

Instituto Politécnico Nacional

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

Efecto **de la** alimentación sobre los desoves de la cabrilla arenera *Paralabrax*
maculatofasciatus (Teleostei: Serranidae) mantenida en cautiverio.

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

Biol. Mar. Martín Oscar Rosales Velázquez

La Paz, Baja California Sur. Noviembre de 1997.

ÍNDICE GENERAL

	Pag .
Glosario	v
Lista de cuadros	v i i i
Lista de figuras	i x
Resumen	x
Abstract	x i
1: INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2. 1. Información de la especie	3
2. 2. Aspectos reproductivos de peces	5
2.3. Alimentación de los peces y su efecto en los procesos reproductivos	11
2. 4. Calidad de los gametos	14
2. 4. 1. Ovocitos	14
2. 4. 2. Espermatozoides	15
2. 5. Evaluación del estado de madurez de machos y hembras	15
2. 6. Índice gonadosomático y factor de condición simple	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
4. 1. Objetivo general	19
4. 2. Objetivos particulares	19
5. METODOLOGÍA	20
5. 1. Área de captura	20
5. 2. Obtención de reproductores	20
5. 3. Cuarentena y aclimatación	22
5. 4. Características del sistema cerrado de inducción al desove	23
5. 5. Determinación del sexo	25
5. 5. 1. Marcado	25
5. 6. Maduración gonádica	27
5. 7. Experimentos realizados y tratamientos alimentarios	27
5. 7. 1. Desove espontáneo y evaluación cuantitativa de los desoves	31
5. 7. 2. Condición de los productos sexuales	34

5. 7. 3. Índice gonadosomático y factor de condición simple	35
5. 8. Análisis estadístico	36
6. RESULTADOS	38
6. 1. Marcado	38
6. 2. Evaluación cuantitativa de los desoves	38
6. 3. Evaluación de la viabilidad de los desoves	40
6. 4. Condición de los productos sexuales	41
6. 5. Índice gonadosomático y factor de condición simple	42
7. DISCUSIÓN	44
8. CONCLUSIONES	53
9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO	53
10. BIBLIOGRAFÍA	55
11. ANEXOS	

Glosario

Alveolo cortical.- Pequeños gránulos que se acumulan debajo de la membrana vitelina al comenzar la vitelógenesis (Houillon, 1978).

Atresia.- Ovocito que se ha detenido en su desarrollo y que se encuentra en reabsorción (Carrillo y Zanuy, 1993).

Desove espontáneo.- En peces se refiere al hecho de que estos logren la puesta de huevos sin que se de una manipulación manual de los organismos (Robaina, 1994).

Eleuteroembrión.- Es una fase del período embrionario, también conocida como embrión libre y se reconoce a partir de la eclosión del huevecillo hasta antes de la completa absorción del saco vitelino (Balon, 1984).

Embrión.- Fase del período embrionario, comprendida desde el cierre del blastoporo hasta el momento de la eclosión (Balon, 1984).

Factor de condición.- Es un índice basado en la relación que guarda la longitud con el peso del pez y refleja el estado nutricional o de salud de un individuo, algunas veces es interpretado como un índice de crecimiento (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Fecundidad.- Es el número de huevos en el ovario que pueden madurar durante una temporada reproductiva en particular. En desovadores parciales se refiere al total de desoves por temporada por el promedio de huevos por desove (Cailliet *et al.*, 1986).

Folículo.- Conjunto de células que rodean al óvulo en maduración (Weisz, 1980).

Folículos postovulatorios.- Células externas que rodean al ovocito y que quedan como vestigio después de que el ovocito ha sido liberado (Houillon, 1978).

Glóbulo de aceite.- Lisosomas modificados que adquieren forma esférica y que se forman al fusionarse las vesículas de vitelo, muchas especies de peces presentan uno o mas glóbulos en o cerca de la masa vitelina, que sirve inicialmente como una estructura de flotación o equilibrio y que al consumirse es utilizado como recurso potencial de energía (Carrillo y Zanuy, 1993).

Gónada.- Tejido germinativo en el que tiene lugar el desarrollo de las células reproductoras y que se diferencian en femenina y masculina (Balinski, 1978).

Gonocorismo.- Forma de sexualidad en la que los gametos masculinos y femeninos proceden de individuos distintos (individuos gonocóricos), determinados genéticamente, y permanecen en esa condición durante todo su ciclo de vida (Thresher, 1984).

Gonocorista secundario.- Término aplicado a organismos considerados con sexos separados y derivados de un ancestro hermafrodita (Smith y Young, 1966).

Huevo.- En peces, su desarrollo comprende dos fases del periodo embrionario según Balon (1984); segmentación y embrión. Inicia desde que es fecundado el ovocito y termina en el momento de la eclosión.

Hermafrodita protogínico.- Individuo que durante toda su ciclo de vida presenta gonadas de los dos sexos, pero inicialmente son gonadas femeninas y después de un periodo de transición se transforman en gonadas masculinas (Hastings, 1989).

Larva.- Este período del ciclo de vida de los peces se inicia posterior a la absorción del saco vitelino y comprende según Kendall *et al.* (1984) tres fases, que son preflexión, flexión y postflexión.

Manipulación fototérmica.- Se refiere a la técnica para regular e inducir el proceso reproductivo, mediante el control de la temperatura y el fotoperíodo (Baggerman, 1980).

Membrana vitelina.- Formación extracelular que rodea al ovocito, está formada por proteínas fibrilares y mucopolisacaridos. En los peces recibe el nombre de **corion**. (Balinski, 1978).

Ovocito.- Célula sexual femenina en fase de desarrollo terminal y que experimenta la meiosis pero que aún no esta lista para ser liberada (sin hidratarse) (Balinski, 1978).

Ovolema.- Membrana celular del óvulo (Balinski, 1978).

Ovoplasma.- Citoplasma del óvulo el cual ha aumentado de cantidad y calidad, mediante la elaboración y distribución regular de varias inclusiones celulares esenciales para el desarrollo del embrión (Bahnski, 1978).

Ovotestículo.- Gónada que se encuentra en estado de transición y presenta gametos masculinos y femeninos (Tobin *et al.*, 1997).

Óvulo.- Célula sexual femenina madura e hidratada., y lista para ser liberada al medio para que se lleve a cabo, la fecundación (Balinski, 1978).

Recrudescencia gonadal.- Es el estado de la gónada cuando aumenta de tamaño durante el ciclo reproductor, incluso alcanza el valor más alto del índice gonadosomático (Carrillo y Zanuy, 1993).

Segmentación.- Serie de divisiones mitóticas, que se suceden unas a otras rápidamente dando como resultado una masa compacta de células, dispuestas formando un cuerpo esférico vacío, la blástula, conformada por una capa de células, el blastodermo, y rodeada por una cavidad, el blastocele (Balinski, 1978).

Teca.- Envoltura de tejido conjuntivo vascularizado de origen mesenquimatoso y que rodea a los folículos en crecimiento (Carrillo y Zanuy, 1993).

Vitelo.- Sustancia nutritiva del embrión al iniciarse el desarrollo y que se encuentra acumulado en la célula sexual femenina, sus componentes químicos principales son; proteínas, fosfolípidos, y en menor grado grasas neutras (Balinski, 1978).

Vitelogénesis.- Representa el principal acontecimiento funcional del crecimiento del ovocito y constituye uno de los mejores ejemplos de especialización celular de endocitosis de proteína (carrillo y zanuy, 1993).

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

Lista de cuadros

	Pag
Cuadro 1	1
Contribución de la acuicultura a la producción mundial de peces marinos.	
Cuadro 2	9
Listado de algunas especies de peces marinas y dulceacuícolas inducidas a la maduración gonadal y al desove espontáneo mediante manipulación fototérmica.	
Cuadro 3	11
Listado de especies de serránidos que han desovado en forma espontánea en cautiverio.	
Cuadro 4	29
Comparación de los ingredientes utilizados para la elaboración del alimento y los reportados por otros autores.	
Cuadro 5	31
Análisis proximal de los tratamientos alimentarios utilizados.	
Cuadro 6	39
Características cuantitativas de los desoves de <i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	
Cuadro 7	40
Porcentajes promedio de eclosión y supervivencia a la absorción del saco vitelino	
Cuadro 8	40
Valores promedio de algunas biometrías de huevos, eleuteroembriones y larvas (mm y error estandar), Exp. 2a.	
Cuadro 9	41
Condición del semen (fluidez y motilidad) en machos reproductores de <i>P. maculatofasciatus</i> , evaluados al finalizar el Exp. 2a (valores promedio por tanque, cada tanque n= 5).	
Cuadro 10	42
Promedios del estado de madurez de los ovocitos y longitud y peso de las hembras alimentadas con pescado y dieta 50, al finalizar el Exp. 2a.	
Cuadro 11	42
Promedios y error estandar por tanque del índice gonadosomático al finalizar el Exp. 1.	
Cuadro 12	43
Factor de Condición Simple de los reproductores en el Exp. 1 (promedio y error estandar).	
Cuadro 13	43
Factor de condición simple de los reproductores en el Exp. 2a (promedio y error estandar).	

Índice de Figuras

	Pag.
Figura 1 Zona de captura de los reproductores de la cabrilla arenera <i>P. maculatofasciatus</i> .	21
Figura 2 Componentes del Sistema Cerrado de Inducción al Desove.	23
Figura 3 Esquema lateral en donde se muestra la manera en que el agua es drenada al recolector.	24
Figura 4 Secuencia del marcado de peces.	26
Figura 5 Se muestran algunos detalles del filtro biológico.	32
Figura 6 Separación de huevecillos fecundados de los no fecundados.	33

RESUMEN

En México, el cultivo de peces marinos se encuentra a nivel experimental, y aún se desconocen algunos detalles que nos permitan establecer una tecnología para su cultivo. Uno de estos son las necesidades alimentarias de los peces reproductores, que a pesar de utilizar algunos alimentos con aparente éxito no se han realizado estimaciones que nos permitan concretar si son los más adecuados. Esto refuerza la importancia de estudios encaminados a la evaluación de dietas en peces marinos.

En el presente estudio se analizó el efecto de la alimentación en los desoves de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*. Se indujeron a la maduración gonádica por tratamiento ambiental (fotoperíodo y temperatura) cuatro lotes de peces capturados en la Bahía de La Paz y mantenidos en un Sistema Cerrado de Inducción al Desove de agua marina.

Se realizaron dos experimentos. En el primero (**Exp. 1**) se utilizaron dos tipos de alimento, uno consistió en juveniles de pescado entero (pescado), el otro fue un alimento en presentación húmeda con 35 % de proteína (dieta 35). En el segundo experimento (**Exp. 2a**) también se usó pescado y un alimento preparado con 50 % de proteína (dieta 50), y tres meses después se ofreció pescado a los que se alimentaron con la dieta 50 (**Exp. 2b**), se comprobó el efecto del alimento en los desoves, debido a que hubo una recuperación en cuanto al porcentaje y volumen de huevos fecundados de los lotes de peces alimentados anteriormente con la dieta 50.

Solo en el **Exp. 1** se evaluó el índice gonadosomático. Además, en los **Exp. 1 y 2a**, se realizaron ensayos cortos de desarrollo para el primer desove y se analizaron los porcentajes de eclosión y de supervivencia hasta la absorción del saco vitelino. También, en estos experimentos se calculó el factor de condición simple. Por otra parte, en el **Exp. 2a**, se analizaron los diámetros del huevo y del glóbulo de aceite, las longitudes notocordales de eleuteroembriones y larvas, y en los reproductores, la madurez gonádica, y la fluidez y motilidad del semen.

Al aplicar el análisis de *varianza* de una vía, en algunos casos se encontraron diferencias significativas, favoreciendo siempre con valores superiores a los peces alimentados con pescado. Estas diferencias correspondieron al índice gonadosomático, a la fluidez del semen, el factor de condición simple (solo las hembras), a los diámetros del huevo y del glóbulo de aceite.

Así con base en los resultados anteriores se concluye que el pescado fue mejor alimento que las dietas probadas en el presente estudio. En relación al desempeño reproductivo, se encontró que el alimento tiene un efecto directo en la cantidad y calidad de los desoves.

ABSTRACT

In Mexico, marine fish culture is still at an experimental level, therefore important details are unknown to manage technology in the culture. One specific technology is the broodstock feed. Although some diets have been used and pretend to be successful, they have not been proved to be the best. In Mexico, this encourages more investigation about the nutrition effect on spawning of marine fish.

In this study, the food effects in the reproductive process in spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* were analyzed. In Bahía de La Paz, four fishstock groups were captured and kept in captivity in the Laboratory of Experimental Biology in the Recirculating System in sea water. They were induced to gonadal maturation by using photoperiod responses and temperature changes.

Two experiments were made. In the first (Exp. 1), two kinds of diet were used. One consisted of fish trash (pieces) and the other consisted of a wet prepared food with 35 % protein (diet 35). In the second experiment (Exp. 2a), the same diets were used, but the wet prepared food was 50 % protein (diet 50). After 3 months, those which had been fed with diet 50, were then fed with fish trash also.

In both experiments, the volume of the expelled eggs and percent viable were compared. In all cases, the fishstock fed with fish trash shown the best result.

In the second stage of the experiment two (Exp. 2b), it was that food had a notable effect on spawning because volume of expelled eggs and percent viable in the fishstock that had fed on diet 50 previously showed a better result.

Only in Exp. 1, was the gonadosomatic index evaluated. In Exp. 1 and Exp. 2a, as a short experiment, in the fish from the first spawning, the percent to egg hatching and the survival while yolk was absorbed were analyzed. Also, in these experiments, the simple condition factor was calculated. In Exp. 2a, the egg diameter, the oil globule, the notochordal length of the eleuthere embryo and larvae were analyzed. In the broodstocks, the gonadal maturation and the sperm effluent and motility were analyzed also.

Using one-way ANOVA, I found significant differences, with better results in those fed with fish trash. These differences refer to gonadal index, the sperm effluent, the simple condition factor (only in females), the egg diameters, and the oil globule.

In the conclude, fish trash was better than the other diets used in this study. Thus, I found food has an important effect in the quantity and quality of spawning.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones permanentes del hombre ha sido garantizar su alimentación en los futuros inmediato y mediano (Juárez-Palacios y Palomo-Martínez, 1988). La búsqueda de fuentes alternativas para proveerse de alimento, ante la demanda cada vez mayor de los mismos, ha propiciado en el ámbito marino un incremento de la industria pesquera y de alimentos procesados del mar, por medio de la implementación de tecnologías de cultivo de organismos marinos.

La acuicultura en la actualidad es una fuente importante de producción de alimento para satisfacer la creciente demanda de proteína (Hepher y Pruginin, 1989). Además, conlleva una serie de actividades que incluyen la producción, el proceso, el transporte y la venta de organismos acuáticos (Wheaton, 1977).

Los peces son un recurso ampliamente distribuido en el mundo y como alimento en la actualidad, contribuyen con el 6% al abastecimiento total de proteína para consumo humano directo (Sarig, 1989).

El cultivo de peces marinos se ha estado desarrollando consistentemente. Según los reportes de la FAO (1994), el volumen de peces capturados por pesca presenta una leve disminución de 1986 a 1992, mientras que en el caso de la piscicultura se reporta un incremento del 56 % en el mismo período (cuadro 1).

AÑO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Porcentaje
PESQUERÍAS	69,303	68,621	72,223	72,271	68,957	67,487	66,842	- 3.6
PISCICULTURA	234	263	288	284	311	344	365	+ 56 %

Cuadro 1. Contribución de la piscicultura a la producción mundial de peces marinos (Tm. *) (fuente FAO, 1994).

* Toneladas métricas

La demanda de productos pesqueros esta en aumento **constante** y dado que no se ha presentado un incremento apreciable por captura, una forma de cerrar esta brecha sería aumentando la producción de peces por medio de la acuicultura (Hepher y Pruginin, 1989).

En este contexto, la piscicultura tiene por objeto el aprovechamiento de los peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento y reproducción (Huet, 1978).

El ciclo de vida de cada especie, y en especial la etapa reproductiva, está íntimamente relacionada con factores ambientales **tales** como la temperatura, el fotoperíodo y la disponibilidad de alimento; que influyen directamente sobre la estimulación hormonal (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Es posible ajustar de manera controlada el balance endocrino de algunas especies de peces variando el fotoperíodo y con diferentes regímenes de temperatura (Watanabe, 1990). Al controlar la temperatura del agua y el fotoperíodo, es factible modificar la duración del periodo reproductivo de peces mantenidos en cautiverio (Heath, 1990). El fotoperíodo también influye en la maduración gonádica (Baggerman, 1980) induciendo cambios en el tiempo de diferenciación de las fases del desarrollo del **ovocito** y del desove (Carrillo et *al.*, 1989).

Otro factor importante que debe ser considerado particularmente para lograr la maduración gonádica y que resulta ser determinante en la buena calidad de los productos sexuales es la dieta, mediante su manipulación en peces ovíparos y ovovivíparos en condiciones de cautiverio es posible evaluar los efectos en la edad de primera reproducción, así como la frecuencia de desoves, el número de huevos desovados y el peso o talla de los mismos (Luquet y Watanabe, 1986).

Las investigaciones de nutrición de peces, basadas en estudios de digestión y utilización metabólica se iniciaron a partir de la década de los 50's (Yamada, 1986). Sin embargo, a pesar

de los trabajos realizados, y aunque se tiene conocimiento del considerable efecto de la nutrición sobre el desarrollo gonadal y la fecundidad, es poca la información sobre los requerimientos nutricionales para la maduración gonadal en los reproductores (Watanabe, 1990). Del mismo modo, la fecundidad potencial en hembras de peces, en ocasiones está evaluada a un nivel subóptimo debido a que el efecto de la dieta y alimentación sobre la vitelogénesis y viabilidad de los huevos están pobremente entendidos (Washburn et al., 1990). Por tanto la presente investigación tiene el propósito de contribuir a conocer el efecto de la nutrición en los reproductores de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*.

2. ANTECEDENTES

2.1. Información de la especie

Los peces de la familia Serranidae constituyen el grupo más diversificado de peces dentro de los perciformes estando compuesta por tres subfamilias, 62 géneros y 449 especies (Nelson, 1994). En la región del Pacífico mexicano, las especies de cabrillas con valor comercial son: *Mycteroperca jordani*, *M. rosacea*, *M. xenarcha*, *Epinephelus itajara*, *E. analogus*, *E. acanthistius*, *Diplectrum pacificum*, *Paralabrax auroguttatus*, *P. clathratus*, y *P. maculatofasciatus* (Heemstra, 1995).

La cabrilla arenera *P. maculatofasciatus*, habita en bahías y zonas costeras sobre fondos arenosos cercanos a rocas o praderas de plantas marinas, y se alimenta durante el día de pequeños peces y crustáceos bentónicos (Heemstra, 1995). Se distribuye desde Guerrero, México, hasta Monterey, California en los Estados Unidos Americanos, incluyendo el Golfo de California (Miller y Lea, 1972) siendo más abundantes en el alto Golfo de California que en la

parte inferior del mismo. Tolera temperaturas de 7.5 a 32°C por lo que se considera euritermo (Thomson *et al.*, 1987).

