



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS



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

**EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL CRECIMIENTO
DE LA CABRILLA ARENERA *Paralabrax
maculatofasciatus* (PERCOIDEI: SERRANIDAE)
CULTIVADA EN JAULAS FLOTANTES.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS MARINAS

P R E S E N T A:

BIOL. MAR. TANOS GRAYEB DEL ALAMO.

FEBRERO 2001

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR.

INDICE

GLOSARIO	i
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	6
2.1 Sistema de cultivo	6
2.2 Crecimiento	10
2.3 Factores abióticos o parámetros ambientales	11
2.3.1 Temperatura	11
2.3.2 Oxígeno disuelto	14
2.3.3 Corrientes	15
2.4 Factores bióticos	15
2.4.1 Densidad	16
2.4.2 Alimentación	17
2.5 Condiciones de la preengorda	18
2.6 Condiciones de la engorda	20
2.7 Especie a cultivar	23
2.7.1 Selección de la especie	23
2.7.2 Distribución geográfica	23

2.7.3 Hábitat	24
2.7.4 Hábitos alimenticios	24
2.7.5 Hábitos reproductivos	25
2.7.6 Condiciones ambientales	26
2.7.7 Pesca y utilización	26
3. JUSTIFICACION	28
4. OBJETIVOS	31
4.1 Objetivo general	31
4.2 Objetivos particulares	31
5. MATERIAL Y METODOS	32
5.1 Área de estudio	32
5.2 Parámetros físicos y químicos	33
5.3 Alimento	33
5.3.1 Elaboración	34
5.4. Jaulas Flotantes	36
5.5 Preengorda	40
5.5.1 Peces experimentales	40
5.5.2 Transferencia de organismos	41
5.5.3 Siembra	41
5.5.4 Ración alimenticia.....	42
5.5.5 Biometrías.....	42
5.6 Engorda	42
5.6.1 Siembra	42

56.2 Ración alimenticia	43
5.6.3 Biometrías	43
5.7 Diseño experimental	44
5.7.1 Análisis de datos	44
6. RESULTADOS	49
6.1 Preengorda	49
6.2 Engorda	60
7. DISCUSION	70
8. CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	83
SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS	84
BIBLIOGRAFIA	85
ANEXO I	94
ANEXO II	100
ANEXO III	115

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DEL MANEJO
CICIMAR-IPN
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

GLOSARIO.

ALIMENTO A SACIEDAD: Cantidad de alimento voluntariamente ingerido hasta que el animal deja de consumirlo. Un criterio considera el tiempo de alimentación, 15 minutos contados a partir del término de la adición. (De La Lanza-Espino *et al.*, 1991).

ADULTO: En peces se considera el período que comprende desde la maduración sexual hasta antes de que se presente la senectud (Balon, 1984).

COSECHA: Recolección de los productos derivados de un cultivo en cualquiera de sus modalidades (De La Lanza-Espino *op cit.*).

DESOLVE: Ovoposición o puesta de huevos, que son expulsados cuando el óvulo está maduro y por lo tanto, ha terminado el proceso de vitelogenesis y maduración. La descarga o emisión de los huevos puede ocurrir en forma espontánea o bien los huevos pueden extraerse mecánicamente (De La Lanza-Espino *op cit.*).

DESOLVE ESPONTANEO: Cuando machos y hembras maduros sexualmente, expulsan los contenidos sexuales (óvulos y esperma) sin manipulación mecánica

INGREDIENTES ENERGETICOS: Son aquellos que contienen elevados porcentajes de almidón? carbohidratos solubles o grasas; en esta clase se incluye cualquier producto con menos del 20% de proteína cruda y menos del 18 % de fibra cruda (De La Lanza-Espino *op cit.*).

INGREDIENTES PROTEICOS: Productos que contienen 20 % o más de proteína cruda, los que pueden ser de origen vegetal o animal (De La Lanza-Espino *op cit.*).

LOTE: Conjunto de organismos con características afines por ser de la misma especie, tener la misma talla, procedencia, sexo, entre otras (De La Lanza-Espino *op cit.*).

MONOCULTIVO: Cultivo de una sola especie. Incluye desde sistemas extensivos hasta intensivos. Es usual referirse a un determinado cultivo con el nombre del grupo taxonómico en cuestión (De La Lanza-Espino et al., 1991).

PERIODO JUVENIL: Comprende dos fases, la fase prejuvenil, la cual inicia cuando se han formado todos los elementos de las aletas pares e impares y termina cuando el cuerpo esta completamente cubierto de escamas. La fase juvenil es considerada, a partir de que los peces han completado su patrón de escamación y termina cuando se inicia la formación de la gónada (Ortiz-Galindo, 1991).

PERIODO LARVAL: Comprende tres fases: 'a fase preflexión. la fase flexión y la fase postflexión. La preflexión, inicia en el momento de la absorción del saco vitelino, con la apertura de la boca y el ano y la pigmentación de los ojos, y en la que se observa un notocordio recto y termina cuando se inicia la flexión del notocordio. La flexión, se inicia en el momento en el que comienza la flexión del notocordio y termina antes de la formación de la placa hipúrica. La postflexión, comienza posterior a la completa flexión del notocordio, iniciando una vez concluida la osificación de la placa hipúrica y termina antes de que se complete el número de elementos (radios y espinas) de las aletas pares e impares (Kendall et al., 1984, modificado por Ortiz-Galindo, 1991).

PREENGORDA: Para este trabajo se considera preengorda, a la etapa de cultivo que comienza en peces adaptados al alimento inerte y con un peso promedio inicial de 1.3 g.

ENGORDA: Para este trabajo se consideró engorda, a la etapa del cultivo que comienza con peces juveniles de un peso inicial entre 5 a 20 g y termina cuando los peces alcanzan un peso de 250 a 300 g y son cosechados para su comercialización.

RACION: Cantidad de alimento ofrecido en 24 horas, aunque se proporcione en varias ocasiones (De La Lanza-Espino et al., 1991).

RACION BALANCEADA O EQUILIBRADA: Engloba los nutrimentos necesarios y en cantidad adecuada para satisfacer durante 24 horas las necesidades de un determinado organismo (Modificada de: De La Lanza-Espino et al., 1991).

SIEMBRA: Se refiere a la acción de distribuir organismos en el agua para que proliferen (De La Lanza-Espino *op cit.*).

SISTEMA CONTINUO DE ENGORDA: Es un sistema intensivo de producción acuícola que considera siembra y cosecha sucesivas; se emplea sobre todo en zonas tropicales para aprovechar las temperaturas elevadas y constantes. Las siembras sucesivas permiten disponer de intervalos de tallas que en forma secuencial se incorporan a la talla comercial (De La Lanza-Espino *op cit.*).

SISTEMA DE CULTIVO EXTENSIVO: Es aquel sistema de producción en el cual los organismos se siembran en una baja densidad, se alimentan de la producción natural existente en el sistema. Los costos de producción y operación son bajos, al igual que el rendimiento (Beveridge, 1996).

SISTEMA DE CULTIVO SEMI-INTENSIVO: La densidad de cultivo en este sistema es mayor que en el extensivo. Los organismos se alimentan también de la producción natural existente en el sistema, pero en este caso. esta se ve incrementada por el uso de fertilizantes así como por alimentación complementaria con menos del 10% de proteína (Beveridge. 1996).

SISTEMA DE CULTIVO INTENSIVO: La densidad de cultivo en este sistema es muy alta, y la alimentación esta basada totalmente en la utilización de alimentación exógena, que incluye mas del 20 % de proteína en los suministros, en general estos

sistemas suelen ser pequeños para facilitar su operación. Los costos de producción y operación son muy elevados debido a la utilización de alimento, mano de obra e infraestructura, ya que depende esencialmente del estado de avance de las técnicas y del manejo del ciclo de vida del organismo a cultivar (De La Lanza-Espino et *al.*, 1991; Beveridge, 1996).

TALLA MÍNIMA: Talla suficiente de un individuo para iniciar la siguiente etapa de cultivo (Modificado de De La Lanza-Espino et *al.*, 1991), en este trabajo para la preengorda 4 mm de LP y para la engorda de 90 mm de LP.

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Valores promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C} \pm$ desv. est.), durante la etapa de preengorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

Tabla 2. Valores promedio de oxígeno disuelto ($\text{mg/l} \pm$ desv. est), durante la etapa de preengorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

Tabla 3. Peso (g) de *Paralabrax maculatofasciatus*, durante la etapa de preengorda, bajo tres densidades de cultivo.

