | 0 | 132 | 143 | 70.0 | 77.1 | 0.1957 | 0.2544 | 2.0 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 34 | 0 | 134 | 145 | 73.2 | 80.6 | 0.2654 | 0.3305 | 2.1 | 10 | Túbulos llenos, criptas no evidentes, mala preparación |
| 9005 | 35 | 0 | 175 | 189 | 159.6 | 175.8 | 0.7004 | 0.4001 | 3.1 | 2 | |
| 9005 | 36 | 0 | 121 | 131 | 54.3 | 59.8 | 0.2380 | 0.3995 | 1.8 | 2 | |
| 9005 | 37 | 0 | 148 | 160 | 97.8 | 107.7 | 0.4284 | 0.3993 | 2.4 | 2 | |
| 9005 | 38 | 0 | 150 | 162 | 103.2 | 113.6 | 0.2999 | 0.2846 | 2.4 | 10 | Túbulos llenos, sin criptas espermáticas, epitelio columnar muy evidente |
| 9005 | 39 | 0 | 206 | 223 | 203.2 | 223.8 | 0.9923 | 0.4454 | 4.3 | 6 | Invadido aprox. 50%, sin evidencia de esperma |
| 9005 | 40 | 0 | 134 | 145 | 73.2 | 80.6 | 0.3213 | 0.4003 | 2.1 | 2 | |
| 9005 | 41 | 0 | 234 | 253 | 316.0 | 346.0 | 1.5161 | 0.4375 | 6.3 | 9 | Abundantes criptas espermáticas y túbulos llenos |
| 9005 | 42 | 0 | 67 | 72 | 9.7 | 10.6 | 0.0619 | 0.5651 | 1.0 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos llenos |

Tabla 9. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de mayo de 1990. Ver claves en Tabla 1.

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | | ESCALA | |
|---|----|---|-----------|-----|-------|-------|---------|---------|------|-----|--|-------------------------------------|
| FECHA: 16 de junio, 1990. | | | | | | | | | | | 1- MONONUCLEOLARES | 6- TRANSF. INACTIVO |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas. B.C.S. | | | | | | | | | | | 2- POLINUCLEOLARES | 7- TRANSF. ACTIVO |
| METODO DE COLECTA: Línea co" anzuelo | | | | | | | | | | | 3- VIT. INCIPIENTE | 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS |
| Se utilizó intestino de pollo y olán de almeja comocamada | | | | | | | | | | | 4- VIT. AVANZADA | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA |
| Cielo despejado, viento moderado | | | | | | | | | | | 5- HIDRATADOS | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS |
| Determinó: D.B. Lluch cota | | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | PESO (gr) | | | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES | |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | | |
| 9006 | 1 | 0 | 165 | 178 | 106.2 | 117.0 | 0.5220 | 0.4483 | 2.8 | 4 | Vitelogénicos grandes, fragmentados, mala preparación | |
| 9006 | 2 | 0 | 263 | 284 | 448.2 | 493.6 | 1.8395 | 0.3741 | ---- | 8 | | |
| 9006 | 3 | 0 | 175 | 189 | 126.9 | 139.7 | 1.1214 | 0.8089 | 3.1 | 4 | Vitelogénicos grandes, fragmentados, mala preparación | |
| 9006 | 4 | 0 | 131 | 142 | 58.5 | 64.4 | 0.1566 | 0.2437 | 2.0 | 2 | | |
| 9006 | 5 | 0 | 230 | 248 | 319.5 | 351.8 | 1.2744 | 0.3635 | 5.9 | 8 | | |
| 9006 | 6 | 0 | 292 | 315 | 547.2 | 602.6 | 1.3228 | 0.2200 | ---- | 8 | | |
| 9006 | 7 | 0 | 270 | 292 | 475.2 | 523.3 | 1.5944 | 0.3056 | ---- | 8 | | |
| 9006 | 8 | 0 | 130 | 140 | 70.9 | 78.1 | 0.8496 | 1.1001 | 2.0 | 5 | | |
| 9006 | 9 | 0 | 150 | 162 | 86.9 | 95.7 | 0.3472 | 0.3639 | 2.4 | 8 | | |
| 9006 | 10 | 0 | 128 | 138 | 49.5 | 54.5 | 0.1777 | 0.3270 | 1.9 | 2 | | |
| 9006 | 11 | 0 | 138 | 149 | 72.0 | 79.3 | 0.4140 | 0.5247 | 2.1 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 12 | 0 | 140 | 151 | 71.3 | 78.5 | 0.4140 | 0.5302 | 2.2 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 13 | 0 | 60 | 65 | 7.4 | 8.1 | 0.0984 | 1.2223 | 0.9 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 14 | 0 | 163 | 176 | 97.2 | 107.0 | 1.8612 | 1.7695 | 2.7 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 15 | 0 | 183 | 198 | 129.4 | 142.5 | 0.9828 | 0.6944 | 3.3 | 2 | | |
| 9006 | 16 | 0 | 150 | 162 | 115.4 | 127.1 | 0.0160 | 10.0142 | 2.4 | 7 | Invasión aprox. 60%. túbulos llenos y criptas espermáticas | |
| 9006 | 17 | 0 | 120 | 130 | 63.4 | 69.8 | 0.0630 | 0.0904 | 1.6 | 7 | Invasión aprox. 60%. túbulos llenos y criptas espermáticas. Ovocitos en reabsorción. | |
| 9006 | 18 | 0 | 220 | 238 | 223.2 | 245.8 | 0.6480 | 0.2643 | 5.1 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 19 | 0 | 66 | 71 | 9.8 | 10.8 | 0.0598 | 0.5573 | 1.0 | 10 | Túbulos llenos | |
| 9006 | 20 | 0 | 129 | 139 | 69.3 | 76.4 | 0.8298 | 1.0987 | 2.0 | 4 | Mala preparación | |
| 9006 | 21 | 0 | 125 | 135 | 31.7 | 34.9 | 0.2250 | 0.6491 | 1.9 | 2 | | |
| 9006 | 22 | 0 | 175 | 189 | 169.0 | 186.1 | 2.0232 | 1.0990 | 3.1 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 23 | 0 | 145 | 157 | 53.6 | 59.1 | 0.4500 | 0.7676 | 2.3 | 4 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 24 | 0 | 145 | 157 | 61.2 | 67.4 | 0.7884 | 1.1836 | 2.3 | 4 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 25 | 0 | 152 | 164 | 72.0 | 79.3 | 10.3760 | 10.4790 | 2.4 | 4 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 26 | 0 | 152 | 164 | 70.2 | 77.3 | 0.4626 | 0.6020 | 2.4 | 2 | | |
| 9006 | 27 | 0 | 165 | 178 | 89.1 | 98.1 | 0.3960 | 0.4052 | 2.6 | 6 | Temprano, sin criptas ni esperma | |
| 9006 | 28 | 0 | 163 | 176 | 81.0 | 89.2 | 0.4284 | 0.4826 | 2.7 | 3 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 29 | 0 | 140 | 151 | 57.6 | 63.4 | 1.0388 | 1.6617 | 2.2 | 4 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 30 | 0 | 135 | 146 | 39.6 | 43.6 | 0.2340 | 0.5395 | 2.1 | 4 | Vitelogénicos fragmentados, pocos | |
| 9006 | 31 | 0 | 150 | 162 | 64.8 | 71.4 | 0.2880 | 0.4052 | 2.4 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 32 | 0 | 195 | 211 | 148.5 | 163.5 | 2.5902 | 1.6084 | 3.6 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 33 | 0 | 145 | 157 | 48.8 | 53.7 | 0.6534 | 1.2312 | 2.3 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 34 | 0 | 150 | 162 | 59.4 | 65.4 | 0.2654 | 0.4074 | 2.4 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 35 | 0 | 158 | 171 | 77.4 | 85.2 | 0.3370 | 0.3969 | 2.6 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 36 | 0 | 210 | 227 | 187.2 | 206.2 | 2.0983 | 1.0283 | 4.5 | 4 | Vitelogénicos grandes, fragmentados, mala preparación | |
| 9006 | 37 | 0 | 167 | 180 | 81.2 | 89.4 | 0.5940 | 0.6619 | 2.8 | 4 | Vitelogénicos grandes, fragmentados, mala preparación | |
| 9006 | 38 | 0 | 275 | 297 | 516.0 | 568.2 | 2.1312 | 0.3765 | ---- | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 39 | 0 | 235 | 254 | 345.6 | 380.6 | 5.2272 | 1.3926 | 6.5 | 5 | Vitelogénicos e hidratados fragmentados | |
| 9006 | 40 | 0 | 140 | 151 | 44.1 | 46.6 | 10.4212 | 0.8749 | 2.2 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 41 | 0 | 79 | 65 | 16.5 | 16.2 | 0.1960 | 1.0989 | 1.1 | 4 | Vitelogénicos fragmentados | |
| 9006 | 42 | 0 | 65 | 70 | 9.4 | 10.3 | 0.0614 | 0.5996 | 0.9 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 43 | 0 | 152 | 164 | 157.7 | 173.6 | 0.2700 | 0.1557 | 2.4 | 7 | Avanzado pocas criptas polares. túbulos llenos. Epitelio columnar muy evidente | |
| 9006 | 44 | 0 | 202 | 216 | 311.4 | 342.9 | 1.3469 | 0.3949 | 4.1 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 45 | 0 | 66 | 73 | 10.7 | 11.6 | 0.0502 | 0.5151 | 1.0 | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |
| 9006 | 46 | 0 | 169 | 163 | 152.6 | 166.1 | 1.6270 | 1.0990 | 2.9 | 5 | Ovocitos enteros | |
| 9006 | 47 | 0 | 139 | 150 | 86.2 | 94.9 | 1.0314 | 1.0982 | 2.2 | 5 | Ovocitos enteros | |
| 9006 | 46 | 0 | 273 | 295 | 480.0 | 526.6 | 2.1427 | 0.4070 | ---- | 9 | Criptas espermáticas, túbulos llenos | |

Tabla 10. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de junio de 1990. Ver claves en Tabla 1.

| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | | | | | | | ESCALA | | | |
|--|----|---|---------|-----|-----------|-------|--------|--------|-----|-----|---|--------------------|--|-------------------------------------|--|
| FECHA: 26 de agosto de 1990 | | | | | | | | | | | | 1- MONONUCLEOLARES | | 6- TRANSF. INACTIVO | |
| LOCALIDAD: Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. | | | | | | | | | | | | 2- POLINUCLEOLARES | | 7- TRANSF. ACTIVO | |
| METODO DE COLECTA: Línea con anzuelo | | | | | | | | | | | | 3- VIT. INCIPIENTE | | 8- ESPERMATOGONIAS Y ESPERMATOCITOS | |
| Se utilizó intestino de pollo y olán de almeja como camada | | | | | | | | | | | | 4- VIT. AVANZADA | | 9- ESPERMATOCITOS Y ESPERMA | |
| Cielo despajado, mar calma | | | | | | | | | | | | 5- HIDRATADOS | | 10- ESPERMA SIN ESPERMATOCITOS | |
| Determinó: D.B. Lluch Cota | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLAVE | No | E | LP (mm) | | PESO (gr) | | GON | IGS | VM | EDO | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | MED | COR | MED | COR | | | | | | | | | |
| 9008 | 1 | 0 | 132 | 143 | 65.0 | 71.6 | 0.2860 | 0.4011 | 2.0 | 2 | Probable transformante temprano | | | | |
| 9008 | 2 | 0 | 62 | 67 | 5.9 | 6.5 | 0.0442 | 0.6862 | 0.9 | 2 | Probable transformante temprano | | | | |
| 9008 | 3 | 0 | 61 | 66 | 5.6 | 6.2 | 0.0662 | 1.0818 | 0.9 | 4 | | | | | |
| 9008 | 4 | 0 | 66 | 71 | 7.1 | 7.8 | 0.0458 | 0.5916 | 1.0 | 9 | Túbulos llenos | | | | |
| 9008 | 5 | 0 | 65 | 70 | 6.8 | 7.4 | 0.0342 | 0.4609 | 0.9 | 8 | | | | | |
| 9008 | 6 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0351 | 0.5185 | 0.9 | 9 | Pocas criptas espermáticas y túbulos con poca esperma | | | | |
| 9008 | 7 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0357 | 0.5270 | 0.9 | 10 | Sin evidencia de criptas, túbulos llenos | | | | |
| 9008 | 8 | 0 | 65 | 70 | 6.8 | 7.4 | 0.0416 | 0.5819 | 0.9 | 2 | | | | | |
| 9008 | 9 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0323 | 0.4771 | 0.9 | 6 | Invasión aprox. 50%, inactivo. Mala preparación | | | | |
| 9008 | 10 | 0 | 110 | 119 | 44.2 | 48.7 | 0.2243 | 0.4628 | 1.6 | 10 | Sin evidencia de criptas, túbulos llenos | | | | |
| 9008 | 11 | 0 | 113 | 122 | 44.2 | 48.7 | 0.3055 | 0.6316 | 1.7 | 6 | Invasión aprox. 50%, inactivo | | | | |
| 9008 | 12 | 0 | 67 | 72 | 7.4 | 8.1 | 0.0269 | 0.3322 | 1.0 | 2 | | | | | |
| 9008 | 14 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0294 | 0.4348 | 0.9 | 10 | Túbulos con esperma | | | | |
| 9008 | 16 | 0 | 132 | 143 | 71.5 | 78.7 | 0.7280 | 0.9332 | 2.0 | 4 | | | | | |
| 9008 | 18 | 0 | 126 | 136 | 46.7 | 51.5 | 0.1689 | 0.3292 | 1.9 | 10 | Túbulos con esperma | | | | |
| 9008 | 19 | 0 | 87 | 94 | 15.8 | 17.4 | 0.1898 | 1.1005 | 1.2 | 4 | | | | | |
| 9008 | 20 | 0 | 144 | 156 | 69.0 | 76.0 | 0.2271 | 0.2996 | 2.3 | 8 | Sin criptas ni esperma | | | | |
| 9008 | 21 | 0 | 130 | 140 | 51.2 | 56.4 | 0.6136 | 1.1001 | 2.0 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 22 | 0 | 130 | 140 | 53.3 | 58.7 | 0.6760 | 1.1651 | 2.0 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 23 | 0 | 120 | 130 | 49.4 | 54.4 | 0.1950 | 0.3597 | 1.8 | 2 | Probable transformante temprano | | | | |
| 9008 | 24 | 0 | 125 | 135 | 45.5 | 50.1 | 0.3432 | 0.6897 | 1.9 | 2 | Probable transformante temprano | | | | |
| 9008 | 25 | 0 | 66 | 71 | 7.1 | 7.8 | 0.0977 | 1.2698 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 26 | 0 | 77 | 83 | 15.6 | 17.2 | 0.3328 | 1.9755 | 1.1 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 27 | 0 | 120 | 130 | 52.0 | 57.3 | 0.1869 | 0.3274 | 1.8 | 10 | Túbulos con esperma. criptas no aparentes | | | | |
| 9008 | 28 | 0 | 67 | 72 | 7.4 | 8.1 | 0.0445 | 0.5503 | 1.0 | 9 | | | | | |
| 9008 | 29 | 0 | 69 | 75 | 8.0 | 8.9 | 0.1099 | 1.2559 | 1.0 | 4 | | | | | |
| 9008 | 30 | 0 | 63 | 68 | 6.2 | 6.8 | 0.0282 | 0.4159 | 0.9 | 2 | | | | | |
| 9008 | 31 | 0 | 69 | 75 | 8.0 | 8.9 | 0.0398 | 0.4510 | 1.0 | 0 | Macho aparentemente activo. mala preparación | | | | |
| 9008 | 32 | 0 | 149 | 161 | 104.0 | 114.5 | 0.2920 | 0.2556 | 2.4 | 10 | Túbulos con esperma | | | | |
| 9008 | 34 | 0 | 68 | 73 | 7.7 | 8.5 | 0.0918 | 1.0934 | 1.0 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 35 | 0 | 85 | 92 | 18.2 | 20.0 | 0.4056 | 2.0655 | 1.2 | 4 | Ovocitos fragmentados | | | | |
| 9008 | 36 | 0 | 151 | 163 | 102.4 | 112.8 | 0.4927 | 0.4387 | 2.4 | 7 | Invasión aprox. 70%, túbulos llenos | | | | |
| 9008 | 37 | 0 | 217 | 234 | 237.6 | 261.7 | 1.1264 | 0.4323 | 4.9 | 10 | Túbulos llenos, sin criptas espermáticas | | | | |
| 9008 | 38 | 0 | 195 | 211 | 186.8 | 205.7 | 0.5350 | 0.2608 | 3.8 | 9 | Criptas espermáticas y túbulos, epitelio columnar evidente | | | | |
| 9008 | 39 | 0 | 69 | 75 | 8.0 | 8.9 | 0.0365 | 0.4131 | 1.0 | 9 | Pocas criptas espermáticas, túbulos con poca esperma. ep. columnar evidente | | | | |

Tabla 11. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de agosto de 1990. Ver claves en Tabla 1.

Tabla 12. Datos de colecta y de las preparaciones histológicas, muestreo de julio de 1992. Ver claves en el encabezado. FPO: Folículos postovulatorios.

| DATOS GENERALES | | | | | | CLAVES UTILIZADAS | | | | | | | | | | | | ESTADIO DE MADUREZ | | | | |
|---|-------|-------|--------|-----|--------|------------------------|----------|--------------------|---|---|------------------|-----|---|--------------|---|---|---|--------------------|---|-----------|---|--|
| ESPECIE: <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> | | | | | | ET: Número de etiqueta | | CRIPITAS | | | EPITELIO | | | ESTADIOS | | | Según la escala de Smith y Young (1966) modificada. Determinó: D.B. Lluch-Cota | | | | | |
| FECHA: 16 al 17 de Julio de 1992 | | | | | | PC: Peso corporal | | 1 Espermatogonias | | | 1 Plano | | | FPO | | | | | | CALIDAD | | |
| ESTACION: 0 (Puente) | | | | | | LP: Longitud patrón | | 2 Espermatocitos | | | 2 Cúbico | | | | | | 0 Con lumen | | | | | |
| MÉTODO DE COLECTA: Línea, almeja como camada | | | | | | PG: Peso de la gónada | | 3 Espermatozooides | | | 3 Columnar | | | 1 Con forma | | | | | | 2 Regular | | |
| CONDICIONES: Cielo despejado, mar calma | | | | | | ED: Edad calculada | | 4 Vit. avanzada | | | 4 Abundantes | | | | | | 2 Sin forma | | | | | |
| | | | | | | OV: OVOCITOS | | 1 Mononucleolares | | | 0 No apreciables | | | 2 Con forma | | | | | | 3 Buena | | |
| | | | | | | | | 2 Polinucleolares | | | 1 Raras | | | | | | 3 Sin forma | | | | | |
| | | | | | | | | 3 Vit. incipiente | | | 2 Moderadas | | | 4 Sin forma | | | | | | 5 Buena | | |
| | | | | | | | | 4 Vit. avanzada | | | 3 Abundantes | | | | | | 5 Sin forma | | | | | |
| | | | | | | | | 5 Hidratados | | | 5 Avanzadas | | | 6 Sin forma | | | | | | 7 Buena | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 Sin forma | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 8 Sin forma | | | | | | 9 Buena | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 Sin forma | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10 Sin forma | | | | | | 11 Buena | | |
| ET | PC gr | LP cm | PG gr | VM | IGS | OV | ATRESIAS | | | | | FPO | | | | | OV/EP | CRIPITA | | | | |
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | C | 0 | 1 | 2 | C | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 23 | 92 | 0.300 | 1.2 | 0.1306 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Porción de tejido indiferenciado, tejido ovárico roto. |
| 2 | 132 | 185 | 0.4658 | 3.0 | 0.3541 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | |
| 3 | 90 | 160 | 0.3025 | 2.4 | 0.3372 | 2 | X | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 5 | 26 | 103 | 0.0420 | 1.4 | 0.1618 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 7 | 18 | 85 | 0.1068 | 1.1 | 0.5969 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 8 | 15 | 80 | 0.0418 | 1.1 | 0.2794 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 9 | 40 | 110 | 0.2138 | 1.5 | 0.5374 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2 | Poco esperma, pocas criptas, muchas gonias. E columnar en la unión lamela-lamela |
| 10 | 40 | 110 | 0.0721 | 1.5 | 0.1806 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 11 | 87 | 150 | 0.3000 | 2.2 | 0.3460 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 12 | 140 | 180 | 0.1729 | 2.8 | 0.1237 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos con esperma |
| 13 | 122 | 163 | 0.2935 | 2.4 | 0.2412 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos con esperma, estructura tubular evidente |
| 14 | 28 | 98 | 0.0725 | 1.3 | 0.2596 | 2 | X | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 15 | 39 | 120 | 0.2488 | 1.6 | 0.6420 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos con esperma, aparentes ovocitos reducidos. |
| 16 | 87 | 141 | 0.2128 | 2.0 | 0.2452 | 2 | X | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 17 | 44 | 115 | 0.1583 | 1.5 | 0.3611 | 2 | | | | | | 0 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 18 | 15 | 79 | 0.0247 | 1.0 | 0.1649 | 2 | | | | | | 0 | | | | | | | | 6 | 2 | Temprano, tejido ovárico roto, epitelio columnar claro. |
| 21 | 204 | 190 | 0.4600 | 3.1 | 0.2358 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Tubulos con esperma, aparentes ovocitos reducidos. |
| 23 | 38 | 110 | 0.0589 | 1.5 | 0.1500 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 3 | Unos cuantos ovocitos, área inactiva (columnar) y activa (cúbico) |
| 24 | 32 | 101 | 0.1314 | 1.3 | 0.4123 | 2 | X | | | | | 2 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido disgregado, área con aparentes espermatogonias pero sin epitelio definido. Pared delgada y rota. |
| 27 | 35 | 112 | 0.0491 | 1.5 | 0.1405 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 8 | 3 | Epitelio columnar poco evidente |
| 28 | 80 | 150 | 0.2616 | 2.2 | 0.3281 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 29 | 20 | 92 | 0.0346 | 1.2 | 0.1733 | 2 | X | | | | | 1 | | | | | | | | 6 | 1 | Temprano |
| 30 | 64 | 130 | 1.1373 | 1.8 | 1.8092 | 4 | X | X | | | | 2 | X | X | 3 | | | | | 4 | 2 | |
| 32 | 78 | 135 | 2.7892 | 1.9 | 3.7085 | 5 | | | | | | 0 | | | | | | | | 5 | 1 | Tejido roto. |
| 34 | 47 | 118 | 0.1780 | 1.6 | 0.3802 | 2 | X | | X | X | 2 | | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto, atresias avanzadas con "restos de vitelo" |
| 35 | 283 | 220 | 0.2714 | 4.2 | 0.0960 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 2 | Túbulos con esperma, muy tardío (unos pocos ovocitos 1). |
| 36 | 66 | 135 | 1.2319 | 1.9 | 1.8450 | 4 | | | X | | | 1 | X | 2 | | | | | | 4 | 3 | |
| 37 | 40 | 110 | 0.6573 | 1.5 | 1.6707 | 4 | X | X | | | | 2 | | | | | | | | 4 | 2 | |
| 38 | 75 | 143 | 1.5066 | 2.0 | 2.0500 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Tubulos llenos de esperma |
| 39 | 39 | 116 | 0.8263 | 1.6 | 2.1646 | 4 | X | X | | | | 1 | X | 1 | | | | | | 4 | 2 | Postovulatorios dudosos y raros |
| 40 | 38 | 112 | 0.4057 | 1.5 | 1.0792 | 2 | | | | | | 0 | | | | | | | | 6 | 3 | Se aprecia área de mezcla y las dos áreas separadas. |
| 41 | 72 | 140 | 1.4366 | 2.0 | 2.0359 | 4 | | X | X | | | 2 | X | X | 2 | | | | | 4 | 3 | |
| 42 | 81 | 145 | 2.2200 | 2.1 | 2.8180 | 4 | X | | | | | 1 | X | X | 2 | | | | | 4 | 2 | Tejido relativamente roto. |
| 45 | 63 | 125 | 1.4100 | 1.7 | 2.2893 | 5 | X | X | | | | 2 | X | 1 | | | | | | 4 | 2 | Algunos ovocitos en vit. avanzada atrésicos. |
| 46 | 58 | 123 | 0.8719 | 1.7 | 1.5282 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos llenos, casi sin espermatogonias, corte transversal |
| 47 | 168 | 178 | 0.6780 | 2.8 | 0.4052 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos llenos de esperma |
| 48 | 130 | 172 | 0.1226 | 2.6 | 0.0944 | 2 | | | | | | 0 | | | | | | | | 2 | 3 | Probable transformación temprana |
| 49 | 62 | 130 | 0.6635 | 1.8 | 1.0817 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos con esperma |
| 50 | 104 | 152 | 0.6524 | 2.2 | 0.6313 | 4 | X | X | | | | 4 | | | | | | | | 4 | 3 | Todos los vitelogenicos atrésicos, lamelas completas. |
| 51 | 58 | 135 | 0.3651 | 1.9 | 0.6335 | 5 | X | X | | | | 3 | X | X | 2 | | | | | 5 | 2 | Casi hidratados, muchos de ellos atrésicos |
| 52 | 25 | 101 | 0.1270 | 1.3 | 0.5106 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2 | Túbulos llenos, mal corte. |
| 53 | 160 | 179 | 0.6276 | 2.8 | 0.3938 | 2 | | | | | | 0 | | | | | | | | 2 | 1 | Tejido roto |
| 54 | 50 | 120 | 0.3543 | 1.6 | 0.7137 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos con esperma |
| 55 | 59 | 128 | 2.1284 | 1.8 | 3.7388 | 5 | X | | | | | 1 | | | | | | | | 5 | 3 | Casi totalmente hidratados |
| 56 | 100 | 152 | 1.4133 | 2.2 | 1.4336 | 4 | X | X | X | X | | 3 | | X | 2 | | | | | 4 | 3 | Postovulatorios dudosos, indicios de hidratación |
| 59 | 148 | 175 | 1.2187 | 2.7 | 0.8303 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Pocas criptas, tubulos llenos, área c/criptas (cúbico) y con esperma (plano) |
| 60 | 66 | 134 | 0.4827 | 1.9 | 0.7060 | 4 | X | X | X | X | | 4 | | X | 2 | | | | | 4 | 3 | Ovocitos casi hidratados, la mayoría atrésicos. |
| 61 | 87 | 163 | 1.5300 | 2.4 | 1.7901 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2 | Túbulos llenos, pocas gonias y criptas. |
| 62 | 50 | 120 | 1.3762 | 1.6 | 2.8303 | 4 | X | X | X | | X | 3 | X | X | 2 | | | | | 4 | 3 | Varios vitelogenicos atrésicos, atresias avanzadas con restos de vitelo. |
| 63 | 32 | 110 | 0.2361 | 1.5 | 0.7433 | 2 | X | | | | | X | 2 | | | | | | | 2 | 2 | Atresias avanzadas con "rastros de vitelo", tejido medio disgregado, lamela invadida de células pequeñas |
| 64 | 50 | 132 | 0.3629 | 1.6 | 0.7311 | 2 | X | X | X | | X | 2 | | | | | | | | 2 | 3 | Dos vitelogenicos atrésicos grandes, vanos más avanzados, tejido relativamente íntegro |
| 65 | 80 | 142 | 0.4786 | 2.0 | 0.6019 | 2 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 3 | Túbulos llenos de esperma |

| Ejemplar | LONGITUDES | | PESOS | | PL | PP | Lcal | Pcal |
|---|------------|-------|---------|-------|------|------|--------|--------|
| | inicial | final | inicial | final | | | | |
| 1 | 210 | 196 | 253.6 | 231.0 | 93.3 | 91.1 | 212 | 254.4 |
| 2 | 183 | 170 | 177.6 | 160.7 | 92.9 | 90.5 | 184 | 177.0 |
| 3 | 210 | 196 | 214.3 | 193.5 | 93.3 | 90.3 | 212 | 213.1 |
| 4 | 121 | 112 | 42.8 | 38.9 | 92.3 | 90.8 | 121 | 42.8 |
| 5 | 116 | 107 | 45.8 | 42.1 | 92.5 | 92.0 | 116 | 46.4 |
| 6 | 119 | 110 | 42.9 | 38.8 | 92.1 | 90.3 | 118 | 42.7 |
| 7 | 115 | 105 | 38.7 | 35.4 | 91.3 | 91.4 | 113 | 39.0 |
| 8 | 87 | 81 | 18.5 | 16.7 | 92.7 | 90.1 | 87 | 18.4 |
| 9 | 62 | 57 | 6.1 | 5.6 | 92.6 | 90.9 | 62 | 6.1 |
| 10 | 60 | 56 | 5.5 | 5.0 | 92.7 | 90.7 | 60 | 5.5 |
| Media | | | | | 92.6 | 90.8 | | |
| Desviación | | | | | 0.57 | 0.54 | | |
| T-Student (calculado, inicial), probabilidad asociada | | | | | | | 0.6206 | 0.7823 |