La cabrilla arenera, es un serránido hermafrodita con un comportamiento reproductivo complejo, en las costas de California, Oda *et al.* (1993) reportan que es un gonocórico secundario; en el Golfo de California, Hastings (1989) menciona que es un protogínico diandrónico completo, de tal forma que los individuos en sus primeras etapas son hembras y después se tornan en machos, derivándose de esto una distribución de tallas en relación al sexo; Lluch-Cota (1995) por su parte se refiere a la cabrilla como un protogínico poliándrico incompleto en Bahía Magdalena; y para la Bahía de la Paz se menciona que es un hermafrodita protogínico siendo factible encontrar hembras en etapa de madurez gonádica desde los 150 mm y ejemplares machos maduros desde los 190 mm (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995).

La cabrilla arenera, como la mayoría de los serránidos, desova más frecuentemente en horas avanzadas de la tarde y al anochecer (Fisher y Petersen, 1987) y aunque es capaz de desovar diariamente el intervalo más frecuente es de alrededor de dos días (Oda *et al.*, 1993), aunque en un trabajo más reciente, Lluch-Cota (1995) menciona que según un análisis histológico la frecuencia de desoves resultó en 2.6 días/desove, aunque en la identificación de folículos postovulatorios de día 0 y 1 señala que algunas hembras son capaces de desovar diariamente corroborando lo señalado por Oda *et al.* (1993). Por otro lado, también se menciona que los serránidos parecen tener una periodicidad de sus desoves relacionados con el ciclo lunar en su fase de cuarto menguante (Shapiro, 1987; Toledo *et al.*, 1993).

Oda *et al.* (1993) reportan que los huevecillos de tres especies de *Paralabrax* (*P. clathratus*, *P. maculatofasciatus* y *P. nebulifer*) tienen un talla de 0.72-0.84 mm de diámetro al hidratarse y un talla de 0.86-0.90 mm al preservarse con formalina al 5 %; por su parte Butler *et*

al. (1982) menciona que los huevecillos de *P. maculatofasciatus* miden de 0.80-0.89 mm de diámetro, en las costas de California.

En relación al género *Paralabrax*, estimaciones que se han hecho sobre su fecundidad total, De Martini (1987) menciona que es proporcional al cubo de la longitud corporal, mientras que Oda *et al.* (1993) reporta fecundidad parcial con valores de 45,000 huevos por desove ‘como promedio y Lluch-Cota (1995) del mismo modo da valores de 10,300 (7,000-15,000).

Canal (1993) en Perú analizó el desarrollo gonadal de la cabrilla *P. humeralis* durante los años de 1984 a 1991, encontrando que la especie esta sujeta a un ciclo anual con un pico de actividad de noviembre a marzo. Avilés-Quevedo *et al.* (1995) presentan un análisis anual de la actividad reproductiva de la población natural de la cabrilla arenera *P. maculatofasciatus*, mediante un estudio histológico de las gónadas y reportan una mayor actividad en los meses de febrero a mayo con un pico en abril, y con una menor incidencia de desovantes en los meses de septiembre a noviembre, aunque su comportamiento esta muy ligado a la variación anual de temperatura.

2.2. Aspectos reproductivos de peces

En la acuicultura, uno de los factores más importantes para su desarrollo es el suministro constante de semilla (juveniles) por lo que la reproducción de los adultos y todos los aspectos que en ella se involucren deben estudiarse minuciosamente.

Robaina (1994), menciona que el fundamento teórico para lograr la maduración gonádica y el desove se basa en la posibilidad de incidir en los procesos endocrinos que intervienen en la reproducción de las especies, la cual incluye tanto procesos internos

(endocrinológicos y genéticos), como externos, de origen ambiental (atmosféricos e hidrológicos) así como de origen endocrino liberados al medio ambiente (ferohormonas).

La vitelogénesis representa el principal acontecimiento funcional del crecimiento del ovocito y comprende la disposición de vitelogenina (lipoglicofosfoproteína). Esta es sintetizada en el hígado y liberada a la sangre en respuesta a los estrógenos circulantes y constituye el principal precursor de las proteínas del vitelo (Carrillo y Zanuy, 1993).

La vitelogenina llega a la superficie del ovocito a través de la circulación sanguínea, después de atravesar las células mesoepiteliales, la teca, la lámina basal, los espacios intercelulares de la granulosa, la matriz extracelular y los canales de la zona radiata a lo largo de las microvellosidades del ovocito, alcanza el oolema. En ese lugar se forman unas vesículas recubiertas de clatrina que se desprenden de él y entran de manera aislada en el ovoplasma periférico. Estos se fusionan y dan lugar a lisosomas modificados, en los cuales se produce la ruptura proteolítica de la vitelogenina para dar lugar a la fosfovítina y lipovítelina, que son los principales componentes del vitelo. Los gránulos de vitelo se fusionan posteriormente para formar los glóbulos del vitelo (Wallace y Selman, 1981).

En teleósteos marinos con desoves pelágicos, los glóbulos de vitelo se acumulan en forma de esferas de vitelo, las cuales se fusionan durante la maduración post-vitelogénica lo que confiere el aspecto transparente característico de los huevos pelágicos. Todos los procesos anteriores una vez iniciados pueden acelerarse o retardarse según el régimen hormonal, o incluso abortarse dando lugar a la atresia ovocitaria, lo cual representa una operación de limpieza del ovario, particularmente en especies que presentan un desarrollo asincrónico del ovario, con múltiples desoves (Carrillo y Zanuy, 1993).

Una vez completada la vitelogénesis, se produce la maduración de los ovocitos, reiniciándose la meiosis. Este estadio está acompañado por varios procesos de madurez tanto del núcleo como del citoplasma. Estos consisten principalmente en la migración de los cromosomas en la primera metafase meiótica seguida por la extrusión del primer cuerpo polar. Los cromosomas restantes entran en la segunda metafase meiótica y la meiosis se detiene otra vez. Detenido este proceso el ovocito llega a ser maduro y fertilizable (Wallace y Selman, 1981).

En los teleósteos marinos, se observa un incremento de 3 a 5 veces su volumen, y se debe fundamentalmente al proceso de hidratación que suele ir acompañado de una acumulación de iones potasio, de una defosforilación proteica y de una importante proteólisis de las proteínas del vitelo. En respuesta a la hidratación y a las vesículas de lípidos fusionadas para formar el glóbulo de aceite, los huevos flotan en el agua de mar (Carrillo y Zanuy, 1993).

La formación definitiva del huevo depende en gran medida de la regulación de las hormonas secretadas por la hipófisis y de la síntesis y secreción de esteroides secretados por los tejidos del ovario. La formación de los alvéolos corticales, parece ser que es el primer proceso verdaderamente dependiente de la GtH I. Durante la vitelogénesis, las células de la envoltura folicular responden a la gonadotropina circulante con la producción de estrógenos y permitiendo el acceso de la vitelogenina a la superficie del ovocito (Carrillo y Zanuy, 1993).

La producción de esteroides del ovario, así como la respuesta del ovario a la gonadotropina, varía durante el ciclo reproductivo de *Perca flavescens*. La producción más alta del estradiol se observa al inicio de la vitelogénesis y la de la testosterona después de la ovulación. En esta especie, los estrógenos están involucrados en la regulación de la vitelogenesis durante la ovogénesis (Dabrowski et al., 1996).

En la mayoría de los teleósteos, la maduración final del **ovocito** es un proceso rápido que abarca la migración del núcleo a la periferia y la subsecuente desintegración de la membrana de la vesícula germinal, acompañada por la coalescencia de los gránulos de aceite y un incremento en la transparencia del **ovocito**. La maduración final esta controlada por la **GtH II**, la cual estimula la producción de un esteroide que induce a la maduración por la pared del folículo. La maduración final del **ovocito** es seguida por la ovulación, y esta consiste en la separación del **ovocito** de las células que rodean el folículo, la hidratación, la ruptura de la pared folicular y la expulsión del óvulo (Lam, 1982).

En los machos, el proceso esta relacionado con la espermiación (la liberación de los espermatozoides de las células de Sertoli dentro de los **túbulos** seminíferos), la hidratación del fluido seminal (la cual puede ser considerada aparte de la espermiación), y la eyaculación (Lam, 1982). Los principales factores endocrinos involucrados en la regulación de la función reproductiva son la gonadotropina pituitaria y esteroides gonadales. En los teleósteos, los dos androgenos examinados más frecuentemente la 11-ketotestosterona y la testosterona, son sugeridos para el control de una variedad de procesos reproductivos que determinan el desarrollo de los testículos y la espermatogénesis (Dabrowski *et al.*, 1996).

Existen algunas especies de importancia comercial en las que no ha sido posible lograr su reproducción en cautiverio, esto se debe en algunos casos a que la **especie** ha sido introducida en un ambiente, donde las características son muy diferentes a las del hábitat natural y a que en las condiciones de confinamiento no existen aquellos factores que en condiciones naturales son los que inducen la reproducción de las especies (la salinidad, el fotoperíodo, la temperatura, la presión hidrostática, la turbidez del agua, las lluvias y otros) (Robaina, 1994).

En estos casos lo adecuado es tratar de simular estas características hasta conseguir las condiciones idóneas, si esto no es posible se recurre a la inducción hormonal como alternativa para el logro de la reproducción (Robaina, 1994). Sin embargo, los desoves obtenidos en forma espontánea de peces en cautiverio, mediante la manipulación del fotoperíodo y la temperatura (Cuadro 2), resultan de mejor calidad que los obtenidos por inducción al desove utilizando hormonas (Boonyaratpalin, 1991; Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón, 1994; Tucker, 1994), esto debido a que de alguna manera se simularon las condiciones que favorecen la maduración gonadal natural que a su vez favorece el desarrollo completo de ovocitos, por lo tanto los huevos producidos son mayores en tamaño, de más alta calidad (baja incidencia de malformaciones) y es posible obtenerse por períodos más amplios de tiempo, evitando de esta manera el estrés producido por el manejo al utilizar hormonas, de donde se destaca la importancia de un régimen fototérmico y una adecuada alimentación para el control de la maduración y para modificar el tiempo y la duración del desove (Bromage, 1991).

ESPECIE	FUENTE,
<i>Scophthalmus maximus</i>	Person-Le Ruyet et al, 1991
<i>Chanos chanos</i>	Liao, 1991
<i>Sciaenops ocellatus</i>	Colura et al, 1991
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Coves et al, 1991
<i>Lates calcarifer</i>	Boonyaratpalin, 1991
<i>Pagrus major</i>	Fukusho, 1991
<i>Morone saxatilis</i>	Blythe; Helrich, 1992
<i>Solea solea</i>	Baynes et al, 1993
<i>Paralichthys microps</i>	Silva, 1994
CUADRO 2. Listado de algunas especies de peces marinos y dulceacuícolas inducidas a la maduración gonadal y al desove espontáneo mediante manipulación fototérmica.	

El fotoperíodo y la temperatura tienen influencia sobre la gametogénesis y el desove en especies marinas templadas (Dabrowski *et al.*, 1996). El crecimiento, la tasa alimenticia y la conversión eficiente de alimento, así como la disponibilidad del mismo, son afectados por la temperatura, y estos tienen importante implicación para la gametogénesis como un factor

ambiental para iniciar la etapa temprana de la maduración gonádica. Sin embargo, hay ciertas evidencias que indican que las etapas tardías de la gametogénesis pueden ser controladas por la temperatura, en donde puede presentarse un desarrollo suspendido y un estado avanzado hasta la presencia de condiciones apropiadas de temperatura para disparar el desove (Bye, 1990).

En *Perca flavescens*, la modificación del régimen fototérmico causa disturbios en el patrón del esteroide del plasma y resulta en un desove temprano. La exposición de estos peces a los afluentes termales resulta en un desarrollo asincrónico de ovocitos y acelera el desove. Los peces con un régimen de manipulación fototermal acelerada tiene ovocitos más pequeños y gránulos de aceite más densamente colocados en la periferia que los ovocitos de los peces control. Datos preliminares sugieren que las características de motilidad de los espermatozoides (porcentaje de motilidad) pueden ser afectados por condiciones fototermiales (Dabrowski et al., 1996).

En relación a la inducción al desove espontáneo, Rosales-Velázquez et al. (1992) indujeron a un serránido, la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* mediante fotoperíodo de 13: 11 (luz:oscuridad, respectivamente) y temperatura de 23°C en un sistema cerrado. Para la misma especie, en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de La Paz, se han obtenido desoves espontáneos, utilizando un sistema de tipo abierto, por lo que sólo se han obtenido desoves en meses en que la temperatura lo permita (casi todo el año, con baja incidencia en los meses de septiembre a noviembre) (Avilés-Quevedo et al., 1995).

Referente a otras especies de serránidos, Tucker (1994), menciona que al menos 23 especies de serránidos han desovado espontáneamente en cautiverio (cuadro 3), señalando como característica importante de estas últimas que sean sedentarias y como factores determinantes la alimentación, la temperatura y la calidad del agua.

Nombre científico	Localidad
<i>Centropristis striata</i>	Florida
<i>Cromileptes altivelis</i>	Singapur, Taiwan
<i>Epinephelus akaara</i>	Japón, Hong Kong
<i>Epinephelus andersoni</i>	Sudáfrica
<i>Epinephelus awoara</i>	Taiwan
<i>Epinephelus coioides</i>	Filipinas, Malasia
<i>Epinephelus diacanthus</i>	Taiwan
<i>Epinephelus fasciatus</i>	Japón
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	Singapur, Taiwan, Indonesia, Arabia Saudita
<i>Epinephelus malabaricus</i>	Japón, Tailandia, Taiwan
<i>Epinephelus moara</i>	Japón
<i>Epinephelus polyphkadion</i>	Thaiti, Japón, Taiwan
<i>Epinephelus striatus</i>	Cuba, Gran.Cayman, Bahamas, Florida
<i>Epinephelus tauvina</i>	Kuwait
<i>Epinephelus tukula</i>	Taiwan
<i>Hypoplectrus gemma</i>	Florida
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	Florida
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Florida
<i>Mycteroperca microlepis</i>	Florida
<i>Mycteroperca venenosa</i>	Bahamas
<i>Plectropomus leopardus</i>	Japón, Taiwan
<i>Serranus subligarius</i>	Florida
<i>Serranus tigrinus</i>	Florida, Texas

Cuadro 3. Listado de especies de serranidos que han desovado en forma espontánea en cautiverio (Tucker, 1994).

2.3. Alimentación de los peces y su efecto en los procesos reproductivos

El simular las condiciones ambientales no es suficiente para lograr una reproducción exitosa, ya que un factor muy importante a considerar es la alimentación. Para esto se ha pretendido elaborar dietas artificiales que cubran sus requerimientos. En algunos trabajos se cita como alimento para reproductores de peces, trozos de pescado, con muy buenos resultados (Baynes *et al.*, 1993; Olivares *et al.*, 1993; Toledo *et al.*, 1993; Silva, 1994). Sin embargo, se presentan algunos problemas con su almacenamiento y costos, por lo que se recomienda el uso de ingredientes secos (Watanabe, 1990), pero estos no son muy bien aceptados por los reproductores por lo que una alternativa es formular un alimento a base de ingredientes secos pero con una presentación húmeda y semihúmeda.

En trabajos realizados sobre el efecto de la alimentación y la reproducción, Luquet y Watanabe (1986) realizan un estudio sobre la interacción nutrición-reproducción en los peces y

señalan que los peces marinos tienen requerimientos mayores de proteína que los peces dulceacuícolas o diádromos, así mismo los peces marinos tienen menos requerimientos energéticos.

El número y calidad de huevos producidos puede ser profundamente afectado por las condiciones bajo las cuales los reproductores son mantenidos, el tipo de dieta y la ración y el stock seleccionado por la granja (Bromage *et al.*, 1992).

Para *Oncorhynchus mykiss*, Washburn *et al.* (1990), determinan el efecto de las dietas sobre el desarrollo de los ovarios, la composición proximal del cuerpo, y el éxito en la reproducción, encontrando que el tratamiento alimentario no tiene efecto alguno en la histomorfología del desarrollo del ovario. Pero, los reproductores de peces alimentados con niveles bajos de proteína (30.3 %) y proteína intermedia (44.7 %) tuvieron desoves con mayor supervivencia a la eclosión. En la misma especie, Takeuchi *et al.* (1981) observan que una dieta de baja proteína y alto contenido calórico no afectan adversamente la reproducción, aunque la exclusión de elementos traza de la dieta sí.

Watanabe *et al.* (1985), en un estudio con adultos de *Pagrus major* detectaron que la calidad de la dieta interviene considerablemente en la reproducción, reflejándose en el porcentaje de eclosión de los huevos, e incluso pocos días antes de iniciar el desove, se incrementa o disminuye dicho porcentaje al suministrar dietas con calidad nutricional buena o mala, respectivamente.

Algunos autores han encontrado que la ración de la dieta tiene influencia en el éxito reproductivo, así, entre los resultados encontrados se observa que al administrar una ración completa (1 % de peso corporal/día) la tasa de crecimiento, el factor de condición, la fecundidad, la presencia temprana de ovocitos vitelogénicos, entre otros factores, es mayor que

para los peces alimentados con media ración (0.45 % de peso corporal/día). Sin embargo la composición química del huevo y la supervivencia a la eclosión no parecen ser afectados como en el caso de *Salmo gairdneri* (actualmente conocida como *Onchorrhynchus mykiss*, Springate *et al.*, 1985) y *Dicentrarchus labrax* (Cerdá *et al.*, 1994).

En relación al género *Paralabrax*, en Chile, Olivares *et al.* (1993) evaluaron el efecto de la alimentación sobre la maduración gonadal de *P. humeralis* en cautiverio, usando un alimento natural (moluscos, ascídeas y peces frescos en trozos) contra uno artificial (pienso seco formulado a base de ingredientes locales), de lo que resultó que con el natural se logró la maduración gonádica con un mes de anticipación que con el alimento artificial.

En la utilización de dietas artificiales, el porcentaje de proteína recomendado para peces reproductores oscila entre el 40-50 % (Luquet y Watanabe, 1986; Foscarini, 1988; Fukusho, 1991; Hepher, 1993). El nivel óptimo para los adultos de *Lates calcarifer* ha sido reportado de 40 a 45 % de proteína cruda y 12 % de lípidos, para esta misma especie, no existe información disponible de los requerimientos de aminoácidos esenciales (Bonyaratpalin, 1991).