Tabla 4. Parámetros del modelo de crecimiento exponencial $Y=ae^{bx}$ para los juveniles de cabrilla arenera cultivada durante el periodo de preengorda bajo tres densidades iniciales 35. 70. 105 ind/ m^3 . Donde N = No. Total de individuos, R = Coef. de correlación.

Tabla 5. Longitud patrón (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 6. Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 7. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 8. Ganancia en biomasa (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35. 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 9. Índice de conversión alimenticia (ICA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 10. Factor de condición (FC) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35. 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 'II. Supervivencia (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/ m^3 , durante la etapa de preengorda.

Tabla 12. Valores promedio de temperatura en grados centígrados ($^{\circ}\text{C} \pm$ desv. est..), durante la etapa de engorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

Tabla 13. Valores promedio de oxígeno disuelto ($\text{mg/l} \pm$ desv. est.), durante la etapa de engorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

Tabla 14. Peso promedio (g) de *Paralabrax maculatofasciatus* durante la etapa de engorda, bajo tres densidades 300, 600 y 900 g/m³ iniciales de cultivo.

Tabla 15. Parámetros del modelo de crecimiento exponencial $Y=ae^{bx}$ para los juveniles de cabrilla arenera cultivada durante el periodo de engorda bajo tres densidades iniciales 300, 600 y 900 g/m³. Donde N = No. Total de datos, R = Coef. de correlación.

Tabla 16. Longitud patrón (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 17. Longitud cefálica (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 18. Altura máxima (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 19. Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) de *Paralabrax maculatofasciatus* durante la etapa de engorda, bajo tres densidades (g/m³) iniciales de cultivo.

Tabla 20. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 21. Ganancia en biomasa (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 22. Índice de conversión alimenticia (ICA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 23. Factor de condición (FC) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Tabla 24. Supervivencia (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa del sitio de localización de la Granja Experimental de Maricultivo (GEMA) en Bahía Falsa, B.C.S., Mex.

Figura 2. Modulo experimental de maricultivo conteniendo: a) estructura de soporte, b) estructura de flotación, c) plataforma de trabajo y d) balsa flotante.

Figura 3. Sistema de anclaje de los módulos experimentales: a) Vista superior y b) vista lateral.

Figura 4. Unidad experimental.

Figura 5. Modulo experimental conteniendo tres unidades experimentales: a) Vista superior y b) vista lateral.

Figura 6. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 35 ind/m^3 .

Figura 7. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 70 ind/m^3 .

Figura 8. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 105 ind/m^3 .

Figura 9. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 300 g/m^3 .

Figura 10. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 600 g/m^3 .

Figura II. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 900 g/m^3 .

LISTA DE ANEXOS,**ANEXO I**

Tabla a) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor del peso de los juveniles durante el periodo de preengorda.

Tabla b) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D). de los valores de peso transformados a logaritmo natural (LN) durante la etapa de preengorda.

Tabla c) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza ($P > 0.05$) del ln del peso entre densidades durante la etapa de preengorda.

Tabla d) Análisis de varianza con respecto al peso de los peces en función de la densidad inicial.

Tabla e) Pruebas LSD de comparaciones pareadas del peso promedio de los peces según la densidad de siembra inicial a los 84 días de cultivo.

Tabla f) Análisis de covarianza entre pendientes del crecimiento en peso del modelo $Y=ae^{bx}$ para las densidades iniciales de cultivo utilizadas durante la etapa de preengorda.

Tabla g) pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor del Longitud patrón de los juveniles durante el periodo de preengorda.

Tabla h) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza de la Longitud patrón entre densidades durante la etapa de preengorda (Tiempo en días).

Tabla i) Análisis de varianza con respecto la Longitud Patrón (LP) de los peces en función de la densidad inicial (Tiempo en días).

Tabla j) Pruebas LSD de comparaciones pareadas de la Longitud Patrón (LP) promedio de los peces según la densidad de siembra inicial a los 84 días de cultivo.

Tabla k) Prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis por rangos entre los parámetros biométricos finales de la etapa de preengorda.

Tabla l) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y la tasa de crecimiento instantáneo TCI como variable dependiente $R=0.833$. $R^2=0.694$. Ajustada $R^2=0.687$. $F(1,43)=97.537$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado:0.575.

Tabla m) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y la tasa de crecimiento absoluto TCA como variable dependiente $R=0.6124$, $R^2=0.375$, Ajustada $R^2=0.360$ $F(1,43)=25.816$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 0.029.

Tabla n) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y supervivencia como variable dependiente $R=0.646$ $R^2= 0.417$ Ajustada $R^2=0.404$ $F(1,46)=32.914$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 3.611.

Tabla o) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y la tasa de crecimiento instantáneo TCI como variable dependiente $R=0.829$, $R^2=0.687$, Ajustada $R^2=0.679$ $F(1,43)=94.356$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 0.581.

Tabla p) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y la tasa de crecimiento absoluto TCA como variable dependiente $R=0.778$, $R^2=0.606$, Ajustada $R^2=0.596$ $F(1,43)=66.157$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 0.023.

Tabla q) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y La Supervivencia como variable dependiente, $R=0.735$ $R^2=0.541$ Ajustada $R^2= 0.531$ $F(1,46)=54.197$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 3.205.

Tabla r) Resumen de los parámetros biométricos finales por densidad (35,70,105 peces/m³) de la etapa de preengorda.

ANEXO II

Tabla a) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor del peso de los juveniles durante el periodo de engorda.

Tabla b) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), de los valores de peso transformados a logaritmo natural (ln) durante la etapa de engorda.

Tabla c) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza ($P > 0.05$) del ln del peso entre densidades durante la etapa de engorda.

Tabla d) Análisis de varianza ($P > 0.05$) con respecto al ln del peso de los peces en función de la densidad inicial durante la etapa de engorda.

Tabla e) Pruebas LSD de comparaciones pareadas del peso promedio (M=) de los peces según la densidad de siembra inicial durante la etapa de engorda.

Tabla f) Análisis de covarianza entre pendientes del crecimiento en peso, según el modelo $Y=ae^{bx}$ para las densidades iniciales de cultivo durante la etapa de engorda.

Tabla g) Prueba ANOVA por rangos de Kruskal-Wallis para las variables; longitud patrón, longitud cefálica y altura máxima, para cada una de las biometrías durante la etapa de engorda.

Tabla h) Prueba no paramétrica de comparación múltiple de Kruskal-Wallis, para las variables longitud patrón, longitud cefálica y altura máxima, durante la etapa de engorda.

Tabla i) Prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis por rangos para los parámetros biométricos finales de la etapa de engorda.

Tabla j) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y la tasa de crecimiento instantáneo (TCI) como variable dependiente $R=0.833$, $R^2=0.694$, Ajustada $R^2=0.686$, $F(1,43)=97.537$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.575.

Tabla k) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y la tasa de crecimiento absoluto (TCA) como variable dependiente $R=0.612$, $R^2=0.375$, Ajustada $R^2=0.360$, $F(1,43)=25.816$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.029.

Tabla l) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y CONSUMO de alimento como variable dependiente $R=0.79334307$ $R^2=0.629$ Ajustada $R^2=0.621$, $F(1,43)=73.026$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 515.240.

Tabla m) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) como variable dependiente $R=0.828$, $R^2=0.687$ Ajustada $R^2=0.679$, $F(1,43)=94.356$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado:0.581.

Tabla n) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y Tasa de crecimiento absoluto (TCA) como variable dependiente $R=0.778$ $R^2=0.606$ Ajustada $R^2=0.597$, $F(1,43)=66.157$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado:0.581.

Tabla o) Resumen de los parámetros biométricos finales por densidad (300, 600, 900 g/m³) de la etapa de engorda.

ANEXO III

Tabla 1. Comparación de proteínas, lípidos y valor energético de algunas dietas utilizadas en la engorda de peces marinos percoideos.

Tabla 2. Principales especies marinas cultivadas en jaulas flotantes.

Tabla 3. Comparación de los índices de crecimiento de peces carnívoros cultivados Tasa de crecimiento absoluto (TCA), Tasa de crecimiento Instantáneo (TCI) e Índice de conversión alimenticia (ICA).

Tabla 4. Insumos y análisis proximal de la dieta utilizada para alimentar a los juveniles de cabrilla arenera, en base seca.

Tabla 5. Variables ambientales y del agua para Bahía Falsa. Baja California Sur (Avilés e Iizawa. 1993).