Tabla 13. Corrección de datos morfométricos para ejemplares fijados en formol. **Columna 1:** Número de ejemplar. **Columna 2:** Longitud patrón en fresco (mm). **Columna 2:** Longitud patrón transcurrido un mes de fijación. **Columnas 3 y 4:** Igual que las **columnas 1 y 2**, pero para el peso corporal total (g). **Columna 5:** Variación en la longitud (porcentaje de la final respecto de la inicial). Últimos renglones: media y la desviación estandarizada. **Columna 6:** Igual que la **columna 5**, pero para el peso corporal total. **Columna 7:** Longitud inicial calculada. Último renglón: probabilidad asociada, prueba T-Student para datos pareados. **Columna 8:** Igual que la **columna 7**, pero para los datos de peso corporal.

| | GRUPO MODAL | | | | |
|----------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | I | II | III | IV | V |
| Límite inferior (mm) | 62 | 92 | 166 | 212 | 226 |
| Límite superior (mm) | 92 | 166 | 212 | 226 | 240 |
| Mediana (mm) | 77 | 129 | 189 | 219 | 233 |
| a2 | 0.3462 | 0.0456 | 0.1022 | 1.7334 | 1.3572 |
| a3 | -0.001439 | -0.000111 | -0.000185 | -0.002623 | -0.001924 |
| Moda (mm) | 80 | 137 | 184 | 220 | 235 |

Tabla 14. Modas y medianas para los cinco grupos modales de la distribución de frecuencias de tallas para la colecta de enero de 1990 (ver Figuras 3 y 4). **Primeros renglones:** Límites superior e inferior de cada grupo modal, y su mediana correspondiente. **Últimos renglones:** Valores de a2 y a3 del polinomio ajustado a cada grupo modal (ver Figura 5), y moda estimada según la ecuación 4.

| LONGITUD | ESTADIO | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| MINIMA | 66 | 62 | 68 | 65 | 70 | 68 | 67 | 61 | 65 | 68 |
| MAXIMA | 156 | 218 | 176 | 248 | 254 | 223 | 220 | 315 | 297 | 234 |
| VALOR MODAL | | | | | | | | | | |
| MINIMO | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| MAXIMO | 2.3 | 4.1 | 2.7 | 5.9 | 6.5 | 4.3 | 4.2 | --- | --- | 4.9 |

Tabla 15. Longitud patrón observada (mm) y valor modal estimado, máximos y mínimos para cada estadio de madurez utilizando los datos de todas las colectas.

| Parámetro | Inicial | Final | Restricciones |
|---|---------|--------|---------------|
| ZONA DE ESTUDIO: VALOR MODAL | | | |
| M a r m | 80 | 50.32 | --- |
| | 1 | 28.90 | >0 |
| | 1 | 6.38 | >0 |
| | 30 | 35.40 | [25..50] |
| ZONA DE ESTUDIO: TALLA | | | |
| M a r m l | 80 | 51.85 | --- |
| | 1 | 90.91 | >0 |
| | 1 | 0.58 | >0 |
| | 30 | 34.82 | [25..50] |
| | 70 | 70 | 70 |
| GOLFO DE CALIFORNIA: VALOR MODAL | | | |
| M a r m | 100 | 100.00 | = (100 - m) |
| | 1 | 4.85 | >0 |
| | 1 | 1.12 | >0 |
| | 0 | 0.00 | = (100 - M) |
| GOLFO DE CALIFORNIA: TALLA | | | |
| M a r m l | 100 | 100.00 | = (100 - m) |
| | 1 | 4.37 | >0 |
| | 1 | 0.04 | >0 |
| | 0 | 0.00 | = (100 - M) |
| | 50 | 50 | 50 |

Tabla 16. Parámetros y restricciones para el ajuste de la proporción de machos por intervalos de talla y grupo modal a los modelos logísticos (ecuaciones 9 y 10, resp.). Se incluyen los casos de la especie en la zona de estudio y en el Golfo de California, según los resultados de Hastings (1989). **Columna 1:** Parámetros de los modelos. **Columna 2:** Valores iniciales de los parámetros, utilizados en la iteración. **Columna 3:** Valores de los parámetros resultantes de la iteración. **Columna 4:** Restricciones impuestas al ajuste durante la iteración.

| Frecuencia de desovantes y evidencia de desoves diarios | |
|--|----|
| Número de hembras maduras | No |
| Sin desoves en las últimas 24 horas (E4+E5, sin PO(O) ni PO(1)) | 14 |
| Con desove en las últimas 4-24 horas (E4+E5, con PO(1)) | 6 |
| Con desove reciente, en las últimas 0-4 horas (E4+E5, con PO(O)) | 1 |
| Con desoves recientes y en las últimas 4-24 horas (E4+E5, con PO(O) y PO(1)) | 3 |
| Total de hembras maduras (E4+E5) | 23 |
| Frecuencia de desoves (días/desove) | |
| 2.6 | |

Tabla 17. Frecuencia de desovantes (proporción de hembras con folículos postovulatorios de día 1 respecto del total de hembras maduras) y evidencia de desoves diarios, colecta de julio de 1992. E4: Número de hembras con ovocitos en vitelogenésis avanzada. E5: Número de hembras con ovocitos hidratados. PO(O): Número de hembras con folículos postovulatorios de día 0. PO(1): Números de hembras con folículos postovulatorios de día 1.

| NUMERO DE EJEMPLAR | PC | LP | PG | OV | PESO DE MUESTRA (gr) | | | No. OVOCITOS | | | FECUNDIDAD PARCIAL | | | Fp | Fr |
|--------------------|-----|-----|--------|--------|----------------------|--------|--------|--------------|-----|-----|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | gr | cm | gr | | m1 | m2 | m3 | m1 | m2 | m3 | m1 | m2 | m3 | | |
| | 39 | 39 | 116 | 0.8263 | 4 | 0.0101 | 0.0123 | 0.0102 | 105 | 116 | 108 | 8621 | 7793 | 8740 | 8385 |
| 37 | 40 | 110 | 0.6573 | 4 | 0.0117 | 0.0119 | 0.0124 | 126 | 127 | 128 | 7091 | 7015 | 6799 | 6969 | 177.1 |
| 55 | 59 | 128 | 2.1264 | 5 | 0.0130 | 0.0119 | 0.0104 | 40 | 37 | 36 | 6551 | 6588 | 7331 | 6823 | 120.0 |
| 45 | 63 | 125 | 1.4100 | 5 | 0.0103 | 0.0109 | 0.0102 | 98 | 115 | 101 | 13416 | 14876 | 13994 | 14095 | 228.9 |
| 36 | 68 | 135 | 1.2319 | 4 | 0.0124 | 0.0105 | 0.0118 | 112 | 75 | 81 | 11094 | 8760 | 8456 | 9437 | 141.3 |
| 32 | 78 | 135 | 2.7892 | 5 | 0.0103 | 0.0114 | 0.0106 | 44 | 59 | 44 | 11906 | 14492 | 11562 | 12653 | 168.2 |
| 89 | 79 | 149 | 1.3409 | 4 | 0.0128 | 0.0131 | 0.0125 | 92 | 87 | 84 | 9610 | 8920 | 8996 | 9175 | 118.1 |
| 86 | 128 | 167 | 1.8300 | 4 | 0.0115 | 0.0109 | 0.0129 | 93 | 89 | 97 | 14847 | 16285 | 13765 | 14966 | 118.6 |
| | | | | | | | | | | | | | MEDIA | 10313 | 161.5 |
| | | | | | | | | | | | | | DESV. | 2970 | 41.9 |

Tabla 18. Cálculo de la fecundidad parcial y parcial relativa, colecta de julio de 1992. PC: Peso corporal total (g). LP: Longitud patrón (mm). PG: Peso de la gónada (g). OV: Presencia de ovocitos vitelogenéticos con migración nuclear (4) ó de ovocitos hidratados (5). Fp: Fecundidad parcial (ovocitos por desove). Fr: Fecundidad parcial relativa (ovocitos por desove por gramo de peso corporal sin gónada). Los pesos de muestra corresponden a tres fragmentos del ovario de cada ejemplar. El número de ovocitos corresponde a los presentes en cada fragmento, contabilizando aquellos con diámetro igual o mayor de 0.55 mm.

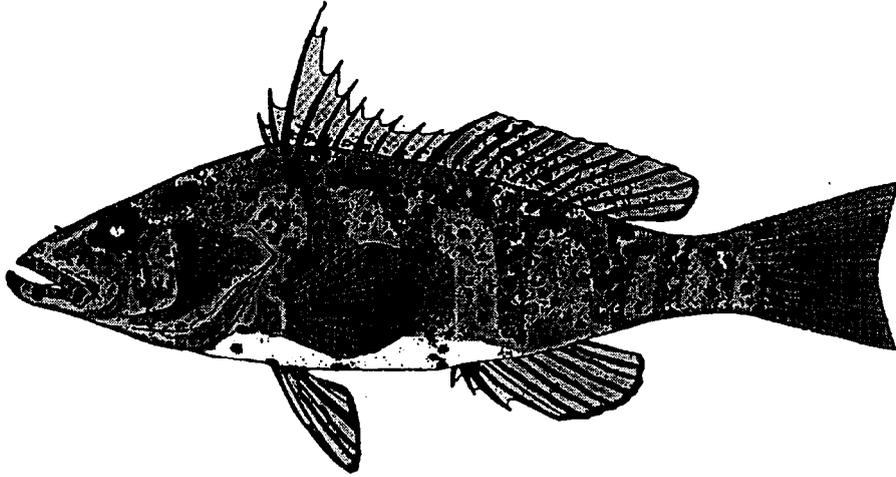


Figura 1. Vista lateral de un ejemplar adulto de *P. maculatofasciatus*. Modificado de Thomson *et al.* (1987).

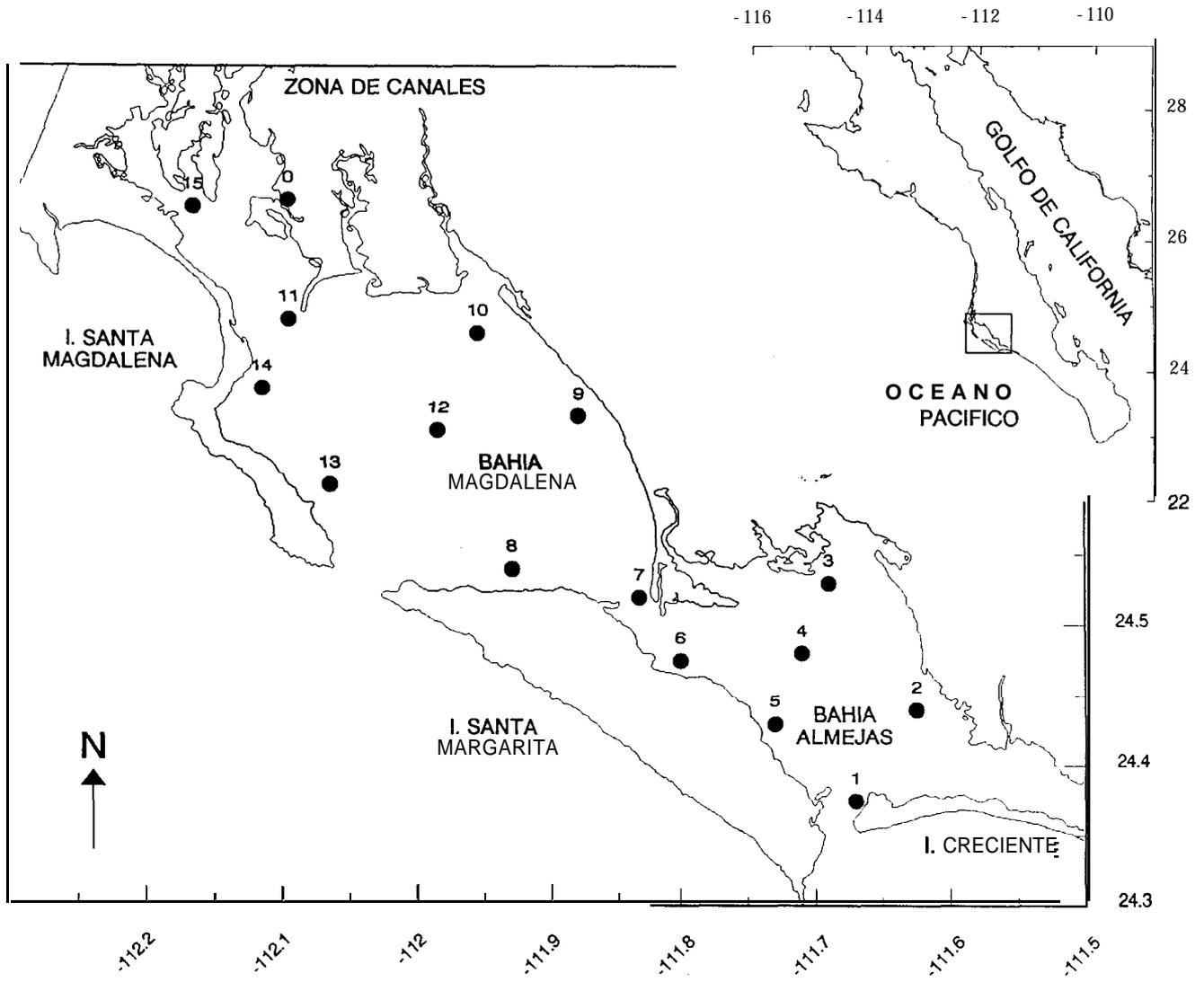


Figura 2. Localización del área de estudio, puntos de referencia y estaciones de muestreo.

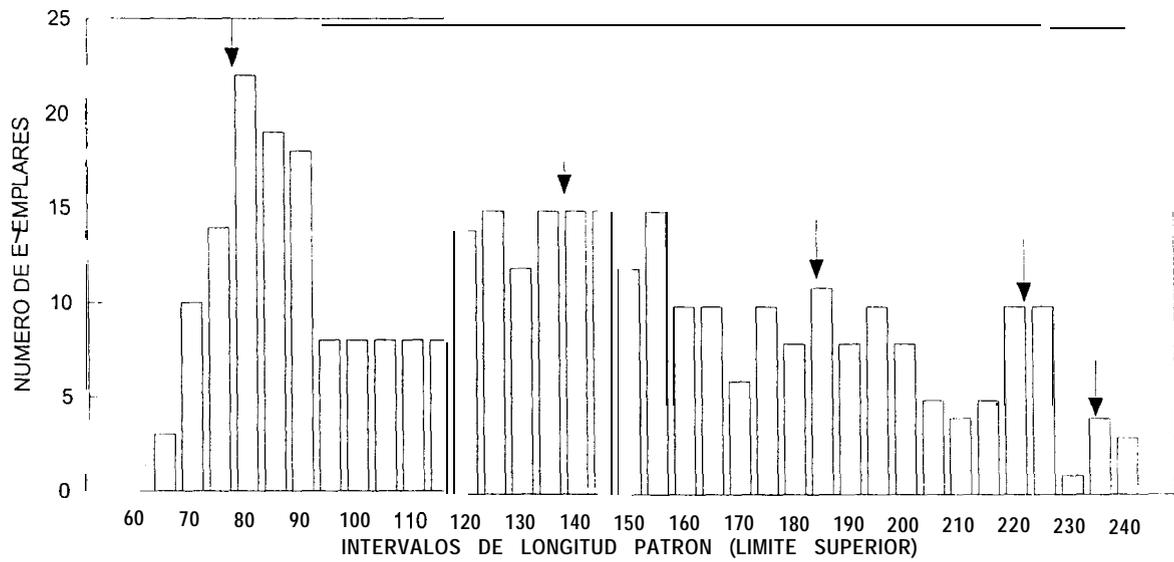


Figura 3. Distribución de frecuencias por intervalos de talla de 5 mm, para la colecta de enero de 1990. Las flechas señalan las modas identificadas.

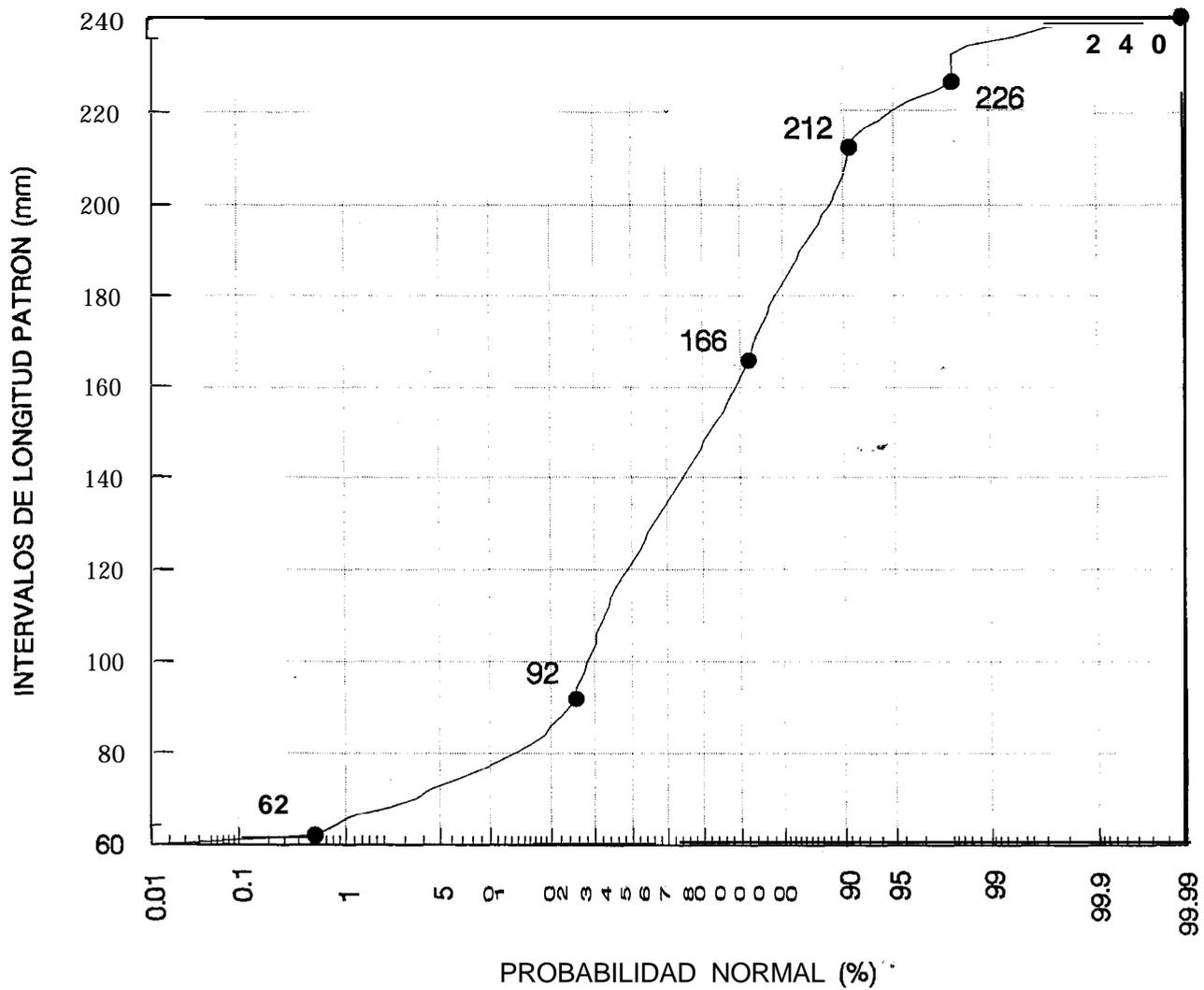


Figura 4. Gráfica de probabilidad normal para los valores de la distribución de frecuencia acumulada de tallas, en intervalos de 2 mm, para la colecta de enero de 1990. Se señalan los límites modales identificados.

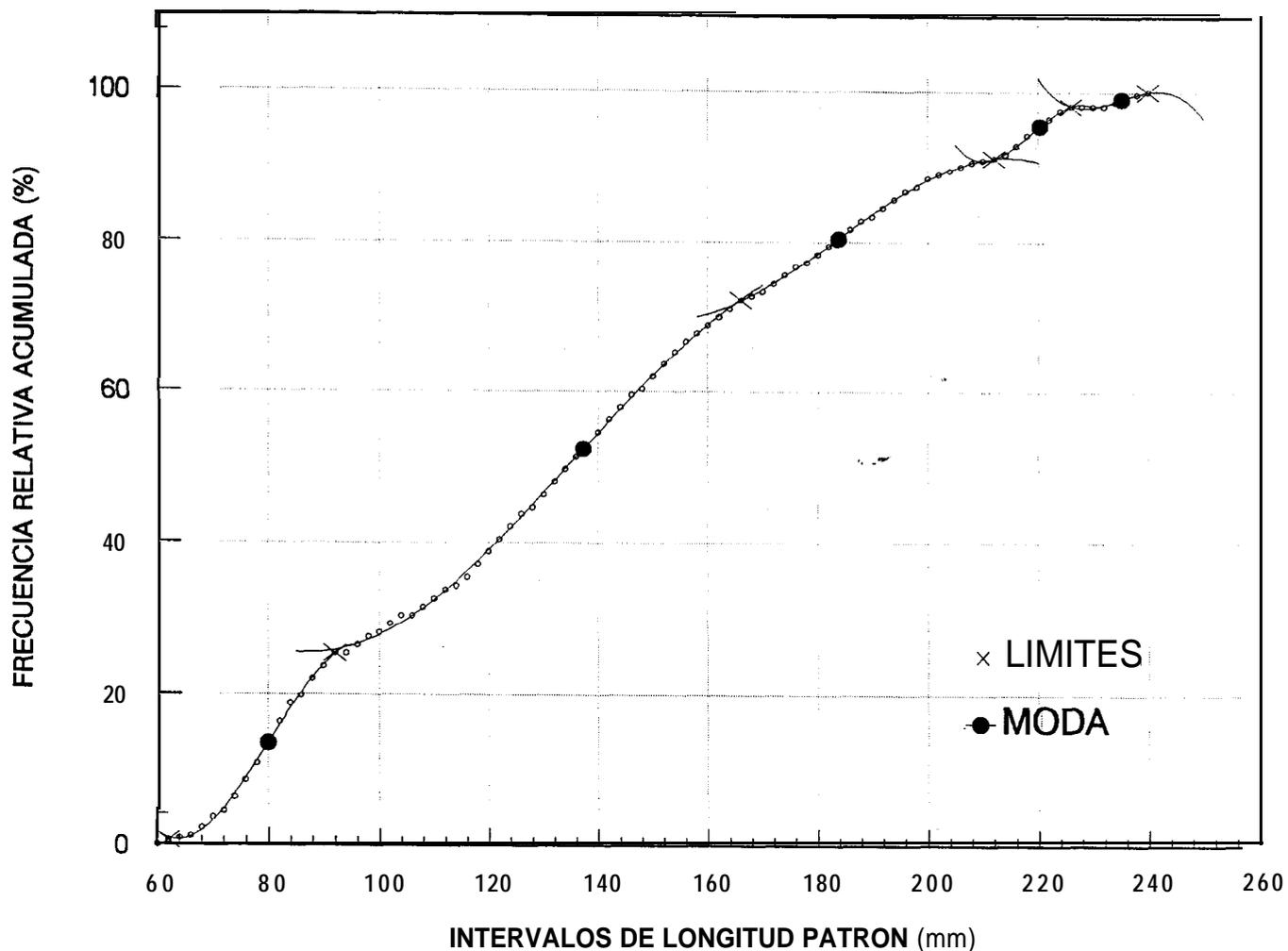


Figura 5. Polinomios ajustados a los valores de frecuencia relativa acumulada de tallas (porcentaje), por intervalos de 2 mm, para la colecta de enero de 1990. **Círculos abiertos:** Frecuencia acumulada de cada clase. **Curvas continuas:** Polinomio ajustado a cada grupo modal. **Círculos cerrados:** Moda, estimada como el punto de inflexión de la curva correspondiente. **Cruces:** Límites modales.