En relación a los requerimientos de lípidos hay poca información de los niveles de grasas y tipos de ácidos grasos esenciales requeridos en las dietas de reproductores de trucha arcoiris y no han sido publicados estudios del efecto de diferentes niveles de calidad en estas especies (Bromage *et al.*, 1992), aunque, Watanabe (1990) menciona que los peces requieren ácidos grasos esenciales de la serie n-3, y especialmente los ácidos grasos altamente insaturados tales como el eicosapentanoico 20:5 (n-3) (EPA) y el docosahexanoico 22:6 (n-3) (DHA), los cuales están contenidos principalmente en grasas de origen marino. También señala que las especies de aguas cálidas tienen un requerimiento menor de ácidos grasos esenciales que las de aguas frías.

Bel1 *et al.* (1994) recomiendan que en peces marinos (*Scophthalmus maximus* L.), los ácidos grasos poli-insaturados de cadenas más largas como el EPA, el DHA y probablemente el ácido araquidónico, son requeridos para mantener un desarrollo y crecimiento normal.

Kanazawa *et al.* (1979), en un trabajo sobre bioconversión del ácido linolénico 18:3(n-3) a las formas de ácidos grasos altamente insaturados (EPA yDHA), inyectaron 18:3 (n-3) a algunas especies, entre las cuales se encuentran *Salmo gairdneri* (actualmente conocida como *Onchorhynchus mykiss*), *Plecoglossus altivelis*, y *Chrysophrys major* (actualmente conocida como *Pagrus major*), encontraron que fue convertido rápidamente en EPA y DHA por *O. mykiss*, moderadamente en *P. altivelis* y lentamente en *P. major*. También encontraron que las dietas elaboradas con estos ácidos grasos altamente insaturados tuvieron efecto considerable en la ganancia en peso, especialmente en el caso de *O. mykiss*.

2. 4. Calidad de los gametos

2.4. 1. Ovocitos

La buena calidad de los huevos es normalmente definida como aquella que exhibe baja mortalidad después de la fertilización, la formación de los ojos, la eclosión y la primera alimentación y los cuales producen el más rápido crecimiento y las crías más saludables. Existe variabilidad en la calidad de los huevos, aún en aquellos producidos por individuos del mismo lote de reproductores, mantenidos bajo condiciones aparentemente idénticas (Bromage *et al.*, 1992).

Muchos factores han sido implicados como posibles determinantes en la calidad de los huevos, uno de estos es la nutrición de los reproductores que influye en la composición química de los huevos, su diámetro y su sobremaduración (Watanabe *et al.*, 1985), cambio que

puede manifestarse por la sincronización o desincronización del desove de los reproductores (Bromage *et al.*, 1992). También se menciona que según resultados encontrados la ración del alimento tiene influencia en el tamaño del huevo, siendo menor para los peces que se les reduce su ración alimentaria a la mitad, como se observó para *Salmo gairdneri* (actualmente conocido como *Onchorhynchus mykiss* Springate *et al.*, 1985) y para *Dicentrarchus labrax* (Cerdá *et al.*, 1994).

2. 4.2. Espermatozoides

Los factores que afectan la calidad del espermatozoide en peces no han sido tan estudiados como en mamíferos y aves. La concentración del espermatozoide, la motilidad y la habilidad para fertilizar son las variables generalmente medidas. El buen manejo de reproductores requiere de conocer la calidad de los gametos producidos por ambos sexos (Geffen y Frayer, 1993). En resultados preliminares, Dabrowski *et al.* (1996), sugieren que para *Perca flavescens* las características de motilidad de los espermatozoides pueden ser afectadas por condiciones no adecuadas de fotoperíodo y temperatura.

La motilidad del espermatozoide está dada por su correcta morfología y su viabilidad; esta prueba es importante determinarla ya que de su vigor dependerá en gran parte el éxito de la fecundación (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

2.5. Evaluación del estado de madurez de machos y hembras

Al considerar seleccionar peces para fines reproductivos, es importante que sean robustos y en condiciones óptimas de salud (Álvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón, 1994). Algo más que se debe considerar a los machos para ser seleccionados es la calidad del

esperma, Geffen y Frayer (1993), consideran que entre las características del semen, la concentración de este, la motilidad y la capacidad para fertilizar son importantes para una buena selección.

También es importante realizar un monitoreo ovárico en las hembras para seleccionar a los organismos más adecuados para la inducción a la reproducción. Anteriormente la evaluación del estado de madurez gonádica de las hembras para su cultivo, se hacía en base a interpretaciones subjetivas como la forma del cuerpo, el grado de suavidad y la distensión del vientre, la apariencia del poro genital, la presencia de tubérculos nupciales, la coloración, y la expulsión de óvulos al aplicar una suave presión abdominal. Actualmente se han perfeccionado métodos directos de monitoreo ovárico (canulación) que nos permiten observar e identificar en las hembras, el momento de la migración del núcleo de los ovocitos. Ejemplo de esto son la canulación y el uso de soluciones aclaradoras, cuya acción es transparentar el citoplasma de los ovocitos y precipitar las proteínas del núcleo para observar la ubicación y aspecto de la vesícula germinal (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

2.6. Índice gonadosomático y factor de condición simple

El esfuerzo reproductivo primario se considera como el índice gonadosomático, este es el porcentaje del peso de la gónada con respecto al peso total del organismo, existe una relación entre el índice gonadosomático y el volumen de huevos (Miller, 1984). El índice gonadosomático alcanza un valor máximo antes del desove (Rodríguez-Gutiérrez y Marañón-Herrera, 1993).

Principalmente, el factor de condición esta basado en la relación que guarda la longitud patrón o total del pez con su peso, y puede indicar el estado de salud o bienestar que presenta

la cual varía según su estado de desarrollo y madurez. En algunos casos es posible determinar el periodo y duración de la madurez gonádica, para esto Rodríguez-Gutiérrez y Marañón-Herrera. (1993) utilizan el factor de condición múltiple para tratar de explicar los cambios producidos según las variaciones estacionales debidas a las fluctuaciones del metabolismo del pez relacionados con el proceso reproductivo.

3. JUSTIFICACIÓN

El abastecimiento de semilla en el medio natural esta supeditada a las variaciones en su abundancia y otras condiciones complejas (Toledo *et al.*, 1993). El éxito de cualquier tipo de cultivo depende en gran medida de la obtención de desoves de buena calidad, por lo que debe ocupar un apartado importante al plantear el establecimiento de un maricultivo.

El proponer un cultivo de peces marinos a nivel comercial utilizando el pescado en trozos como alimento no parece propicio. Aunque resulta más apetecible para algunos peces y puede estar disponible a precios bajos en regiones costeras, puede ser impropio si la transportación y el almacenamiento no son adecuados, debido a la inestabilidad de ciertas vitaminas y grasas además de propiciar el desarrollo de hongos y bacterias como posibles agentes de desnutrición y de enfermedades (Watanabe, 1990).

En la búsqueda de un alimento que cubra los requerimientos nutricionales para una reproducción exitosa, se ha pretendido utilizar dietas artificiales. Para estas, la mayoría de los nutrientes son secos por lo que el transporte, almacenamiento y el volumen de ingredientes alimenticios de calidad, asegura un continuo abastecimiento del alimento, al poder ser almacenados con mayor seguridad sin que estos se degraden (Watanabe, 1990).

En México no se han realizado trabajos sobre nutrición para reproductores de peces marinos, de ahí la importancia de cualquier esfuerzo encaminado hacia este tema. No obstante, desde 1991 en el Laboratorio de Biología Experimental del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, se ha utilizado con éxito el pescado congelado como alimento para reproductores de la cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofasciatus*. Por su parte, en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de La Paz, se ha utilizado una dieta semihúmeda para la misma especie, con aparente éxito, sin embargo no refieren comparación con otro tipo de alimento (Avilés-Quevedo *et al.*, 1995) Tomando como referencia el pescado, como alimento, resulta de interés el

planteamiento del uso de dietas artificiales como una necesidad, pretendiendo simular o superar los resultados obtenidos con pescado.

4. OBJETIVOS

4. 1. **Objetivo general**

Establecer el efecto de la alimentación en la reproducción de la cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofaciatus*, mantenida en cautiverio.

4.2. **Objetivos particulares**

- 1.- Probar dos tipos de alimento y su efecto en el desove de la cabrilla arenosa.
- 2.- Evaluar el efecto de la alimentación en relación al factor de condición simple de los peces.
- 3.- Evaluar el efecto de la alimentación en relación al índice gonadosomático.
- 4.- Evaluar el efecto de la alimentación en relación a los gametos producidos.
- 5.- Evaluar el efecto de los dos tipos de alimento con base en la calidad de los desoves obtenidos.

5. METODOLOGÍA

5.1. Área de captura

Los organismos reproductores de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* fueron capturados en la Ensenada de La Paz (Fig. 1), localizada en la península de Baja California al Sureste de la Bahía de La Paz, entre los 24° 06' y 24° 11' de latitud Norte y los 110° 19' y 110° 25' de longitud Oeste (Cervantes-Duarte, 1982).

La Ensenada de La Paz es un cuerpo de agua costero semicerrado, separada de la Bahía de La Paz por una barra arenosa de origen marino, denominada localmente como “El Mogote”, de aproximadamente 11 km. de longitud en sentido Este-Oeste, y aproximadamente 2.7 km. en su parte más amplia (Cervantes-Duarte, 1982). Tiene una superficie aproximada de 45 km² N.M.M. (Nivel Medio del Mar) con dos zonas definidas en cuanto a su morfología. En su región más Noroeste, un sistema de dos canales paralelos forman la boca de la Ensenada. Que tiene un ancho de 1.2 km. La profundidad de estos canales disminuye de 10 m en la boca hasta 3 m (N.M.M.) en su región más interna (Morales, 1982).

El valor medio anual de temperatura del agua es de 25° C (18.2-31°C) y salinidad de 36 ‰ (Espinoza, 1977).

5.2. Obtención de reproductores

La captura de organismos se efectuó en febrero de 1994, para el **Exp. 1** y en junio del mismo año para el **Exp. 2**. Estos se obtuvieron desde la orilla de la playa en la zona conocida como la “punta del mogote”, por medio de línea y anzuelo, usando pescado como carnada y calamar.

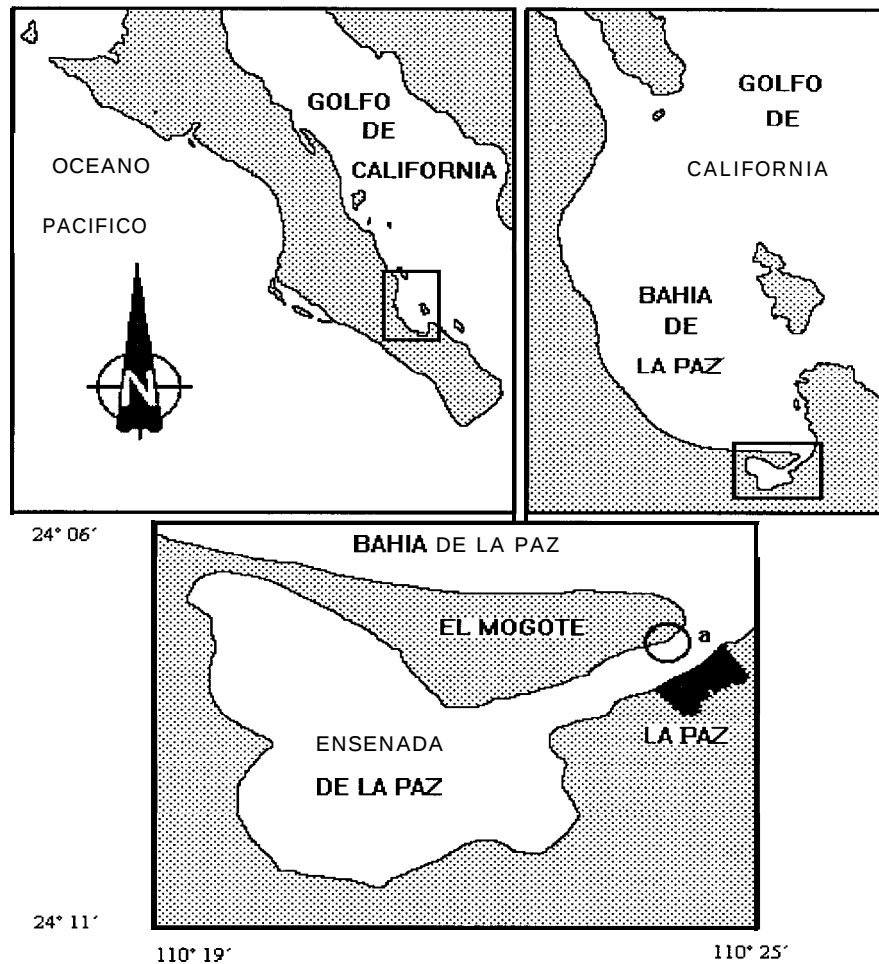


Fig. 1. Zona de captura de reproductores de la cabrilla arenosa *P. maculatofasciatus*. (a) indica el lugar donde fueron capturados los peces.

Conforme eran capturados los peces se colocaban en un vivero sumergido en el mar. El traslado al CICIMAR-IPN se realizó a bordo de una embarcación de 8 metros de eslora con 2 motores fuera de borda de 65 HP cada uno. El trayecto duró aproximadamente 20 minutos a una velocidad de 6-8 nudos.

Para su transporte, los peces fueron introducidos en recipientes de plástico con 60 l de capacidad (30 individuos por recipiente), realizando dos recambios de agua del 70 %. Al llegar a la playa adjunta del CICIMAR-IPN, los peces fueron trasladados en cubetas y repartidos en dos tanques de concreto con 5,000 l de capacidad cada uno. Previamente fueron sometidos a un baño de agua dulce por 15 minutos como medida profiláctica para eliminar ectoparásitos (Baynes *et al.*, 1993).

5.3. Cuarentena y aclimatación

La cuarentena y la aclimatación fue la misma para los dos experimentos. Los peces capturados permanecieron 21 días en observación para detectar posibles infecciones y propiciar su aclimatación a las condiciones de manejo en cautiverio; siendo alimentados una vez al día a saciedad con juveniles de mojarra, sifoneando sus excretas y el alimento no ingerido 20 minutos después de haber sido suministrado. Diariamente se realizaron recambios parciales de agua del 10 al 25 %.

De los organismos capturados se seleccionaron 40 organismos de sexo y talla definidos, escogidos por eliminación, tomando aquellos peces con mayor talla y mejor aspecto.

Posteriormente se formaron 4 lotes (dos de 10 machos y dos de 10 hembras) con una biomasa y talla total aproximado entre lotes del mismo sexo. Esta separación se realizó en recipientes de 60 l que permitieran visualizar perfectamente los peces, los cuales fueron tomados uno a la vez con una red y una franela presionando el vientre de cada uno para determinar su sexo, en esta ocasión no se utilizó anestésico ni fueron medidos y el peso se determinó por lote. Se procedió de esta manera porque la selección por sexo y con pesos aproximados fue criterio suficiente para conformar 2 lotes homogéneos de 10 individuos por sexo.

Dado el estrés al que fueron sometidos no se considero anestésarlos ni marcarlos en esta ocasión con la intención de lograr la conformación de los lotes. Se decidió que después de 30 días serían anestesiados, para corroborar que el sexo diagnosticado y la biomasa fueran las correctas, y realizar el marcado.

5. 4. Características del sistema cerrado de inducción al desove

El Sistema Cerrado de Inducción al Desove (SCID) cuenta con cuatro tanques cilíndricos de fibra de vidrio con capacidad para 1100 l c/u; consta también de cuatro acuarios de acrílico con capacidad de 100 l ch. El sistema es parte de la infraestructura con que cuenta el Laboratorio de Biología Experimental (LBE) y consiste de los componentes que se muestran en la figura 2.

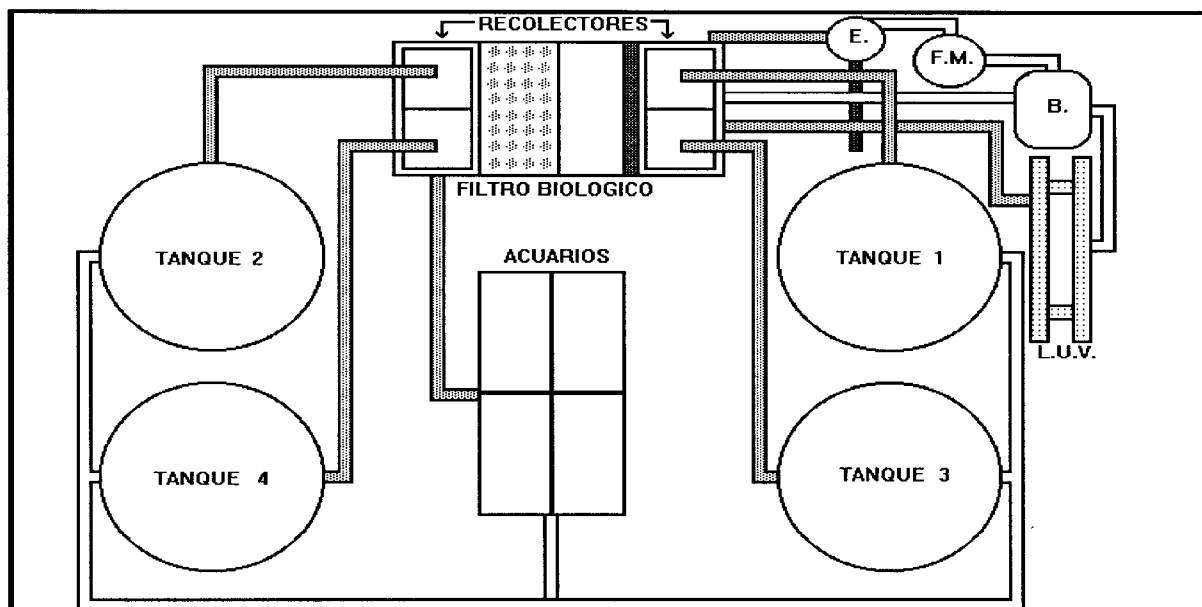
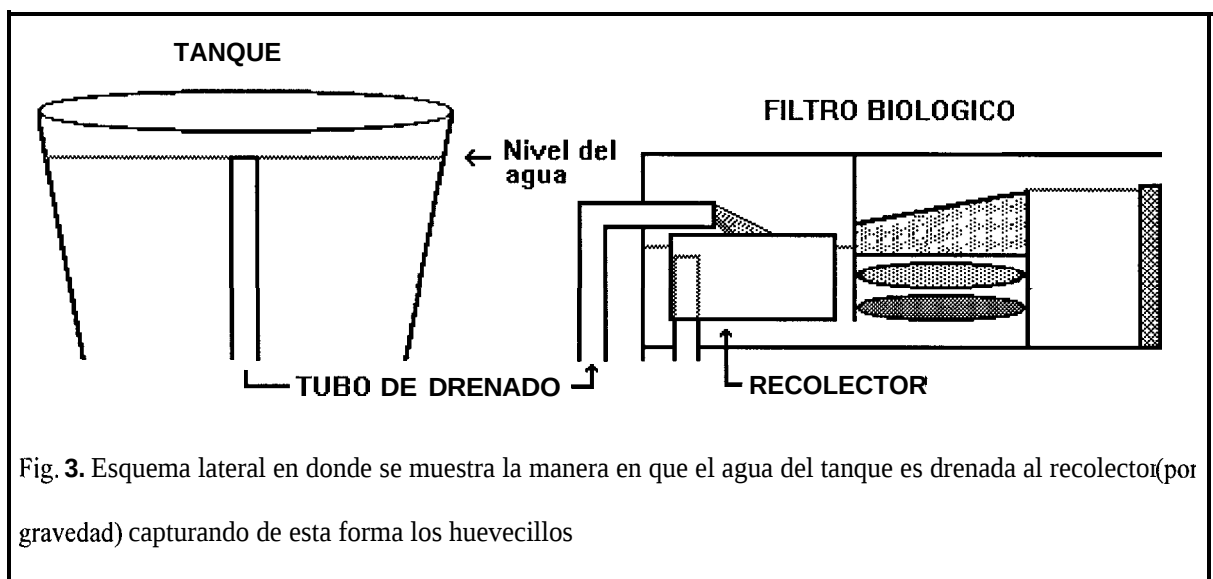


Fig. 2. Componentes del Sistema Cerrado de Inducción al Desove (SCID): Espumador (E), Filtro Mecánico (FM), Bomba (B) y Sistema de Luz Ultravioleta (LUV). El punteado en los tubos indica el agua que drena en el SCID. Se observa que el agua de los tanques va directamente a los recolectores ubicados en el filtro biológico.