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*, durante dos etapas de cultivo (preengorda y engorda) en jaulas flotantes a tres densidades de siembra. En cada etapa, cada uno de los tratamientos empleados se efectuó por triplicado. En la etapa de preengorda se utilizaron densidades iniciales (35, 70 y 105 ind/m³) de junio a septiembre de 1996. Se utilizaron 630 peces con un peso inicial de 1.3 ± 0.8 g, que fueron repartidos por triplicado en nueve jaulas cilíndricas de 1 m³ de capacidad. Estos peces fueron alimentados con una dieta semihúmeda (55% de proteína cruda, 22% de extracto etéreo, 13% de cenizas y 30 % de humedad), a un 5% de la biomasa por día. La temperatura (°C), salinidad (‰) y el oxígeno disuelto (mg/L) fueron registrados diariamente. El crecimiento y la supervivencia fueron evaluados cada 15 a 20 días por un período de 84 días. Al finalizar el experimento, el crecimiento absoluto fue significativamente mayor para 70 ind/m³ (C.32 g/día) con respecto a las otras densidades. El mayor crecimiento absoluto se encontró entre las temperaturas 23 a 26 °C. No se detectó diferencia significativa entre las densidades y la supervivencia total que en el experimento fue superior al 89%. Para la etapa de preengorda se recomienda una densidad de 70 ind/m³. En el segundo experimento (la etapa de engorda) el crecimiento y la supervivencia se evaluaron a partir del mes de octubre de 1996 a marzo de 1997. Se utilizaron 234 juveniles (22.7 ± 8.4 g) para sembrar en tres densidades (300, 600 y 900 g/m³) por triplicado en nueve jaulas flotantes cilíndricas de 1m³ de capacidad. Los juveniles

fueron alimentados a saciedad aparente durante 151 días, con una dieta semihúmeda (55% de proteína cruda, 22% de ex-tracto etéreo y 30 % de humedad). La temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad ($^{\circ}/\text{00}$) y el oxígeno disuelto (mg/L) fueron registrados diariamente. Al finalizar el experimento, el peso ganado por los peces sembrados en la densidad de 300 g/m^3 fue significativamente mayor ($55 \pm 6.9 \text{ g}$). Aunque no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la TCA, se observó una tendencia hacia una mayor tasa de crecimiento en juveniles confinados a una densidad de 300 g/m^3 (TCA de 0.24) y la menor TCA en la densidad de 900 g/m^3 (0.16 g/día). La supervivencia de los organismos fue de 90 % para 300 y 900 g/m^3 y de 92 % para 600 g/m^3 . No hubo diferencia significativa entre el porcentaje de supervivencia de las tres densidades de siembra utilizadas. Con una supervivencia al final del experimento superior al 90%. Sin embargo la mejor conversión alimenticia se observa en la densidad de 900 g/m^3 considerando este factor aunado al número final de organismos cosechados se recomienda la densidad de 900 g/m^3 como la más adecuada para la etapa de engorda. El mayor crecimiento absoluto fue detectado entre los 20 y 26°C para todas las densidades. Concluimos que la densidad de 70 ind/m^3 es recomendable para la etapa de preerigorda al igual que la densidad de 900 g/m^3 es recomendable para la etapa de engorda.

ABSTRACT

Stocking density effect on growth and survival of spotted sand bass juveniles was evaluated during two stages (nursery and growthout) in floating net cages. In the nursery stage, three densities (35, 70, and 105 fish/m³) were evaluated from June to September 1996. Six hundred and thirty fish (1.3 ± 0.8 g) were stocked at the three densities. in triplicate, in nine 1-m³ cylindrical floating net cages. Fish were fed with semidry diets (55% crude protein, 22% ether extractables, and 30% moisture), at 5% of the total weight of the fish per day. Temperature (°C), salinity (‰), and dissolved oxygen (mg/L) were recorded daily. Growth and survival were evaluated each 15 or 20 days for 34 days. At the end of the experiment, the absolute growth rate (AGR) was significantly higher for 70 fish/m³ (0.32 g/day) than the other densities. The highest absolute growth rate was between 23 to 26 °C. Significant differences in survival were not detected between densities, and total survival in the experiment was over 89%. For the nursery stage. the use of 70 fish/m³ is recommended to improve the growth and survival. In the second experiment (growthout), the effect of stocking density was evaluated on growth and survival of spotted sand bass juveniles raised in floating net cages from October 1996 to March 1997. Two hundred and thirty four juveniles (22.7 ± 8.4 g) were stocked at three densities (300, 500, and 900 g/m³), in triplicate in nine 1-m³ cylindrical floating net cages. Fish were fed for 151 days with a semidry diet ad libitum (55% crude protein, 22% ether extractables, and 30% moisture). Temperature (°C), salinity (‰), and dissolved oxygen (mg/L) were recorded daily. At the end of the experiment, final wet weight was significantly higher at the 300

g/m^3 density ($55 \pm 6.9 \text{ g}$). For AGR, significantly higher values were detected at $300 \text{ g}/\text{m}^3$ ($0.24 \text{ g}/\text{day}$). No significant differences were detected for survival between densities. However, the better FCR was observed for $900 \text{ g}/\text{m}^3$. This has been supported as the survivor coefficient is considered the same for the three densities. The highest absolute growth rate was between 22 to 26 °C. Total survival over 90% was recorded at the end of the experiment. Density of $900 \text{ g}/\text{m}^3$ is adequate for growthout of spotted sand bass in floating net cages. We conclude, that density of $70 \text{ fish}/\text{m}^3$ is recommended for the nursery stage while density of 900 g is recommended for the growthout.

1. INTRODUCCION

La expansión que recientemente ha tenido la piscicultura marina, se debe principalmente al éxito que lograron los japoneses a partir de la década de los setenta, al cultivar en jaulas la especie pelágica *Seriola quinqueradiata* o jurel japonés. A escala mundial tan solo en 1995 fueron producidas 573,332 toneladas de peces marinos cultivados (FAO, 1997b). Este gran potencial de crecimiento se ha debido al excelente precio de estos productos. ya que es de 4 a 5 veces mayor al precio de los peces dulceacuícolas; a las restricciones en cuanto a áreas de pesca y a las políticas de captura de las pesquerías convencionales (FAO. 1997a). De este modo el cultivo de peces marinos tiende a consolidarse rápidamente con especies de promisorio futuro económico, contando en 1993 con al menos 41 especies cultivadas, destacando los salmones, jureles, pargos, cabrillas, meros, lobinas y peces planos (FAO, 1995).

A partir de la década de los setenta, muchos países del mundo, incluyendo México han mostrado un creciente interés por sus recursos marinos y se han impuesto reglamentos de pesca mediante acuerdos internacionales, con el fin de proteger dichos recursos. De estos reglamentos, destaca el que limita las 200 millas para sus aguas territoriales que establece el dominio continental y marino de los países que bordean el mar, otorgándoles derechos de propiedad absoluta sobre todos los recursos pesqueros, costeros y oceánicos (OFCF, 1987).

En el caso de México estos acuerdos no se han aprovechado en todo su potencial, ya que el desarrollo de las pesquerías tradicionales no han aumentado de manera significativa, probablemente debido a la sobreexplotación de los recursos ícticos de importancia económica. Esta situación, ha dado origen a una gran

expectativa sobre las actividades de propagación y cultivo de peces marinos, destacando en particular la engorda de peces en jaulas de cultivo.

El cultivo de peces marinos en jaulas flotantes se ha extendido en más de 35 países (Beveridge, 1984). Esta técnica de cultivo, fue desarrollada inicialmente por los japoneses en 1954 con la especie pelágica *Seriola quinqueradiata*. La producción por cultivo ha tenido un incremento de 4.8 veces más con respecto a la producción pesquera convencional (Ikenoue y Kafuku, 1992).

En las últimas décadas Japón, desarrolló el cultivo en jaulas flotantes a nivel comercial para el espárido *Pagrus major*, lo cual le permitió incrementar su producción de 460 T.M. en 1970 a 45,220 T.M en 1989, mientras que la producción pesquera disminuyó de 22,400 T.M. a 13,000 T.M. en el mismo período.

Esta técnica de cultivo fue importada por los malayos en 1973 para la producción de *Epinephelus salmoides* (= *malabaricus*) y en pocos años se obtuvo éxito, lográndose como un proyecto comercialmente viable (Teng et al., 1978). La FAO reporta para Malasia una producción por cultivo de las especies del género *Epinephelus* de 94 T.M. en 1985 y de 153 T.M., para 1991. Ese mismo año se introdujo la técnica de cultivo en jaulas flotantes en Tailandia, Singapur y Hong Kong (Teng et al., op cit.; Chua y Teng, 1979).