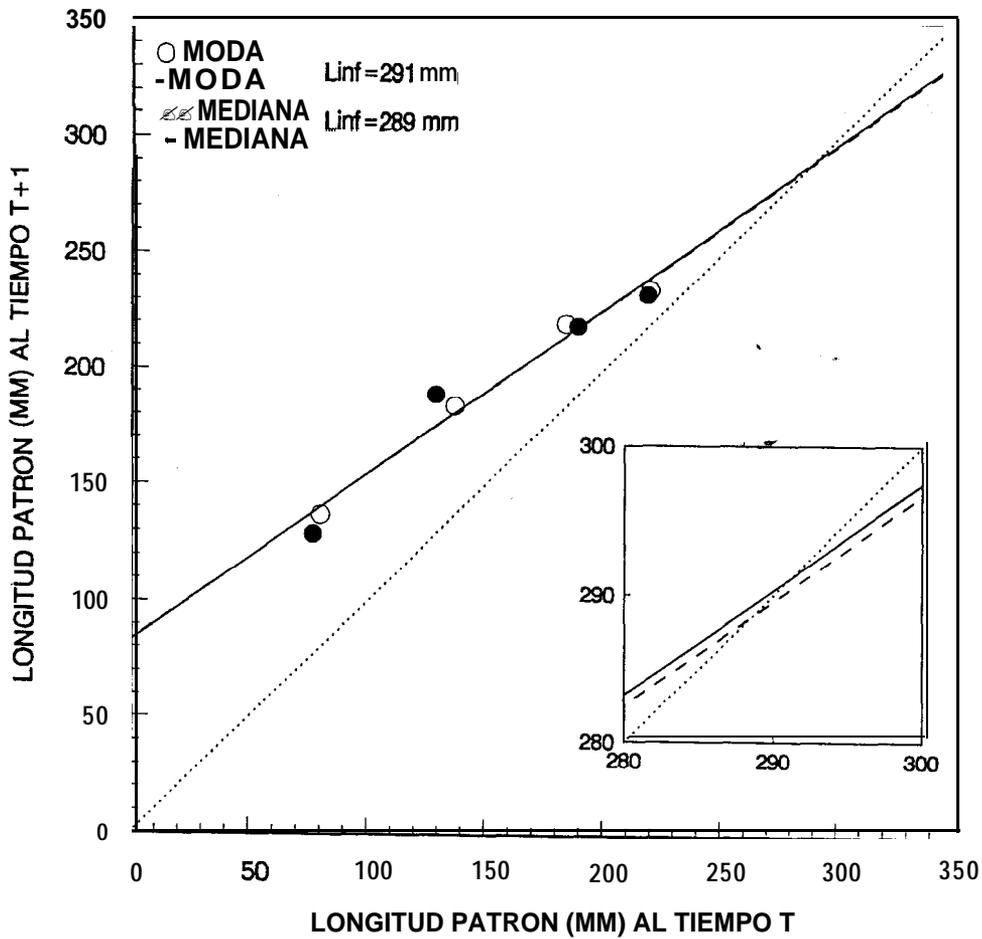


Figura 6. Ajuste de las estimaciones de las modas y las medianas a la recta de Walford. La línea punteada corresponde a $(L_t = L_{t+1})$, su intersección con las rectas correspondientes a modas y medianas se presenta ampliada en el recuadro.

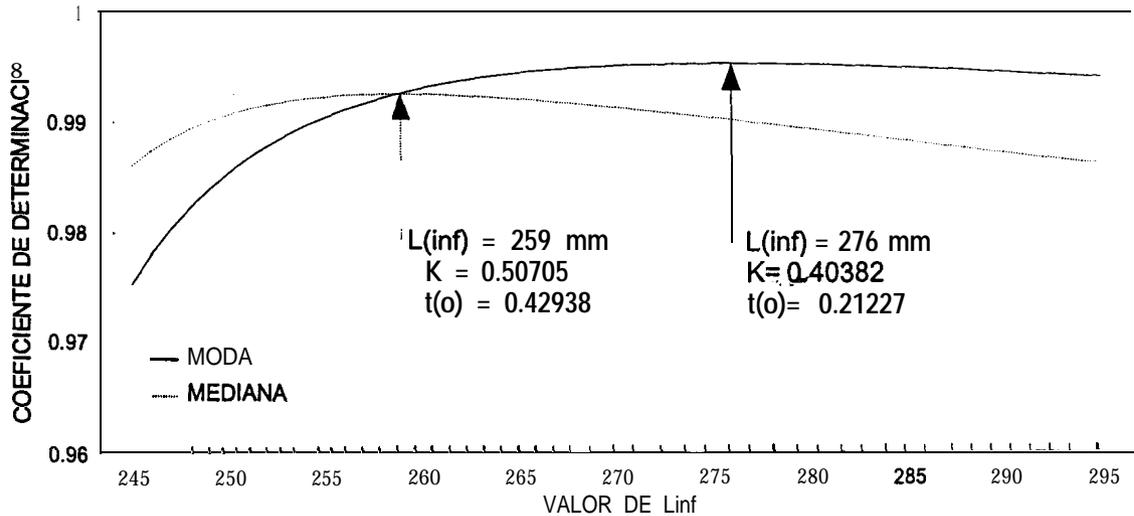


Figura 7. Coeficientes de determinación de los ajustes de las estimaciones de las modas y las medianas a la ecuación de Beverton (1954), para valores de L_{inf} entre 245-295 mm. Las flechas señalan el valor de L_{inf} y del coeficiente de determinación correspondientes al mejor ajuste para cada caso, y se anotan los valores de las constantes K y t_0 obtenidos con dichos ajustes.

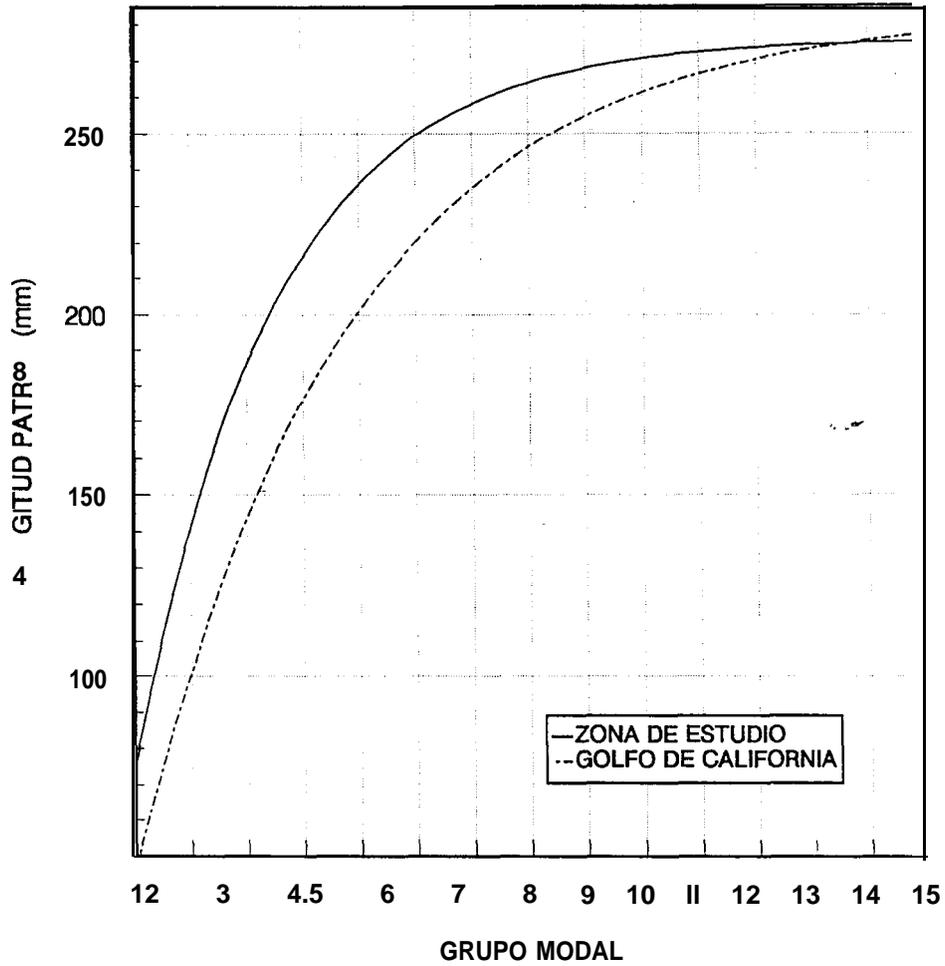


Figura 8. Ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1934) para la población analizada (zona de estudio) y para la del Golfo de California, según Chavez y Arvizu (1972).

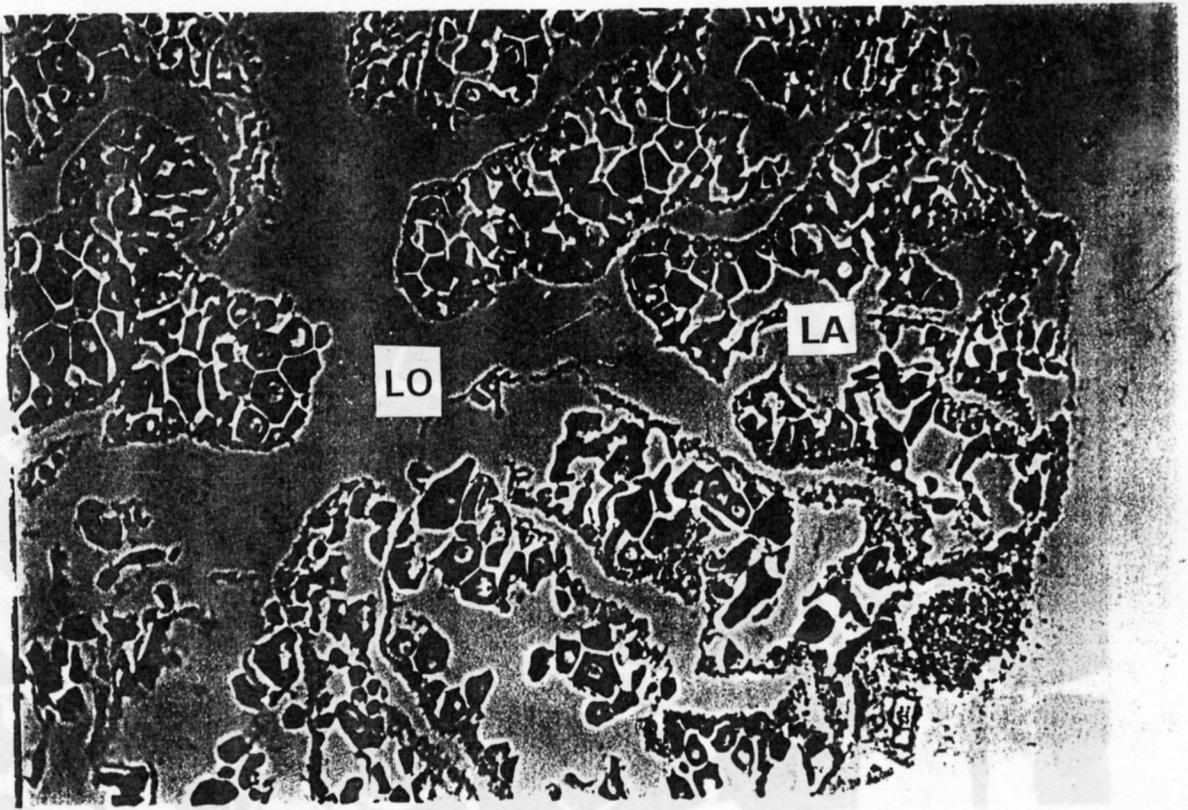


Figura 9. Corte transversal del ovario (100 X). LA: Lamelas ováricas. LO: *lumen* ovárico.

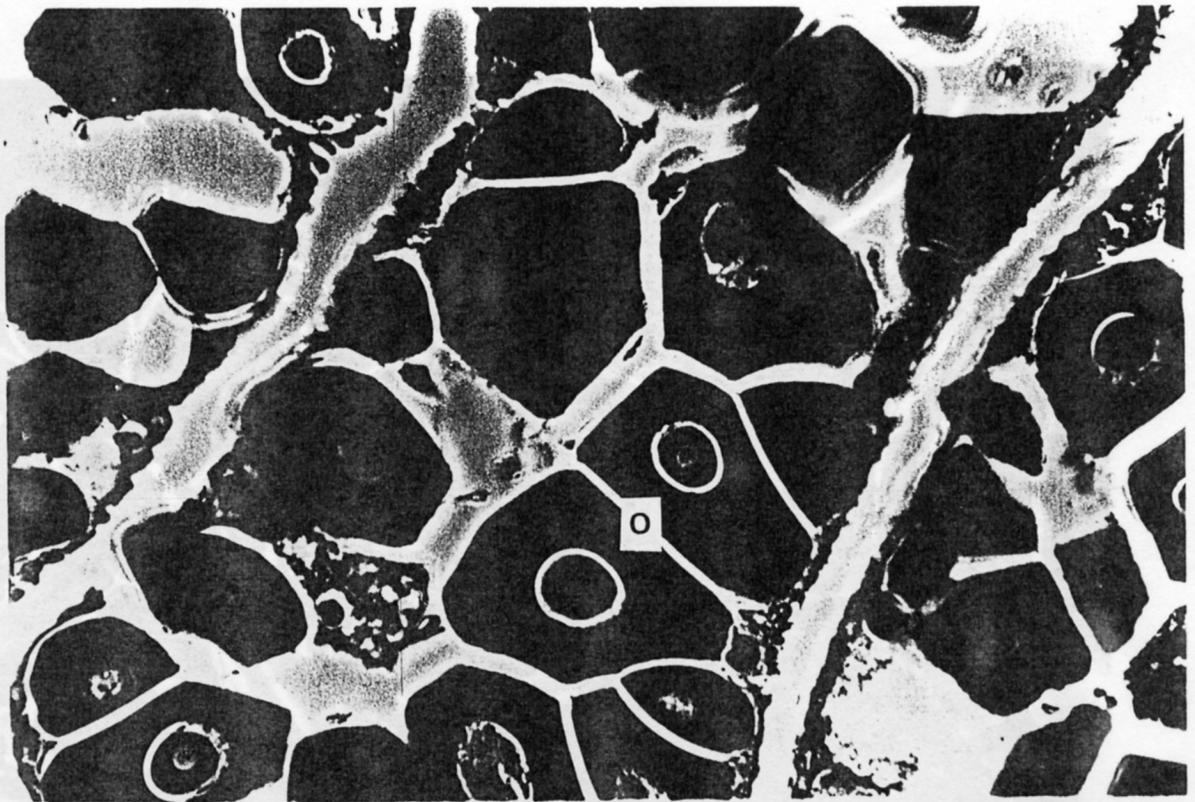


Figura 10. Corte transversal de ovario (400 X). O: Ovocitos mononucleolares, nótese la presencia de un sólo nucleolo.

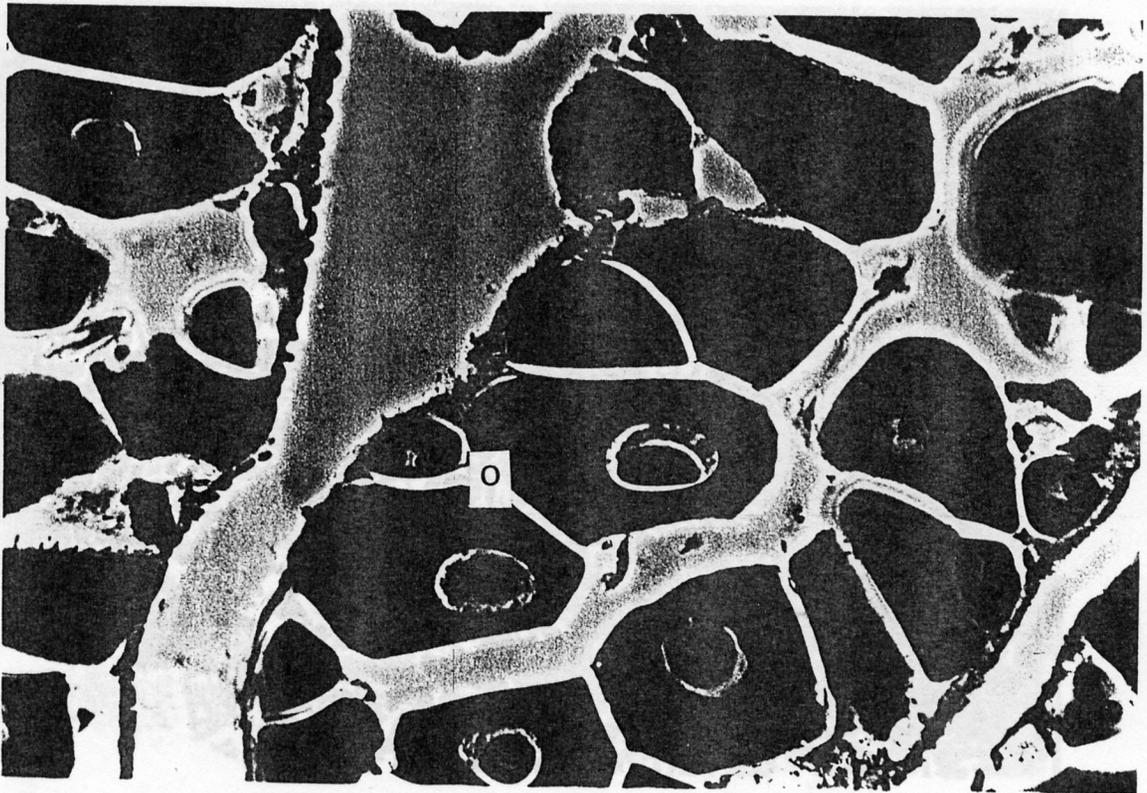


Figura 11. Corte transversal de ovario (400 X). O: Ovocitos polinucleolares, nótese los múltiples nucleolos.

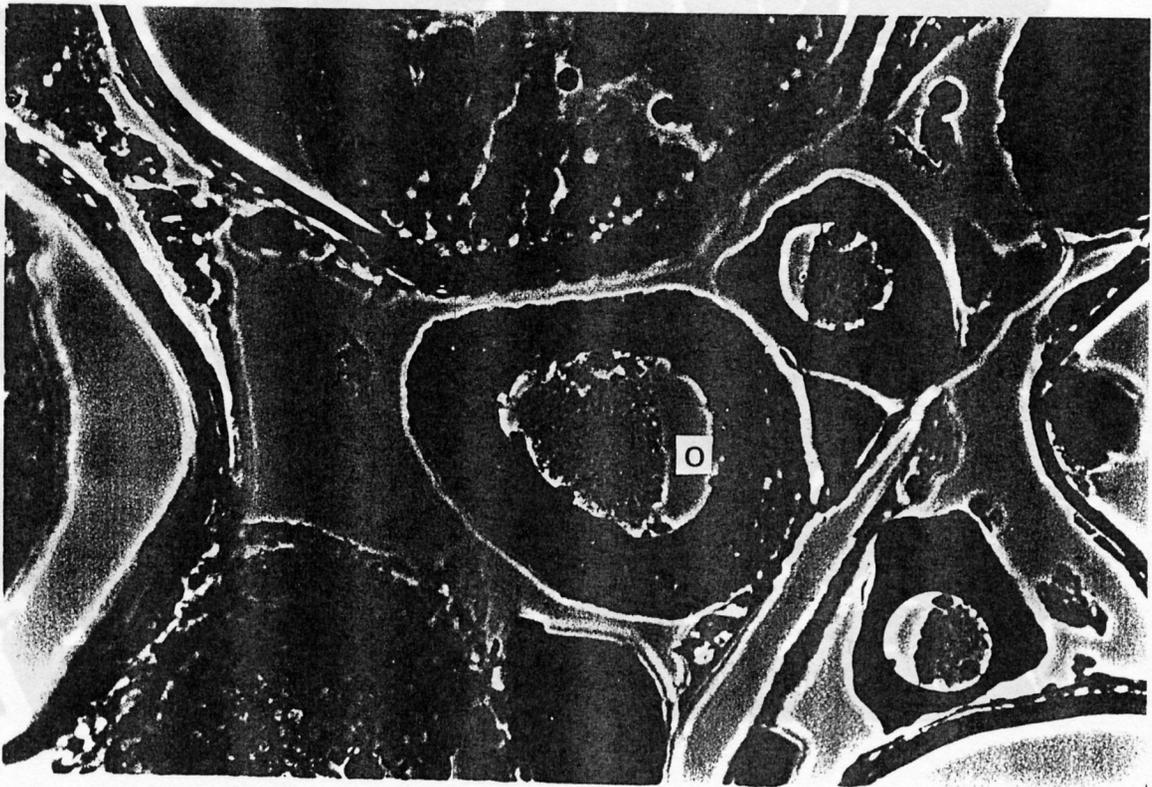


Figura 12. Corte transversal de ovario (400 X). O: Ovocito en vitelogenésis incipiente, se aprecian los gránulos de vitelo en la periferia.

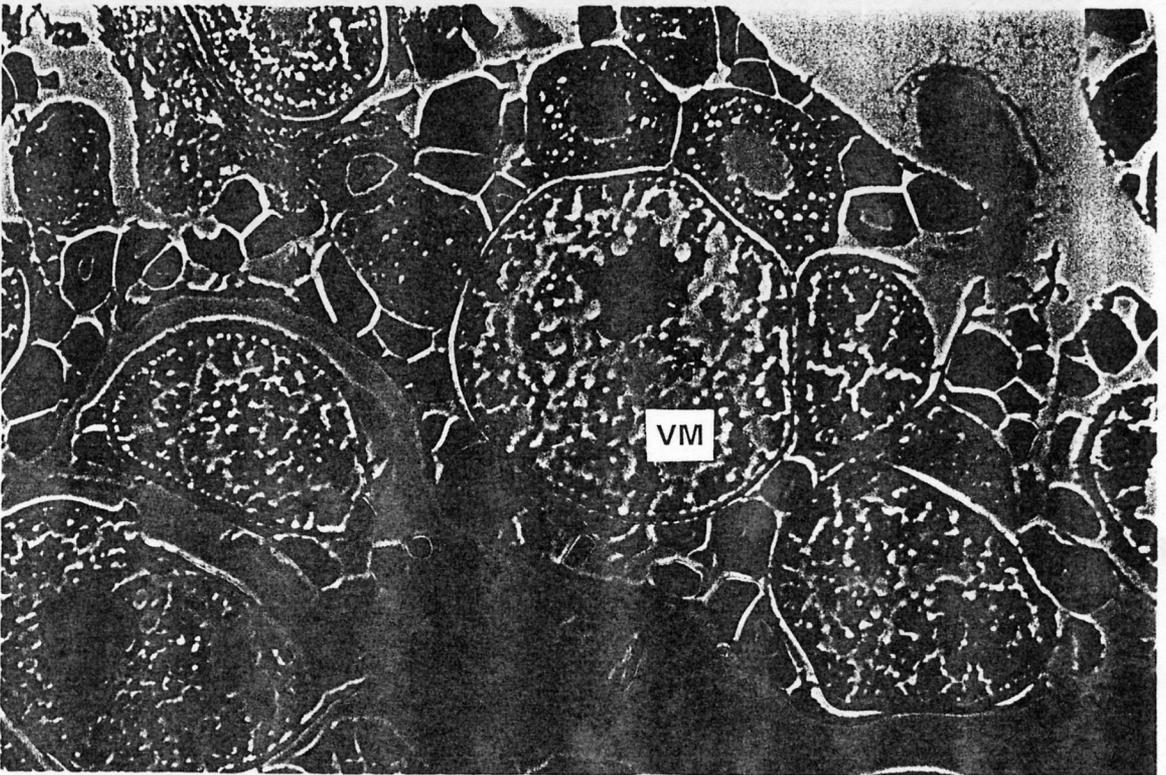
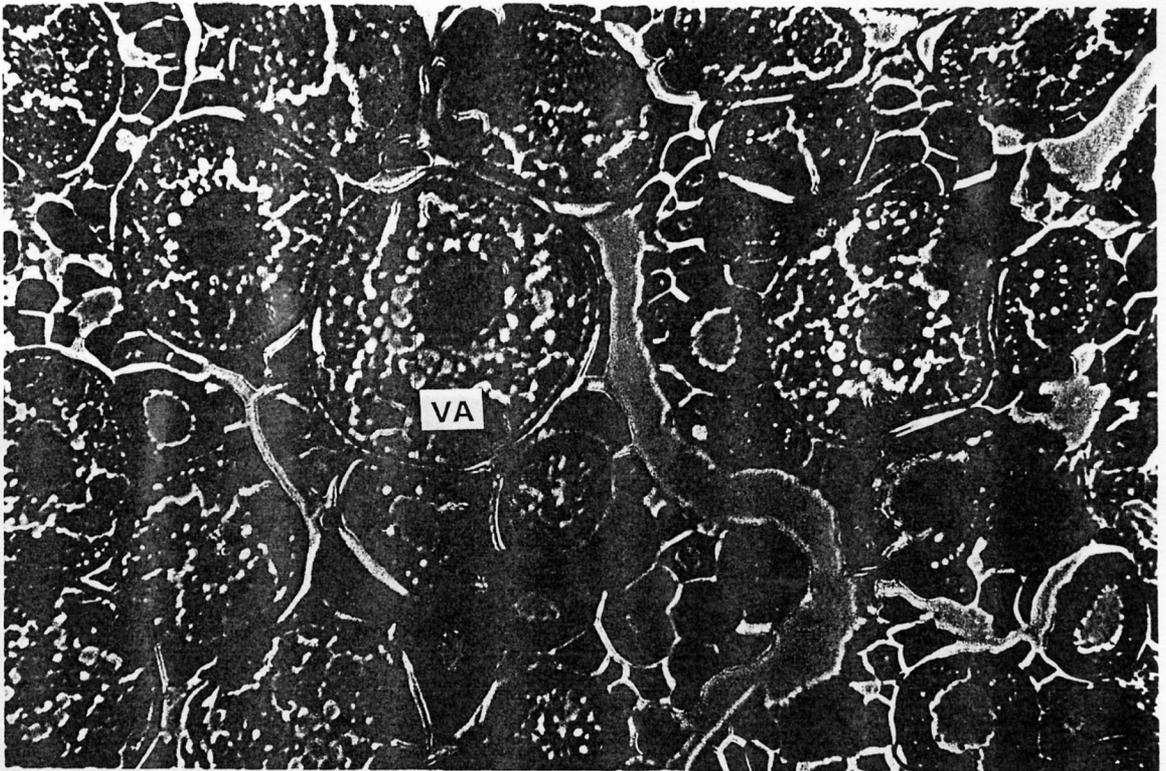


Figura 13. Cortes transversales de ovario (100 X). VA: Ovocito en vitelogénesis avanzada. VM: Ovocito con migración nuclear, nótese que el núcleo está desplazado de su posición central original.