El agua drenada por rebosamiento, tanto de los tanques como de los acuarios (Fig. 2), pasa a un filtro biológico de 2 niveles que contiene un sistema de biósferas, costales con tubos de porcelana (como substrato de fijación para bacterias), pedacería de coral (como estabilizador de pH) y filtros de hule espuma (para prefiltrado). En el nivel superior del filtro biológico se acondicionaron cuatro recolectores en donde de manera independiente para cada tanque los huevos eran retenidos al momento del desove.

El agua del nivel inferior del filtro biológico, es reciclada por una bomba de 3/4 HP de potencia que inicialmente pasa a un filtro mecánico de cartuchos de $16\ \mu$, de aquí una parte pasa a un espumador de albúminas, otra parte a un sistema de luz ultravioleta de donde es recuperada por la bomba y redistribuida a los tanques y acuarios (Fig. 3).

En forma paralela a la cuarentena y a la aclimatación se llevo a cabo el acondicionamiento del SCID, permitiendo la implantación de flora bacteriana y la maduración del filtro biológico mediante el seguimiento de los parámetros fisicoquímicos como el $[\text{NH}_4]^+$, el $[\text{NO}_2]^-$ y el $[\text{NO}_3]^-$.



5. 5. Determinación del sexo

Los peces que presentaron condiciones óptimas de salud, seleccionados después de la cuarentena y posterior al acondicionamiento a los tratamientos fueron sexados y marcados, antes de inducirlos a la maduración gonádica (Alvarez-Lajonchere y Hernández-Molejon, 1994).

En adelante, para determinar el sexo de los peces, fue necesario anestésarlos con una solución de metilsulfonato de tricaína (MS-222) a una concentración de 75 ppm, introduciendo cada pez en la solución hasta que hizo efecto total la anestesia (pérdida del equilibrio con el vientre hacia arriba). En seguida, se sujeta con una franela y se le presiona ligeramente el abdomen, desde la región anterior hacia la posterior, para provocar la salida del semen en caso de que sea macho. Si no ocurría la salida del semen, se utilizó un catéter de polietileno (cánula) de 1.2 mm de diámetro externo pasado por glicerina, el cual era introducido suavemente aproximadamente 2.5 cm por el poro genital hacia el oviducto y al comenzar a retirarlo se succionaba ligeramente con la boca por el otro extremo (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; Alvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón, 1994). En caso de que no entrara la cánula se consideraba macho. Si se lograba introducir se revisó la muestra al microscopio esteroscópico para observar los ovocitos y se aseguró que era hembra (aún cuando en ocasiones no se extrajeron ovocitos).

5. 5. 1. Marcado

Ya determinado el sexo se procedió a marcar a los peces. La marca consistió en discos de plástico de 8 mm de diámetro, de color rojo para las hembras y amarillo para los machos. Estos discos eran perforados en el centro por una aguja y nylon delgado, y en su extremo opuesto un empate tubular de cobre de 2 mm de diámetro por 5 mm de largo. La forma en que la marca se colocó fue la siguiente: la aguja preparada previamente con el nylon, la marca y el empate, se

introduce en la parte superior por el pedúnculo caudal (‘justo detrás de la aleta dorsal) (Fig. 4 a). Después, la aguja y el nylon se pasaron nuevamente por el empate, rodeando el pedúnculo por la parte superior (Fig. 4 b). Para dar por terminada esta operación se sujetó el nylon de tal forma que quedó ceñido al cuerpo (Fig. 4 c), presionando el empate con unas pinzas de punta y finalmente se corta parte del empate con el resto del nylon (Fig. 4 d) y la marca queda lista (Fig. 4 e). Para su recuperación del efecto de la anestesia los peces se colocaron en una tina con agua de mar y aireación vigorosa.

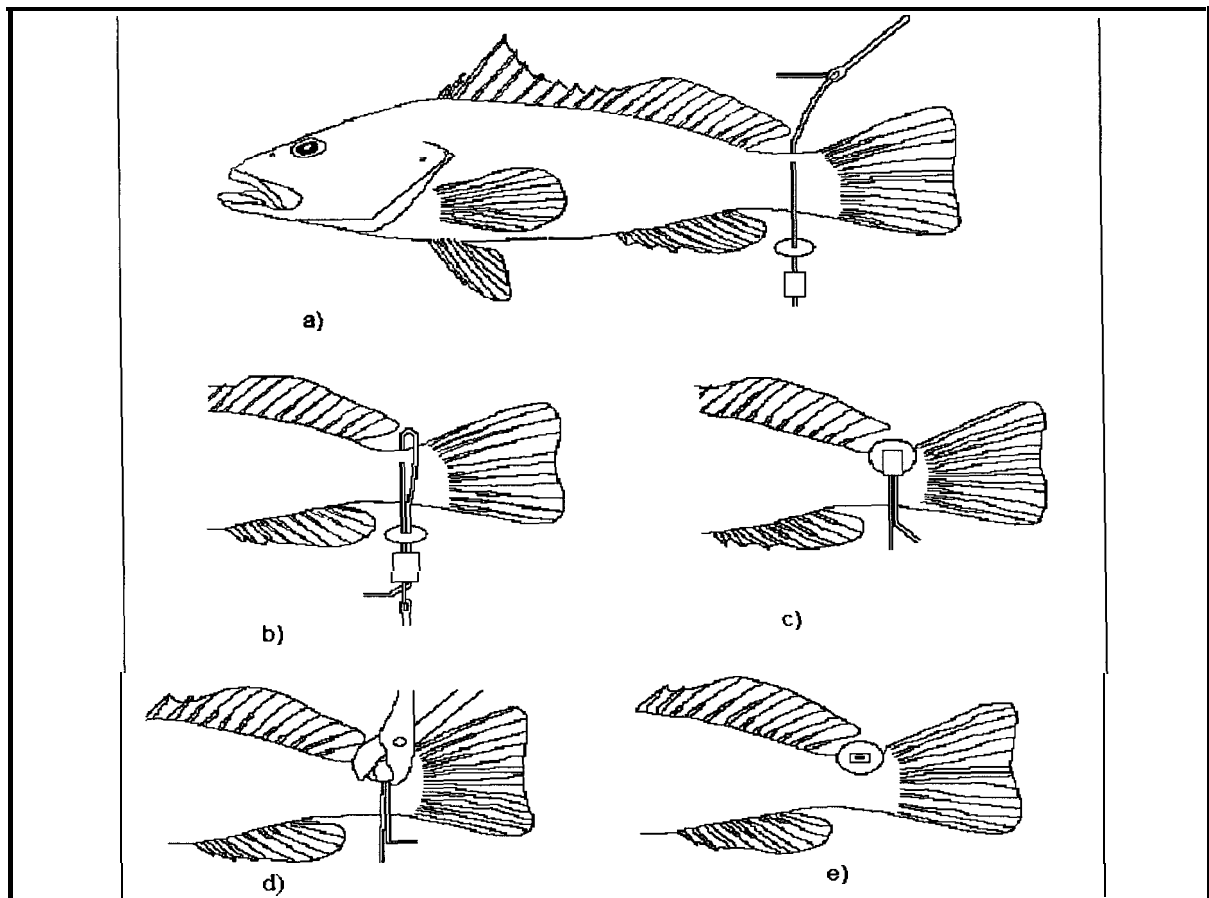


Fig. 4. Secuencia del marcado de peces. a) se introduce la aguja con el nylon por la parte superior de pedúnculo caudal, b) la aguja con el nylon se pasan de nuevo por la marca de plástico y el empate de cobre, c) se ajusta la marca y el empate al pedúnculo, d) se presiona el empate con pinzas y se corta, y e) la marca queda lista

De esta manera, en cada experimento fue posible seleccionar 40 peces (20 de cada sexo), repartidos en 4 lotes de 10 y separados por sexo. Se distribuyeron de tal manera que los lotes de cada sexo presentarón un intervalo de tallas promedio, y a su vez registrarón la mínima diferencia de peso, considerando a cada lote en su conjunto. Posteriormente, en el transcurso del experimento, se anestesiaron, pesaron y midieron durante 3 ocasiones más a intervalos de un mes. Para pesarlos se usó una balanza digital y un ictiómetro con 0.01g y 0.1 cm de precisión, respectivamente.

5.6. Maduración gonádica

Para ser inducidos a la maduración gonádica, los reproductores se mantuvieron a temperatura de 23°C y fotoperíodo de 13:11(luz:oscuridad) (Rosales-Velázquez *et al.*, 1992) y una salinidad de $35 \pm 1 \text{ ‰}$. Se procuró en los tanques, un flujo de 20 l/min con una tasa de renovación del agua de 1.2 veces por hora, durante el periodo de maduración, se mantuvieron los peces separados por sexo, alimentándolos con el tratamiento respectivo a fin de evaluar el efecto del alimento en el proceso de maduración gonádica y en los desoves. Por problemas técnicos no fue posible mantener la misma temperatura en los dos experimentos, de esta manera tenemos que durante el **Exp. 1** la temperatura media fue de 23°C, lo que permitió que el periodo de acondicionamiento fuera de un mes. En el **Exp. 2a y Exp. 2b** la temperatura media fue de 25°C por lo que el período de acondicionamiento fue de dos meses.

5.7. Experimentos realizados y tratamientos alimentarios

En total se realizaron dos experimentos, el **Exp. 1** consistió en un ensayo donde bajo una metodología establecida (que se menciona en los siguientes apartados) se afinaron algunos detalles, y en base a la experiencia adquirida se diseñó el **Exp. 2**, con dos etapas, **a y b**.

Básicamente en el **Exp. 1** se probaron dos alimentos, uno que consistió en juveniles de mojarra enteros (pescado) y el otro en un alimento preparado con 35 % de proteína (dieta 35), evaluando sus desoves; en este caso los organismos fueron sacrificados y se determinó el índice gonadosomático. En el **Exp. 2a**, utilizando otros organismos, también se probaron dos alimentos y su efecto en los desoves, uno que de igual manera que en el experimento anterior, consistió en juveniles de mojarra enteros (pescado) y en este caso el alimento preparado tuvo un 50 % de proteína (dieta 50). Una de las razones de realizar estos dos experimentos fue para probar si la ubicación del tanque tenía efecto alguno en un mejor desempeño reproductivo de los peces. De esta manera hubo una inversión del tratamiento alimenticio del **Exp. 1** al **Exp. 2a**, quedando de la siguiente manera:

Exp. 1

Tanque 2 (dieta 35)	Tanque 1 (dieta 35)
Tanque 4 (pescado)	Tanque 3 (pescado)

Exp. 2a

Tanque 2 (pescado)	Tanque 1 (pescado)
Tanque 4 (dieta 50)	Tanque 3 (dieta 50)

Para el **Exp. 2b** solo se utilizó un tratamiento. En este caso, como una forma de corroborar las experiencias anteriores, se probó si la dieta 50 fue realmente la responsable del pobre desempeño reproductivo de los peces. Para lo cual solo se administró como alimento el pescado, que fue el que mejores resultados presentó, esperando encontrar un desempeño comparable al de los peces que previamente habían utilizado dicho alimento.

El pescado (juveniles de mojarra), fue capturado en las inmediaciones del CICIMAR-IPN conocidas localmente como playa “El Conchalito”, mediante encierros con un chinchorro charalero de 50 m de largo por 1.5 m de ancho y 5 mm de luz de malla. Después de capturado, el

pescado se lavó con agua dulce y se mantuvo congelado a -1 0°C, procurando no dar pescado que tuviera mas de 10 días de almacenado.

Los otros alimentos fueron preparados en presentación húmeda y de consistencia suave elaborado según lo indicado por Teng *et al.*(1978), y siguiendo las alternativas propuestas por ellos para preparar alimentos con distinto porcentaje de proteína se elaboraron dietas con 35 % y 50 % de proteína , con algunas modificaciones en sus ingredientes.

Los ingredientes utilizados para preparar las dietas fueron los siguientes:

Cuadro 4. Comparación entre los ingredientes utilizados y los reportados.					
Ingredientes utilizados			Ingredientes usados por Teng <i>et al.</i> (1978)		
	Dietas (%)	35 50		Dietas (%)	30 50
* Harina de pescado	55.77	76.38	Músculo de atún seco	22.8	57.0
* Harina de maíz	30.30	11.56	Alfa-celulosa	31.2	18.0
* Aceite de maíz (Mazola)	3.00	3.00	Aceite de maíz	14.0	3.0
* Emulsión de Scott	1.93	0.06	Aceite de hígado de bacalao	3.0	3.0
* Aglutinante	3.00	3.00	Agglutinante	6.0	6.0
(ALGIMAR ©MR. con 138 cps de viscosidad)			(carboximetilcelulosa)		
* Almidón	3.00	3.00	Dextrina	20.0	10
* Premezcla de vitaminas	2.00	2.00	Premezcla de vitaminas	2.7	2.7
(complejo vitamínico PRIME)					
* Premezcla de minerales	1.00	1.00	Premezcla de minerales	0.3	0.3

En ambos casos se agregó una cantidad de agua purificada igual al peso de los demás ingredientes, quedando 50 % de la mezcla más 50 % de agua. En la preparación de las dietas se siguió lo propuesto por el Subcomite de Nutrición de Peces de Aguas Cálidas (1983) de la siguiente manera:

- Los ingredientes secos se muelen finamente por separado con anterioridad.
- Se mezclan y homogeneizan los ingredientes secos (excepto las vitaminas) durante 15 minutos.

- c) Se agregan los aceites, se mezclan por 10 minutos.
- d) Se Diluye el alginato en agua destilada caliente (70-80°C), se agrega a la mezcla y se homogeneiza.
- e) Se agregan las vitaminas y se mezclan hasta formar una pasta homogénea con una consistencia rígida al comprimirse.
- d) Finalmente, la pasta se congela a -10°C .

El alimento se preparo una vez por semana.

Se eligieron dos tanques al azar, uno con hembras y otro con machos y se les asignó cada uno de los tratamientos propuestos. Cada alimento se les proporcionó a saciedad una vez al día, estimando por diferencia de peso el alimento ingerido. Diariamente se extrajeron con un sifón las heces fecales del fondo, reponiendo el nivel del agua perdida durante la limpieza del SRID .

Los análisis proximales para las dietas 35 y 50 y el pescado. Se realizaron en el Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste (CIB-NOR) unidad La Paz. Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

ANÁLISIS QUÍMICO	TÉCNICA UTILIZADA
Humedad (%) ¹	Determinación por diferencia de peso 70°C /24 hr.
Proteínas (%) ²	Determinación por Microkjeldahl. % N * 6. 25.
Extracto etéreo (%) ²	Determinación por Soxleth. Extracción 6 hr. Con éter de petróleo.
Cenizas (%) ²	Determinación por calcinación a 550°C.
E.L.N. (%) (Carbohidratos) ²	Determinación por diferencias a 100 de los valores obtenidos.

¹ En base húmeda

² En base seca

E.L.N. Elementos libres de nitrógeno

Obteniéndose los siguientes resultados:

	HUMEDAD ^a	PROTEÍNA ^b	LÍPIDOS ^b	CENIZAS ^b	CARBOHIDRATOS ^b
PESCADO	77.79 %	71.43 %	4.46 %	21.45 %	2.66 %
DIETA 35	50.52 %	34.5 %	9.56 %	14.03	41.91
DIETA 50	51.2 %	49.01 %	9.02 %	13.46	28.51
REPORTADO*	40-60 %	40-50 %	10%	N.D. ¹	N.D. ¹
CUADRO 5. Análisis proximal de los tratamientos alimentarios utilizados.					

¹No determinado

^aBase húmeda

^bBase seca

* Luquet y Watanabe (1985); Foscarini (1986); Fukusho (1991); Hepher (1993).

5. 7. 1. Desove espontáneo y evaluación cuantitativa de los desoves

Después de iniciada la alimentación con los tratamientos propuestos (30 y 60 días, **Exp. 1 y 2a**, respectivamente) los reproductores de ambos sexos se mezclaron en una proporción de 1: 1. Se mantuvo la misma temperatura, fotoperiodo y salinidad que comunmente se emplean en el LBE para favorecer la maduración gonádica en adultos de la cabrilla arenera (hacer referencia a lo señalado en 5. 6.).

Al presentarse los desoves de manera espontánea, los huevecillos se retuvieron en recolectores independientes para cada tanque, los cuales se revisaban todos los días entre las 8:00-9:00 horas de la mañana, retirándolos para llevar a cabo su evaluación cuantitativa y cualitativa (Fig. 5).