La técnica de cultivo en Jaulas flotantes se encontraba en desarrollo en los años setentas en Hong Kong, Singapur y Tailandia para las especies de *Chrysoptys* (= *Pagrus*) *major*, *Lates calcarifer*. *Epinephelus tauvina*, *E. akaara* y *E. spp.*, alcanzando un desarrollo sostenido veinte años después.

En América, la técnica de cultivo de peces marinos en jaulas es incipiente en países de la región del Caribe, tales como República Dominicana, Puerto Rico,

Jamaica, Haití, Cuba, Martinica, Colombia y Venezuela (Tucker y Jory, 1991). Colombia comienza a tratar de desarrollar su piscicultura marina en la década de los 80's enfocados hacia especies como el pámpano (*Trachinotus falcatus*) y pargos (*Lutjanus spp*), actualmente se encuentran realizando investigaciones con el fin de lograr la reproducción en cautiverio del pargo *Lutjanus analis* (Martínez-Ibarra, 1998).

Con base en el éxito obtenido en la maduración, desove y cría en cautiverio, *Seriola mazatlanica* (= *lalandi*) y *Paralichthys woolmani* son las especies de peces marinos con mayor potencial como candidatas para la acuicultura en Ecuador. También se han concentrado esfuerzos en el desarrollo del cultivo de otras especies nativas como lo son el pargo rojo (*Lutjanus guttatus*), la cherna (*Mycteroperca xenarcha*), la corvina (*Cynoscion stolzmanni*), el robalo (*Centropomus nigrescens*), el pámpano (*Trachinotus paitensis*) e híbridos de varias especies de *Morone* (Benetti y Wilson, 1998).

En América Latina el mayor desarrollo en el cultivo de peces en el mar, en jaulas flotantes o balsas-jaula, está representado por Chile, país que inicia a nivel comercial con la introducción del salmón Coho *Oncorhynchus kisutch* en 1982, el salmón del Atlántico *Salmo salar* en 1987 y el salmón Chinook *Oncorhynchus tshawytscha* en 1988. En 1997 estas tres especies representaron una producción de 170.821 T.M., con un valor total de US \$483 millones de dólares. Esta producción es generada por alrededor de 90 empresas, que laboran en 442 concesiones marinas (etapa de engorda en balsas-jaula) y que obtienen sus juveniles en unos 80 centros de producción instalados en agua dulce (Wurmann-Gotfrit, 1998).

En México, el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes se encuentra a nivel experimental, a pesar de tener un gran potencial, debido a la gran extensión de

sus litorales y de sus lagunas costeras (Contreras-Balderas, 1985). En la costa noroeste de México. el efecto de las mareas cobra gran importancia ya que el oleaje es mínimo, pero la fluctuación de las mareas, prevé el intercambio de agua adecuado para el suministro y aporte de oxígeno. que se requiere para el cultivo de peces en jaulas flotantes (Beveridge, 1996). El aporte de agua dulce es escaso y las planicies costeras forman áreas protegidas como bahías lagunas y esteros. en donde se albergan gran cantidad de peces marinos de alto valor comercial (Matus-Nivón et al.. 1990).

En Baja California Sur, algunos cuerpos de agua protegidos destacan por su extensión y por contar con información acerca de las caracterizaciones ecológicas de sus comunidades ícticas: Como el complejo lagunar de Bahía Magdalena. Bahía Concepción (Rodríguez-Romero et al., 1998), Loreto (Campos-Dávila, 1998), Laguna de San Ignacio (Cruz-Escalona, 1998) y Laguna Ojo de Liebre (Acevedo-Cervantes, 1997). Estas caracterizaciones incluyen información básica sobre la batimetría y la fluctuación anual de los parámetros de salinidad y temperatura, que son muy importantes en la selección de áreas potenciales para el cultivo en jaulas de peces marinos.

La empresa CIFSA Consultores, en colaboración con el Gobierno del Estado de Sinaloa, realizó en septiembre de 1990 en Topolobampo, Sin.. el cultivo en jaulas flotantes a nivel piloto del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris*, con el propósito de probar su factibilidad comercial. Este proyecto estableció un programa de 6 meses de engorda de juveniles de pargos silvestres en una densidad de 81 ind/m^3 . en jaulas flotantes hasta alcanzar un peso comercial individual de 300 g (CIFSA. 1990).

El Gobierno del estado de Sonora, realizó en 1993 estudios para establecer las técnicas para el cultivo de pargo amarillo en jaulas flotantes a nivel piloto (Rodriguez-Ortega et al., 1994) y realiza además los estudios básicos para el cultivo de *Totoaba macdonaldi* (Barrera-Guevara et al., 1994).

Guerrero-Tortolero et al., (1999) en un cultivo con el pargo amarillo *Lutjanus argentiventris*, realizado en jaulas flotantes dentro de un estanque intermareal para cultivo de camarón, reportaron como la mejor densidad de siembra 6 ind/m^3 .

En Baja California Sur, los primeros antecedentes: del cultivo de cabrilla arenera en jaulas flotantes, son los trabajos realizados por el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en La Paz, Baja California Sur (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993).

Este trabajo pretende contribuir, al establecimiento de las bases científicas y tecnológicas para el cultivo en jaulas flotantes de peces marinos de importancia comercial en México.

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

2. ANTECEDENTES

2.1 Sistema de cultivo. Los sistemas de producción acuícola se clasifican de acuerdo a su rendimiento y tipo de alimentación en: cultivo extensivo, cultivo semi-intensivo y cultivo intensivo (Tacon et al., 1995, Beveridge, 1996). Los sistemas de balsas jaula o jaulas flotantes son considerados como sistemas de cultivo intensivo, ya que en este tipo de cultivo se busca obtener una producción elevada de peces, para lo cual se emplean sistemas tecnológicos y de ingeniería, donde se destacan instalaciones eficientes de cultivo tanto en tierra como en agua. Los sistemas de balsas suelen ser pequeños en comparación a los empleados en los sistemas extensivos y semi-intensivos. En general para facilitar su operación y manejo a nivel artesanal se recomienda que tengan dimensiones de 2.5 x 2.5 x 2.5 m ó 3 x 3 x 3 m (Beveridge, 1996). El sistema de cultivo en jaulas flotantes, consiste de tres partes: estructura de soporte que puede ser de diversos materiales; madera, fibra de vidrio, tubo galvanizada y aluminio, entre otros. A la cual esta sujeta la red y le da forma a la jaula; la jaula propiamente dicha que es un recinto cerrado por todas partes con mallas o redes (preferentemente sin nudos para evitar posibles lesiones en los organismos confinados); Estructura de flotación que puede ser de tambos metálicos, bloques de styrofoam o tubos de polí carbonatos entre otros y sobre la estructura flotante puede tener o no una plataforma para trabajos de mantenimiento de las redes y de los organismos en cultivo. Finalmente la jaula flotante se encuentra sujeta al fondo mediante un sistema de anclaje (Gómez-Gaspar y Lárez, 1981).

En algunos casos, las jaulas se cubren con malla filtrasol en la parte superior para evitar la depredación y el estrés, así como el escape de los peces y la radiación

solar. Dentro de este recinto acuático se retienen los peces, engordándolos desde su fase juvenil, hasta conseguir el tamaño comercial (Ikenoue y Kafuko, 1992).

Dentro de las ventajas de este sistema de producción pueden numerarse las siguientes:

1) La instalación puede estar en diferentes cuerpos de agua costeros, tales como: ensenadas, bahías, lagunas y ríos.

En cualquier bahía, por poco agitada que sea. generalmente existe al menos una pequeña corriente (provocada por la acción de las mareas), suficiente para renovar grandes masas de agua en poco tiempo y tolerar por lo tanto. el cultivo de una elevada población de peces adaptados al cautiverio, sometiéndose a una alimentación controlada intensiva que favorezca su desarrollo y disminuya su mortalidad (Garcia-Badell, 1980).

2) Instalaciones fáciles de maniobrar! ya que favorecen la posibilidad y facilidad de traslado de los peces bajo cultivo con el objeto de aprovechar al máximo la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua, ofreciendo además a los organismos protección contra sus depredadores y la facilidad de cosecha (García-Badell, *op. cit.*).