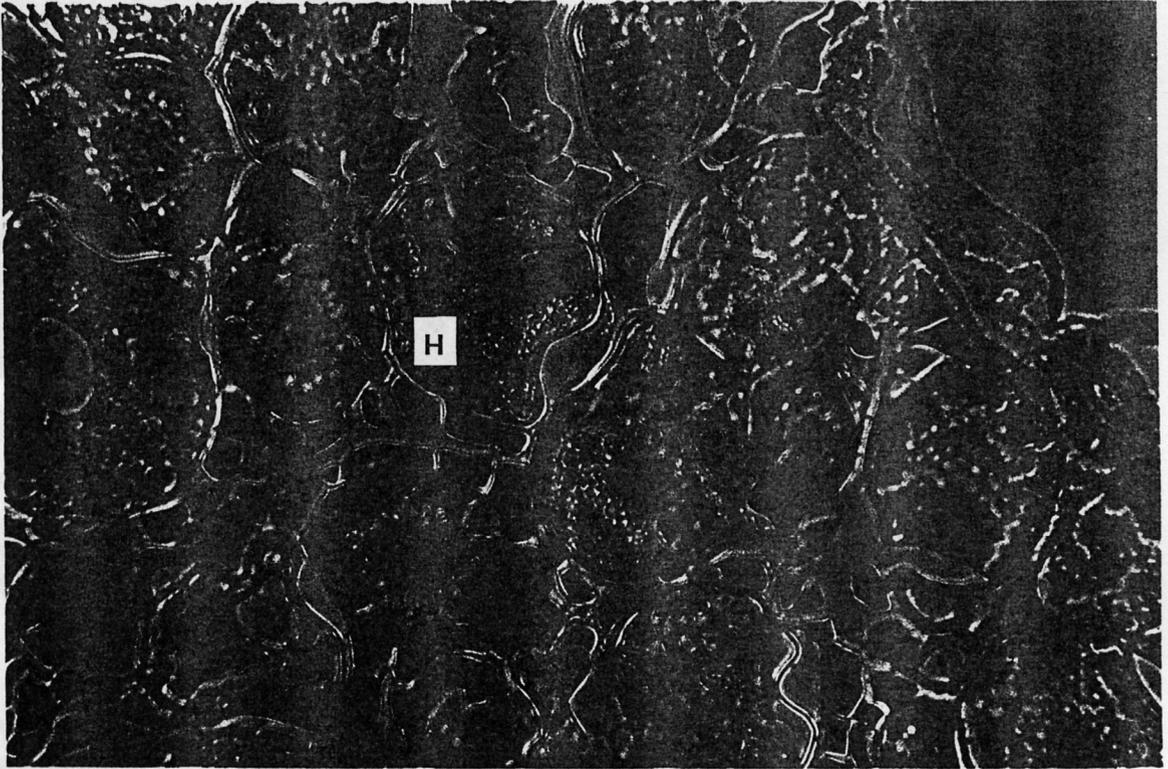


Figura 14. Corte transversal de ovario (100 X). H: Ovocito hidratado, nótese la apariencia uniforme del citoplasma y la forma ameboidea del ovocito; así como su persistencia dentro del folículo.

Figura 13. Cortes transversales de ovario (100 X). VA: Ovocito en vitelogenénesis avanzada. VM: Ovocito con migración nuclear, nótese que el núcleo está desplazado de su posición central original.

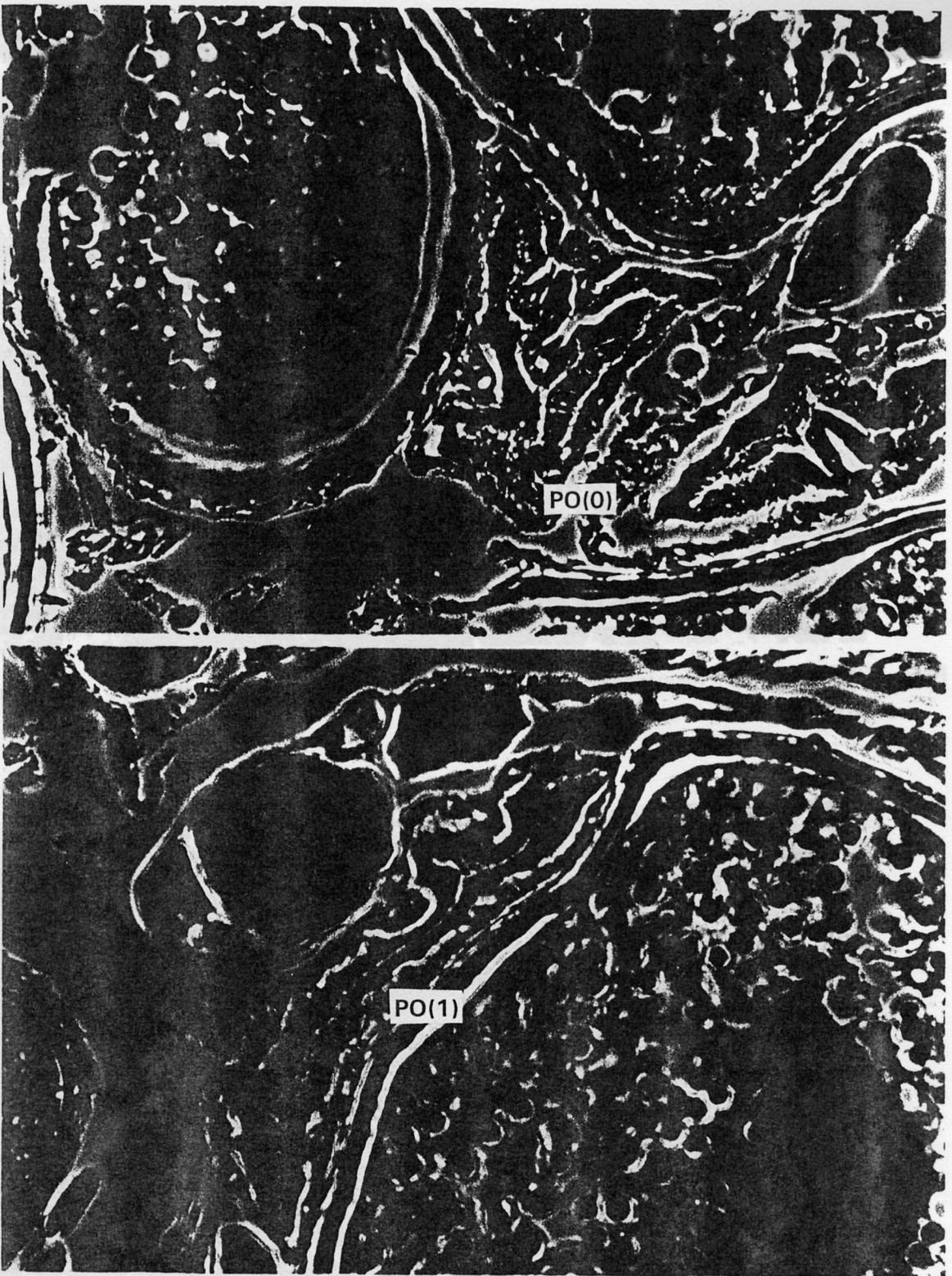


Figura 15. Cortes transversales de ovario (400 X). PO(0): Folículo postovulatorio de Día 0, mostrando un *lumen* evidente y circunvoluciones. PO(1): Folículo postovulatorio de Día 1, nótese la pérdida de las circunvoluciones y la reducción del *lumen*.

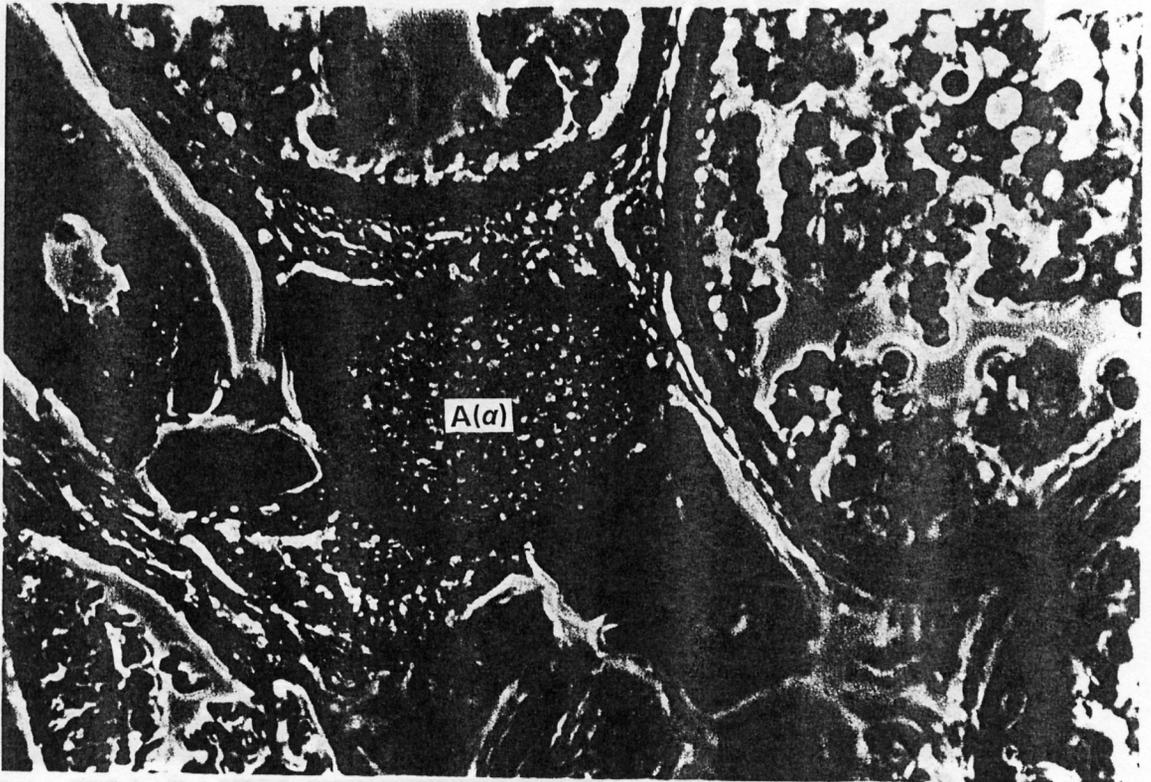


Figura 16. Corte transversal de ovario (400 X). **A(α)**: Atresia alfa, en la que aún se aprecia la forma del ovocito.

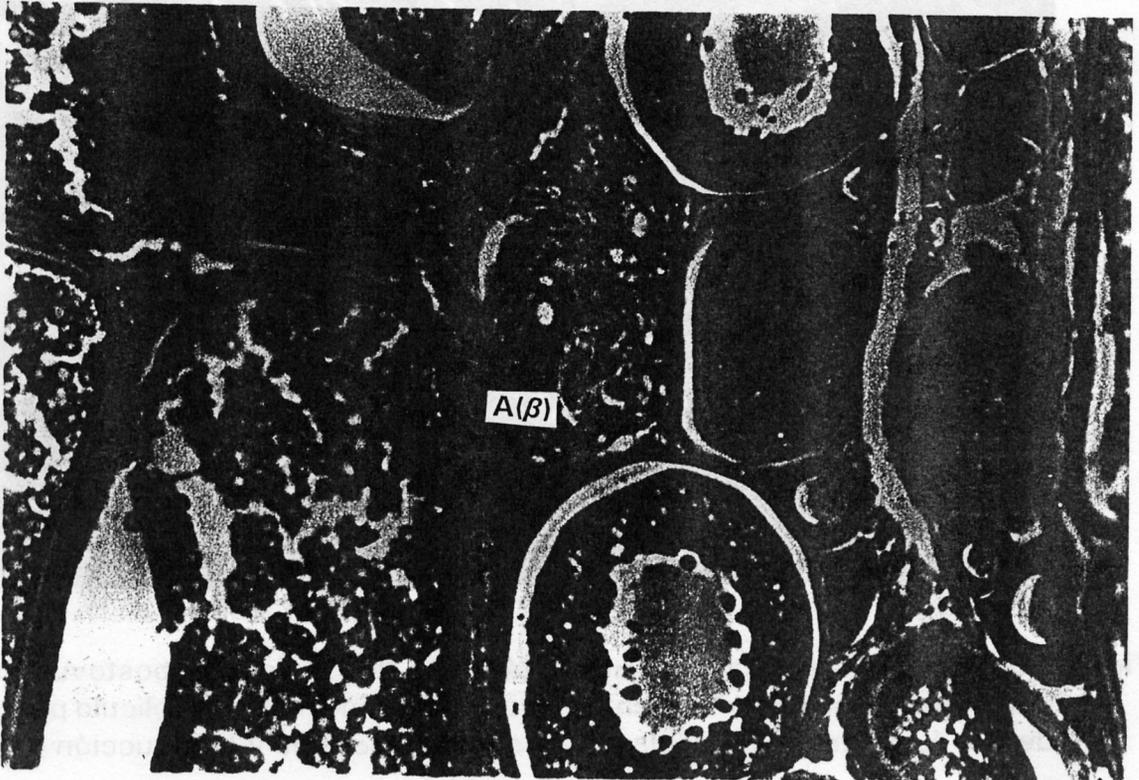


Figura 17. Corte transversal de ovario (400 X). **A(β)**: Atresia beta, mostrando gránulos de vitelo y células de la granulosa en su interior.



Figura 18. Corte transversal de ovario (400 X). A(A): Atresia avanzada, nótese su forma aplanada y la pérdida total de la estructura folicular.

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

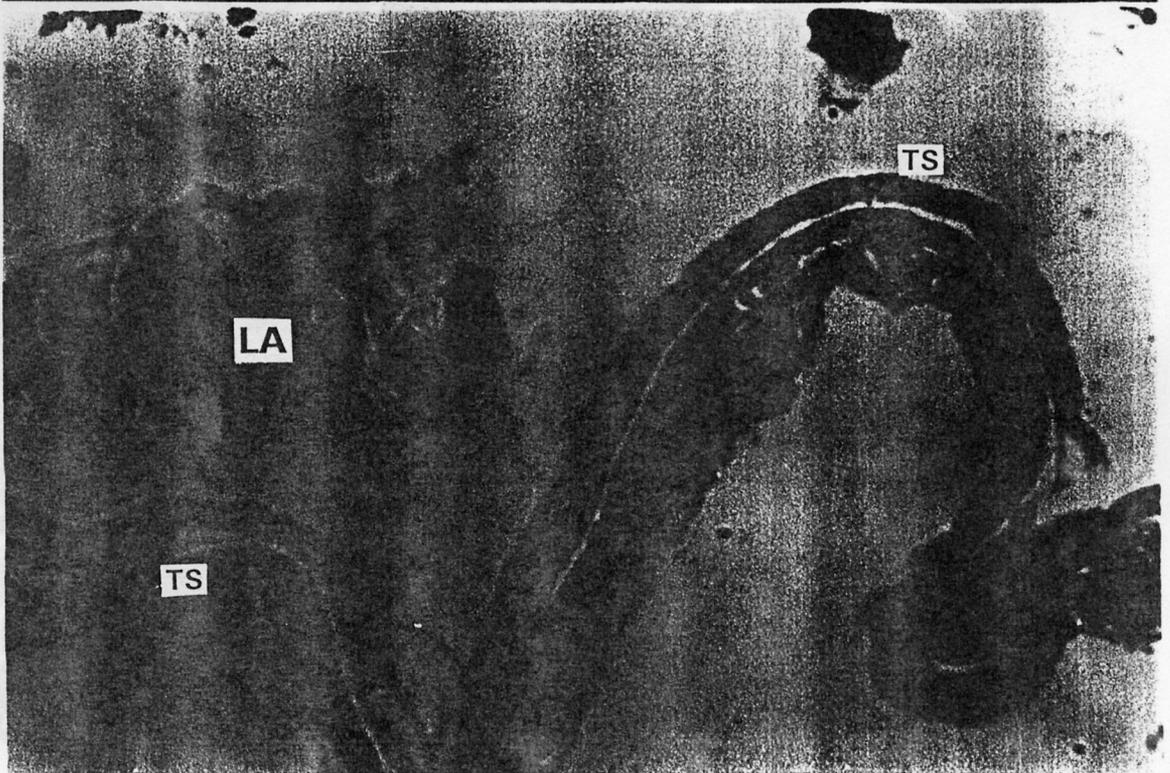
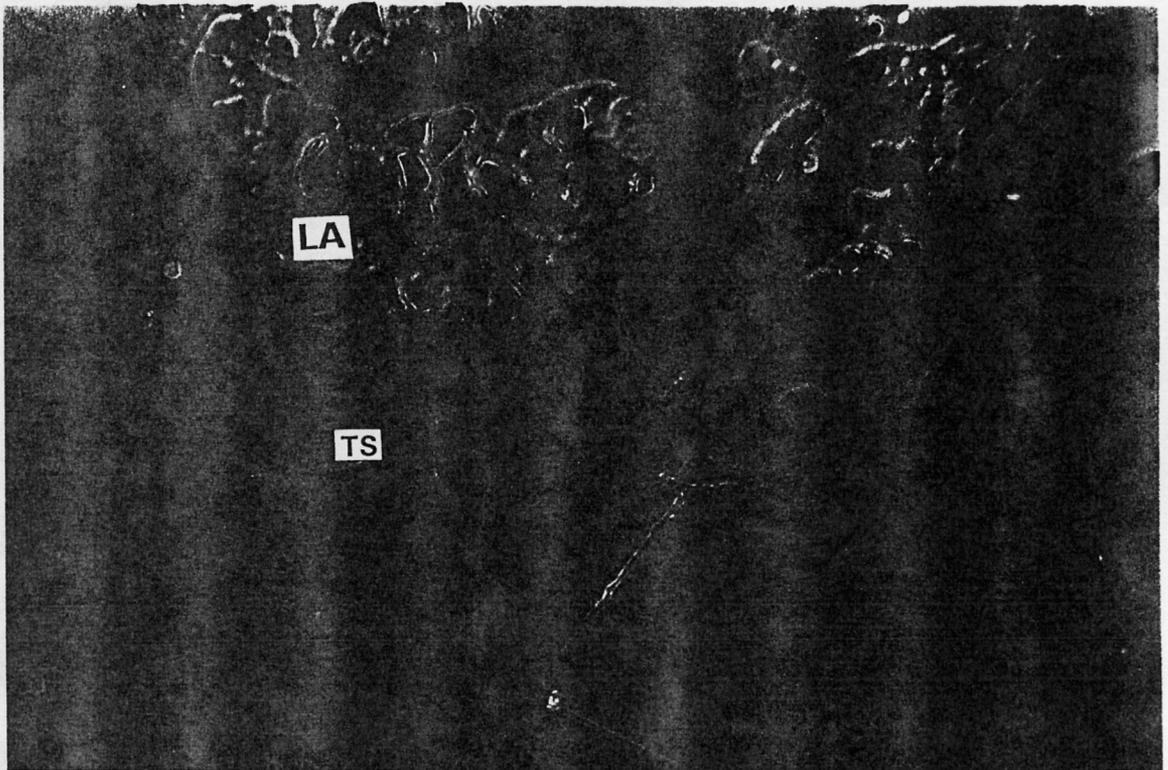


Figura 20. Corte transversal de ovario (superior 100 X, inferior 400 X). LA: Lamelas ováricas, nótese la ausencia de tejido testicular. TS: Aparentes túbulos seminíferos en formación.

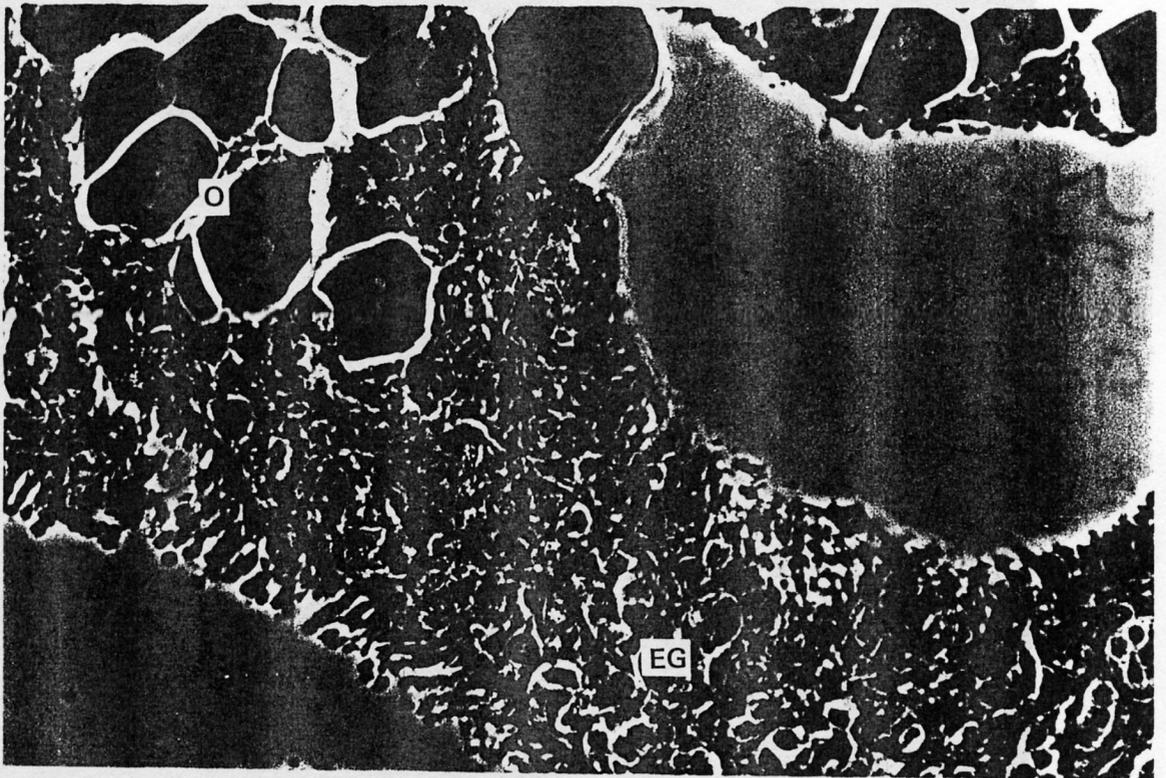
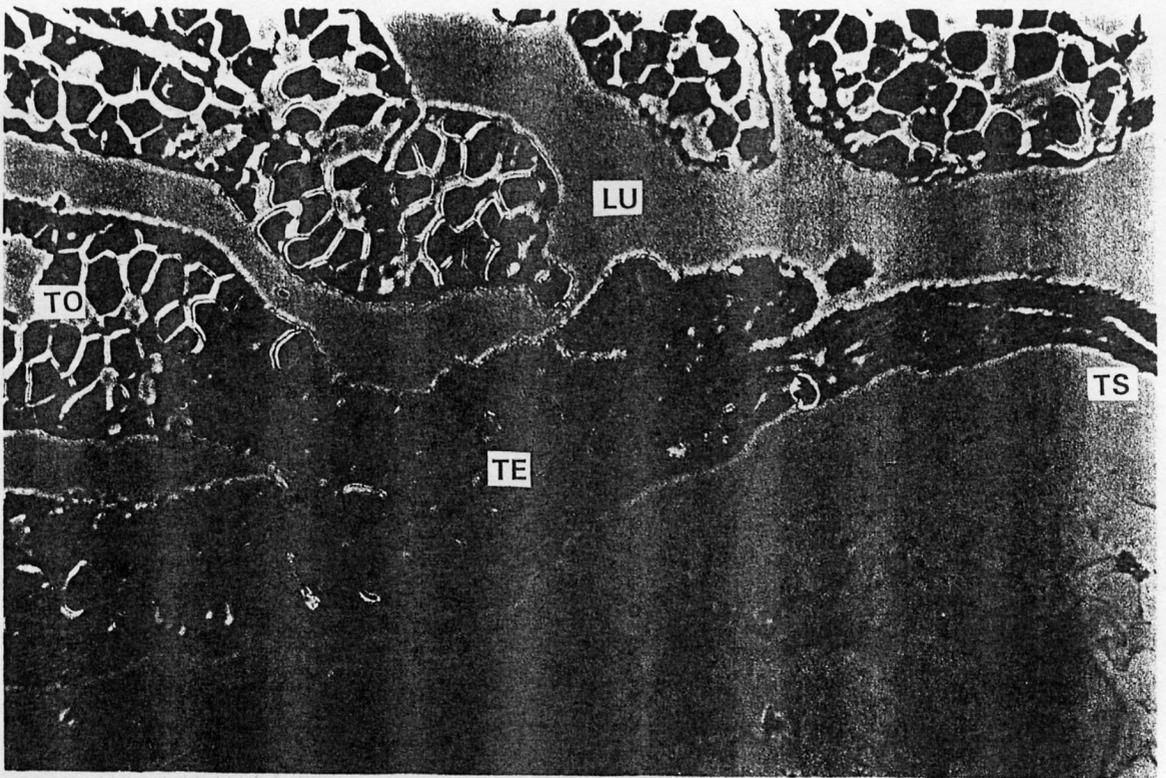


Figura 21. Corte transversal de la gónada de un transformante inactivo temprano (superior 100 X, inferior 400 X). TE: Tejido espermático. TO: Tejido ovárico. LU: *Lumen*, nótese que corresponde al ovárico. TS: Túbulos seminíferos. EG: Espermátogonias, nótese que están contenidas en criptas. O: Ovocitos, nótese que están intercalados en el tejido espermático.