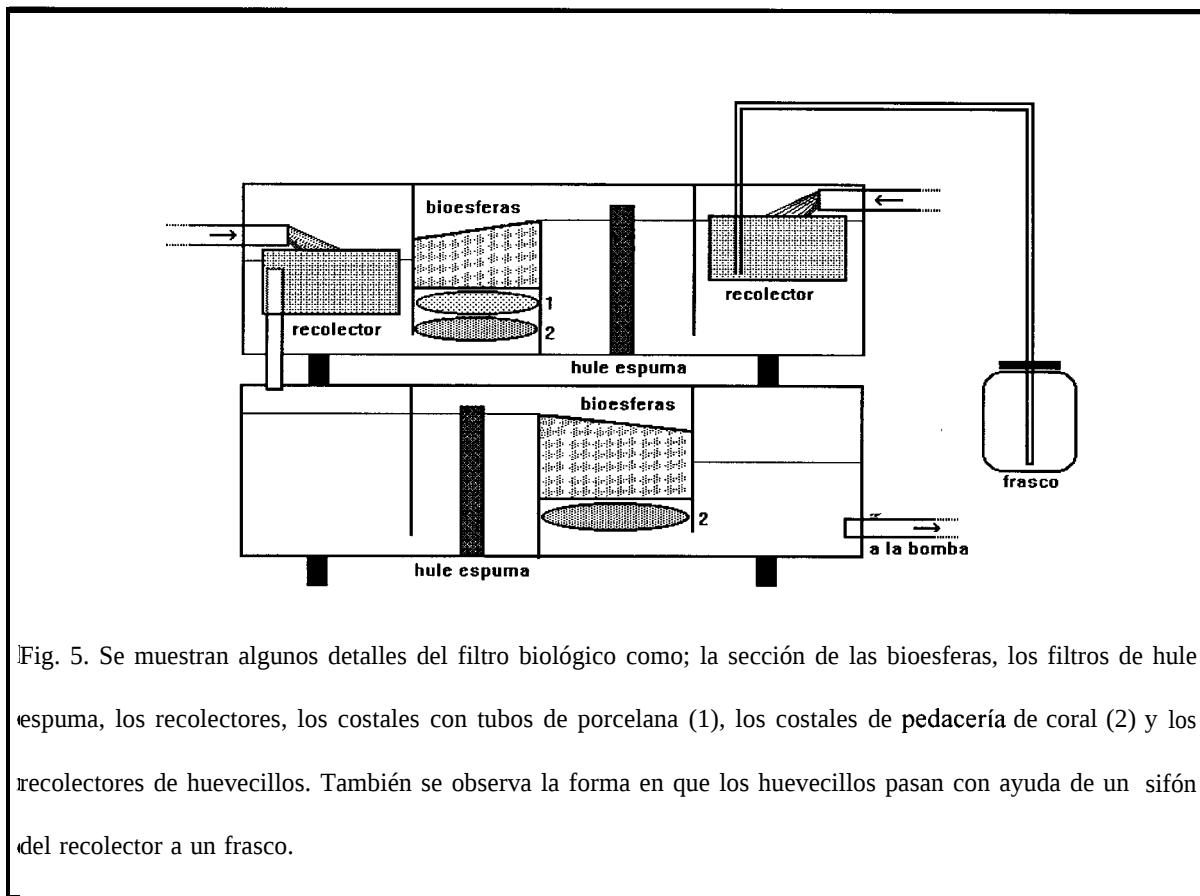


Fig. 5. Se muestran algunos detalles del filtro biológico como; la sección de las biosferas, los filtros de hule espuma, los recolectores, los costales con tubos de porcelana (1), los costales de pedacería de coral (2) y los recolectores de huevecillos. También se observa la forma en que los huevecillos pasan con ayuda de un sifón del recolector a un frasco.

El desove de cada recolector se colocó en un frasco con solución hipersalina (45-50 ‰), provocando que los huevos viables flotaran a la superficie y los huevos no viables se sedimentaran en el fondo del recipiente, lográndose después de cinco minutos su separación. Los huevos no fecundados se extrajeron con un tubo de vidrio y una manguera, succionandolos para ser pasados a otro frasco y ser evaluados (Fig. 6). Después de la separación, ambas fracciones de cada desove se concentraron en probetas graduadas de 50 ml agregando agua dulce para propiciar su sedimentación y transcurridos otros 5 minutos se tomó la lectura del volumen de huevos (en ml).

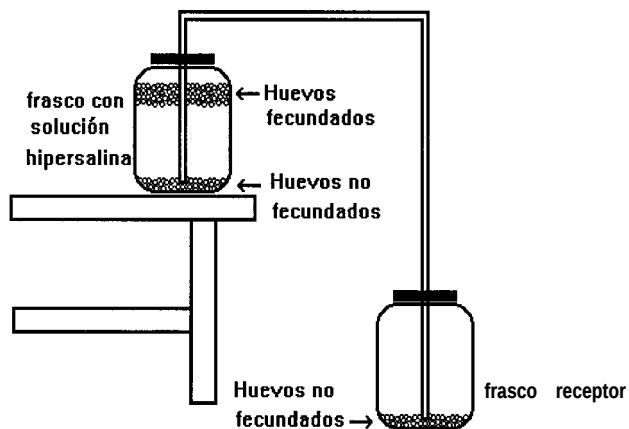


Fig. 6. Separación de huevecillos fecundados de los no fecundados, los huevecillos fecundados flotan en la solución hipersalina (45-50 ‰) y los no fecundados se precipitan y son succionados a otro frasco.

Para estimar por separado el número de huevos viables y no viables, previamente se determinó la cantidad existente en muestras de 1 ml. Para esto se usó una jeringa de plástico de 1 ml, perforada de manera que los huevecillos entrarán sin ser dañados, succionando (dentro del recipiente que contenía el desove recolectado) los huevos y eliminando la mayor cantidad posible de agua. Se extrajeron un total de 30 muestras de 1 ml y se contabilizaron en una caja de Petri con ayuda de un microscopio estereoscopio. El valor promedio de estas lecturas fue de 1867 huevos/ml y se utilizó como factor de conversión para la estimación del total de huevos producidos por lote de reproductores.

De esta manera, como ejemplo, el total de huevos de cada desove se determinó tomando la lectura del volumen (en ml) de huevos sedimentados, multiplicando por el número promedio de huevos por ml (nh) de la siguiente manera:

$$\text{Total de huevecillos} = (1867) \times (\text{vol. de huevos precipitados, en ml})$$

Con el propósito de evaluar la viabilidad de los productos del desove, se llevaron a cabo ensayos cortos del desarrollo.

Se utilizaron frascos de 1 l de capacidad con 0.7 l de agua de mar filtrada con un tamiz de 35 μ de luz de malla a los cuales se les agrego una concentración de 0.150 ppm de estreptomicina (antibiótico) y se pusieron en baño María a la misma temperatura que ocurrió el desove. Se pusieron 6 frascos con 100 huevecillos fecundados cada uno. De estos, 3 replicas fueron utilizados para evaluar el porcentaje de supervivencia de los eleuteroembriones al momento de la eclosión y 3 replicas para evaluar el porcentaje de supervivencia al momento de la absorción del saco vitelino, en larvas a las 48 horas y en su momento las muestras fueron preservados en formol al 4 %. Además de la contabilización a dichas muestras se les realizaron las siguientes biometrías: diámetro del huevo y del glóbulo de aceite y la longitud notocordal (LN) tanto de los eleuteroembriones como de las larvas.

Debido a que los peces asignados a las dietas 35 y 50 tuvieron muy pocos desoves con huevos fecundados, y para fines comparativos, el procedimiento anterior se aplicó sólo para el primer desove de los 4 lotes. Los peces alimentados con pescado desovaron en repetidas ocasiones por lo que dicho procedimiento se realizó cada séptimo desove en el transcurso de 21 y 31 días (**Exp. 1 y 2a**, respectivamente).

5. 7.2. Condición de los productos sexuales

Al dar por terminado el periodo de 31 días de evaluación de los desoves. Solo en el **Exp. 2a**, se realizaron pruebas para determinar en que condiciones se encontraban los productos sexuales de los reproductores, para lo cual en los machos se evaluó la fluidez y la motilidad del semen y en las hembras la fase de madurez de los ovocitos. Inicialmente se manipuló a los peces de la misma manera que se hizo para determinar el sexo. Se evaluó la motilidad del esperma

observando al microscopio (40 x), reconociéndose tres momentos básicos; primer momento con movimiento rápido y vibrante con el mayor poder fecundante, un segundo momento en que la vibración general decae del 90 al 10 % y un tercer momento hasta que cesa todo movimiento (Rodríguez-Gutiérrez, 1992). Se determinó la fluidez del esperma, la cual fue clasificada en categorías subjetivas del 0 al 3: 0 cuando el esperma era nulo; 1 cuando el esperma era escaso; 2 cuando la cantidad de esperma era regular pero viscoso; y 3 cuando el esperma era abundante y fluido.

En el caso de las hembras, las muestras de ovocitos se obtuvieron por biopsia ovárica, canulando los peces como previamente se describió (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; Alvarez-Lajonchere y Hernández-Molejón, 1994). Una vez obtenidos los ovocitos, se colocaron en una caja de Petri y se cubrieron con una solución aclaradora YBAG/85 (compuesta de 6 ml de alcohol etílico absoluto, 3 ml de formol, 2 ml de glicerol y 1 ml de ácido acético glacial) y después de reposar 4 minutos se observaron perfectamente con un microscopio estereoscopio, determinando con un microscopio ocular su diámetro y la migración del núcleo (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Para verificar que el tipo de alimento en verdad fue el responsable del efecto causado en los desoves, al finalizar los 31 días del **Exp. 2a**, se planteó el **Exp. 2b**, en el cual se revirtió el tratamiento a los peces alimentados con la dieta 50, sustituyendo 10 por pescado y durante 30 días se evaluaron los desoves (**Exp. 2b**).

5. 7.3. Índice gonadosomático y factor de condición simple

Al finalizar el **Exp. 1**, se pesaron y midieron los peces, posteriormente se les realizó una disección a todos y se les extrajeron las gónadas, estas fueron pesadas para calcular el Índice Gonadosomático (Rodríguez-Gutiérrez, 1992);

$$IGS = (Wg/Wt) * 100$$

en donde:

IGS = Índice Gonadosomático

Wg = Peso de la gónada

Wt = Peso del ejemplar

En los **Exp. 1 y 2a**, como una forma de diagnosticar el estado fisiológico que presentaron los reproductores de la cabrilla durante el tiempo que estuvieron alimentados con los tratamientos propuestos, se determinó el Factor de Condición Simple (Rodríguez-Gutiérrez, 1992), mediante el uso de la siguiente formula:

$$K = (W/LP^b) * 100$$

en donde: K = Factor de condición

W = Peso en gramos

LP = Longitud patrón en centímetros

b = Pendiente de la correlación W contra LP

Ya que los peces se midieron y pesaron mensualmente, el factor de condición se determinó al principio y al final del periodo de desoves. Se utilizó el factor de condición simple sólo con fines comparativos, para evaluar el estado de salud de los reproductores como consecuencia de los alimentos utilizados. La estimación del coeficiente se realizó por medio de la regresión de la longitud.

5. 8. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se realizaron en el paquete Statistica versión 5.0. Inicialmente se realizaron pruebas de normalidad a todos los grupos de datos y posteriormente se probó la homogeneidad de las varianzas. Para contrastar los resultados se usó el análisis de varianza (ANDEVA) de 1 vía utilizando como factor los tanques, en el caso de que se encontrará diferencia

en donde:

IGS = Índice Gonadosomático

Wg = Peso de la gónada

Wt = Peso del ejemplar

En los **Exp. 1 y 2a**, como una forma de diagnosticar el estado fisiológico que presentaron los reproductores de la cabrilla durante el tiempo que estuvieron alimentados con los tratamientos propuestos, se determinó el Factor de Condición Simple (Rodríguez-Gutiérrez, 1992), mediante el uso de la siguiente formula:

$$K = (W/LP^b) * 100$$

en donde: K = Factor de condición

W = Peso en gramos

LP = Longitud patrón en centímetros

b = Pendiente de la correlación W contra LP

Ya que los peces se midieron y pesaron mensualmente, el factor de condición se determinó al principio y al final del periodo de desoves. Se utilizó el factor de condición simple sólo con fines comparativos, para evaluar el estado de salud de los reproductores como consecuencia de los alimentos utilizados. La estimación del coeficiente se realizó por medio de la regresión de la longitud.

5. 8. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se realizaron en el paquete Statistica versión 5.0. Inicialmente se realizaron pruebas de normalidad a todos los grupos de datos y posteriormente se probó la homogeneidad de las varianzas. Para contrastar los resultados se usó el análisis de varianza (ANDEVA) de 1 vía utilizando como factor los tanques, en el caso de que se encontrará diferencia

significativa se utilizó la prueba de Tukey con el fin de localizar la fuente de tales diferencias. Cuando se utilizaron porcentajes, los datos fueron normalizados por la transformación arcoseno (Zar, 1996).

En todos los casos, las pruebas se hicieron usando como factor el tanque. La razón de haberlo hecho de esa manera fue que las réplicas del los peces alimentados con la dieta 50 (en el **Exp. 2a**), no tuvieron un comportamiento similar en la mayoría de las consideraciones hechas (volumen total de huevos, número total de desoves, porcentaje de fecundación, entre otras).

En el **Exp. 1**, solo se realizó el ANDEVA de una vía para comparar los volúmenes de huevos fecundados y no fecundados, los porcentajes de supervivencia a la eclosión y a la absorción del saco vitelino (48 horas después de eclosionar) y para comparar el índice gonadosomático y factor de condición simple intermedio (FCS intermedio) y final (FCS final) (al principio y final del período de desoves, respectivamente).

En el **Exp. 2a**, durante los ensayos cortos de desarrollo, se determinó para cada desove mediante el uso del ANDEVA de una vía si había diferencia significativa (con una $P < 0.05$) entre el diámetro del glóbulo de aceite ($n = 30$ por tanque); el diámetro del huevo ($n = 30$ por tanque); la longitud notocordal de los eleuteroembriones al eclosionar (3 réplicas con una $n = 30$ c/una, por tanque, excepto el tanque 4 $n = 0$) y la longitud notocordal de las larvas al absorber el saco vitelino (48 horas después de eclosionar)(3 réplicas con $n = 30$ c/una, por tanque, excepto el tanque 4, una réplica con $n = 30$).

La fluidez del semen y la motilidad del mismo (por separado), en el caso de los machos, y el grado de madurez gonádica en las hembras, al igual que en los casos anteriores, se utilizaron el ANDEVA por tanque, del mismo modo se realizó ANDEVA para el FCS intermedio y final, y la prueba de Tukey (esta, sólo cuando se manifestaban diferencias significativas).

En el **Exp. 2b**, se usó el ANDEVA de una vía para comparar los volúmenes de huevos desovados en un mes.

6. RESULTADOS

6.1. Marcado

La marca resulto adecuada, ya que durante todo el experimento sólo se perdieron dos y ocurrió por fallas al momento de colocar el empate de cobre. Esto resultó útil para diferenciar a los peces por sexo al momento de realizar las biometrías, lo que redundo en una rápida manipulación de los mismos con menores condiciones de estres.

6.2. Evaluación cuantitativa de los desoves

En los **Exp. 1 y 2a**, al juntarse machos y hembras, los peces alimentados con pescado desovaron huevos fecundados en un promedio de 2.5 días, por su parte, peces alimentados con las dietas (35 y 50), tuvieron un promedio de 6.3 días (cuadros A y B) e incluso hubo un lote que no desovo. Durante los primeros días, en su mayoría, los lotes presentaron desoves con huevos no fecundados (cuadros A y B), sin embargo en el corto plazo se presentaron huevos fecundados con tendencia a incrementarse en cantidad y porcentaje de fertilización. Esto no sucedió con los lotes alimentados con las dietas, siendo casi nulos los desoves con huevos fecundados (cuadro 5).

En el cuadro 6, se recopila y resume los resultados después de cada tratamiento, durante el período de desoves, se aprecia en todos los casos el mejor desempeño reproductivo logrado por los peces alimentados con pescado e incluso se observa que los peces alimentados inicialmente con la dieta 50 en el **Exp. 2a**, logran una recuperación en cuanto al volumen de huevos fecundados y en el porcentaje de los mismos (**Exp. 2b**).

Ya establecido el promedio de huevos por mililitro (1,867 h/ml), los desoves se presentaron de la siguiente manera en cada experimento realizado:

	Exp. 1				Exp. 2a				Exp. 2b			
Tipo de alimento	Pescado		Dieta 35		Pescado		Dieta 50		Pescado		Pescado	
Tanque	T 3	T 4	T 1	T 2	T 1	T 2	T 3	T 4	T1	T2	T3	T4
Desoves/días	0.9	0.95	0.2	0	0.81	0.39	0.39	0.45	0.48	0.28	0.38	0.62
Desoves con huevos fecundados/día	0.9	0.95	0.15	0	0.77	0.32	0.06	0.1	0.48	0.28	0.38	0.62
Total de huevos fecundados	910,851	716,799	61,828	0	1,207,702	87,528	7,635	620	664,282	170,587	209,509	315,101
Porcentaje promedio de huevos fecundados	76	58	57	0	91	56	4	0.3	80	79	61	55
Desove máximo huevos fecundados	153,640	133,154	39,108	0	104,289	26,072	5,773	210	96,840	42,833	48,420	42,833
Desove mínimo huevos fecundados	4,283	3,352	1,489	0	3,166	931	1,862	205	5,587	1,862	1,117	186

CUADRO 6. Características cuantitativas de los desoves de *P. maculatofasciatus*.

En el cuadro anterior se observa que en el **Exp. 1** las replicas de los peces alimentados con pescado son muy parejas, sin embargo en el **Exp 2a** existen diferencias pero estas no se asemejan a los resultados de los peces alimentados con las dietas. En el **Exp. 2b**, hay muchas semejanzas y notables mejorías en todos los aspectos por el cambio del tratamiento alimentario.

Al finalizar 31 días de evaluación de desoves (**Exp. 2a**), y para observar si había una recuperación en cuanto al volumen y porcentaje de huevos fecundados, se alimentó con pescado a los peces de la dieta 50 (**Exp. 2b**). Se obtuvieron desoves durante 31 días más a partir de que todos los peces se alimentaron con pescado, se comprobó la mejoría en el volumen y porcentaje de huevos fecundados registrados en los desoves de los tanques 3 y 4, ya que de 4 y 0.3 % pasaron a 61 y 55 %(tanque 3 y 4 respectivamente)(cuadro 6). El volumen de huevos fecundados también tuvo notable mejoría, ya que de 7,635 y 620 se obtuvieron 209,509 y 315,101.

6.3. Evaluación de la viabilidad de los desoves.

Los resultados encontrados de los porcentajes de supervivencia a la eclosión y a la absorción del saco vitelino fueron altos (cuadro 7). En el **Exp. 1**, sólo se encontró diferencia significativa ($p < 0.5$) entre las réplicas de los tanques alimentados con pescado, siendo menor el valor para el tanque 3 (cuadro 7).

	Exp. 1				Exp. 2 a			
Tipo de alimento	Pescado		Dieta 35		Pescado		Dieta 50	
Tanque	T 3	T 4	T 1	T 2	T1	T2	T 3	T 4
Porcentaje de eclosión	59 % n= 300 h	96 % n= 300 h	73 % n= 300 h	0	97 % n= 300 h	89 % n= 300 h	93 % n= 300 h	99 % n= 210 h
Supervivencia a la absorción del vitelo	99 % n= 300 h	100% n= 300 h	99 % n= 300 h	0	100% n= 300 h	100% n= 300 h	99 % n= 300 h	99 % n= 210 h

CUADRO 7. Porcentajes promedio de eclosión y supervivencia a la absorción del saco vitelino.

Según los análisis de varianza aplicados, al comparar el diámetro del huevo, se encontró que hay diferencia significativa ($p < 0.05$). Esta diferencia la presenta el tanque 1 con respecto a todos los demás tanques (cuadro 8).