3) Es un sistema de acuicultura intensiva de alta productividad (de 10 a 20 veces más productivo que un sistema de estanquería con el mismo volumen), un ejemplo de ello es el cultivo en jaulas flotantes de *Acanthopagrus beida*, ya que soporta una densidad de 50 a 60 ind/m³, mientras que los estanques pueden recibir de 6 a 7 ind/m³ (Chen, 1990).

4) Comparado con los sistemas de estanquería requiere de menor inversión en equipos y gastos de operación. Por ejemplo, la construcción de un estanque en

tierra involucra el valor creciente de los terrenos costeros y movimientos de tierra, así como aspectos relacionados con la conservación de áreas litorales, desarrollos urbanos y/o turísticos (Baluyut. 1989).

5) Permite optimizar el uso del agua. gracias a que ésta es renovada libremente a través de las mallas de las redes y el fondo de la jaula, facilitando de esta forma el aporte continuo de oxígeno disuelto y la limpieza de los productos de la excreción y los residuos del alimento no consumido (Baluyut, *op. cit.*).

6) No requiere de terrenos para su operación o en todo caso solo para la instalación de oficinas de apoyo y almacén.

7) El sistema de balsas flotantes reduce significativamente el costo de las instalaciones y aumenta la capacidad de producción. esto permite una estrategia combinada para la obtención de un rendimiento máximo. Las instalaciones en tierra firme son utilizadas como un laboratorio de producción de semilla, para la selección de organismos y como vivero, pudiendo aumentar su producción, ya que los peces son trasladados a las jaulas flotantes a una determinada talla o edad, para su engorda, dejando las instalaciones vacías y listas para otra nueva generación (Baluyut, *op cit.*).

8) En el aspecto social este sistema ofrece una gran oportunidad de desarrollo socioeconómico para familias de pescadores de bajos ingresos, particularmente aquellos que han sido desplazados por la reducción en las capturas pesqueras causadas por sobreexplotación de las poblaciones silvestres, ya que estas técnicas de cultivo requieren de poca inversión inicial y los módulos pueden ir aumentando de acuerdo a las metas de producción (Baluyut, *op cit.*).

9) Uso de tecnología relativamente simple si se compara con las técnicas de cultivo en tanques (Baluyut, 1989.).

La selección del área para la instalación de las jaulas flotantes es determinante para que el cultivo se desarrolle de forma exitosa, permitiendo que las actividades de manejo del recurso y los problemas que durante el mismo se presenten se resuelvan de manera adecuada y segura (Baluyut, *op. cit.*). Se ha observado que las condiciones imperantes en el lugar seleccionado repercuten de manera directa en la integridad del sistema de cultivo, así como en la adaptación de los organismos al confinamiento, reflejándose de manera inmediata en la disminución o aumento de la productividad (Rodríguez-Ortega et al., 1994).

De acuerdo a Castello-Oway (1993), los criterios para la elección del sitio idóneo están en función de la especie a cultivar y pueden ser clasificados en tres categorías:

1.-Condiciones físicas (temperatura, corrientes, etc.), químicas (oxígeno disuelto, salinidad, contaminantes) y biológicas (afloramientos de algas, contaminación microbiana, depredadores, entre otras).

2.-Condiciones ambientales (Climatología, tipo de sustrato en el fondo, profundidad, oleaje, entre otras).

3.-Factores que afectan a la posibilidad de instalación (aspectos legales, seguridad, **condiciones** socioeconómicas, accesibilidad a la zona de cultivo, etc.).

Las actividades rutinarias que se realizan en un sistema de cultivo en jaulas flotantes son: inspecciones periódicas a la red, revisiones de amarres y sistemas de anclaje, mantenimiento del sistema de flotación y señalamiento, cambio de redes para su mantenimiento y reparación y vigilancia contra robos y vandalismo.

Un manejo típico de jaulas flotantes es descrito por Chen (1990). En Taiwan son varias las especies de espáridos cultivados en jaulas flotantes (Anexo 3, Tabla 2) uno de ellos es el espárido *Acanthopagrus schlegeli*, cuyos juveniles son recolectados del medio natural en tallas de 1 cm y mantenidos en jaulas de 1.0 m x 0.6 m x 0.5 m de altura hasta alcanzar los 5 a 6 cm (10 a 15 g) con una supervivencia del 95%. Posteriormente son trasladados a jaulas de 6 m x 6 m x 3.5 m de altura con una capacidad de 126 m³ y sembrados a una densidad de 12 a 16 ind/m³. El cultivo se lleva a cabo durante un año hasta alcanzar un peso final de 300 a 400 g con una supervivencia del 90 %. Durante el período de producción se realizan recambios de jaula cada 3 meses con redes de luz de malla cada vez mayor.

2.2 Crecimiento. El crecimiento de los peces cultivados puede ser afectado por factores abióticos y bióticos.

El crecimiento de los peces respecto a su peso corporal, es muy rápido durante los períodos de desarrollo larval y juvenil. Este llega a ser del 40% del peso del alevín al día e incluso mayor. En algunas especies el crecimiento disminuye a medida que aumenta el peso, de modo que un pez de 1 kg por lo general crece menos de 1% al día (Hepher, 1988). Existen considerables variaciones en el crecimiento entre individuos o grupos dentro de la misma especie, incluso dentro de cada grupo. Brown en 1946 encontró que cuando los alevines de trucha café más grandes se retiran de un grupo, los más pequeños presentan un mayor grado de crecimiento específico y cuando se agregaban alevines más grandes los pequeños crecían más lentamente. Brown sugirió que

existe una jerarquía de tamaño donde el crecimiento específico del individuo depende de su posición en el orden de peso decreciente (citado por Hopher, 1988).

2.3 Factores abióticos o parámetros ambientales. Según Fry (1971) los parámetros ambientales, de acuerdo a su efecto pueden ser clasificados como factores de control (ejs. temperatura y pH); factores limitantes (ejs. oxígeno y amonio), Factores enmascarantes (ejs. salinidad, corrientes), y factores directivos (ejs. preferencia de temperatura. fotoperíodo-inducido).

De estos factores, en el cultivo en jaulas destacan la temperatura, el oxígeno disuelto y el efecto de las corrientes.

2.3.1 Temperatura. La temperatura por ser un factor de control? afecta la energía cinética de todas las moléculas del organismo, por lo que el metabolismo se incrementa o disminuye en función de si se eleva o baja la temperatura, dando como consecuencia que la temperatura afecte el crecimiento (Fry, *op. cit.*). Es por ello que el crecimiento en los peces, al igual que en los demás ectodermos es afectado por la temperatura. El crecimiento aumenta con la temperatura hasta un valor óptimo por arriba del cual éste disminuye, hasta que alcanza la temperatura letal superior. Parece ser que el intervalo de temperatura óptimo es más estrecho que el del metabolismo para el mantenimiento (Hopher. 1988).

Hay una relación entre la temperatura y otros factores. como el fotoperíodo y la cantidad de alimentación. Un incremento en la temperatura, aumentará el crecimiento solo si se acompaña de un **aumento** en el consumo de alimento a fin de satisfacer los mayores requerimientos para mantenimiento y crecimiento. Los

peces de mayor edad (usualmente mayor peso) requieren más energía para el mantenimiento que los más jóvenes (Hepher, 1988).

En la mayoría de los peces tropicales, el crecimiento se inicia cuando la temperatura alcanza valores de 17 a 18 °C y adquiere su máximo valor en el intervalo de 28 a 30 °C (Hepher, op. cit.). Las temperaturas en lugares tropicales conducen a un crecimiento continuo, ya que la variación anual es de 27 a 32 °C y el crecimiento es promovido a lo largo de todo el año. La variación de la temperatura del día y la noche es menor a los 1.4 °C (Chua y Teng, 1980). Un ejemplo de ello es el cultivo de *Sciaenops ocellatus* a temperaturas de 27 a 31 °C con una tasa de crecimiento absoluto (TCA) de 1.9 g/día, y un índice de crecimiento absoluto (ICA) de 8.7, una biomasa inicial de 37 ind/m³ y jaulas de 9 m³ de capacidad (Davis et al., 1989).

Para el Percichthyidae *Lateolabrax japonicus* se observó un crecimiento máximo a temperaturas de 20 a 25 °C, mientras que a temperaturas superiores a los 30 °C la tasa de crecimiento disminuyó. Este comportamiento del crecimiento se utilizó para la elección del sitio de cultivo de la especie en Taiwan (Chen, 1990).