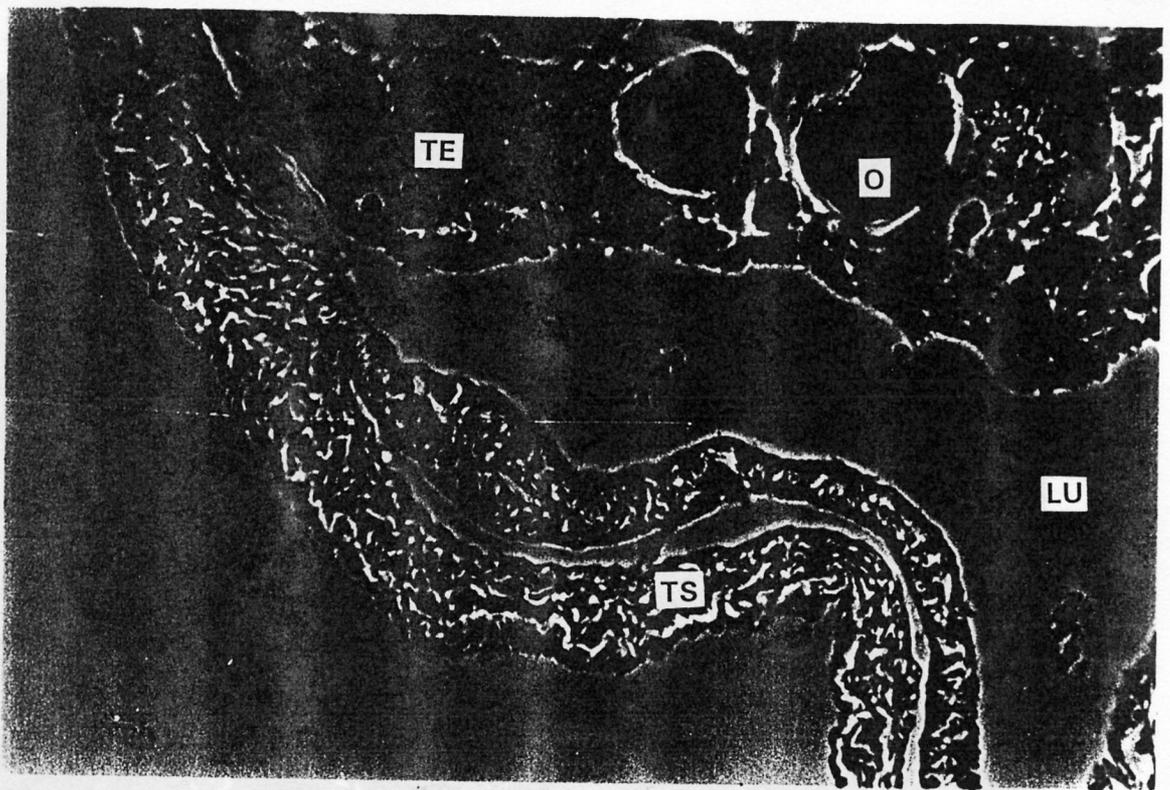


Figura 22. Corte transversal de la gónada de un transformante inactivo (400 X). TS: Túbulos seminíferos. LU: *Lumen*. TE: Tejido espermiático. O: Ovocitos.

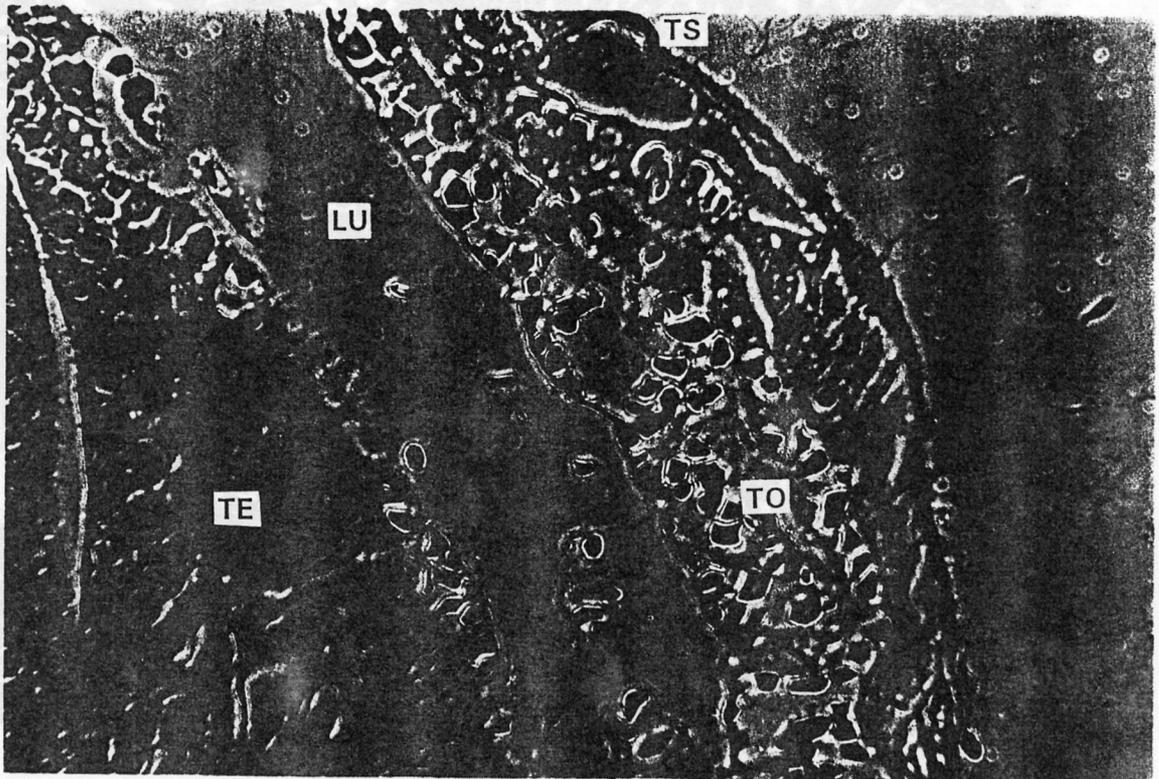


Figura 23. Corte transversal de la gónada de un transformante activo tardío (400 X). TE: Tejido testicular. TO: Tejido ovárico, nótese que aún ocupa un área extensa. LU: *Lumen*, nótese que está vacío. TS: Túbulos seminíferos, nótese la presencia de espermatozoides en su interior.

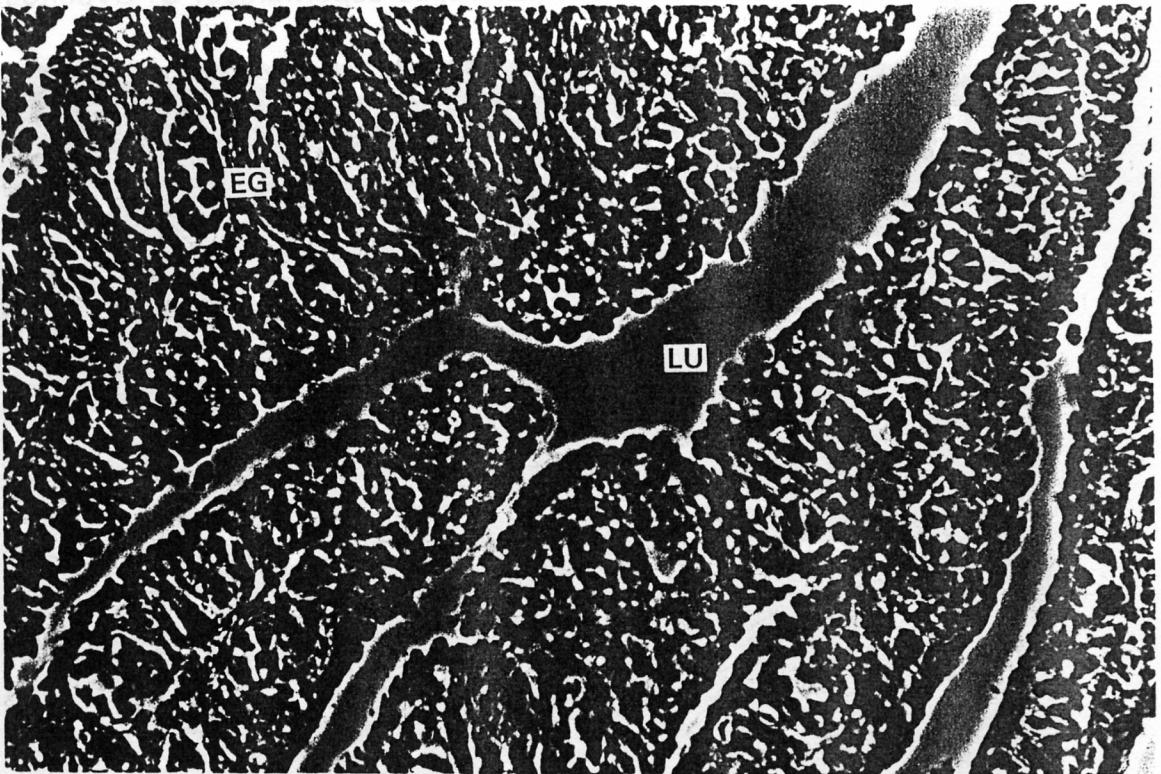
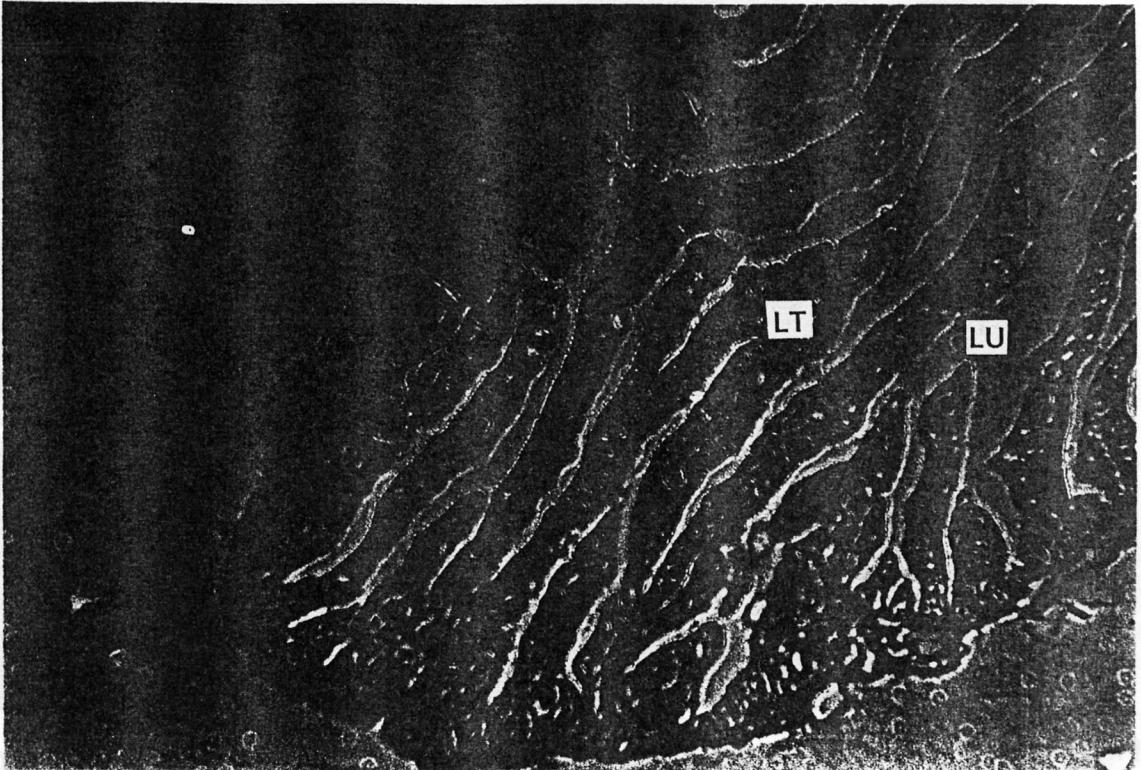


Figura 24. Corte transversal de testículo sin actividad espermatogénica (superior 100 X, inferior 400 X). **LT**: Lamelas testiculares. **LU**: *Lumen*, nótese que corresponde al ovárico (Figura 9). **EG**: Espermatogonias, nótese que están contenidas en criptas.

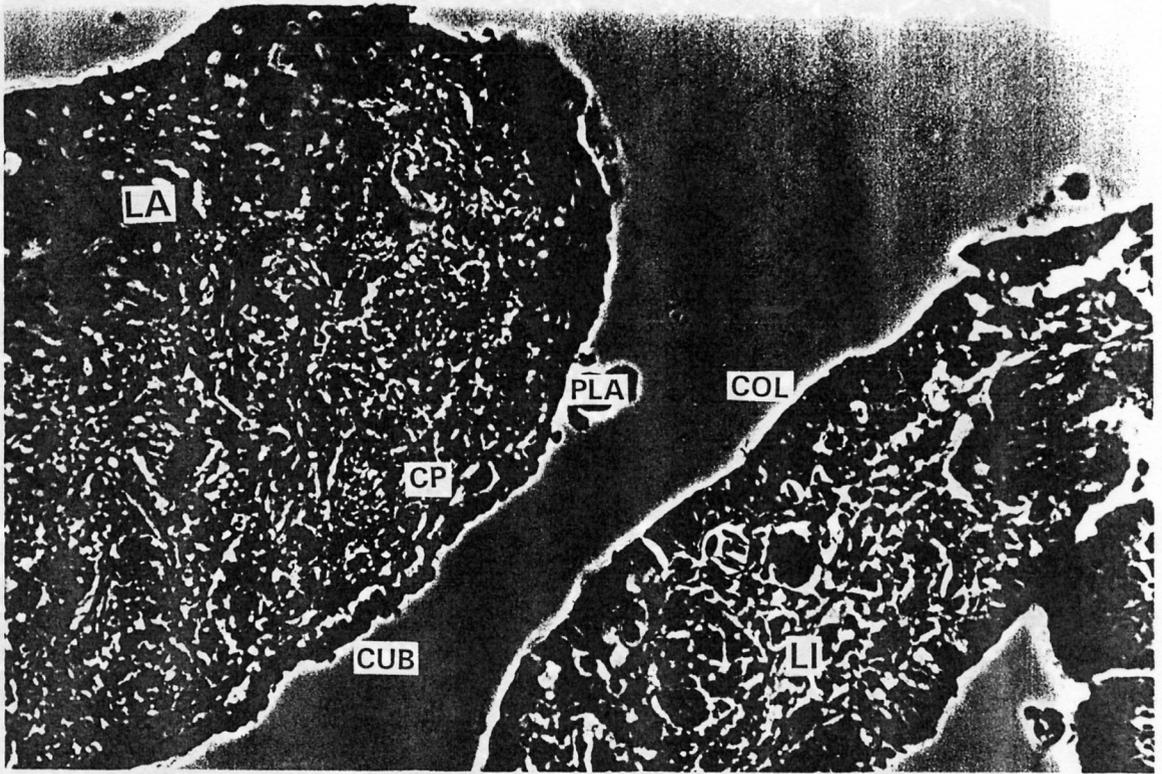


Figura 25. Corte transversal de testículo con actividad espermatogénica, en donde se aprecia también una inactiva (400 X). **LA**: Lamela activa. **LI**: Lamela inactiva. **CP**: Criptas polares, nótese que sólo se presentan en la lamela activa. **CUB**: Epitelio lamelar cúbico. **PLA**: Epitelio lamelar plano, nótese que sólo está presente en la lamela activa. **COL**: Epitelio lamelar columnar, nótese que sólo está presente en la lamela inactiva.

Figura 26. Cortes transversales de testículos con actividad espermatogénica (400 X). **ES**: Espermatozoides. **CP**: Criptas polares. **CUB**: Epitelio lamelar cúbico. **PLA**: Epitelio lamelar plano.

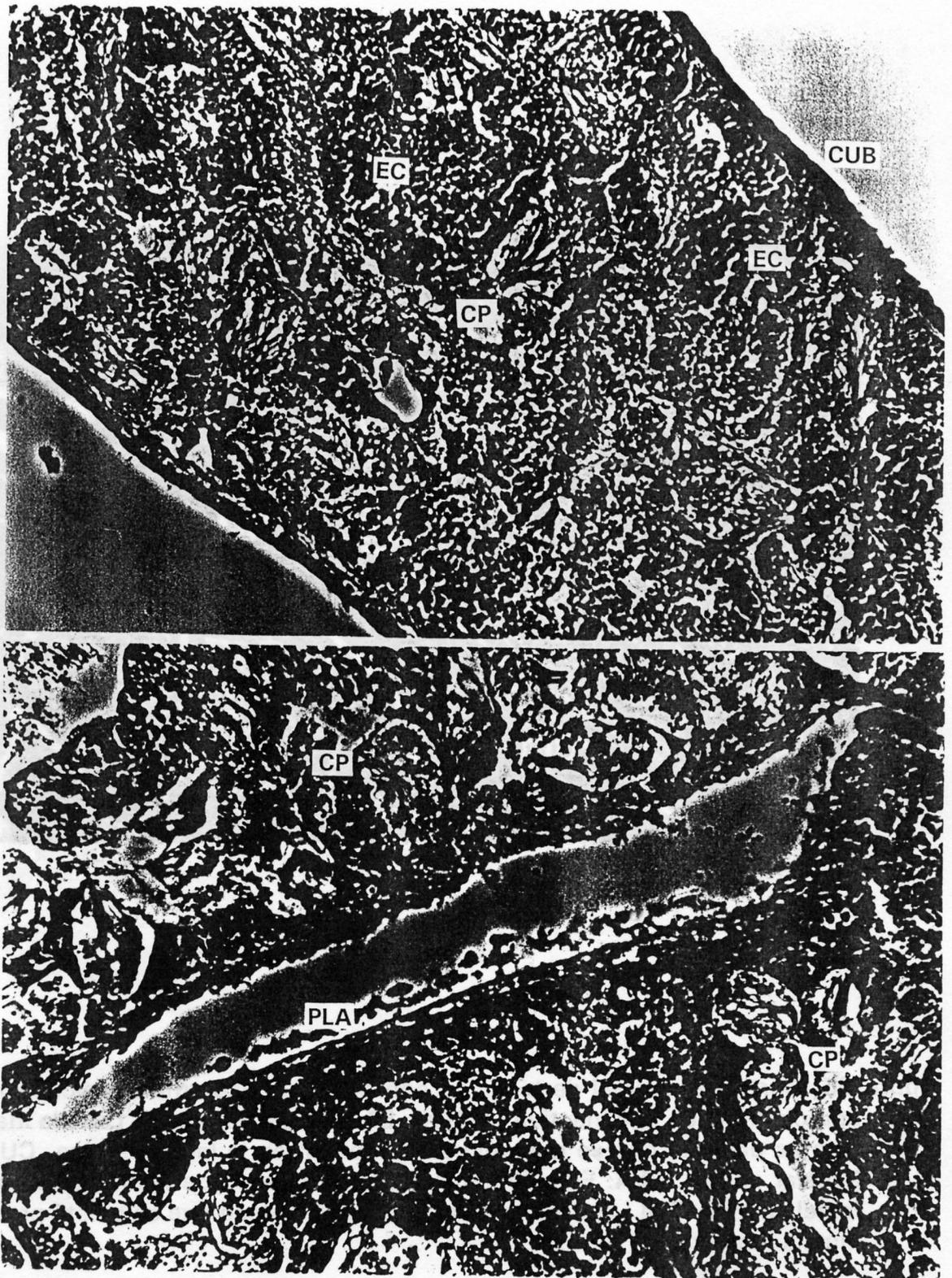


Figura 26. Cortes transversales de testículos con actividad espermatogénica (400 X). EC: Espermatocitos. CP: Criptas polares. CUB: Epitelio lamelar cúbico. PLA: Epitelio lamelar plano.

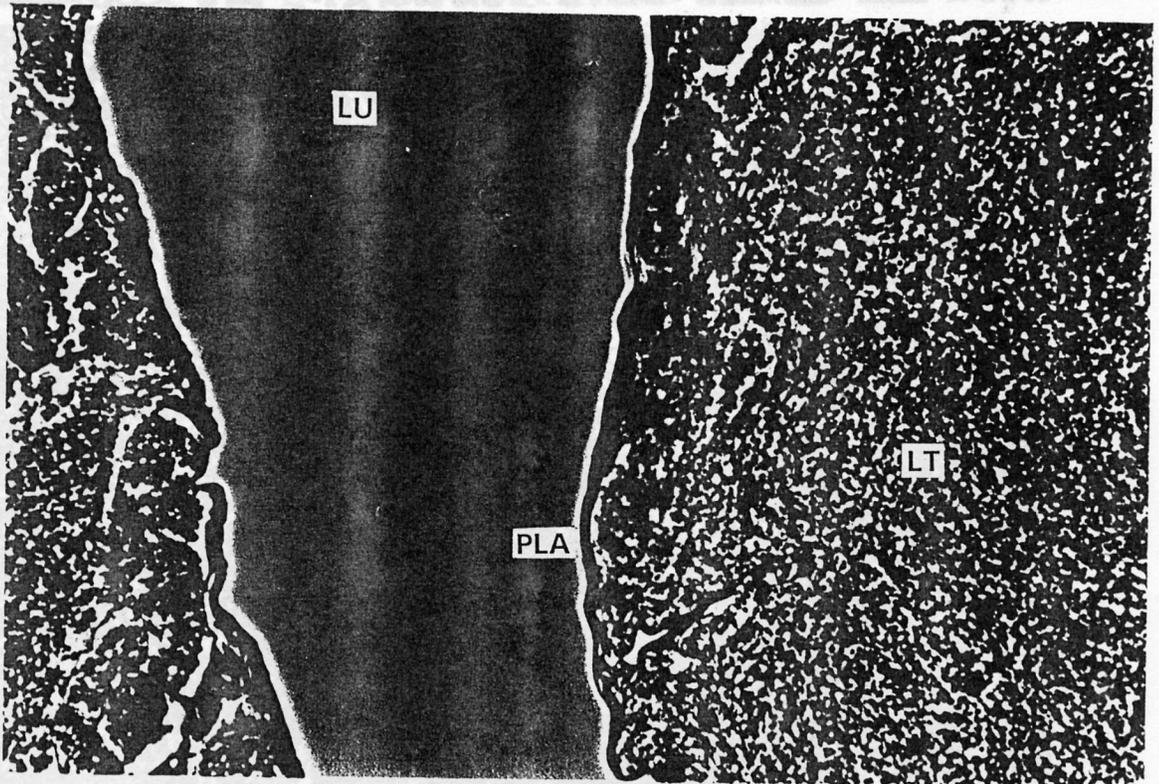
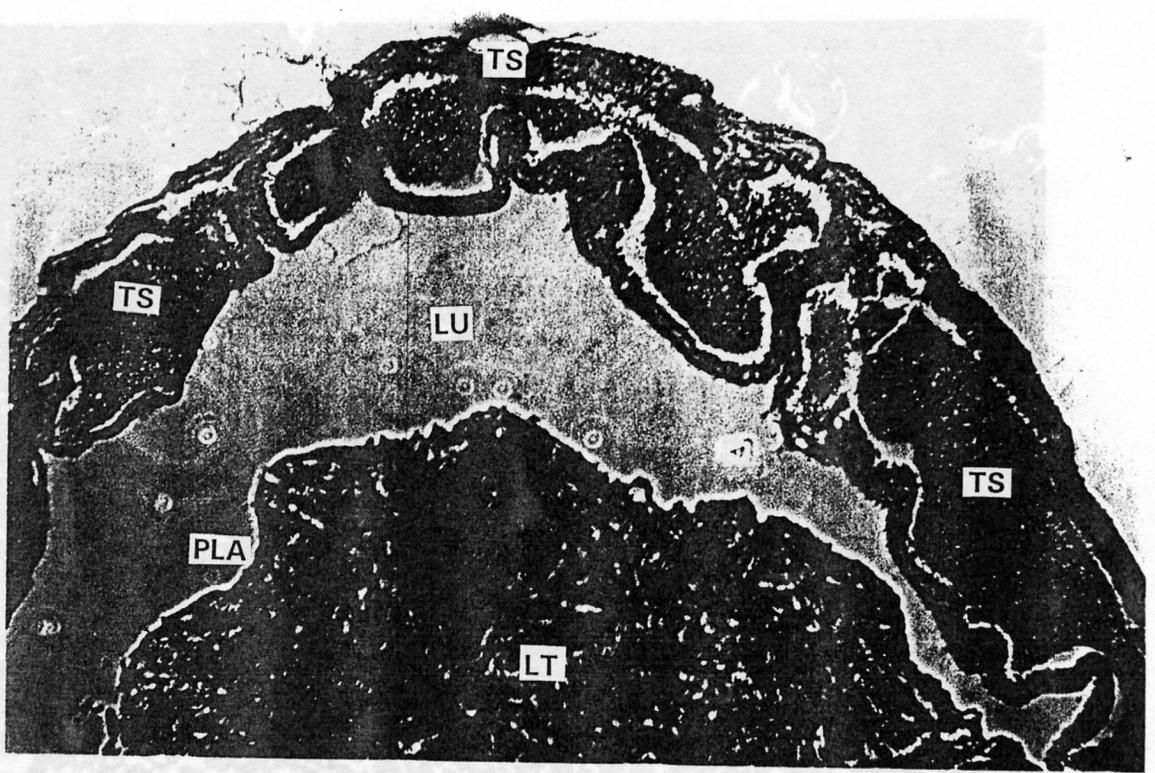


Figura 27. Corte transversal del testículo de un macho desovante sin actividad espermatogénica (superior 100 X, inferior 400 X). TS: Túbulos seminíferos, nótese que contienen abundancia de espermatozoides. LU: *Lumen*, nótese la ausencia de espermatozoides en su interior. LT: Lamela testicular activa, nótese la ausencia de criptas espermáticas. PLA: Epitelio lamelar plano.