	Pescado		Dieta 50	
	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4
Diámetro del huevo	0.82 ± 0.0094	0.78 ± 0.0126	0.77 ± 0.0093	0.78 ± 0.1326
Diámetro del glóbulo de aceite del huevo	0.16 ± 0.0028	0.16 ± 0.0022	0.14 ± 0.0022	0.15 ± 0.0028
L.N. de eleuteroembriones al eclosionar	1.38 ± 0.0050	1.36 ± 0.0066	1.37 ± 0.0088	N.D. ¹
L.N. de larvas a la absorción del saco vitelino	3.21 ± 0.0117	3.22 ± 0.0091	3.07 ± 0.0124	3.22 ± 0.0217

CUADRO 8. Valores promedio de algunas biometrías de huevos, embriones y larvas (mm y error estándar), Exp. 2 a.

¹ No Determinado

En relación al glóbulo de aceite, también se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), de este modo el glóbulo de aceite tiene un diámetro mayor en los huevecillos de peces alimentados con pescado (cuadro 8). El análisis de varianza correspondiente nos señalo que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos en cuanto al la L.N. de los

eleuteroembriones (cuadro 8). Al analizar la L.N. de las larvas 48 horas después de eclosionar, se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) del tanque 3 con respecto a todos los demás tanques (cuadro 8).

6. 4. Condición de los productos sexuales

Al finalizar el **Exp. 2a**, se comparó la fluidez del semen y la motilidad del esperma, también se aplicó el ANDEVA encontrándose diferencia significativa ($p < 0.05$) en la fluidez del semen. Esta diferencia se presenta entre el tanque 1 (pescado) y los tanques 3 y 4 (dieta 50) (cuadro 9).

					Motilidad (en minutos)		
	Tanque	L.P. (cm)	Peso (g.)	Fluidez	Primer momento	Segundo momento	Tercer momento
Pescado	1	19.2	211.12	2.6	3:01	5:34	9:44
Pescado	2	19.0	208.46	1.8	3:10	4:02	10:07
Dieta 50	3	18.74	176.22	1.2	3:15	7:08	14:44
Dieta 50	4	18.56	166.88	1.2	2:33	4:37	8:10

CUADRO 9. Condición del semen (fluidez y motilidad) en machos reproductores de *P. maculatofasciatus*, evaluados al finalizar el Exp. 2 a (valores promedio por tanque, cada tanque n= 5).

También, al finalizar el **Exp. 2a**, se evaluó el estado de madurez de las hembras mediante biopsias intraováricas. Los estados de madurez encontrados fueron similares en los tanques de las dos dietas (cuadro 10).

				Madurez de los huevecillos
	Tanque	L.P. (cm)	Peso (g.)	Intervalo
Pescado	1	17.54	160.62	III
Pescado	2	17.16	147.74	III-IV
Dieta 50	3	16.8	124.28	III
Dieta 50	4	16.44	119.44	III-IV

CUADRO 10. Promedio del estado de madurez de los huevecillos y longitud y peso de las hembras alimentadas con pescado y dieta 50, al finalizar el Exp. 2 a.

6. 5. Índice gonadosomático y Factor de condición

En el **Exp. 1**, después de ser sacrificados los peces, se evaluó el índice gonadosomático y al aplicar el ANDEVA se encontró que en los lotes de hembras de los tanques 3 y 2 había diferencia significativa ($p < 0.05$). En los machos no se encontró diferencia significativa (cuadro 11).

	Pescado		Dieta 35	
	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 1	Tanque 2
	Índice gonadosomático	Índice gonadosomático	Índice gonadosomático	Índice gonadosomático
Hembras	14.91 ± 1.48	6.03 ± 0.94	6.0 ± 1.03	3.16 ± 0.63
Machos	1.18 ± 0.44	3.10 ± 0.98	0.72 ± 0.26	0.9 ± 0.12

CUADRO 11. Promedios y error estandar por tanque del índice gonadosomático al finalizar el **Exp. 1**.

En el **Exp. 1**, al calcular el Factor de Condición Simple (FCS), se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) al realizar el ANDEVA. La diferencia se presenta entre los lotes de peces alimentados con pescado con respecto a los peces alimentados con la dieta 35. Esta diferencia se presenta en el FCS observado al final del **Exp. 1**. Los peces alimentados con pescado muestran valores más altos (cuadro 12).

Tratamiento	Hembras		Machos	
	FCS Intermedio	FCS Final	FCS Intermedio	FCS Final
Pescado (T 3)	2.45 ± 0.053	0.23 ± 0.003	1.61 ± 0.109	6.03 ± 0.221
Pescado (T 4)	2.64 ± 0.062	0.23 ± 0.006	1.74 ± 0.146	6.33 ± 0.285
Dieta 35 (T 1)	2.44 ± 0.113	0.21 ± 0.009	1.55 ± 0.053	4.95 ± 0.321
Dieta 35 (T 2)	2.32 ± 0.043	0.20 ± 0.007	1.47 ± 0.067	4.73 ± 0.286

CUADRO 12. Factor de Condición Simple de los reproductores en el **Exp. 1** (promedio y error estandar).

En el **Exp. 2a**, el ANDEVA mostró varias diferencias, de este modo, los lotes de peces alimentados con pescado mostraron valores superiores tanto en el FCS intermedio como en el FCS final. Estas diferencias significativas ($p < 0.05$) se detectaron entre machos y también entre hembras (cuadro 13).

Tratamiento	Hembras		Machos	
	FCS Intermedio	FCS Final	FCS Intermedio	FCS Final
Pescado (T 1)	1.96 ± 0.059	1.41 ± 0.057	2.49 ± 0.067	1.33 ± 0.042
Pescado (T 2)	1.85 ± 0.043	1.39 ± 0.039	2.33 ± 0.050	1.38 ± 0.056
Dieta 50 (T 3)	1.57 ± 0.018	1.26 ± 0.034	2.08 ± 0.059	1.23 ± 0.031
Dieta 50 (T 4)	1.65 ± 0.105	1.26 ± 0.035	2.10 ± 0.082	1.18 ± 0.016

CUADRO 13. Factor de Condición Simple de los reproductores en el **Exp. 2 a** (promedio y error estandar).

7. DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se evaluó la alimentación como variable en la obtención de desoves en peces reproductores. La alimentación ya ha sido señalada por algunos autores como responsable del desempeño reproductivo en peces (Takeuchi *et al.*, 1981; Springate *et al.*, 1985; Watanabe *et al.*, 1985; Luquet y Watanabe, 1986; Washburn *et al.*, 1990; Cerdá *et al.*, 1994). Sin embargo, se desconocen muchos factores en cuanto a la fisiología alimentaria-reproductiva.

Es necesario denotar que las condiciones ideales de temperatura (23 °C) se presentaron durante el desarrollo del **Exp. 1**, y esto nos llevara a entender algunas variantes en las mismas variables estudiadas. La temperatura es citada como un parámetro importante que regula la maduración gonádica (Bye, 1990; Robaina, 1994; Tucker, 1994; Dabrowski *et al.*, 1996), y al presentarse diferentes temperaturas en los experimentos realizados nos indican que es posible encontrar diferencias en el desempeño reproductivo. Sin embargo, las variables para cada experimento en particular fueron las mismas para cada lote de peces, exceptuando el tipo de alimento suministrado.

Al analizar los resultados obtenidos, es notorio el mejor desempeño reproductivo de los peces alimentados con pescado que al utilizar las dietas (35 y 50), la tendencia a tener un mejor desempeño reproductivo con alimento natural (por ejemplo, pescado) ya ha sido señalado por algunos autores para otras especies (Baynes *et al.*, 1993; Olivares *et al.*, 1993; Toledo *et al.*, 1993; Silva, 1994). Las diferencias significativas más contundentes encontradas, son en relación al total de huevos fecundados, y sobre todo al porcentaje promedio de huevos fecundados. Aunque, existen otras diferencias en cuanto a las variables observadas que ya se analizarán en su momento.

En principio de cuentas, tenemos la evaluación cuantitativa de los desoves. En este punto se manifiestan algunos resultados importantes, iniciando por la frecuencia de los desoves. Esto se observa claramente en el **Exp. 1**, en donde es notoria la mayor frecuencia para los peces alimentados con pescado, llegando a casi un desove diario. Además , se manifiestan diferencias significativas en cuanto al volumen de huevos desovados y al porcentaje de huevos fecundados, un comportamiento similar es observado en el **Exp. 2a**, sobre todo en relación al volumen de huevos fecundados y porcentaje de huevos fecundados. Estas diferencias vienen dadas en función del alimento, el cual ya es reportado como responsable de la fecundidad en *Salmo gairdneri* (actualmente conocida como *Onchorrhynchus mykiss*, Springate *et al.*, 1985) *O. mikiss* (Watanabe *et al.*, 1985) y *Dicentrarchus labrax* (Cerdá *et al.*, 1994), entre otros.

Lo anterior se refuerza al llevarse a cabo el **Exp. 2b**, en donde después de ser alimentados con pescado los lotes de peces que se habían alimentado con la dieta 50, la respuesta es casi inmediata, resaltando la importancia de la calidad del alimento suministrado, al elevar considerablemente el volumen y el porcentaje de los huevos fecundados. Esta respuesta anteriormente fue reportada por Watanabe *et al.*, (1985) para *Pagrus major*, en donde al cambiar el tipo de dieta o la sustitución de algún ingrediente se logra mejorar considerablemente la fecundidad.

En relación a la viabilidad de los desoves, no se aprecia gran variación en cuanto a los porcentajes de eclosión y la supervivencia a la absorción del vitelo. Sólo se encontró diferencia significativa entre las replicas de los tanques alimentados con pescado (**Exp. 1**, Tanques 3 y 4). No obstante, la explicación a la variación encontrada entre las réplicas mencionadas no obedece a razones biológicas , sino más bien a problemas metodológicos, ya que a excepción de esta diferencia, en ningún otro caso, incluyendo el experimento realizado, el tratamiento

alimentario y los diferentes ensayos del desarrollo embrionario (como en el caso de estos tanques en el **Exp. 1**, que fue de 3 y 4 ensayos, respectivamente), no se encontró diferencia significativa y tomando en cuenta que fue el mismo alimento, la diferencia encontrada se debió más bien a otras circunstancias.

Si bien, algunos autores no reportan una variación importante en la composición química de los huevecillos por efecto del alimento suministrado a los reproductores, como en el caso de *O. mikiss* (Takeuchi *et al.*, 1981), *Salmo gairdneri* (actualmente conocida como *Onchorrhynchus mikiss*, Springate *et al.*, 1985), *D. labrax* (Cerdá *et al.*, 1994), sí se reporta una diferencia en cuanto al porcentaje de eclosión y flotabilidad de los huevecillos, lo cual no se observa en el presente estudio en relación a los huevos fecundados. Es posible entonces, que la calidad en los huevecillos fecundados no sea diferente en los diversos tratamientos alimentarios utilizados.

Sin embargo, considerando la calidad del desove como el volumen y porcentaje de huevos fecundados es evidente que los peces alimentados con pescado presentan desoves de mayor calidad, y esto sí tiene efecto directo con la calidad del alimento suministrado a los reproductores (como se reporta para: *S. gairdneri*, actualmente conocida como *O. mykiss*, Springate *et al.*, 1985; *O. mikiss*, Watanabe *et al.*, 1985; *Dicentrarchus labrax*, Cerdá *et al.*, 1994).

Analizando el diámetro del huevo, en el **Exp. 2a**, se observa que el tanque 1 presenta un mayor diámetro, incluso es diferente significativamente de los demás, una conclusión respecto al tipo de alimento podría ser contraria, ya que la réplica de este tanque también es diferente. Cerdá (1994) manifiesta para *D. labrax* la estrategia de reducir el diámetro del

huevo, como respuesta a condiciones adversas ante un alimento que no cubrió satisfactoriamente sus necesidades nutricias.

El diámetro del glóbulo de aceite, que también fue medido en el **Exp. Za**, sí presenta diferencia significativa en relación a los tratamientos alimentarios, así los lotes alimentados con pescado presentan un mayor diámetro. En este caso, le permitirá tener relativamente una mayor reserva hasta el inicio de la alimentación exógena, lo cual redundaría en una mayor supervivencia en la transición de la alimentación endógena a la exógena.

En cuanto a la longitud notocordal (LN) de los eleuteroembriones, no se presentó diferencia significativa. Por otro lado, la LN de las larvas a la absorción del saco vitelino presenta diferencia, esta se presenta entre el tanque 3 y el resto de los tanques. Al analizar la diferencia encontrada de la LN de las larvas, se debe tener cuidado de no sobrevalorar o subevaluar los resultados encontrados en el tanque 4, ya que este desarrollo embrionario se realizó en situaciones muy especiales (mencionadas en la metodología), por tanto, es más conveniente referirse a lo encontrado en los tanques 1, 2 y 3. Así, los valores observados de la LN de las larvas nos indican que las larvas provenientes de lotes alimentados con pescado tuvieron un mayor desarrollo.

Interrelacionando las diferencias significativas encontradas entre el diámetro del glóbulo de aceite y la LN de las larvas, podemos sugerir que el desarrollo de las larvas está estrechamente ligado al diámetro del glóbulo de aceite, ya que justamente los desoves provenientes de peces alimentados con pescado tienen un mayor diámetro del glóbulo de aceite y por consecuencia un mayor desarrollo en la etapa de la absorción de vitelo. Lo anterior nos lleva a inferir que el aporte alimenticio de las hembras mejor alimentadas, hacia sus crías, les permite a estas tener un mayor desarrollo como resultado de un alimento de mayor calidad. Un

comportamiento similar hace referencia Watanabe *et al.* (1985) para *Pagrus major*, en donde demuestra que al agregar 18:2 n-6 deteriora el desove en cuanto al porcentaje de larvas normales. Tomando en cuenta que la harina de maíz tiene un aporte importante de 18:2 n-6, entonces las larvas de *Paralabrax maculatofasciatus* producidas de los desoves de peces alimentados con la dieta 50, se vieron afectadas y de ahí que la talla alcanzada a la absorción del vitelo sea menor que las larvas correspondientes de desoves provenientes de peces alimentados con pescado

Resumiendo, la calidad en el desove (volumen y porcentaje de huevos fecundados) así como un mayor desarrollo de las larvas a la absorción del vitelo, son consecuencia directa del alimento. Y tomando en cuenta que el alimento que mostró mejores resultados fue el pescado, entonces el pescado resulta ser en el presente estudio mejor alimento que las dietas 35 y 50.

En cuanto a los reproductores, tenemos que al analizar la fluidez del semen y la motilidad de los espermatozoides. Sólo se encontró diferencia en relación a la fluidez del semen, de esta manera el tanque 1 presenta esta diferencia con respecto a los tanques correspondientes a la dieta 50, además los peces del tanque 2, aunque no muestran diferencia significativa, si presentan valores superiores. De esta manera, de las características del semen, la fluidez resultó ser determinante en el desempeño reproductivo, ya que en cuanto a la motilidad no se presentó ninguna diferencia significativa al menos mientras duro el momento de su mayor poder fecundante (primer momento), según lo señalado por Rodríguez-Gutiérrez (1992).

Se podría relacionar el porcentaje de huevos fecundados con la fluidez del semen, ya que en ese orden se encuentra el porcentaje de fecundación; de mayor a menor $T3 > T4 > T1 > T2$ y $T1 > T2 > T3 > T4$ (**Exp. 1 y 2a**, respectivamente). Y siendo que los peces con una

mayor fluidez de semen tienen potencialmente mayor poder fecundante, entonces fue esta la razón por la que hubo un mayor porcentaje de huevos fecundados en el tanque 1 (**Exp. 2a**).

Así, las evidencias indican que los machos alimentados con la dieta 50, no presentaron la capacidad de fecundar los huevos desovados. Las razones para explicar esto, no parecen muy claras, pues se desconoce si existió algún patrón social que limitara o inhibiera el comportamiento de los machos o si se trató de alguna deficiencia nutricional, dado que las hembras liberaron sus gametos como resultado de la estimulación provocada por los machos.

Al finalizar el **Exp. 2a**, la madurez encontrada en las hembras fue similar en los cuatro lotes, no obstante, para esta especie de cabrilla, como en la mayoría de las especies tropicales es difícil establecer un grado de madurez en forma objetiva, debido a su condición de desovador parcial, sin un estudio válido de la extracción de ovocitos para esta especie.

Carrillo y Zanuy (1993) explican que los desovadores parciales presentan un desarrollo ovárico asincrónico, y durante la época de recrudescencia gonadal, pueden presentar todos los estados de desarrollo de los ovocitos, lo que dificultaría diagnosticar su evaluación. Lluch-Cota (1995), en un estudio histológico de reproducción en campo de esta cabrilla hace mención del estado “relevante” dada la presencia de ovocitos hidratados intrafolículos, y aunque Alvarez-Lajonchere (comunicación personal) considera que para reproductores utilizables con fines de cultivo el evaluar la madurez mediante biopsias intraováricas, es una técnica sencilla y confiable.

Tomando en consideración lo anterior, al tratar de determinar el estado de madurez basados únicamente en el aspecto externo de los ovocitos resulta un tanto subjetivo. El diagnóstico del estado de madurez, con las reservas que implica, debido a que para esta especie aún no está validada la técnica para la determinación del estado de madurez de los ovocitos

intraováricos, indicaron que al finalizar el **Exp. 2a** los valores eran similares, correspondiendo a III-IV.

Al finalizar el **Exp. 1** y después de sacrificar a los reproductores, se evaluó el Índice Gonadosomático (IGS). En este experimento el tanque 2 no presentó desoves, y esto se ve reflejado en el IGS ya que es significativamente diferente de todos los demás en las hembras, lo cual indica su poca o nula actividad reproductiva. Los machos no presentan diferencia significativa, aunque si valores más altos los peces alimentados con pescado. Quizás esto nos indique que no todos los machos están involucrados con el evento reproductivo, prevaleciendo el dominio de algún macho constituyendo un harén (comportamiento reportado por Fisher y Petersen, 1987, para los serránidos).

Rodríguez-Gutierrez *et al* (1992) mencionan que los valores mínimos del factor de condición se presentan cuando están en su etapa reproductiva, y los valores cercanos a 10 cuando están fuera de la época reproductiva. El Factor de Condición Simple (FCS), en el **Exp. 1**, nos indica en el caso de las hembras, que previo al período de desove (FCS intermedio) nos da valores altos y al finalizar este periodo, los valores (FCS final) bajan indicando su actividad reproductiva. En este caso son significativamente diferentes las hembras, mostrando valores más altos las alimentadas con pescado. En contraste con los machos, las hembras presentan valores más bajos del FCS final, para la carpa *Cyprinus Carpio*, Rodríguez-Gutiérrez y Maraño-Herrera (1993), indican que este tipo de comportamiento en el FCS es indicativo de actividad reproductiva, esto nos señala una mayor actividad reproductiva de las hembras que los machos, similar a lo indicado por el IGS. En los machos también se muestra diferencia significativa con valores más altos de los peces alimentados con pescado. En ambos casos (machos y hembras), las diferencias encontradas son en relación al FCS final.