No obstante que *Seriola quinqueradiata* sobrevive a temperaturas de 7 a 28 °C, la temperatura de crecimiento óptimo es de 24 a 26 °C, como lo describe la respuesta alimentaria a diferentes temperaturas del agua, de tal manera que: a temperaturas inferiores a los 11 °C, los peces no comen lo suficiente; de 11 a 13 °C comen poco, pero no crecen; de 14 a 17 °C comen, pero crecen poco. de 18 a

27 °C comen activamente y crecen rápido y por arriba de los 28 °C los peces dejan de comer activamente y si las temperaturas altas son prolongadas los peces sufren desgaste físico. Durante el proceso de cultivo en jaulas flotantes, se ha observado que mientras la temperatura decrece un 40 % en el verano, en el invierno es de al menos del 10%; el incremento en peso pasa del 8% en verano al 3 ó 4% en invierno (Ikenoue y Kafuku, 1992).

En *Pagrus major*, la temperatura óptima para su cultivo va de los 20 a los 28 °C, incrementándose el crecimiento conforme aumenta la temperatura en ese intervalo. Sin embargo, la temperatura fluctúa de 10 a 29 °C en el área de su cultivo en Japón, lo que provoca que en invierno los peces se tornen inactivos (Ikenoue y Kafuku op. cit.).

Ojeda y Strawn (1980), durante sus estudios en Galveston Bay, Texas, E.U.A., cultivaron a *Pogonias cromis* en jaulas circulares de 1.22 m de diámetro y 0.91 m de altura (volumen interno de 1.08 m³) y a una densidad de 50 ind/m³ y observaron que cuando descendió la temperatura hasta los 19 °C en invierno, los peces comieron y no crecieron y a 15 °C los peces no comieron. Estos autores también observaron que los peces crecieron mas en noviembre, que en marzo y abril aún cuando en estos dos últimos meses la temperatura fue mas alta. estos resultados los atribuyeron a la salinidad, ya que observaron que la salinidad es mas baja en marzo y abril que en noviembre.

Chua y Teng (1980) en la especie *Epinephelus salmoides (=malabaricus)*, encontraron diferencias en cuanto a la tolerancia de temperaturas de acuerdo al tamaño de los organismos: Para ejemplares de 8.4 ± 0.7g se observó una

tolerancia de 13.5 a 38 °C, a temperaturas subletales (L50) de >39.5 °C y <11.5 °C y letales (LI00) de >40.5 °C y <10 °C y para ejemplares de 21.6 ± 6 g una tolerancia a la temperatura de 14.5 °C a 36.5 °C, temperaturas subletales (L50) >38.5 °C y <13.0 °C, las temperaturas letales (L100) >39.5 °C y <12.0 °C y la temperatura óptima de 29.3 a 31.3 °C.

2. 3. 2 Oxígeno disuelto. El oxígeno al ser un factor limitante, afecta la ruta metabólica respiratoria, llegando a tener un nivel óptimo y si disminuye la concentración, llega a ser letal. Es por ello que la concentración de oxígeno en el agua puede influir en el crecimiento de los peces, ya sea por medio del apetito y el consumo de alimento o por la eficiencia de la alimentación. Se ha observado que a pesar de que los peces reciban alimento *ad libitum*. el crecimiento disminuye a medida que se reduce la concentración de oxígeno por debajo del nivel de saturación.

No existen datos de niveles de oxígeno disuelto óptimos para *Paralabrax maculatofasciatus*. Sin embargo, se observa que el efecto de las bajas concentraciones de oxígeno provoca crecimiento mas bajo en los peces de aguas cálidas que en los de aguas frías (Hepher, 1988).

Un ejemplo de ello es el cultivo de *Sciaenops ocellatus* en donde se han registrado, una TCA de 1.9 g/día y un ICA de 8.7, con una biomasa inicial de 37 ind/m³ y jaulas de 9 m³ de capacidad a concentraciones de oxígeno disuelto de 2 a 2.7 ml/l con (Davis et al., 1989).

Por otro lado, se ha observado que *Seriola quinqueradiata* cultivada en jaulas flotantes, de acuerdo a la concentración de oxígeno presente en el agua,

presenta el siguiente comportamiento: 1ml/l el pez muere por sofocación, de 1 a 2 ml/l respira con dificultad, de 2 a 3 ml/l su nado es errático, de 3 a 4 ml/l tiene poco apetito, de 5 o más ml/l su apetito es bueno y su nado es vigoroso (Ikenoue y Kafuku, 1992).

Para el cultivo de la especie *Epinephelus salmoides* (=malabaricus) Chua y Teng (1980): encontraron como niveles adecuados de concentración de oxígeno disuelto de 4 a 7 mg/l y letal la concentración de 0.39 mg/l. Es por ello que debe tomarse en cuenta la concentración de oxígeno disponible en el sitio, antes de utilizarlo para cultivo y llevar un registro continuo para determinar si la densidad de individuos afecta los niveles de oxígeno disuelto presentes en el agua.

2.3.3 Corrientes. Cuando se cultiva en jaulas flotantes bajo condiciones ambientales no controladas, otro factor abiótico a considerar, son las corrientes.

Las corrientes para el cultivo en jaulas son importantes, ya que ayudan a desplazar las sustancias de desecho y facilitan el recambio continuo del agua a través de las redes de cultivo; sin embargo, se ha observado que velocidades de 1.5 m/seg causan estrés a los peces y corrientes entre 20 y 50 cm/seg son consideradas adecuadas para el cultivo de *Epinephelus salmoides* (=malabaricus), ya que mantienen un nivel de oxígeno disuelto por arriba del 50% de saturación (Chua y Teng, 1980). Para *Pagrus major*, corrientes de 5 a 15 cm/seg se consideran adecuadas para su cultivo (Ikenoue y Kafuko, *op. cit.*)

2.4 **Factores bióticos.** Uno de los factores bióticos más importantes es la densidad de cultivo, la cual afecta directamente la tasa de crecimiento de los peces y afecta su producción.

2.4.1 Densidad. La densidad óptima de los peces marinos cultivados en jaulas flotantes varía de acuerdo a la especie, tamaño, peso, edad, comportamiento, la localización del cultivo, el tamaño inicial de siembra y el tamaño y forma de las jaulas de cultivo (Teng et al., 1977).

Son muchos los trabajos relacionados con este tema, particularmente se revisaron en su mayoría las especies carnívoras cultivadas en jaulas flotantes pertenecientes al suborden Percoidei, del cual forma parte *Paralabrax maculatofasciatus* (Anexo III, tabla 2).

En la mayoría de las especies cultivadas, la mayor tasa de crecimiento está relacionada con una densidad de cultivo determinada, por arriba de la cual el crecimiento se reduce y por debajo de la cual el crecimiento no es tan bueno como cuando se cultiva en la densidad óptima. Chua y Teng (1979) realizaron un estudio del efecto de la densidad de cultivo en *Epinephelus salmoides* (=malabaricus) sobre su crecimiento, comparando cinco densidades de siembra (15, 30, 60, 90, 120 ind/m³), iniciando con organismos de 15.7 ± 1.4 cm y 55.7 ± 16.4 g por un periodo de 8 meses y alimentándolos una vez cada dos días. Determinaron un factor de conversión de 3.69 y concluyeron al finalizar el experimento que la densidad de 60 ind/m³ es la más adecuada para el cultivo de esta especie, por haber obtenido, un mejor crecimiento y supervivencia con relación a los peces cultivados en las otras densidades.

Se ha observado en *Seriola quinqueradiata* que el peso es un factor importante a considerar para determinar la densidad de siembra y va de 85 ind/m³ cuando los peces pesan menos de 100 g; de 50 ind/m³ a los 100 g; 35 ind/m³ a los

200 g, hasta 10 ind/m³ cuando pesan 1000 g con una concentración de oxígeno disuelto de 5 a 6 mg/l de oxígeno (Ikenoue y Kafuku, 1992)

2.4.2 Alimentación. El crecimiento de los peces depende de diversos factores, entre los cuales el tamaño de la ración y el peso corporal son de especial importancia. Cuando el alimento no cumple con los requerimientos nutricionales de la especie o es insuficiente tanto para el mantenimiento como para el crecimiento, este último se inhibe o cesa por completo (Hepher, 1988).

Debido a que los peces comen principalmente para satisfacer sus requerimientos de energía, resulta por lo tanto que el contenido de energía digerible de la dieta determinará la cantidad de alimento consumido. Los animales alimentados con dietas bajas en energía, requieren una ingestión de alimento más alta que la de los animales alimentados con raciones energéticas más altas (Tacon, 1994).