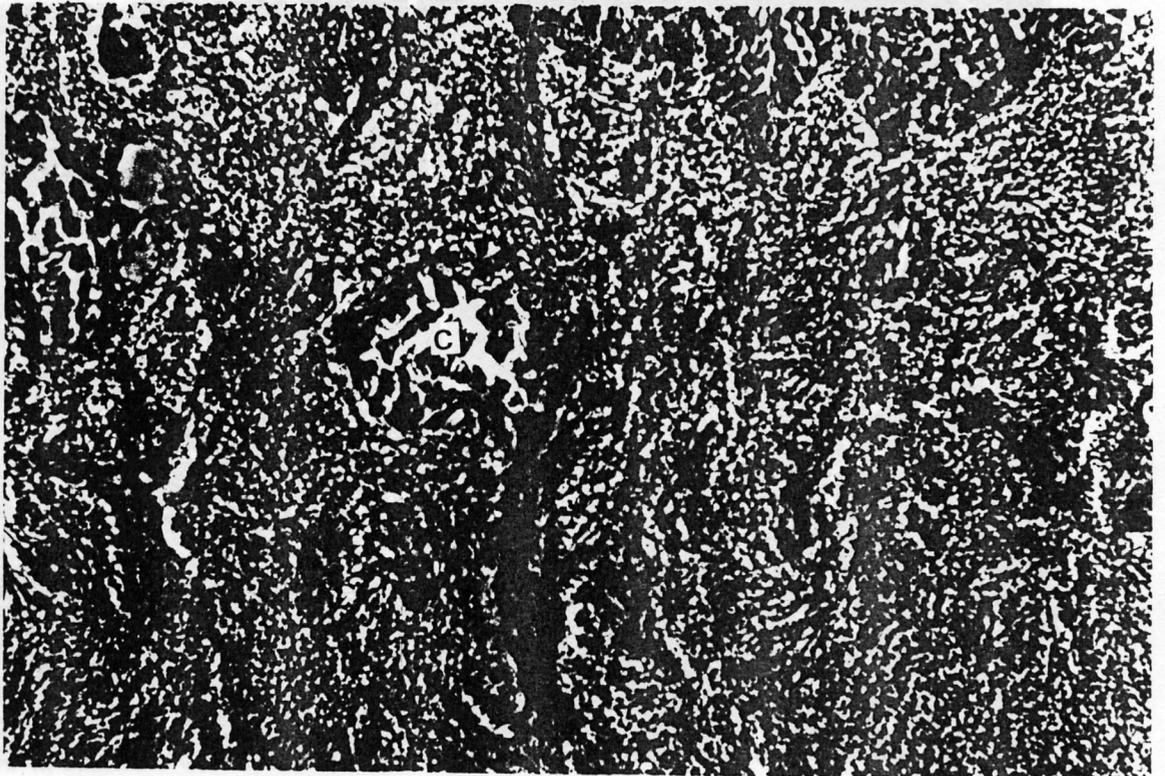
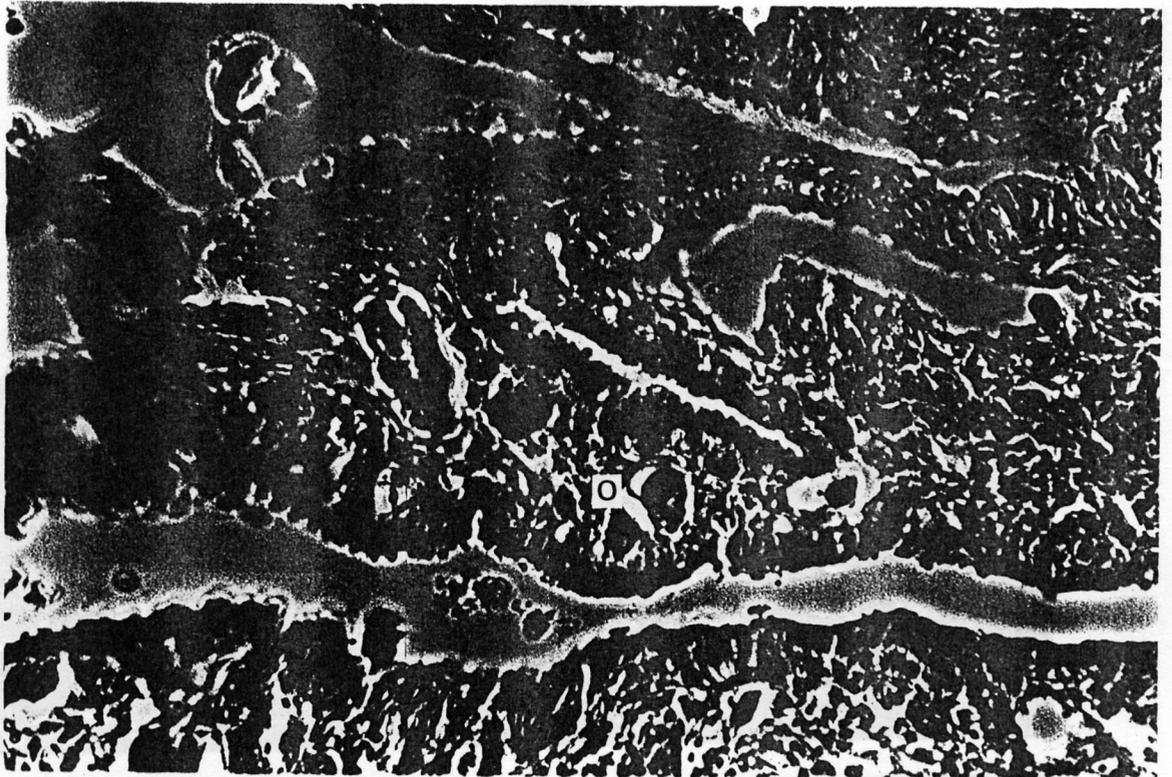


Figura 28. Cortes transversales de testículo (400 X). C: Cuerpos cafés. O: Ovocitos intralamelares, nótese su reducido tamaño y la ausencia de un núcleo evidente.

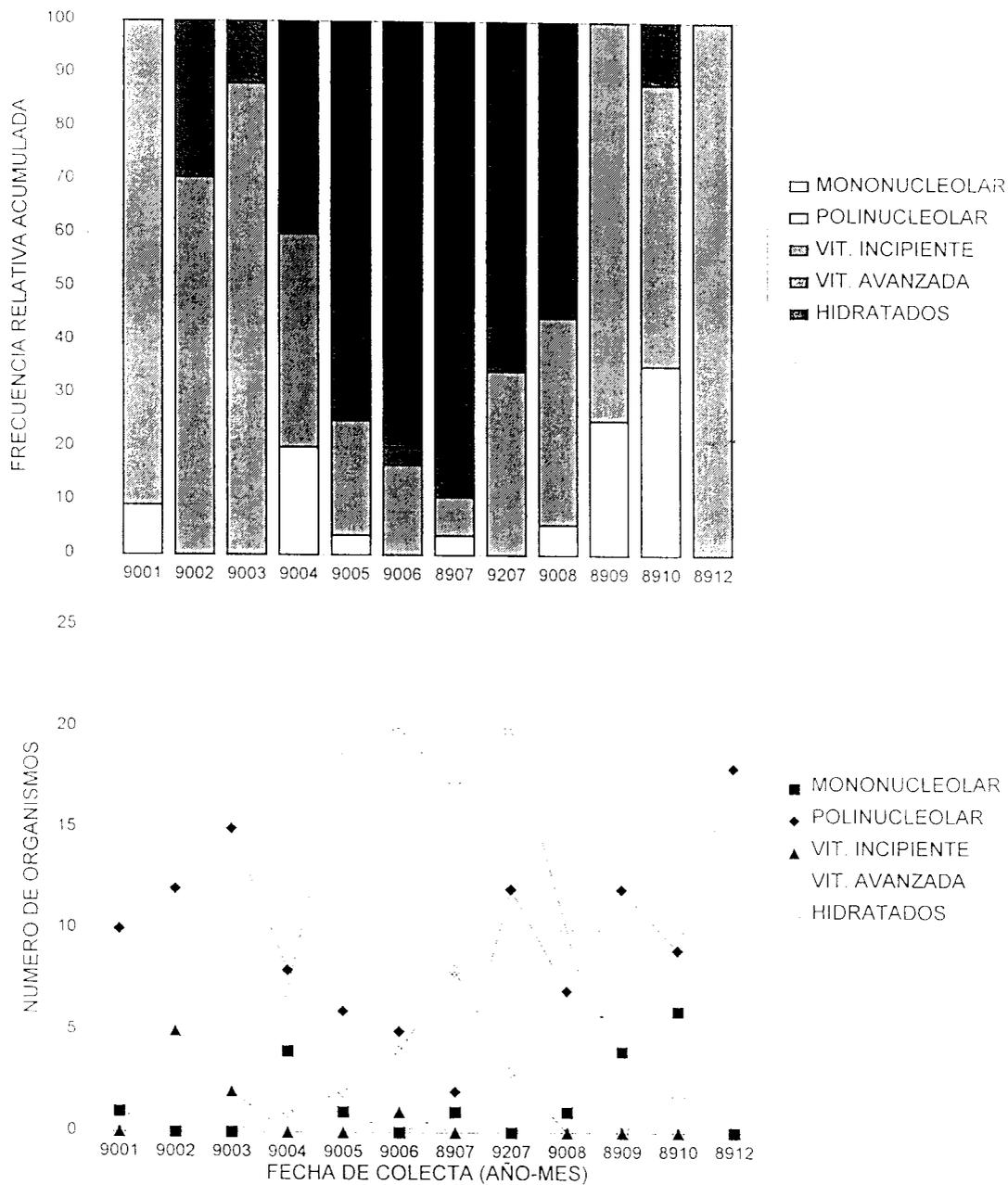


Figura 29. Frecuencias de los estadios reproductivos de las hembras por mes de colecta. Arriba: Frecuencias relativas (porcentaje). Abajo: Frecuencias absolutas (número de organismos).

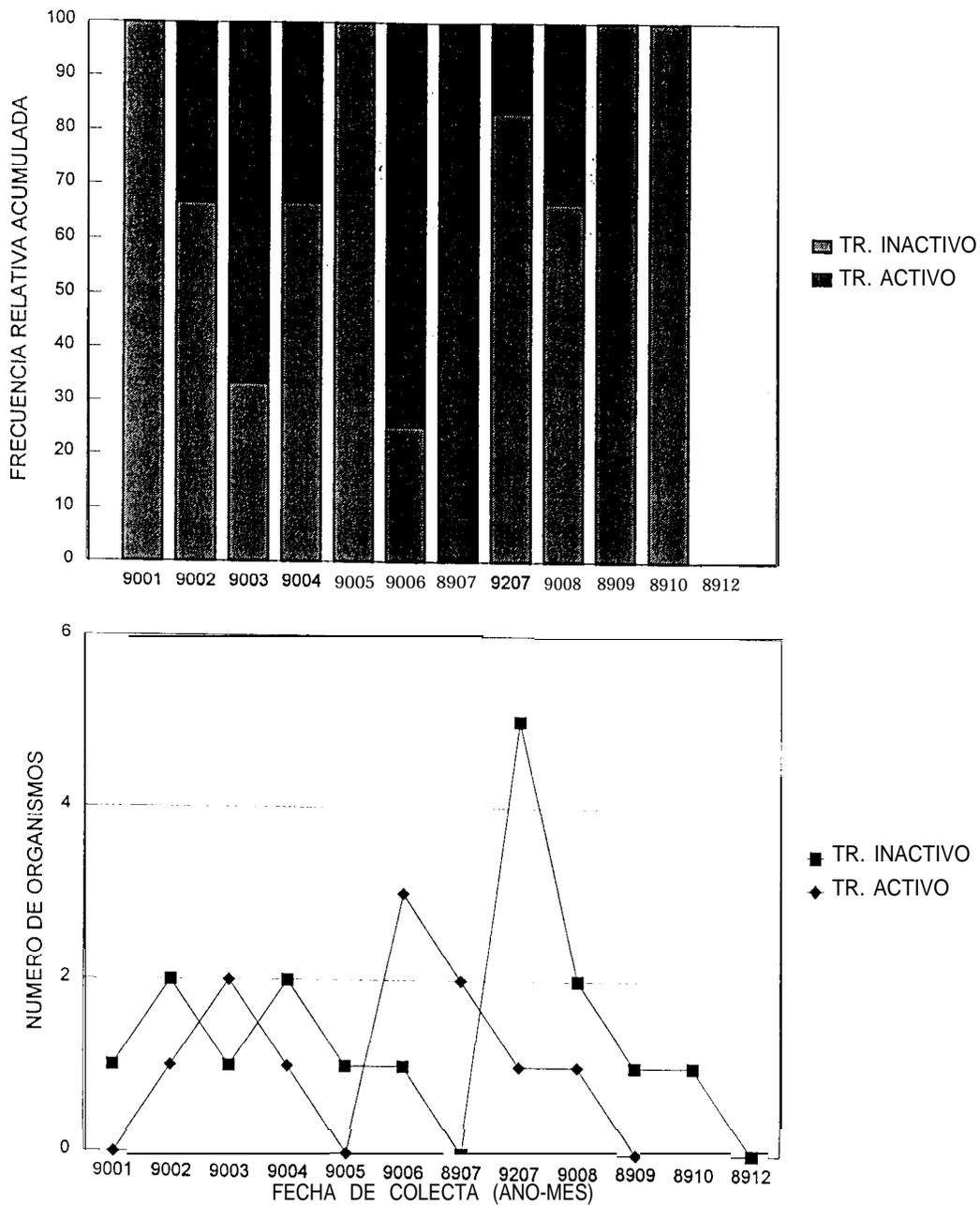


Figura 30. Frecuencias de los estadios reproductivos de los ejemplares en transformación sexual por mes de colecta. Arriba: Frecuencias relativas (porcentaje). Abajo: Frecuencias absolutas (número de organismos).

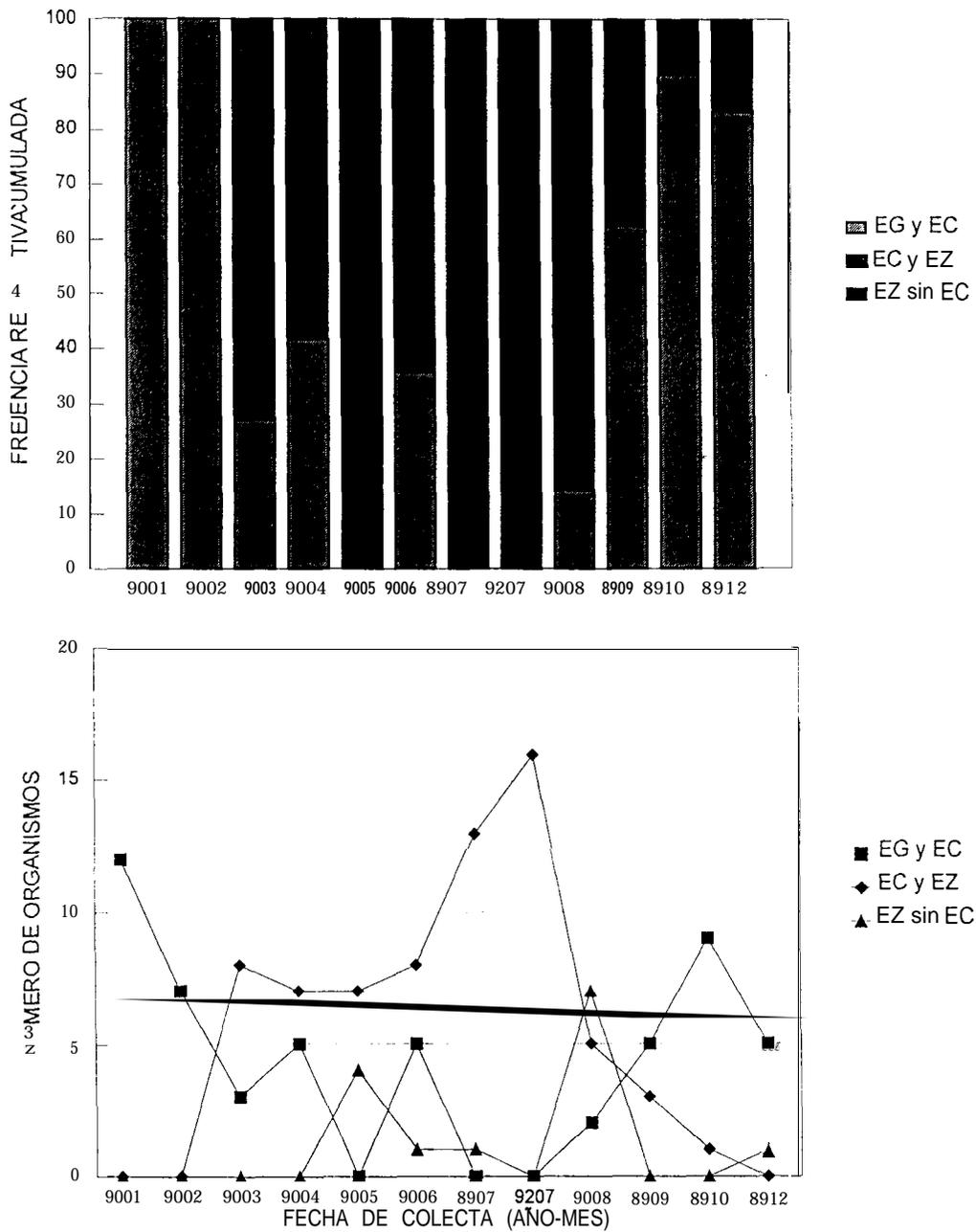


Figura 31. Frecuencias de los estadios reproductivos de los machos por mes de colecta. Arriba: Frecuencias relativas (porcentaje). Abajo: Frecuencias absolutas (número de organismos).

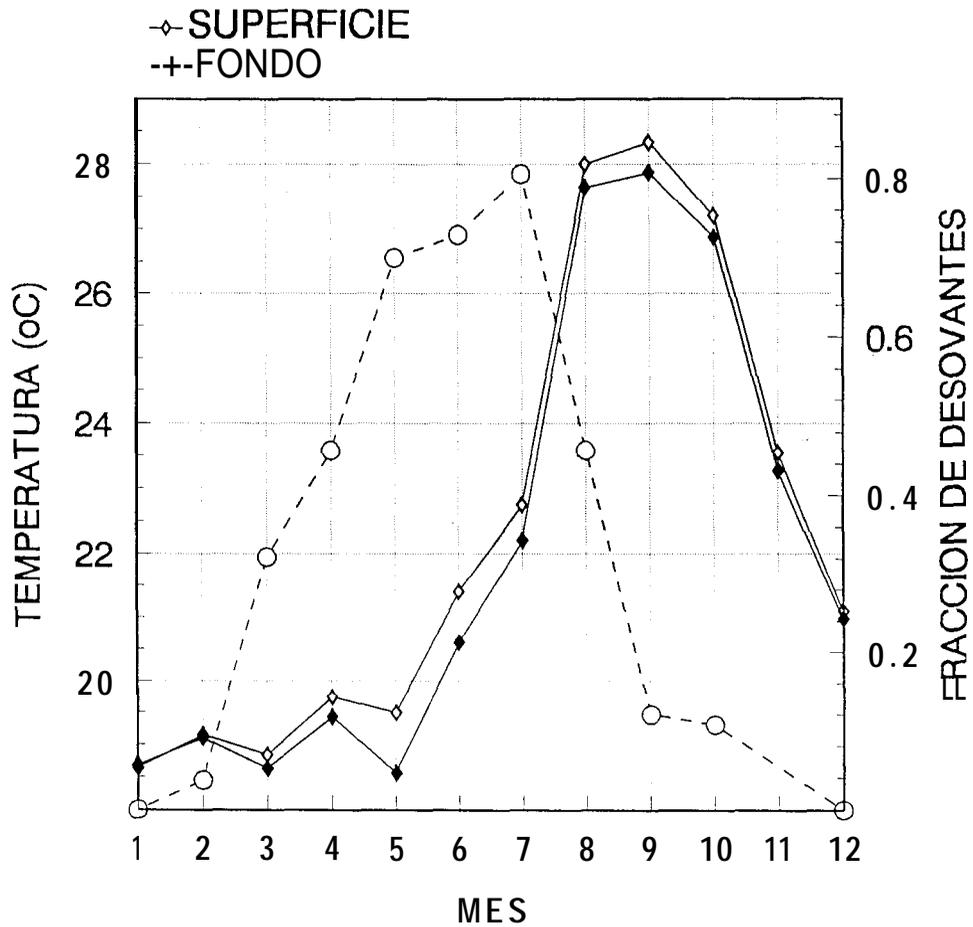


Figura 32. Fracción de desovantes por mes de recolecta (círculos abiertos) y temperatura del mar (superficie y fondo), medias mensuales registradas para el área de estudio según Leija-Tristán y Castro-Aguirre (1991).

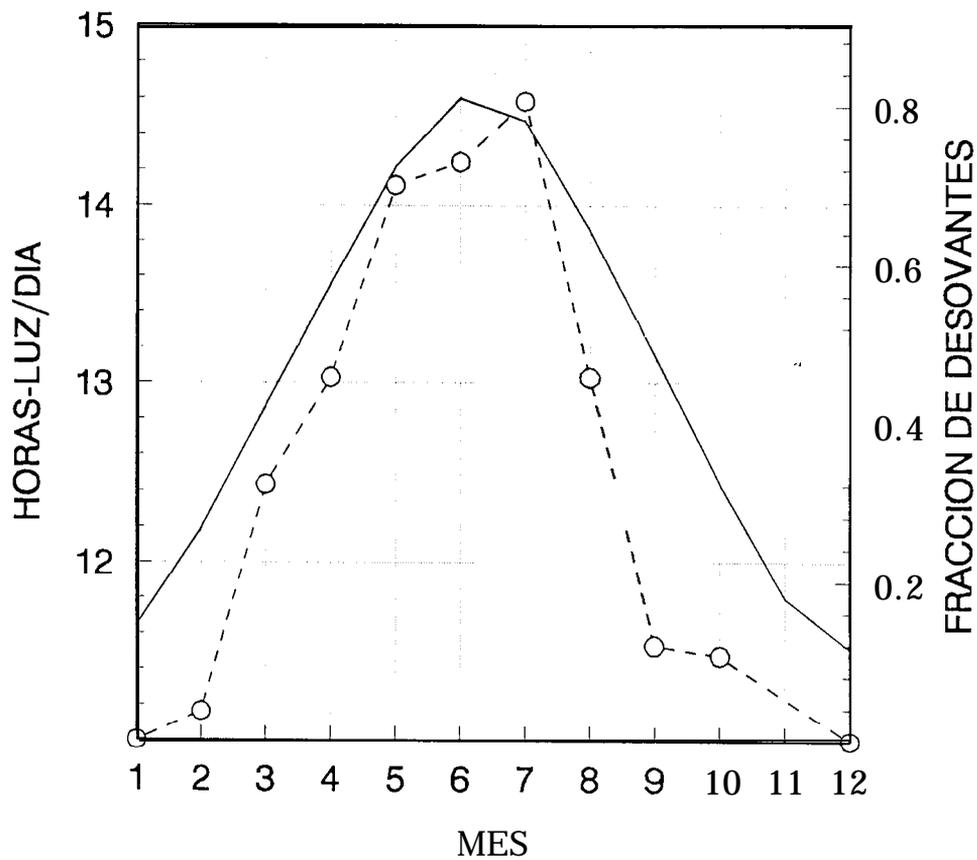


Figura 33. Fracción de desovantes por mes de recolecta (círculos abiertos) y media mensual de horas-luz por día para el área de estudio (línea continua). Datos de horas-luz por día tomados de Anónimo (1989).