En el **Exp. 2a**, tanto en el FCS intermedio como en el FCS final, se encontraron diferencias significativas, siendo superiores en todos los casos los peces alimentados con pescado. Al analizar estos datos, los valores del FCS final muestran valores ligeramente más bajos que los del FCS intermedio, lo cual nos indica que se presentó actividad reproductiva.

En relación al alimento, de acuerdo con los resultados del análisis químico proximal, se observa que el porcentaje de proteína contenido en las dietas 35 y 50, fue inferior al encontrado en el pescado, pero no se considera que esto sea causa de un mejor desempeño reproductivo de los peces alimentados con este alimento. Esto porque el porcentaje de proteína utilizado en las dietas 35 y 50, oscila entre 40-60 %, el cual es recomendado para reproductores de peces marinos (Luquet y Watanabe, 1986; Foscari, 1988; Hepher, 1989; Fukusho, 1991).

Por lo que respecta a los lípidos, los peces marinos poseen una menor habilidad fisiológica que los dulceacuícolas para convertir 18: 3 (n-3) de cadena larga a partir de precursores ácidos grasos altamente insaturados n-3 (Watanabe, 1982). El aceite de maíz posee en su mayoría ácidos grasos 18: 3 (n-6) y aunque no se puede determinar tajantemente que esta haya sido una causa importante en el mal desempeño reproductivo de los peces alimentados con las dietas 35 y 50, es posible que en algún grado haya influido.

Al analizar la forma en que el alimento influyó tanto para obtener desoves abundantes con huevos fecundados, como para obtener desoves deficientes en número y en la viabilidad de sus productos, nos marcan una pauta para el diseño futuro de alimentos que cubran los requerimientos nutricionales de los reproductores.

La cabrilla arenosa en su condición de hermafrodita protogínico (Hastings, 1989), podría dejar la duda de que algunos peces hayan estado en fase de transición durante el experimento, por lo que marcar a los peces fue de gran utilidad. De esta manera se comprobó

que no hubo reversión de sexos en el transcurso del experimento, verificando que la marca correspondiera al sexo del pez diagnosticado desde el inicio. No obstante, de este mismo lote de peces, tres meses después de dar por terminada la parte experimental (a 7 meses de estar en cautiverio), se observó un organismo en estado de transición, el cual aún estaba marcado como hembra, que al presionarlo fluyó semen, lo que causó extrañeza y al revisar su gónada después de ser sacrificado, presentaba una sección de esta con apariencia de macho (ovotestículo). Este ha sido el único caso que se ha registrado en el Laboratorio de Biología Experimental de un organismo en estado de transición.

Retornando lo mencionado por Shapiro (1987) y Toledo *et al.* (1993), de que algunos serránidos mantienen una periodicidad en sus desoves con el ciclo lunar, en el caso de *P. maculatofasciatus* no ocurrió así, se trató de verificar si de alguna manera se podría presentar este evento con la negativa de que esto no se observó en condiciones de laboratorio. En relación a lo anterior se puede argumentar que en condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo, el ciclo lunar no parece tener un efecto tan importante, considerando que la temperatura ejerce una mayor influencia para poder manipular los desoves, incluso en temporadas en que no son reportados los desoves.

Se puede agregar que en el medio natural, en los meses de septiembre a noviembre Avilés-Quevedo *et al.* (1995) no reporta gran incidencia de desoves en la Bahía de la Paz para la cabrilla arenera, que fue justamente cuando desovaron en los **Exp. 2a y 2b** en el presente trabajo, lo cual pone de manifiesto la importancia en el control de parámetros que permitan madurar e inducir espontáneamente al desove a estos peces, pudiendo lograr de esta manera su reproducción dentro y fuera de la temporada en que ocurre en el medio natural.

8. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

a) El alimento preparado (dieta 35 y 50) no resulto adecuado para ser utilizado con fines reproductivos, y aunque sus efectos no fueron responsables de enfermedades, se podrían realizar modificaciones en algunos de sus ingredientes para buscar mejores resultados.

b) Los peces alimentados con pescado, son capaces de incrementar notablemente el número de huevos desovados en un corto período de tiempo (3 días), a pesar de haber sido alimentados anteriormente con la dieta 50.

c) Aunque son muchos los factores que influyen en la maduración gonádica se observó que la alimentación es de los más importantes, siempre y cuando la temperatura y el fotoperíodo sean los adecuados.

d) La calidad en el desove (volumen y porcentaje de huevos fecundados) así como un mayor desarrollo de las larvas a la absorción del vitelo, son consecuencia directa del alimento.

e) Tomando en cuenta que el alimento que mostró mejores resultados fue el pescado, entonces el pescado resulta ser en el presente estudio mejor alimento que las dietas 35 y 50.

f) El alimento también tuvo efecto importante en el factor de condición y el índice gonadosomático, y favoreció en todos los casos a los peces alimentados con pescado.

9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO

Para trabajos posteriores sería conveniente realizar un análisis de la calidad de ácidos grasos y aminoácidos presentes en las dietas que se utilizan. También, por limitación del espacio físico del Laboratorio de Biología Experimental no he posible trabajar con un mayor

8. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

a) El alimento preparado (dieta 35 y 50) no resulto adecuado para ser utilizado con fines reproductivos, y aunque sus efectos no fueron responsables de enfermedades, se podrían realizar modificaciones en algunos de sus ingredientes para buscar mejores resultados.

b) Los peces alimentados con pescado, son capaces de incrementar notablemente el número de huevos desovados en un corto período de tiempo (3 días), a pesar de haber sido alimentados anteriormente con la dieta 50.

c) Aunque son muchos los factores que influyen en la maduración gonádica se observó que la alimentación es de los más importantes, siempre y cuando la temperatura y el fotoperíodo sean los adecuados.

d) La calidad en el desove (volumen y porcentaje de huevos fecundados) así como un mayor desarrollo de las larvas a la absorción del vitelo, son consecuencia directa del alimento.

e) Tomando en cuenta que el alimento que mostró mejores resultados fue el pescado, entonces el pescado resulta ser en el presente estudio mejor alimento que las dietas 35 y 50.

f) El alimento también tuvo efecto importante en el factor de condición y el índice gonadosomático, y favoreció en todos los casos a los peces alimentados con pescado.

9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO

Para trabajos posteriores sería conveniente realizar un análisis de la calidad de ácidos grasos y aminoácidos presentes en las dietas que se utilizan, También, por limitación del espacio físico del Laboratorio de Biología Experimental no fue posible trabajar con un mayor

número de replicas, lo que hubiera redundado en resultados más contundentes, un número de replicas adecuado hubiera sido de tres por tratamiento alimenticio.

Se recomienda utilizar en lo posible ingredientes de origen marino en la elaboración de dietas para organismos marinos. Esto debido a que mientras no se conozcan con exactitud los requerimientos alimenticios de la especie, en sus diferentes periodos de vida, lo más recomendable para obtener resultados satisfactorios es usar ingredientes de origen marino, principalmente la fuente de proteína y de ácidos grasos poliinsaturados (de la serie n-3).

No es nuevo que la maricultura esta adquiriendo gran importancia y que el cultivo de peces es una alternativa que ya se vislumbra con gran futuro. En el presente trabajo se menciona el efecto que tiene la alimentación en la reproducción. Una sugerencia para trabajos posteriores es optimizar una dieta elaborada a partir de ingredientes inertes y que muestre resultados superiores a los mostrados con trozos de pescado, como alimento para peces reproductores, se sugiere utilizar al pescado como control y probar dos o más dietas variando el contenido de proteína y el nivel de lípidos.

En estudios posteriores de alimentación y reproducción, se recomienda realizar análisis proximales de huevos y larvas para poder inferir el efecto real del alimento en los desoves.

Hacen falta estudios para estandarizar un método adecuado para el muestreo de la gónada por biopsias intraováricas, a fin de establecer un estado de madurez gonádica acertado, y que nos permita seleccionar convenientemente los peces que serán usados para inducirlos a desovar.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ-LAJONCHERE L.; O. G. HERNANDEZ-MOLEJÓN, 1994. Manual de técnicas para la producción piloto de juveniles de peces marinos. C.I.P. (CUBA), U.A.M. (MEX.)(Eds.). 116 pp.
- AVILÉS-QUEVEDO, A.; U. MACGREGOR-PARDO; R. RODRÍGUEZ-RAMOS; O. **HIRALES COSÍO**; M. A. HUERTA-BELLO; M. IIZAWA, 1995. Biología y cultivo de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindahner, 1868). JICA, SEPESCA, INP (Eds.). La Paz, B.C.S. 85 pp.
- BAGGERMAN, B., 1980. Photoperiodic and endogenous control of the annual reproductive cycle in teleost fishes. *In* M. A. Ali (Ed.). Environmental physiology of fishes. pp. 553-567.
- BALON**, E. K., 1984. Reflections of some decisive events in the early life history of fishes. Trans Am. Fish. Soc. 113: 178-185.
- BAYNES, S. M.; B. R. HOWELL; T. W. BEARD, 1993. A review of egg production by captive sole, *Solea solea* (L.). Aquacult. Fish. Manage., 24: 171- 180.
- BELL**, J. G.; D. R. TOCHER; F. M. MACDONALD; J. R. SARGENT, 1994. Effects of diets rich in linoleic (18:2 n-6) and α -linolenic (18: n-3) acids on the growth, lipid class and fatty acid compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Fish Physiol. Biochem. 13(2): 105-118.
- BLYTHE, W. G.; L. A. HELFRICH, 1992. Photothermal manipulation of maturation of striped bass broodstock. *In* Abstracts Aquaculture' 92, Orlando, Florida. p. 42
- BOONYARATPALIN, M., 1991. Asian seabass, *Lates calcarifer*. *In*: R. P. Wilson (Ed.). Handbook of nutrient requirements of finfish. CRC Press. pp. 5-11.
- BROMAGE**, N., 1991. Propagation and stock improvement. *In*: C. J. Shepherd y N. R. Bromage (Eds.). Intensive Fish Farming. Billing & Sons, Ltd, Worcester. Great Britain. pp. 103-153.

- BROMAGE**, N.; J. JONES; C. **RANDALL**; M. THRUSH; B. **DAVIS**; J. SPRINGATE; J. DUSTON; G. BARRER, 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 100: 141-166.
- BUTLER, J. L.; H. G. MOSER; G. S. HAGEMAN; L. E. NORDGREN, 1982. Developmental stages of three California sea basses (*Paralabrax*, Pisces, Serranidae). Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 23: 252-268.
- BYE, V. J., 1990. Temperate marine teleost. In: Munro, A. D., Scott, A. P., and Lam, T. J. (Eds.). Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences. CRC Press. pp. 125-144.
- CAILLIET, G. M.; M. S. **LOVE**; A. EBELING, 1986. Fishes. A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history. Wadsworth Pub. Co. California, U. S. A. 194 pp.
- CANAL, L. R., 1993. Ciclo reproductivo de la cabrilla (*Paralabrax humeralis* V.) en el área de Paíta, Perú. In Resúmenes V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, La Paz, B.C.S., México. p. 24.
- CARRILLO, M.; N. **BROMAGE**; S. ZANUY; R. SERRANO; F. PRAT, 1989. The effect of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 81: 351-365.
- CARRILLO, M; S. ZANUY, 1993. Fisiología de la reproducción de los teleosteos. In F. Castello-Orvay (Ed.). Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Universitat de Barcelona, España. pp. 125-142.
- CERDÁ, J.; M. CARRILLO; S. ZANUY; J. RAMOS, 1994. Effect of food ration on estrogen and vitellogenin plasma levels, fecundity and larval survival in captive sea bass, *Dicentrarchus labrax*: preliminar-y observations. Aquat. Living Resour., 7: 225-266.

- CERVANTES-DUARTE, R., 1982. Distribución de nutrientes en la Ensenada de La Paz, B.C.S. durante el periodo primavera-verano de 1981. Tesis de maestría CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 119 pp.
- COLURA, R. L.; A. HENDERSON-ARZAPALO; A. F. MACIOROWSKI, 1991.** Culture of red drum.. In: James P. Mc Vey (Ed.). Handbook of Mariculture. Volume II. Finfish Aquaculture. CRC Press. pp. 149-146.
- COVES, D.; G. DEWAVRIN; G. BREUIL; N. DEVAUCHELLE, 1991.** Culture of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). In: James P. Mc Vey (Ed.). Handbook of Mariculture. Volume II. Finfish Aquaculture. CRC Press. pp. 3-20.
- DE MARTINI, E. E., 1987. Test of ovarity subsampling options and preliminary estimates of batch fecundity for two *Paralabrax* Species. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 28: 168-170.
- DABROWSKI, K; R. E. CIEREZKO; A. CIEREZKO; G. P. TOHT; S. A. CHRIST; D. EL-SAIDY; J. S. OTTOBRE, 1996. Reproductive physiology of yellow perch (*Perca flavescens*): environmental and endocrinological cues. J. Appl. Ichthyol. 12: 139-148.
- ESPINOSA, A.J., 1977. Los principales parámetros fisicoquímicos de las aguas de la Ensenada de La Paz, B.C.S. Resultados de las investigaciones. CIB. pp. 5-28.
- FAO , 1994. FAO Fisheries Circular No. 881. Rome. 35 pp.
- FISHER , E. A.; C. W. PETERSEN, 1987.** The evolution of sexual patterns in the seabasses. BioScience, 37: 428-489.
- FOSCARINI, R., 1988. A review: intensive farming procedure for red sea bream (*Pagrus major*) in Japan. Aquaculture, 72: 191-246.
- FUKUSHO, K., 1991. Red sea bream culture in Japan. In: James P. Mc Vey (Ed.). Handbook of Mariculture. Volume II. Finfish Aquaculture. CRC Press. U.S.A. pp. 73-87.

- GEFFEN, A. J.; O. FRAYER, 1993. Retention of sperm motility in turbot, *Scophthalmus maximus* L.: the effects of time from activation, thermal shock and adenosine triphosphate levels. *Aquacult. Fish. Manag.*, 24: 203-209.
- HASTINGS, P. A., 1989. Protogynous hermaphroditism in *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia*, 1989 (1): 184-188.
- HEATH, A. G., 1990. Water pollution and fish physiology. CRC Press. Florida, U.S.A. 245 pp.
- HEEMSTRA, P. C., 1995. Serranidae. *In* Fisher, W.; F. Krupp; W. Schneider; C. Sommer; K. E. Carpenter; V. H. Niem (Eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. III. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Rome. pp. 1565- 16 13.
- HEPHER, B., 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Ed. LIMUSA. 406 pp.
- HEPHER, B.; Y. PRUGININ, 1989. Cultivo de peces comerciales. Ed. LIMUSA. México, D.F. 3 16 pp.
- HOUILLON, C., 1978. Sexualidad. Quinta edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 668 pp.
- HUET, M., 1978. Tratado de Piscicultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 pp.
- JUÁREZ-PALACIOS, J. R.; G. G. PALOMO MARTÍNEZ, 1988. Acuicultura. CECSA. México, D. F. 95 pp.
- KANAZAWA, A.; S. I. TESHIMA; K. ONO, 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp. Biochem. Physiol.*, 63B: 295-298.
- KENDALL, A. W. JR., E. H. AHLSTROM; H. G. MOSER, 1984. Early life history stages of fishes and their characters. *In* H. G. Moser, W. J. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. Y S. L. Richardson (Eds.). Ontogeny and systematics of fishes. Am. Assoc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Pub. 1. pp. 1 1-22.

- LAM, T. J., 1982. Applications of endocrinology to fish culture. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 111-137.
- LIAO, I-CH., 1991. Milkfish culture in Taiwan. In: James P. Mc Vey (Ed.). *Handbook of mariculture. Volume II. Finfish aquaculture*. CRC press. U.S.A. pp. 91-115.
- LLUCH-COTA, D. B., 1995. Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae) en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 116 pp.
- LUQUET, P.; T. WATANABE, 1986. Interaction "nutrition-reproduction" in fish. *Fish Physiol. Biochem.*, 2: 121-129.
- MILLER, P. J., 1984. The tocology of gobioid fishes. In: G. W. Potts y R. J. Wootton (Eds.). *Fish reproduction. Strategies and tactics*. Academic Press. San Diego, CA. pp. 119-154.
- MILLER, J. D.; R. N. LEA, 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *Calif. Dep. Fish and Game, E. U. A. Fish Bull.* (157), 249 pp.
- MORALES, G. E., 1982. Mareas y corrientes de la Ensenada de La Paz, B. C. S. Tesis de licenciatura. Esc. de Ciencias Marinas. Universidad Autonoma de Baja California, Ensenada, B. C. México. 73 pp.
- NELSON, J. S., 1994. *Fishes of the World*. Ed. John Wiley & Sons, Inc. Tercera edición. 600 pp.
- ODA, D. L.; R. J. LAVENVERG; J. M. ROUNDS, 1993. Reproductive biology of three California species of *Paralabrax* (Pisces: Serranidae). *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep.* 34: 122-132.
- OLIVARES, A.; A. BORQUEZ, M. QUIÑONES; F. MIRANDA, 1993. Efecto de la alimentación natural y artificial en la maduración gonadal de *Paralabrax humeralis* en cautiverio. *In* Resúmenes V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, La Paz, B.C.S., México. p. 39.

- PERSON-LE RUYET, J.; F. BAUDIN-LAURENCIN; N. DEVAUCHELLE; R. METAILLER; J-L **NICOLAS**; J. ROBIN; J. GUILLAUME, 1991. Culture of turbot (*Scophthalmus maximus*). In: J. P. Mc Vey (Ed.). Handbook of Mariculture. Volume II. Finfish Aquaculture. CRC Press. p.p. 21-41.
- ROBAINA, G., 1994. Mecanismos de inducción al desove utilizadas en el cultivo de peces: una revisión. Rev. Lat. Acui. Lima, Perú. 43: 55-67.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M., 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT. México. 79 pp.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M.; S. **MARAÑÓN-HERRERA**, 1993. Relación del factor de condición múltiple con la reproducción de machos en la carpa *Cyprinus Carpio*. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. U.N.A.M. México, 20: 105-1 13.
- ROSALES-VELÁZQUEZ, M. O.; R. E. MARTÍNEZ-PECERO; B. ANGUAS-VELEZ; M. CONTRERAS-OLGUIN; E. O. RODRIGUEZ-MORALES, 1992. Inducción al desove de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner)(Pisces: Serranidae) mantenida en laboratorio. In Resúmenes III Congreso Nacional de Ictiología. Oaxtepec, Mor., México, p. 18.
- SARIG, SH., 1989. Introduction and state of aquaculture. In: M. Shilo Y Sh. Sarig (Eds.). Fish culture in warm water systems: problems and trends. CRC Press. U.S.A. pp. 1-19.
- SHAPIRO, D. Y., 1987. Reproduction in groupers. In: J.J. Polovina & Ralston (Eds.). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, CO, U.S.A., pp. 295-327.
- SILVA, A., 1994. Spawning of the chilean flounder *Paralichthys microps* Gunther, 1881 in captivity. J. World Aquaculture Soc., 25: 342-344.
- SMITH, C. L.; P. H. YOUNG, 1966. Gonad structure and reproductive cycle of the kelp bass, *Paralabrax clathratus* (Girard), with comments on the relationships of the serranid genus *Paralabrax*. Calif. Fish Game, 52: 283-292.