Los requerimientos en proteína varían desde un mínimo en la especie herbívora *Cyprinus carpio* de 31 % (Takeuchi et al., 1979) a un máximo de 55% en las especies carnívoras *Chrysophrys (=Pagrus) major* (Yone, 1976), *Oncorhynchus tshawytscha* y *Seriola quinqueradiata* (Takeda et al., 1975). Asimismo, Teng et al. (1978) con el serránido *Epinephelus salmoides (=malabaricus)*, sugirieron como adecuado un porcentaje de proteína en la dieta suministrada de 40 a 50 % y Alvarez-Gonzalez (1999) sugiere una dieta de 45% en proteína como adecuada para individuos de *Paralabrax maculatofasciatus* de 9 g de peso y 7.5 cm de longitud patrón.

Estos porcentajes de proteína, coinciden con los sugeridos por New (1987), específicamente para los requerimientos en proteína de algunas de las principales especies cultivadas del suborden Percoidei. Estas especies fueron *Epinephelus salmoides* (=malabaricus), *Dicentrarchus labrax*, *Seriola quinqueradiata* y *Sparus aurata*. New (1986) sugirió para el suborden Percoidei, un intervalo de 40 a 57% de proteína ampliándolo a otros nutrientes como de 4.5 a 14 % de lípidos, de 0.7 a 2.5 % de fibra, de 9 a 15.5% de cenizas (minerales), con un contenido calórico de 2882 a 3729 cal/g y de 9 a 11% de humedad.

El alimento de las dos principales especies de peces marinos cultivados intensivamente en jaulas flotantes en Asia (*Lates calcarifer* y *Epinephelus tauvina*), consiste en tres dietas diferentes: pescado congelado de la especie *Leiognathus splendens* (67.2% de proteína cruda, 3.50% de fósforo en base seca), una mezcla de alimento balanceado seco y pescado congelado en una proporción de 40:60 (55% de proteína cruda y 1.90% de fósforo en base seca con un contenido de humedad de 39%) y una dieta a base de alimento balanceado comerciales para camarón mezclada con la dieta semi-húmeda de pescado e insumos secos (44.2% de proteína cruda y 1.61 % de fósforo) (Tacon *et al.*, 1991). Los trabajos de Tucker (Anexo III, tabla 1) mostraron un porcentaje de proteína incluida en las dietas utilizadas en peces carnívoros muy similar. Por ejemplo con *Centropomus undecimalis* 50.9% de proteína. *Morone chrysops* x *M. saxatilis* 53.9 %. *Lates calcarifer* 53.8 - 55.0 %, *Sciaenops ocellatus* 58.5 % y para *Acanthopagrus schlegeli* 53.4 % (Tucker, 1998).

2.5 Condiciones de la preengorda. T.ucker *et al.* (1997) reportaron para *Sciaenops ocellatus* una tasa de crecimiento instantáneo (TCI) de 3.57 %/día con

organismos de un peso inicial de 4 g y final de 63 g y un tiempo de cultivo de 75 días, mientras que para *Centropomus undecimalis* fue de 2.08 %/día con organismos de 16 g iniciales a 44 g después de 50 días de cultivo (Tucker, 1987). Para *Lates calcarifer* fue 2.49 %/día con organismos con un peso promedio inicial de 9 g y peso promedio después de 75 días de cultivo de 62 g (Tucker et al., 1988) y *Epinephelus striatus* TCI 1.57 %/día con organismos de peso inicial de 7g y final de 71 g después de 145 días de cultivo (Tucker y Woodward, 1996). (Anexo III. Cuadro 3).

Otro grupo importante de especies carnívoras cultivadas de manera intensiva es el de los lutjánidos, cuyo género más representativo en cultivo es *Lutjanus*. Doi y Singhagraiwan (1993) cultivaron *Lutjanus argentimaculatus* en jaulas de un metro cúbico a una densidad de 800 ind/m³. A partir de peces con un peso inicial de 0.2 g y 60 días de confinamiento, alimentados con engráulidos frescos en trozos y obtuvieron un índice de conversión alimenticia (ICA) de 2: 1, una supervivencia de 70% y un peso promedio final de 7.5 g.

Dentro de la familia Serranidae, el género más estudiado es *Epinephelus*. Abdullah et al. (1987) determinaron para *E. tauvina* una densidad óptima de siembra de 200 ind/m³ para la etapa de la preengorda con un peso promedio inicial de 17.1± 4 g durante 52 días con una TCA de 0.83 g/día. una biomasa de 3.4 kg/m³ y una supervivencia del 98 %.

Para *Paralabrax maculatofasciatus* Avilés-Quevedo et al. (1995), presentaron un esquema teórico de cultivo que va de 300 a 200 ind/m² a partir de organismos de 15 g en promedio cultivados durante 60 días como etapa de preengorda.

2.6 Condiciones de la engorda. Los géneros más representativos de la familia Carangidae en piscicultura son *Seriola* y *Trachinotus*. *Seriola quinqueradiata* se cultiva en jaulas flotantes a densidades de 10 ind/m³ con un peso inicial de 50 g para obtener un peso final de 2 kg y una TCI de **8.67** %/día (Chua y Teng, 1980). Gómez-Gaspar y Lárez (1983) al realizar la engorda de *Trachinotus carolinus* en jaulas de 30 m³ a una densidad de 20 ind/m³ y un peso promedio inicial de 1.37 ± 1.09 g, obtuvo después de un periodo de 365 días de cultivo, una TCA de 1.06g/día, un ICA de 8 a 1 0:1, una supervivencia del 62 % y un peso promedio final de 391.36 ± 86.47 g.

Doi y Singhagraiwan (1993) realizaron la engorda de *Lutjanus argentimaculatus* en jaulas de 25 m³ a una densidad de 80 ind/m³ y 7.5 g de peso promedio inicial, obtuvieron después de 365 días de cultivo un peso promedio final de 500 g con un ICA de 1.5:1 y una supervivencia del 85 %. Este trabajo sirvió como esquema para los trabajos de engorda realizados por Avilés-Quevedo *et al.* (1996a, 1996b), ya que mantuvieron organismos de las especies *L. peru*, *L. argentiventris* y *L. aratus* en condiciones de engorda en jaulas flotantes de 18 m³ de capacidad. *L. peru* se sembró a una densidad de 4.3 ind/m³ y un peso inicial de 234.19 ± 28.05 g, se alimentaron con un alimento semi-húmedo (54% de proteína base seca) en una ración del 4% del peso corporal, dando como resultado un factor de condición (FC) de 2.78, un ICA de 7.98:1, y un peso promedio final de 16.88 ± 241.93 g después de 365 días de confinamiento con una supervivencia de 65 %; *L. argentiventris* a una densidad de engorda de 6.55 ind/m³, peso inicial de 240.63 ± 6 g un FC de 1.74 y un

ICA de 8.79:1 con un alimento húmedo (pescado) y una ración del 4% del peso corporal obtuvo un peso promedio final de 308.55 ± 2 g después de 365 días de confinamiento y una supervivencia de 95 %; *L. aratus* a una densidad de 4.8 ind/m^3 con un peso inicial de 29.74 ± 13.17 g un FC de 1.60 un ICA de 8.80:1 con un alimento húmedo (pescado) y una ración del 4% del peso corporal obtuvo un peso promedio final de 1111.85 ± 309.73 g después de 365 días de cultivo y una supervivencia de 97 %.

Gómez-Gaspar y Larez (1985) engordaron en jaulas de 30 m^3 al espárido *Archosargus rhomboidalis* a razón de 40 ind/m^3 , con un peso inicial de 1.0 ± 0.07 g obtuvieron después de 365 días de cultivo, una TCA de 0.37g/día, una supervivencia del 30 % y un peso final de 138.03 ± 66.64 g.

De la familia Polynemidae, Chua y Teng (1980) cultivaron la especie *Polydactylus saxatilis* a una densidad de 50 ind/m^3 , con una biomasa inicial de 400 g y un peso promedio individual de 9 g y obtuvieron durante los 300 días que duró el cultivo una TCI promedio de 0.97 % y un peso final de 300 g.

Trabajos realizados con especies de la familia Moronidae, están representados por los géneros *Morone* y *Dicentrarchus*. Hogans (1994) cultivó a *M. saxatilis* en jaulas flotantes de 31.5 m^3 de capacidad a razón de 1.5 ind/m^3 y un peso inicial de 375.3 g y obtuvo un peso final de 437.5 g después de 270 días de alimentarlos con una dieta seca, obteniendo una supervivencia de 99.5%. Con *Dicentrarchus labrax* Coves et al (1991) reportó el cultivo a escala comercial en jaulas de 100 y 150 m^3 , el cual parte con organismos de 60 a 80 g para el primer año

y para el segundo año con organismos de 250 a 350 g para el período de engorda con un ICA de 3:1 y un 80 % de supervivencia.