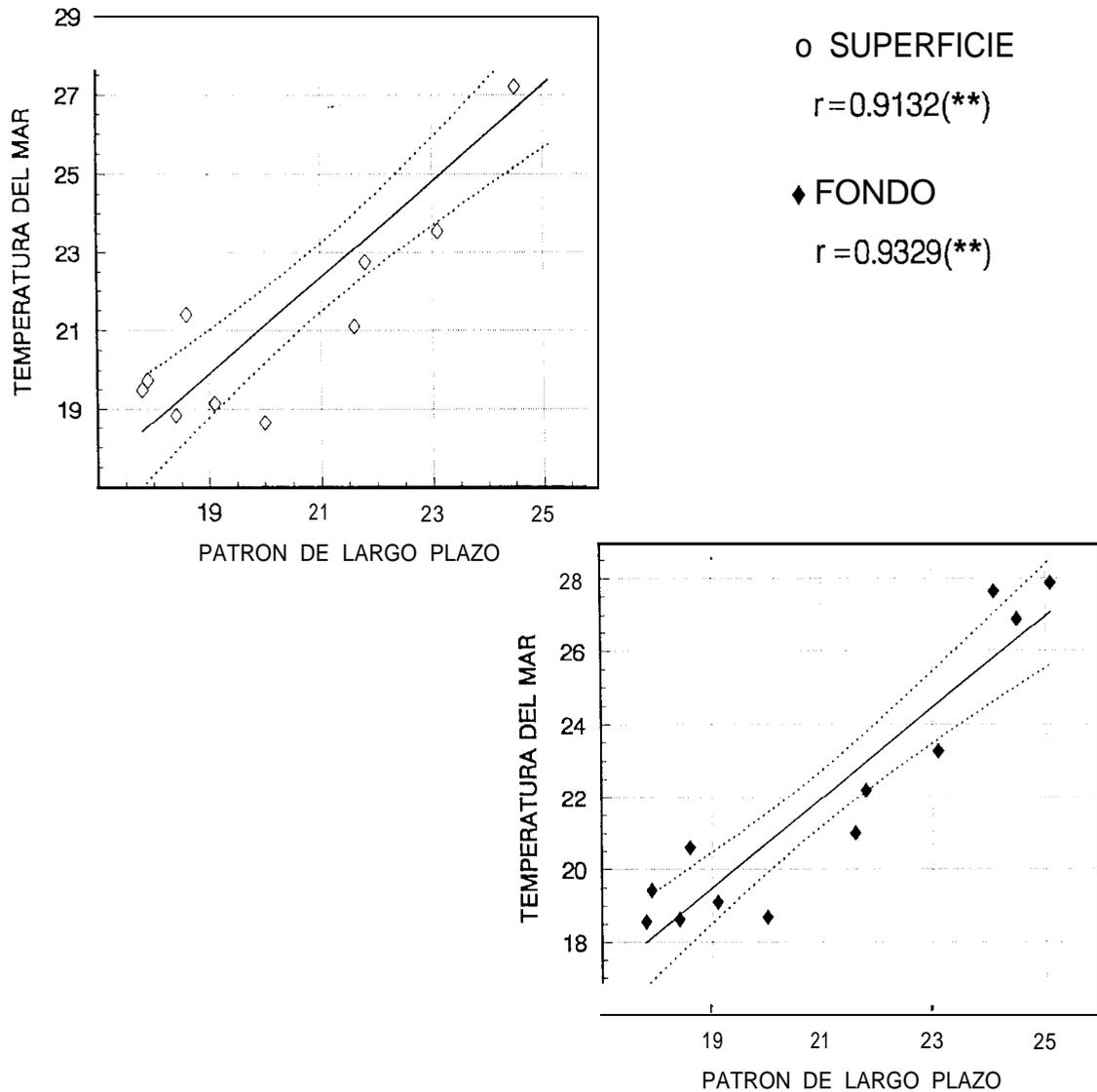


Figura 34. Diagrama de dispersión, recta de regresión e intervalos de confianza, para la relación entre la temperatura superficial del mar (arriba) y de fondo (abajo) registradas en la zona de estudio (según Leija-Tristán y Castro-Aguirre 1991); y el patrón mensual de largo plazo de temperatura superficial para la zona de estudio. Patrón de largo plazo calculado a partir de datos de Roy y Mendelssohn (1994).

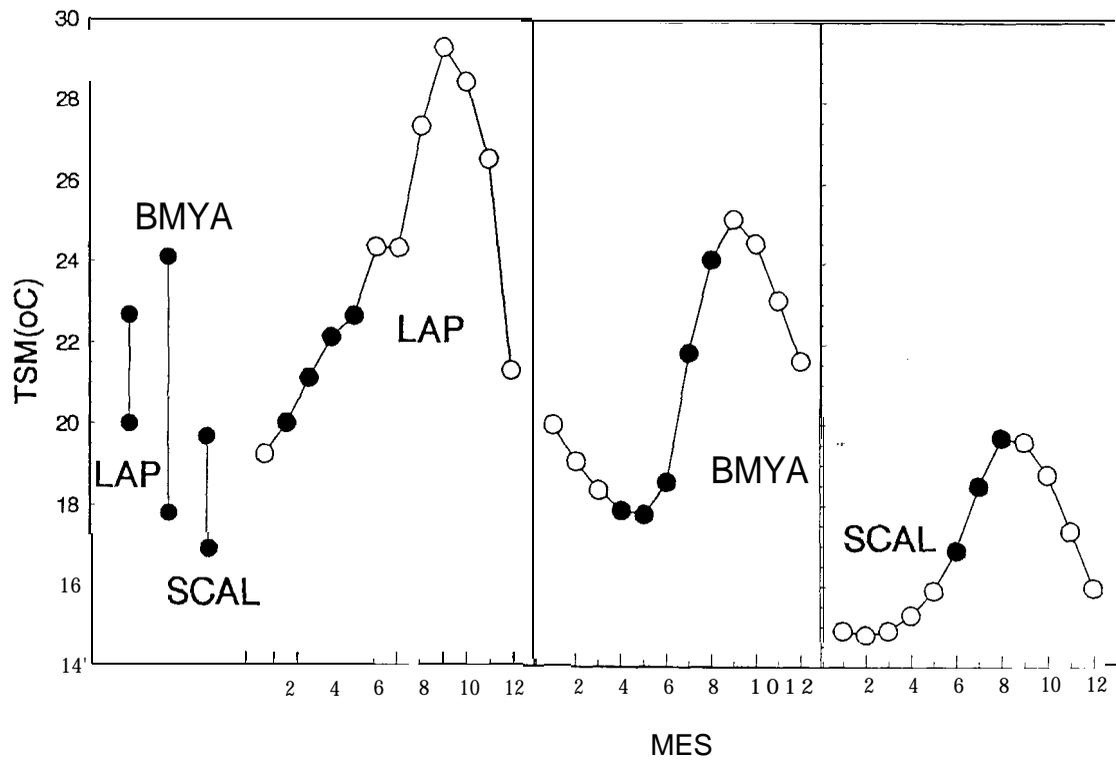


Figura 35. Promedio mensual de largo plazo de la temperatura superficial del mar para la Bahía de La Paz (LAP), el área de estudio (BMYA) y el sur de California (SCAL); calculados a partir de datos de Roy y Mendelssohn (1994). Los puntos sólidos corresponden a los meses en los que el desove es más intenso, Para cada localidad se presenta el intervalo de temperatura (según el eje de las ordenadas) en el que dichos desoves se presentan (derecha).

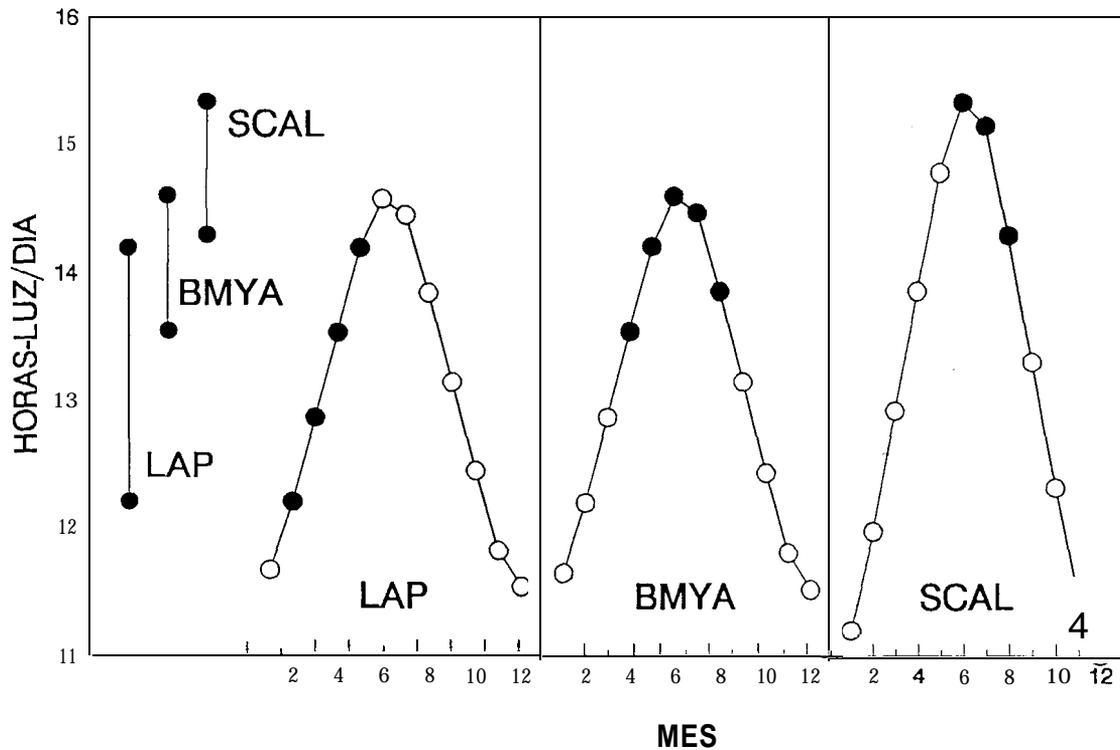


Figura 36. Promedio mensual del número de horas-luz por día para la Bahía de La Paz (LAP, 24.1 °N), el área de estudio (BMYA, 24.4°N) y el sur de California (SCAL, 32°N); calculados a partir de datos presentados en Anónimo (1989). Los puntos sólidos corresponden a los meses en los que el desove es más intenso. Para cada localidad se presenta el intervalo del número de horas-luz (según el eje de las ordenadas) en el que dichos desoves se presentan (derecha).

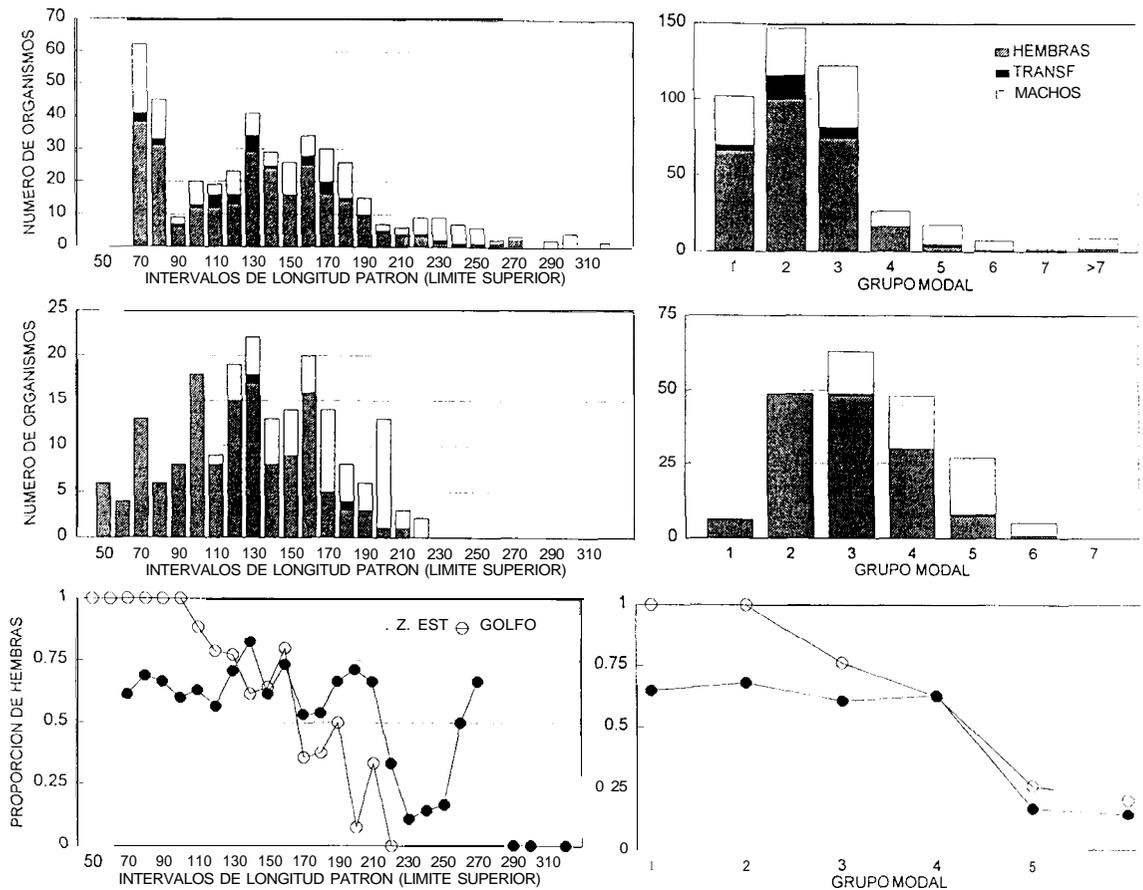


Figura 37. Distribuciones de frecuencias por sexos (hembras, machos y transformantes) y proporción de hembras, para datos agrupados. en clases de talla (intervalos de 10 mm) y grupo modal. Arriba: Distribuciones de frecuencias por sexos de la especie en la zona de estudio. Centro: Distribuciones de frecuencias por sexos a partir de datos de Hastings (1989) para la especie en el Golfo de California. Abajo: Proporción de hembras por clase para cada una de las poblaciones mencionadas. NOTA: Para el caso de la población del Golfo de California, se estimó el grupo modal de cada clase según la ecuación presentada por Chávez y Arvizu (1972).

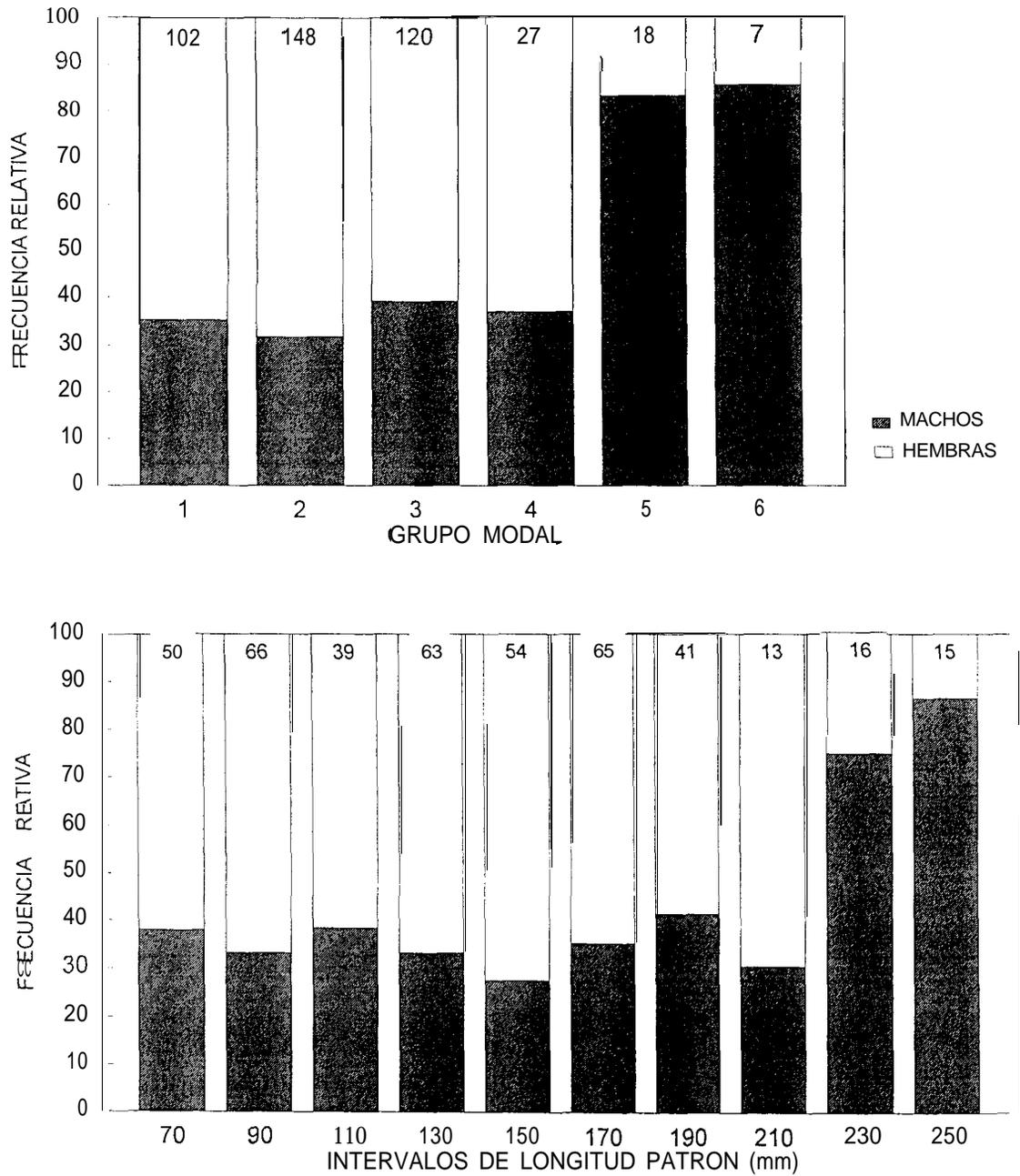


Figura 38. Frecuencia relativa (porcentaje) de machos y transformantes por clases de talla (intervalos de 20 mm) y grupo modal. En la parte superior de cada gráfica se indica el número de ejemplares incluidos en cada clase.

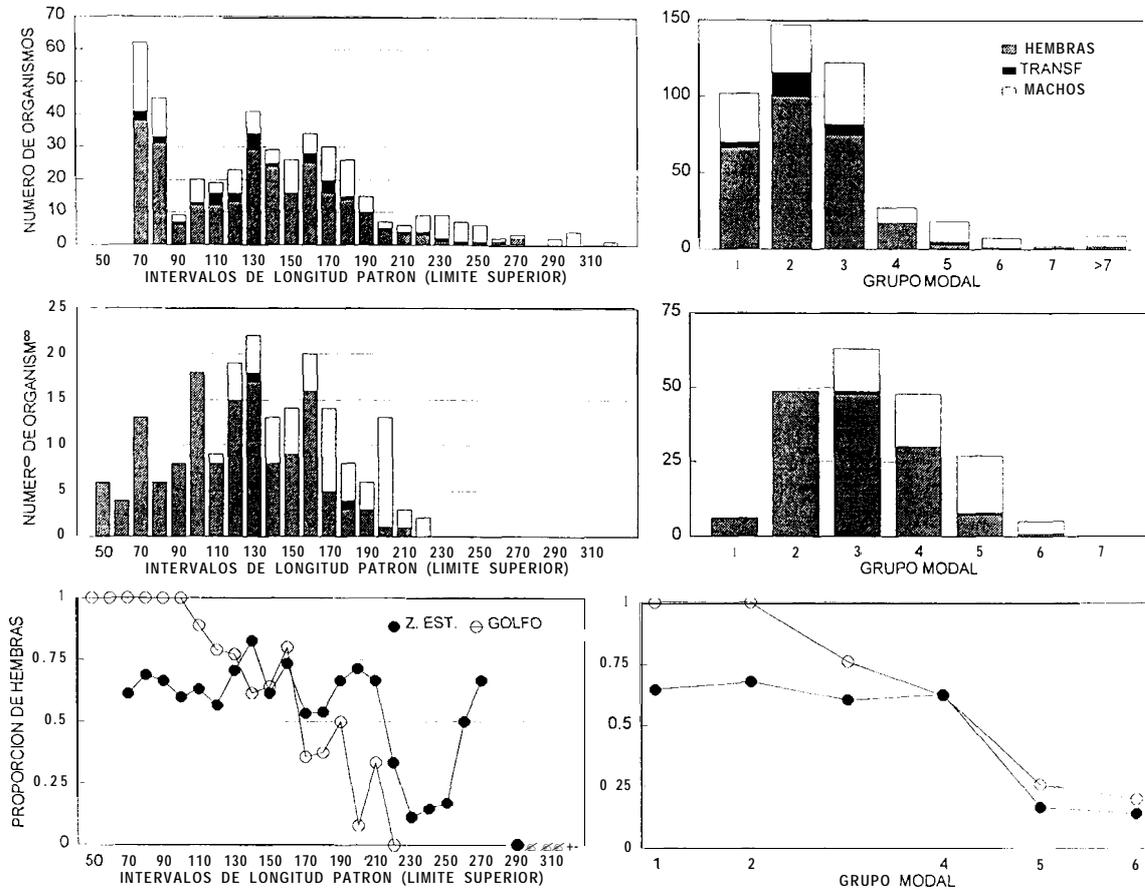


Figura 37. Distribuciones de frecuencias por sexos (hembras, machos y transformantes) y proporción de hembras, para datos agrupados, en clases de talla (intervalos de 10 mm) y grupo modal. **Arriba:** Distribuciones de frecuencias por sexos de la especie en la zona de estudio. **Centro:** Distribuciones de frecuencias por sexos a partir de datos de Hastings (1989) para la especie en el Golfo de California. **Abajo:** Proporción de hembras por clase para cada una de las poblaciones mencionadas. NOTA: Para el caso de la población del Golfo de California, se estimó el grupo modal de cada clase según la ecuación presentada por Chávez y Arvizu (1972).

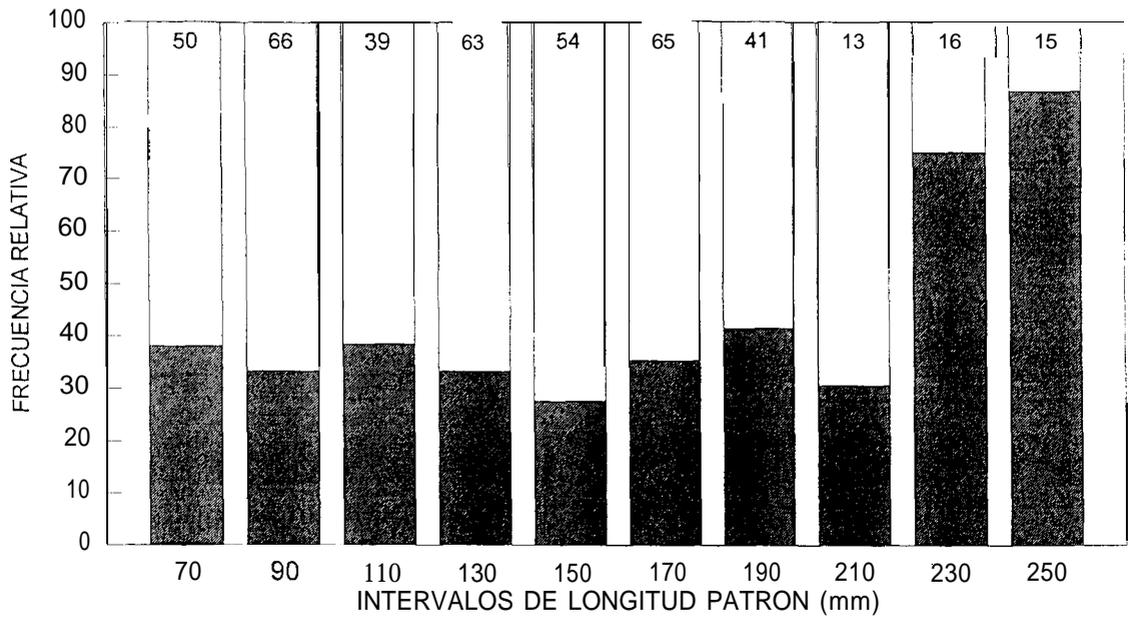
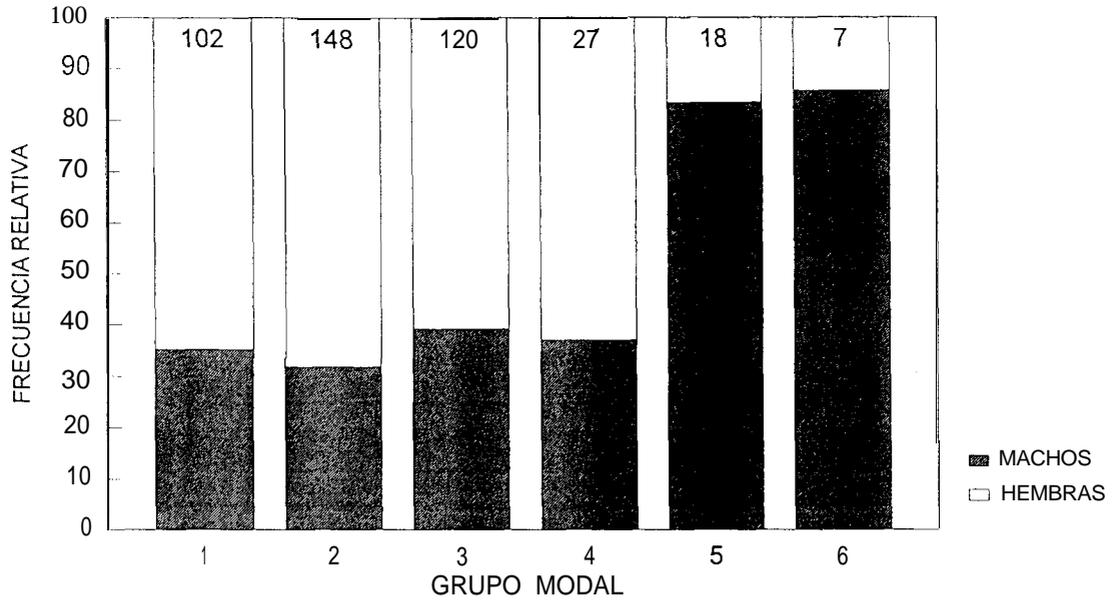


Figura 38. Frecuencia relativa (porcentaje) de machos y transformantes por clases de talla (intervalos de 20 mm) y grupo modal. En la parte superior de cada gráfica se indica el número de ejemplares incluidos en cada clase.