- SPRINGATE, J. R. C.; **BROMAGE**, N. R.; CUMARANATUNGA, P. R. T., 1985. The effects of different ration on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: C.B. Cowey, A.M. Makcie and J.G.Bell (Eds.). Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, New York, NY, pp. 371-394.
- SUBCOMMITTEE **ON** WARMWATER FISH NUTRITION, 1983. Nutrient requeriments of warmwater fishes and shellfishes. National Academy Press. Washington, D. C. 58 pp.
- TAKEUCHI, T.; T. WATANABE; C. OGINO M. SAITO; K. NISHIMURA; T. **NOSE**, 198 1. Effects of low protein-high calory diets and deletion of trace elements from a fish mea1 diet on reproduction of rainbow trout. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 47: 645-654.
- TENG, S-K.; T-E. CHUA; P-E. LIM, 1978. Preliminary observation on the dietary protein requirement of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net-cages. Aquaculture, 15: 257-271.
- TOBIN, A. J.; M. J. SHEAVES; W. **MOLONY**. 1997. Evidence of protandrus hermaphroditism in the tropical sparid *Acanthopagrus berda*. Journal Fish Biology, 50: 22-33.
- THRESHER, 1984. Reproduction in reef fishes. T. F. H. Publications, U. S. A. 398 pp.
- THOMSON, D. A.; LL. T. FINDLEY; A. N. KERSTITCH, 1987. Reef fishes of the Sea of Cortez. The University of Arizona Press. U.S.A. 320 pp.
- TOLEDO, J. D.; A. NAGAI; D. JAVELLANA, 1993. Successive spawning of grouper, *Epinephelus suillus* (Valenciennes), in a tank and a floating net cages. Aquaculture, 115: 361-367.
- TUCKER, J. W., 1994. Spawning by captive serranid fishes: A review. J. World Aquaculture Soc. 25: 345-359.
- WALLACE, R. A.; K. SELMAN, 198 1. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool., 21: 325-343.

- WASHBURN, B. S.; D. J. FRYE; S. S. O. HUNG; S. I. DOROSHOV; F. S. **CONTE**, 1990. Dietary effects on tissue composition, oogenesis and the reproductive performance of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 90: 179-195.
- WATANABE, T., 1990. Nutrition and growth. In: C. J. Shepherd y N. R. Bromage (Ed.). *Intensive Fish Farming*. BSP Professional Books. Great Britain. pp. 154-197.
- WATANABE, T.; T. KOIZUMI; H. SUZUKI; S. SATOH; T. TAKEUCHI; N. YOSHIDA; T. KITADA, Y. TSUKASHIMA, 1985. Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or on raw krill shortly before spawning. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 51: 151-152.
- WEISZ, P. B., 1980. *La ciencia de la biología*. Tercera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 202 pp.
- WHEATON, W., 1977. *Acuicultura*. AGT S.A. (Ed.). México, D.F. 704 pp.
- YAMADA**, R. 1986. Pond production systems: feeds and feeding practices in warmwater fish pond. In: J.E. Lannan, R.O. Smitherman, G. Tchobanoglous (Eds.). *Principles and Practices of Pond Aquaculture*. Oregon State University Press. U.S.A. pp. 11-139.
- ZAR, J.H., 1996. *Bioestatistical analysis*. Third edition. Prentice-Hall, Inc. 718 pp.

II. Anexos

CUADRO A. Desoves obtenidos durante el Exp. 1.

No.	Dieta A (juveniles de mojarra)				Dieta B (alimento preparado con 35 % de proteína)			
	Tanque 3		Tanque 4		Tanque 1		Tanque 2	
	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados
1	0	0	3,538	10,988	0	0	0	0
2	37,432	5,586	9,125	16,761	0	0	0	0
3	56,800	97,770	26,630	78,217	21,230	15,270	0	0
4	85,666	44,695	39,108	31,659	0	0	0	0
5	66,670	18,251	44,323	75,236	1,489	9,311	0	0
6	19,926	42,833	57,359	20,113	0	0	0	0
7	0	0	41,715	43,578	0	0	0	0
8	98,143	19,740	43,019	38,549	0	0	0	0
9	6,332	1,862	29,611	18,250	0	0	0	0
10	97,212	8,567	68,532	46,185	0	0	0	0
11	153,640	5,959	133,154	18,064	0	0	0	0
12	54,007	4,469	6,145	466	39,108	21,603	0	0
13	56,800	8,380	45,440	15,643	0	0	0	0
14	11,174	466	37,246	31,100	0	0	0	0
15	66,112	2,793	50,096	22,348	0	13,036	0	0
16	33,521	17,506	53,076	10,429	0	0	0	0
17	4,283	6,518	3,352	6,518	0	0	0	0
18	28,866	5,214	9,312	16,761	0	0	0	0
19	10,056	559	16,016	12,664	0	0	0	0
20	24,210	1,490	0	0	0	0	0	0
TOTAL	910,851	254,111	716,799	513,529	61,828	59,221	0	0
Promedio	50,603		37,726		15,457		0	0

CUADRO B. Desoves obtenidos durante el Exp. 2a.

	Dieta A (juven les de mojarra)				Dieta B (alimento preparado con 50 % de proteína)			
	Tanque 1		Tanque 2		Tanque 3		Tanque 4	
No.	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados
1	0	3,725	0	13,036	0	0	0	0
2	3,166	4,200	0	0	0	0	0	0
3	11,919	3,200	0	0	0	0	0	13,409
4	31,659	2,000	0	1,862	0	0	0	4,842
5	33,521	3,000	5,214	5,587	0	0	0	16,761
6	48,420	2,000	931	4,470	1,862	4,656	0	10,243
7	59,594	3,000	11,546	3,352	5,773	12,105	0	13,967
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	57,731	0	0	0	0	6,704	0	6,146
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	73,560	6,000	4,656	1,852	0	9,125	205	9,312
13	31,659	2,000	8,194	5,587	0	31,659	205	21,230
14	6,332	2,000	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	81,941	14,000	0	0	0	0	0	7,635
17	83,804	10,800	3,724	13,967	0	18,251	0	25,700
18	70,767	4,000	0	0	0	0	0	0
19	104,289	9,600	5,587	3,352	0	16,016	0	8,194
20	52,144	5,200	0	0	0	15,271	0	0
21	23,279	4,000	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	91,253	7,600	26,072	7,449	0	0	0	8,567
24	30,728	1,000	0	0	0	10,429	0	12,663
25	74,492	3,600	8,194	4,470	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0
27	21,417	8,400	0	0	0	0	0	0
28	65,181	5,600	13,409	2,980	0	19,368	210	9,312
29	63,318	16,000	0	0	0	12,664	0	0
30	48,420	1,000	0	0	0	9,684	0	0
31	39,108	1,000	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,207,702	118,070	87,528	67,974	7,635	165,931	620	149,729
Promedio	48,308		7,294		636		44	

CUADRO C. Desoves obtenidos durante el Exp. 2b.

	Dieta A (juveniles de mojarra)							
	Tanque 1		Tanque 2		Tanque 3		Tanque 4	
No.	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados	Fecundados	No fecundados
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	54,007	931	1,862	1,490	10,801	39,108	7,635	7,077
5	13,036	3,725	0	0	0	0	11,174	372
6	11,919	6,891	0	0	0	0	0	0
7	96,840	20,113		0	11,919	10,801	10,801	63,318
8	83,804	25,141	7,822	2,793	3,538	33,521	42,833	29,797
9	55,869	27,935	0	0	20,485	12,000	27,003	11,174
10	9,312	9,312	0	0	9,311	9,312	9,312	9,312
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	18,623	7,821
13	14,898	20,485	0	0	0	0	8,380	27,934
14	0	0	0	0	0	0	186	11,174
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	42,833	1,490	40,971	9,312	16,761	3,200	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	42,460	7,449	0	0	0	0	5,587	1,862
20	0	0	0	0	0	0	30,728	9,312
21	19,554	1,862	0	0	0	0	0	0
22	5,587	18,623	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	9,312	25,141
24	0	0	0	0	0	0	5,587	4,470
25	0	0	0	0	0	0	14,898	10,243
26	80,079	7,449	3,725	1,862	5,587	6,000	42,833	3,166
27	0	0	2,793	1,862	1,117		22,348	3,725
28	55,869	5,587	39,108	3,725	40,971	5,000	3,166	3,725
29	0	0	6,518	4,842	3,352	5,200	26,072	2,980
30	78,217	11,174	42,833	7,449	48,420	2,800	0	0
31	0	0	24,955	13,967	37,246	10,000	18,623	16,761
TOTAL	664,282	168,166	170,587	47,302	209,509	135,203	315,101	249,302
Promedio	44,236		18,954		17,459		16,584	

CUADRO E. EXP. 1, Factor de condición simple de las hembras, calculado a un mes de iniciado el experimento (intermedio) y a final del mismo.

Alimento	b= 3.05			b= 3.88		
	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS intermedio	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS final
Pescado (T 3)	21	254.6	2.36	20.5	273.9	0.22
	19.7	235.1	2.65	19.5	229.1	0.23
	17.8	161.6	2.48	18.5	195	0.24
	19	188.7	2.37	20	247.5	0.22
	20	223.3	2.40	19.6	236.4	0.23
Pescado (T 4)	16.5	138.4	2.68	16.5	128.7	0.24
	19	219.5	2.76	19.5	231.6	0.23
	19	203.5	2.59	18	158.3	0.21
	21	262.2	2.43	20	261.6	0.23
	19	218.2	2.74	18.5	195	0.23
Dieta 35 (T 1)	18	165.7	2.46	18	143.6	0.19
	20	210.4	2.26	19.5	220.7	0.22
	19	203.5	2.56	19	199.6	0.22
	18	143.6	2.13	18.5	162.8	0.20
	19	220.6	2.77	18.5	200.7	0.24
Dieta 35 (T 2)	21	265.7	2.46	21	267.9	0.20
	18.5	169.4	2.31	18.5	187.1	0.23
	17	133.8	2.36	17.5	133.8	0.20
	19	177.3	2.23	19	171.8	0.19
	17.7	143.2	2.23	18	143	0.19

CUADRO F. Índice gonadosomático de las hembras presente al finalizar el **Exp. 1**.

Pescado						Dieta 35					
Tanque 3			Tanque 4			Tanque 1			Tanque 2		
Peso (g)	P.G.* (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.
273.9	22.6	8.25	128.7	7.7	5.98	143.6	4.8	3.34	267.9	8.3	3.10
229.1	19.9	10.17	231.6	17.6	7.60	220.7	18.9	8.56	187.1	8.1	4.33
195.6	16.3	6.59	158.3	3	1.90	199.6	12.4	6.21	133.8	3.4	2.54
247.5	25	10.91	261.6	22.6	8.64	162.8	5.2	3.19	171.8	8	4.66
236.4	20.9	8.86	195	12.7	6.52	200.7	17.5	8.72	143	1.7	1.19

* Peso de la Gonada (P.G.)

CUADRO G. **EXP. 1**, Factor de condición simple de los machos, calculado a un mes de iniciado el experimento (intermedio) y al final del mismo.

	b= 3.15			b= 2.76		
Alimento	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS intermedio	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS final
Pescado (T 3)	19.5	185.6	1.59	19	180.7	5.39
	23	241.5	1.23	22.5	308.7	5.78
	23.5	335	1.59	23	342.2	6.03
	20.5	254.5	1.86	20	259	6.71
	22.5	325.9	1.77	22.2	321.2	6.24
Pescado (T 4)	20	150.4	1.19	21.5	282.1	5.98
	21	300	2.03	23	403.5	7.11
	23	359	1.82	23.5	351.5	5.84
	24.5	422.7	1.75	22.5	341.6	6.39
	22.5	350.4	1.91	22.6	344.7	6.33
Dieta 35 (T 1)	21.5	265.6	1.67	21	269.2	6.09
	22	273	1.59	21.5	228.7	4.85
	25.5	420	1.54	26	376.4	4.73
	23	268	1.36	22.5	220	4.12
	18	146.2	1.61	18	143.9	4.98
Dieta 35 (T 2)	23	291.4	1.48	23	257	4.53
	22.3	282	1.58	22	255.9	5.10
	23	243.9	1.24	22	192.2	3.83
	24.5	390.6	1.62	24.5	373.6	5.53
	20	183.6	1.45	20	179	4.64

CUADRO H. Índice gonadosomático de los machos presente al finalizar el **Exp. 1**.

Pescado						Dieta 35					
Tanque 3			Tanque 4			Tanque 1			Tanque 2		
Peso (g)	P.G.* (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.	Peso (g)	P.G. (g)	I.G.S.
321.2	4.7	1.46	180.7	7.6	4.21	269.2	1.1	0.41	257.8	2.2	0.85
282.1	7	1.90	308.7	3.7	1.20	228.7	0.4	0.17	255.9	2.6	1.02
403.5	5.2	1.28	342.2	3.7	1.08	376.4	3.9	1.04	192.2	0.9	0.47
351.5	3	0.85	259	15.4	5.94	222	0.9	0.41	373.6	4.3	1.15
341.6	1.4	0.41	272.6	7.6	2.79	143.9	2.3	1.60	179	1.8	1.01

*Peso de la Gonada (P.G.)

CUADRO 1. Condición del semen (fluidez y motilidad) en machos reproductores de *P. maculatofasciatus*, evaluados al finalizar el Exp. 2a.

				Motilidad (en minutos)		
Alimento	L.P. (cm)	Peso (g)	Fluidez	Primer momento	Segundo momento	Tercer momento
Pescado (T 1)	20	212.7	2	3:58	5:00	10:10
	22	344.6	3	3:00	5:40	12:15
	19.5	205	2	1:40	2:40	5:40
	17.5	147.2	3	3:25	4:50	9:27
	17	146.1	3	3:00	5:52	9:40
Pescado (T 2)	18.5	176.6	3	6:38	9:00	12:04
	17	162.4	1	2:40	3:00	14:00
	21	287.1	1	1:40	2:30	11:21
	20.5	259.9	2	2:15	3:10	6:30
	18	156.3	2	2:18	2:25	4:26
Dieta 50 (T 3)	19.5	199.6	1	3:48	6:58	15:06
	20.5	236.8	2	2:03	10:46	25:05
	17.4	139.3	1	3:40	6:20	12:12
	17.6	149.3	1	1:38	3:46	7:00
	18.6	156.1	1	2:37	6:00	12:50
Dieta 50 (T 4)	21	241.5	2	4:40	6:26	10:10
	17.8	134.7	1	2:40	6:00	9:20
	19.3	184.8	1	1:30	2:46	7:14
	19	175.8	1	1:52	2:40	7:30
	15.7	97.6	1	0:56	1:58	6:15

CUADRO J. Estado de madurez en las hembras, al final del Exp. 2a.

Pescado						Dieta 50					
Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4		
Madurez	L.P.(cm)	Peso (g)	Madurez	L.P.(cm)	Peso (g)	Madurez	L.P.(cm)	Peso (g)	Madurez	L.P. (cm)	Peso
III	19.5	204.3	III	18.5	185.9	III	17	137.2	III	18.5	186.1
III	17.5	181.6	III	17	138.9	III	17.5	138.3	III	17.5	128.1
III	17	137.1	IV	17.5	151.6	IV	18	143.8	III	14.5	79.8
III	17.2	150.2	III	17	133.9	III	15.5	100.3	III	15.0	83.4
III	16.5	129.9	IV	16	128.4	III	16	101.7	III	16.5	119.8

CUADRO K. **EXP. 2a**, Factor de condición simple de las hembras, calculado a un mes de iniciado el experimento (intermedio) y al final del mismo.

	b= 3.15			b= 3.26		
Alimento	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS intermedio	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS final
Pescado (T 1)	17	164.7	2.14	17.5	181.6	1.62
	18.5	178	1.77	19.5	204.3	1.28
	16	125.3	1.97	17	137.1	1.34
	16.5	138.3	1.97	17.2	150.2	1.42
	15.5	111	1.93	16.5	129.9	1.40
Pescado (T 2)	16.5	130.5	1.86	17	138.9	1.36
	16	120.5	1.89	17	133.9	1.31
	17.3	153.7	1.89	17.5	151.6	1.35
	15.5	111	1.93	16	128.4	1.53
	18.6	172.4	1.69	18.3	185.9	1.43
Dieta 50 (T 3)	16	101.7	1.60	16	101.7	1.22
	17.3	129.9	1.60	17	137.2	1.35
	17.5	129.6	1.54	18	143.8	1.17
	17.5	128.3	1.52	17.5	138.3	1.23
	15.5	92.5	1.61	15.5	100.3	1.33
Dieta 50 (T 4)	16	128.8	2.03	16.5	119.8	1.30
	17	120	1.60	17.5	128.1	1.14
	18.5	174.3	1.73	18.7	186.1	1.34
	15	77.4	1.49	15	83.4	1.23
	15	75.2	1.45	14.5	79.8	1.31

CUADRO L. EXP 2a, Factor de condición simple de los machos, calculado a un mes de iniciado el experimento (intermedio) y al final del mismo.

Alimento	b= 3.06			b= 3.06		
	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS intermedio	L.P. (cm)	Peso (g)	FCS final
Pescado (T 1)	21.5	305.2	2.53	22	344.6	1.44
	18.3	178.3	2.42	19.5	205	1.27
	16.5	132.1	2.46	17	146.1	1.42
	19.5	206.1	2.30	20	212.7	1.21
	16.7	150.6	2.71	17.5	147.2	1.30
Pescado (T 2)	20	237.3	2.46	21	287.1	1.40
	17.5	144.6	2.25	17	162.4	1.57
	18	154.5	2.21	18.5	174.6	1.29
	17.5	156.5	2.44	18	156.3	1.26
	20	222.8	2.31	20.5	259.9	1.37
Dieta 50 (T 3)	20	221.6	2.29	20.5	236.8	1.25
	19.5	181.6	2.03	19.5	199.6	1.24
	17.5	134.5	2.10	17.4	139.3	1.25
	18.5	147.6	1.94	18.7	156.1	1.11
	18	142.5	2.04	17.6	149.3	1.29
Dieta 50 (T 4)	21	235.4	2.10	21	241.5	1.18
	18	125.3	1.79	17.8	134.7	1.12
	18.5	171.6	2.25	19.3	184.8	1.18
	18.5	167.3	2.20	19	175.8	1.19
	15.5	93	2.17	15.7	97.6	1.23