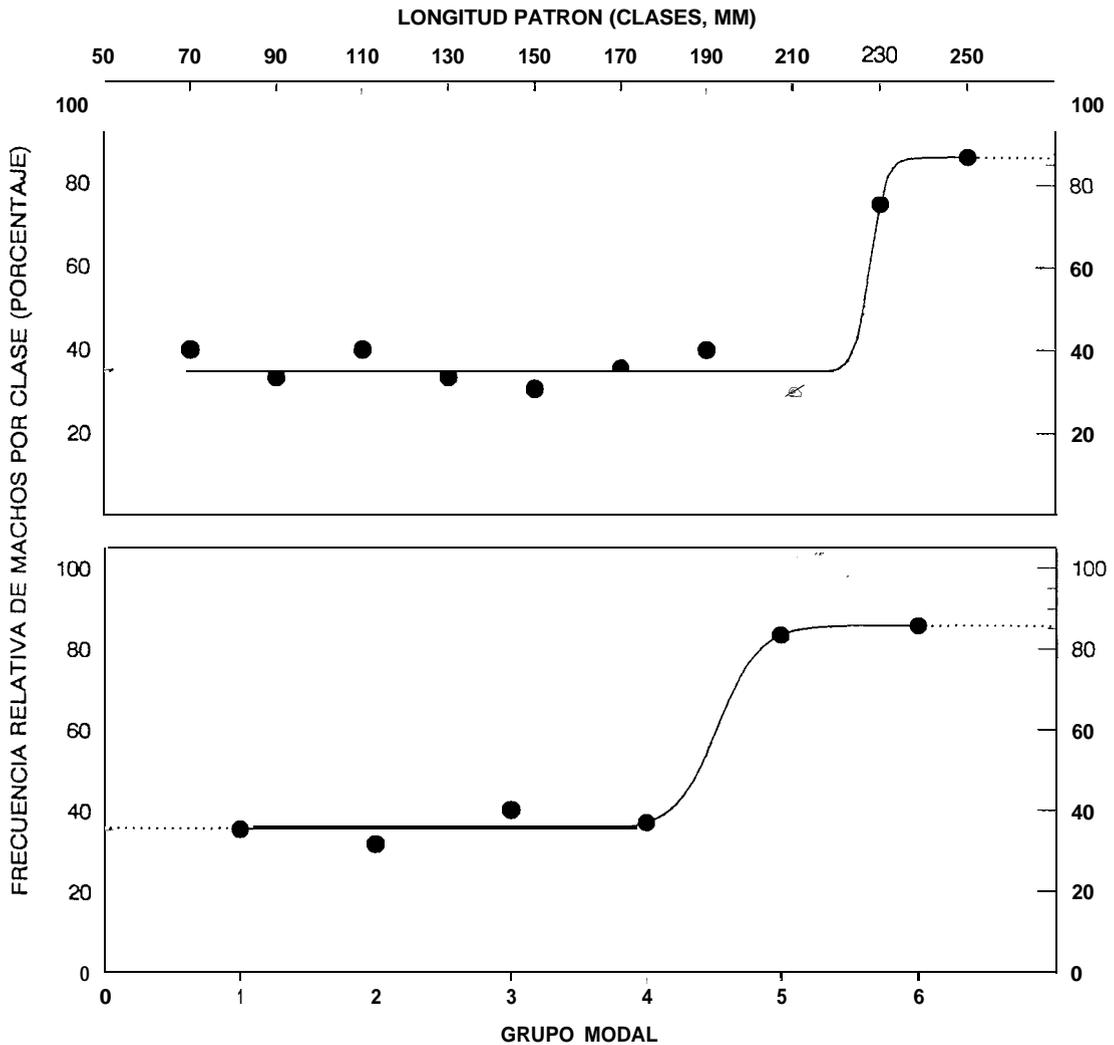


Figura 39. Ajuste de los modelos logísticos a los valores de frecuencia relativa de machos y transformantes por clases de talla (gráfica superior) y grupo modal (gráfica inferior) de la Figura 38. Los puntos corresponden a las frecuencias observadas, y la línea continúa a la curva resultante del ajuste. Nótese que cada gráfica tiene un sólo eje de ordenadas, que se muestra a derecha e izquierda para permitir la lectura de las frecuencias inicial y final; mismas que se señalan con línea punteada.

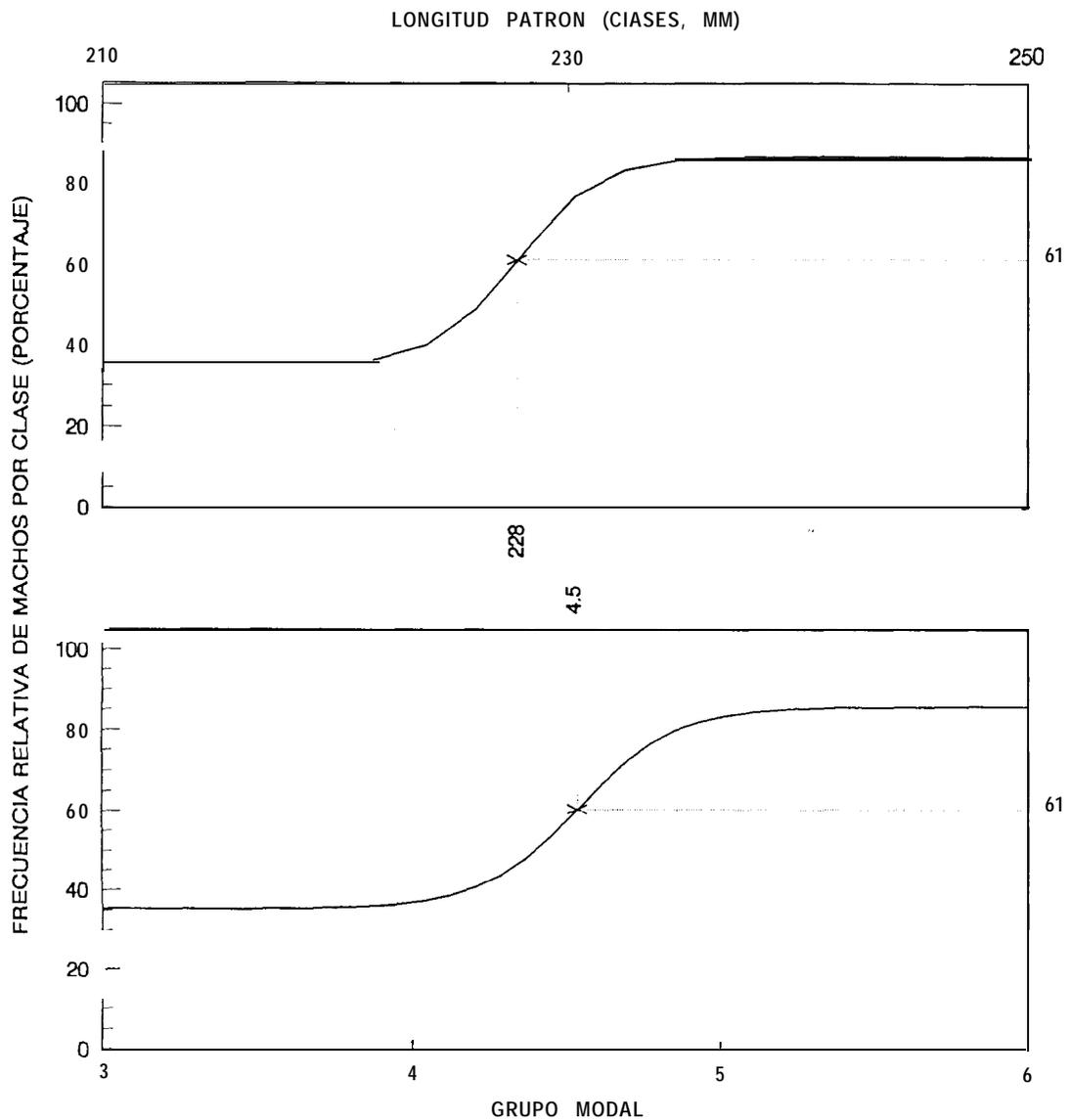


Figura 40. Mismas curvas de la Figura 39, pero graficando sólo las clases que registran los mayores incrementos en los valores de frecuencia relativa. Se identifican la talla (gráfica superior) y valor modal (gráfica inferior) correspondientes al punto de inflexión de la curva (228 mm y 4.5 de valor modal medio).

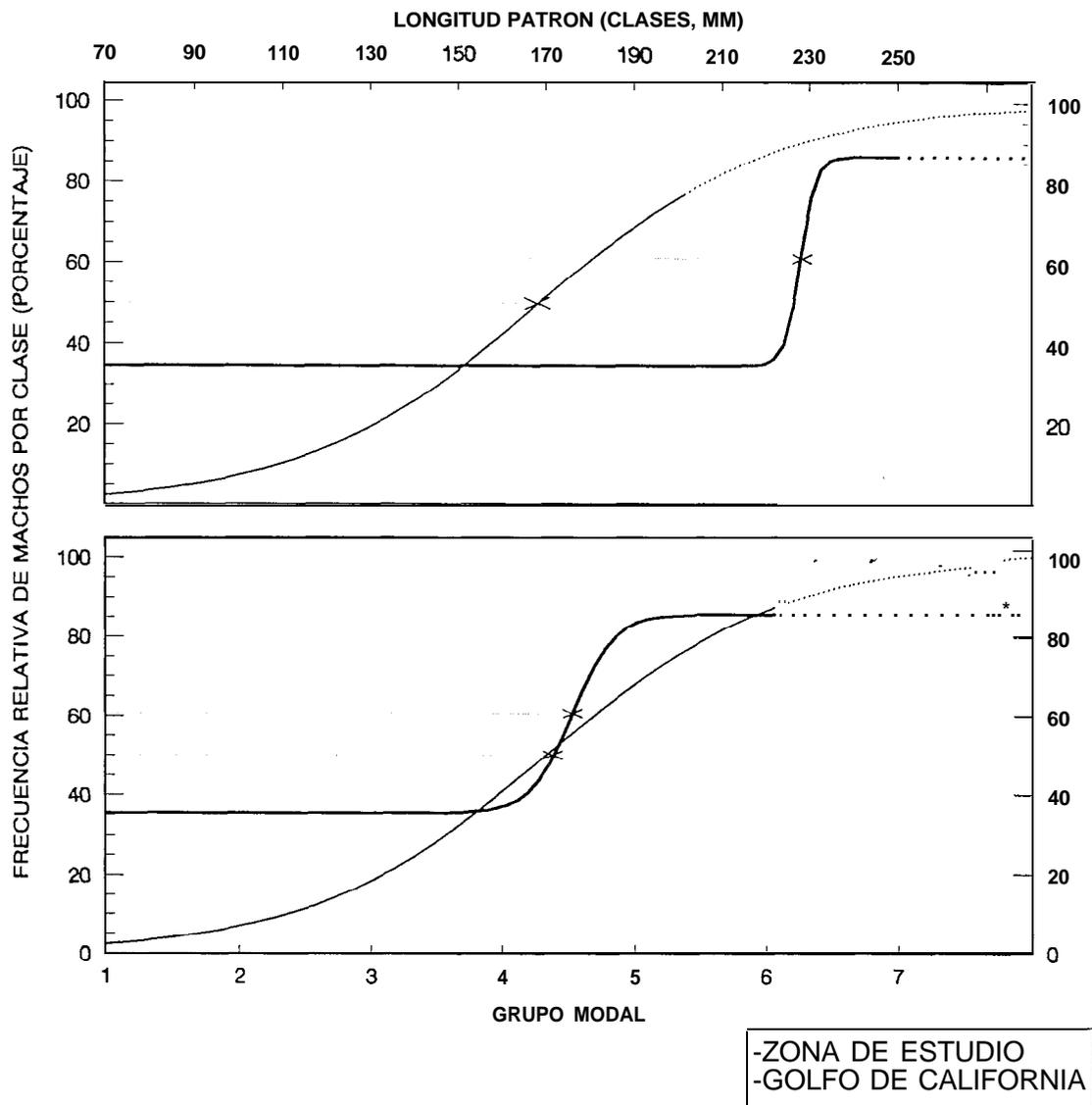


Figura 41. Ajuste de los modelos logísticos a los valores de frecuencia relativa de machos y transformantes por clase de talla (gráfica superior) y grupo modal (gráfica inferior), para la población estudiada y para la del norte del Golfo de California según datos de Hastings (1989). Para la población del Golfo se calculó el valor modal según la ecuación de crecimiento presentada por Chávez y Arvizu (1972). Las líneas continuas corresponden a la curva resultante de cada ajuste, y las cruces a los valores medios de transformación sexual. Nótese que cada gráfica tiene un sólo eje de ordenadas, que se muestra a derecha e izquierda para permitir la lectura de las frecuencias iniciales y finales. Dichas frecuencias se señalan con línea punteada.

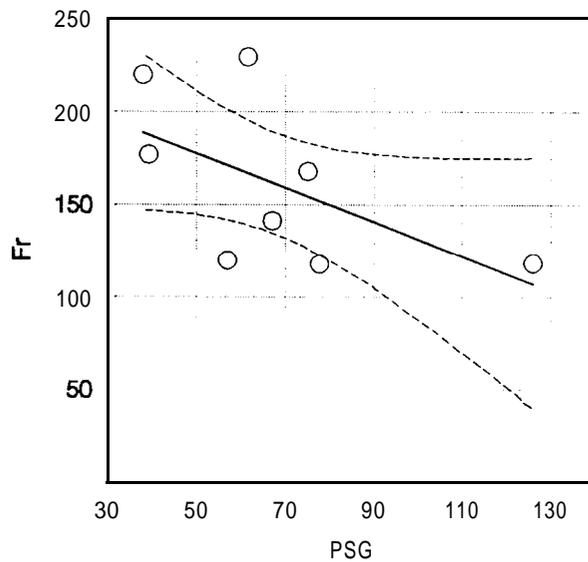
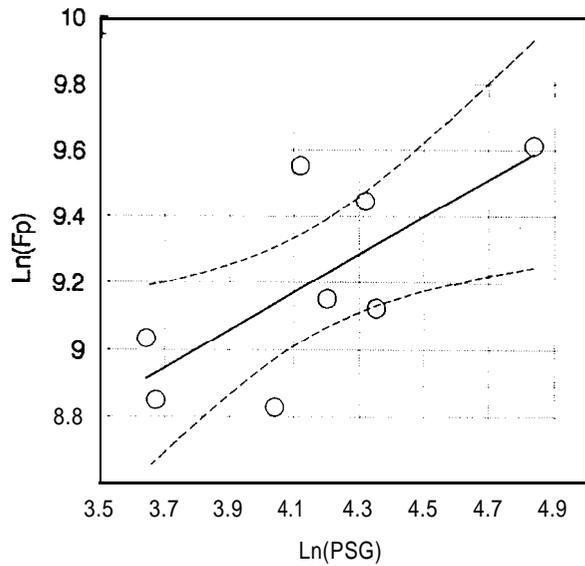


Figura 42. Diagrama de dispersión, recta de regresión e intervalos de confianza (99%) para las relaciones entre la fecundidad y el peso corporal sin gónada (PSG). **Arriba:** Relación entre el logaritmo natural del peso corporal ($\text{Ln}(\text{PSG})$) y el logaritmo natural de la fecundidad parcial ($\text{Ln}(F_p)$). **Abajo:** Relación entre el peso corporal (PSG , gramos) y la fecundidad parcial relativa (F_r , ovocitos por desove por gramo de peso corporal sin gónada).

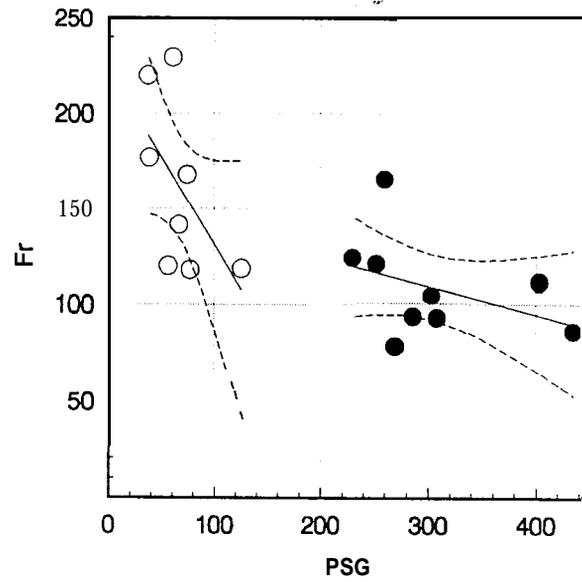
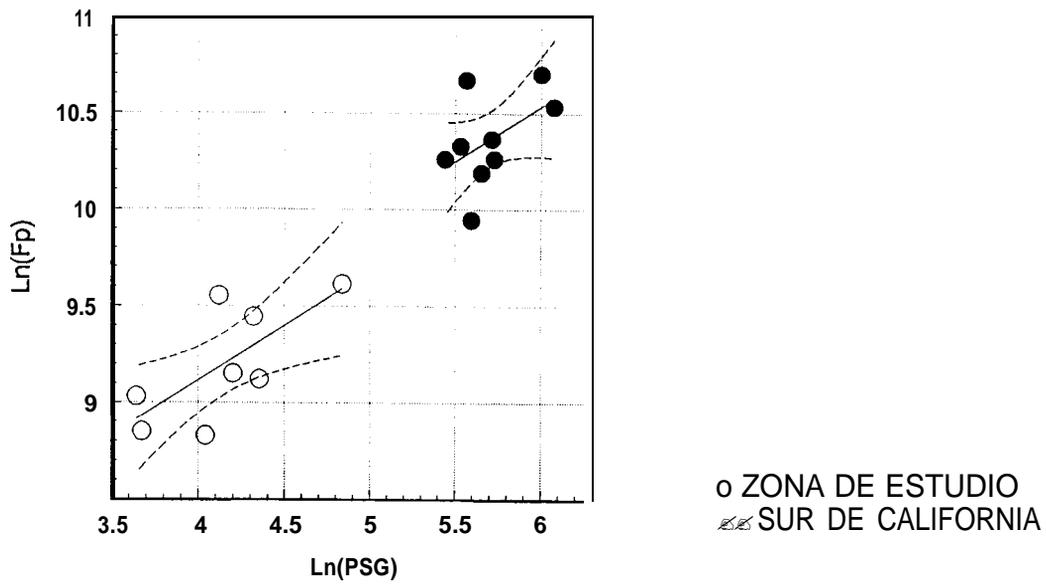


Figura 43. Mismas gráficas de la Figura 42, pero incorporando los datos de Oda *et al.* (1993) para la población de las costas de California.

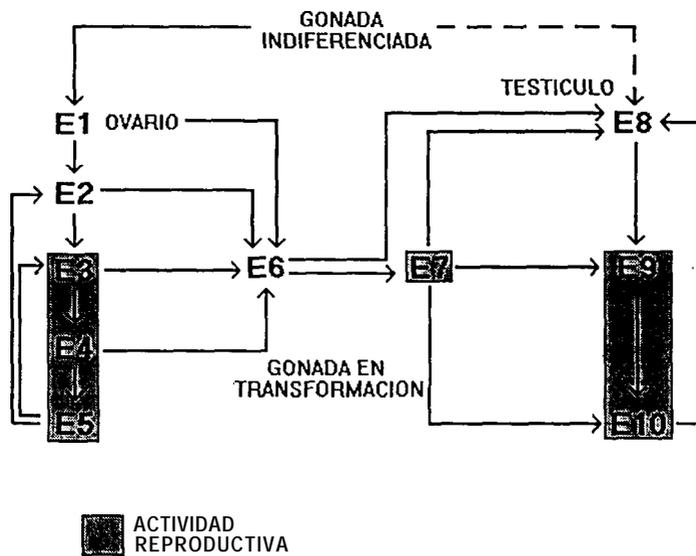
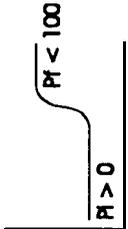
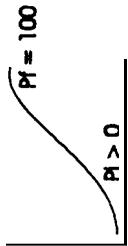
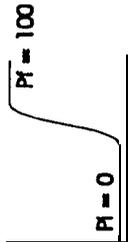
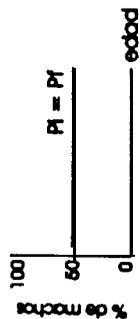


Figura 44. Esquema de la modalidad reproductiva de *P. maculatofasciatus* del área de estudio. Las flechas indican la transición de un estadio a otro, según la escala de madurez definida (ver texto). Los estadios enmarcados corresponden a los que presentan gametogénesis o desove. Las flechas sólidas denotan que la transición de un estadio a otro efectivamente ocurre, la flecha punteada indica que la diferenciación directa del testículo se propone sólo como hipótesis.



$$P_1 = \frac{\dots}{\dots}$$

| | | | | | |
|----------------------------------|--|--|---|--|---|
| Modalidad y mecanismos asociados | Hermafroditismo sincrónico. Estabilización de la modalidad reproductiva por mecanismos compensatorios ("trueque"). | Protoginismo monándrico completo. Valor selectivo del mayor tamaño, ventaja del macho grande y de la hembra pequeña. Selección de la edad óptima de transformación sexual. | Protoginismo diándrico completo. Regulación social de la transformación sexual. Oportunidad ambiental para la existencia de estrategias alternativas (machos alfa). | Protoginismo poliándrico incompleto. Éxito reproductivo de las estrategias alternativas: machos alfa y hembras no transformantes | Gonocorismo secundario. La ventaja selectiva de las estrategias alternativas se replazan al individuo protogínico por machos alfa y hembras no transformantes |
| | Representantes | Serranidos protogínicos ancestrales La generalidad de los serranidos protogínicos actuales | <i>P. maculato/fasciatus</i> en el norte del Golfo de California | <i>P. maculato/fasciatus</i> en Bahía Magdalena | <i>P. humeralis</i> (costas de Chile). Probablemente <i>P. clathratus</i> y <i>P. maculato/fasciatus</i> en California. |
| Densidad poblacional | Limitada por la competencia intraspecífica en el contexto de espacio y recursos restringidos. | Poosibilidades para el desarrollo de poblaciones más numerosas, gracias a la explotación de hábitats alternativos | Elevadas densidades poblacionales | Poblaciones extremadamente abundantes, gracias a la explotación intensiva del hábitat arenoso | Generalmente elevadas, al punto de exotar pecuías de cierta relevancia. |
| Competencia por gametos | Moderada, gracias a la existencia de cortejos discretos y permanentes | Aumenta al eliminarse el cortejo, y conforme se desarrollan poblaciones más numerosas | | Muy elevada, por las altas densidades poblacionales y la no persistencia de la unidad social | Elevada en general, dado que las poblaciones suelen ser numerosas |
| Edad de madurez | Temprana, por la baja longevidad | Tardía, seleccionada por su efecto en incrementar el crecimiento y el valor selectivo del mayor tamaño | | Temprana, por la muy elevada competencia por gametos | En general tardía, por el valor selectivo del tamaño |
| Proporción de sexos | Proporción 1:1 por el efecto del cortejo | Proporción a favor de las hembras, debido al protoginismo y al efecto de la mortalidad en la frecuencia de organismos grandes | | Se aproxima al 1:1, por las altas frecuencias de machos alfa | Se alcanza la proporción estable de 1:1 |
| Hábitat | Rocoso-arrecifales | Rocoso-arrecifales, pero con explotación de los fondos arenosos | | Arenoso-limosos | Arenosos diversos |
| Unidad social | Permanente, sobre la base de parejas. No implica el control de un grupo de reproductores | Se elimina la pareja. Harem, macho que controla un territorio y un grupo de hembras | Más dinámica, por la elevada densidad poblacional. | | Desaparición de la unidad social y su efecto regulador sobre la transformación. La transformación y la proporción de sexos pasan al nivel poblacional |
| Cortejos | "Trueque de huevos", los integrantes de la pareja alternan su función masculina y femenina | Eliminación del "trueque" por el éxito de la estrategia protogínica. El cortejo se establece en función del harem | Menor control del macho sobre su unidad social (territorio y grupo de reproductores) | | El cortejo desaparece conforme se eliminan la unidad social y el territorialismo |
| Transformación | Generalmente no existe. En <i>S. subfiguratus</i> las clases superiores son dioicas. | Generalmente postmaduracional. Fuera de la temporada de desove, que permite un mayor éxito reproductivo, gracias a la existencia de unidades sociales permanentes | | Pre y postmaduracional. Durante la temporada de desove, al no existir unidad social | Estrictamente premaduracional en <i>P. humeralis</i> . Inducible en <i>P. maculato/fasciatus</i> |
| Morfología gonadal | Gónada delimitada Hidratación extrafolicular Espermatogénesis en túbulos y ovogénesis simultáneas. | Gónada no delimitada Hidratación extrafolicular Espermatogénesis en túbulos posterior a la regresión del tejido ovárico | Gónada no delimitada Hidratación intrafolicular Espermatogénesis intralamelar | Gónada no delimitada Hidratación intrafolicular Espermatogénesis intralamelar no condicionada a que finalice la transformación. | Gónada no delimitada Hidratación intrafolicular espermatogénesis intralamelar al menos en <i>P. maculato/fasciatus</i> <i>P. clathratus</i> y <i>P. nebulifer</i> |

Figura 45. Posible evolución de las modalidades reproductivas de *Paralabrax spp.* Gráficas: Frecuencias relativas de machos y transformantes por clase de edad para diferentes etapas, observadas e hipotéticas. P_1 : Porcentaje de machos en la primera clase de edad. P_2 : porcentaje de machos en las clases más avanzadas. Cuadro: Modalidad en cada etapa y mecanismos evolutivos asociados, representantes de cada modalidad y características ecológicas, morfológicas y etológicas relacionadas.