Dentro de la familia Serranidae, Teng et al. (1978) cultivaron *Epinephelus salmoides* (= *malabaricus*) y concluyeron que una densidad de cultivo de 60 ind/m³ con un peso promedio inicial de 15.3 ± 5.9 g es la más adecuada para el cultivo en jaulas de la especie, ya que obtuvieron en 70 días de cultivo una TCA de 0.8 g /día y una supervivencia del 94.5 %. Chua y Teng (1980) cultivaron nuevamente *Epinephelus salmoides* (= *malabaricus*) a la misma densidad (60 ind/m³), pero a partir de organismos de mayor peso con un promedio inicial de 55.7 g y con una biomasa de 3.4 kg/m³. Obtuvieron una TCA de 3.08 g/día y 41.4 kg/m³ de producción, aunque no se reportó el valor de la supervivencia final.

Saif-Abdullah et al. (1987) tomando como base los trabajos anteriores determinaron para *E. tauvina* un período de engorda con una densidad óptima de 60 ind/m³ y una biomasa total sembrada de 8.4 kg, iniciando con organismos de 150 ± 60 g con una TCA de 1.4 g/día y una supervivencia del 87 % al final de los 215 días que duró el experimento (Anexo III, tabla 2).

Para la especie *Paralabrax maculatofasciatus*, Aviles-Quevedo et al. (1995), presentaron un esquema teórico de cultivo que va de 50 ind/m² para la etapa de engorda durante 150 días con organismos de 120 g como peso inicial para obtener al final un peso de 500 g, con un crecimiento mensual en los meses de febrero a junio de 97.7 g/mes en la etapa de preengorda y de 76.3 g/mes para los meses de agosto a noviembre en la etapa de engorda.

2.7 Especie a cultivar.

2.7.1 Selección de la especie. Los principales aspectos a considerar en la elección de una especie destinada a cultivo para consumo humano son los siguientes: el conocimiento de su biología. el crecimiento en peso de la especie en confinamiento, su tolerancia a condiciones ambientales. su resistencia a enfermedades y al manejo. la facilidad del cultivo! la comercialización, y su buena aceptación por el consumidor.

2.7.2 Distribución geográfica. Los serránidos son un grupo diverso de peces marinos (con algunos representantes dulceacuícolas) de aguas tropicales y templadas. En el Golfo de California se encuentran 33 especies agrupadas en 11 géneros (Thomson et al., 1987).

Uno de estos géneros es *Paralabrax*. cuyas especies en el Pacífico se encuentran cerca de la costa, en zonas rocosas. En las costas del Pacífico mexicano se encuentran cinco especies del género. En la costa Occidental de la península de Baja California, *Paralabrax maculatofasciatus* cohabita con *P. auroguttatus*, *P. clatrathus* y *P. nebulifer* (Butler et al., 1982; Rodríguez-Romero et al., 1992 y De la Cruz-Agüero et al., 1993). En la costa Oriental convive con *P. auroguttatus* y *P. loro* (Thomson et al., 1987.).

La cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* se distribuye desde Santa Barbara, California E.U.A. a Cabo San Lucas. incluyendo todo el Golfo de California y Mazatlán, Sinaloa. México (Thomson *op cit.*). En Baja California Sur, se ha reportado como especie abundante en los siguientes cuerpos costeros: en el Complejo lagunar de Bahía Magdalena - Bahía Almejas. en donde se presenta como organismo dominante de la ictiofauna demersal (Torres-Orozco y Castro-Aguirre,

1992); en Bahía de La Paz (Abitia-Cárdenas et al., 1994); Bahía Concepción, (Rodríguez-Romero et al., 1992); Laguna de San Ignacio, (Cruz-Escalona, 1998) y Laguna Ojo de Liebre (Acevedo-Cervantes, 1997).

2.7.3 Hábitat. *Paralabrax maculatofasciatus* vive sobre fondos arenosos en la vecindad de rocas o praderas de plantas marinas, desde la costa hasta unos 60 m de profundidad. encontrándose los organismos de mayor talla asociados a las mayores profundidades (Butler et al. 1982).

2.7.4 **Hábitos alimentarios.** Los estudios relacionados con los hábitos alimentarios de esta especie son muy diversos debido a su amplia distribución, destacándose el de Allen et al. (1995) quienes reportan como principales presas a crustáceos, bivalvos, incluyendo especies de la infauna y peces pequeños. Thomson et al. (1987) reportan hábitos alimentarios similares además de considerar a la especie como consumidor diurno de pequeños peces e invertebrados. Ono (1992) considera a los cefalópodos como la principal presa de esta especie.

La cabrilla arenera presenta dientes premaxilares, vomerinos y palatinos caniniformes, así como finas aserraciones en los arcos branquiales (dos hileras de dientes distintivas) y dientes faríngeos. Esto podría explicar que este organismo consume gran variedad de presas de diferentes tamaños y dureza durante un mismo período de tiempo. La presencia de sus arcos branquiales largos y robustos impide la salida de presas pequeñas por sus branquias. Así también sus dientes faríngeos le permiten triturar la concha y/o el exoesqueleto de algunas de sus presas (Ferry et al., 1997).

La plasticidad en sus hábitos alimentarios que le confieren sus caracteres anatómicos, son las que probablemente le han dado a la especie una gran ventaja

adaptativa sobre los otros grupos de peces carnívoros, que se ha hecho evidente en su amplia distribución geográfica.

2.7.5 Hábitos reproductivos. Es considerado hermafrodita protogínico **ya** que, la mayoría de los machos adultos provienen de la reversión sexual de hembras adultas, sin embargo su estrategia reproductiva se modifica en función de la latitud y el tipo de ambiente en que se encuentre. Oda et al. (1993) en las costas de California, detectaron la presencia en la gónada de un lumen testicular, lo cual indica que *Paralabrax* es un género gonocórico secundario derivado de un ancestro protogínico, en el que los machos fueron hembras con sexo reversible (Smith y Young, 1966). En éstos, los especímenes de mayor talla son hembras y no hay incremento en la proporción de machos con el incremento de talla. Avilés-Quevedo et al. (1995) consideraron una dominancia de hembras en las tallas de 21.1 ± 3 cm de longitud total (LT) y dominancia de machos en las tallas de 23.2 ± 3.1 cm de LT, pudiéndose obtener hembras de 31 cm de LT en condiciones de cautiverio. Estos autores también observaron la presencia de reversión sexual en ejemplares de 20.5 ± 3.03 cm de L T.

En la Bahía de la Paz B.C.S., las poblaciones de *P. maculatofasciatus* se encuentran maduras y en fase de desove de enero a septiembre: no hay registro de actividad de octubre a noviembre y en diciembre se reinicia la actividad reproductiva, con un pico en los meses de marzo, abril y mayo (Avilés-Quevedo et al., 1995). En Bahía Magdalena, Baja California Sur, esta especie se encuentra madura entre los meses de mayo a agosto (Lluch-Cota et al., 1993). En condiciones de cautiverio, Rosales-Velázquez et al. (1997) obtuvieron desoves continuos con control de

temperatura de 21 a 23 °C y fotoperiodo de 13:11 (luz - oscuridad). El desove se inhibe a temperaturas Superiores a los 29.5 °C (Avilés - **Quevedo et al.**, 1995).

Esta especie es considerada como un reproductor asincrónico, con desoves parciales cada 24-48 horas (Oda et al., 1993). La producción de huevos/día en condiciones de cautiverio muestra un pico mensual relacionado con la fase de luna llena y luna nueva, disminuyendo a medida que aumenta la temperatura y deteniéndose completamente en los meses más cálidos del año, observándose lo mismo con relación al diámetro del huevo. Sin embargo, la tasa promedio de eclosión es mayor en los meses más cálidos (Avilés-Quevedo et al., 1995).

2.7.6 Condiciones ambientales. *Paralabrax maculatofasciatus* es considerada una especie euritérmica, ya que tolera temperaturas extremas de 32 °C (Thomson et al., 1987) , sobrevive períodos invernales en la parte norte del Golfo de California y puede soportar temperaturas tan bajas como 7.5 °C, en condiciones de laboratorio (Thomson y Lehner, 1976) aunque deja de alimentarse (Avilés-Quevedo, com. per.).

2.7.7 Pesca y utilización. *Paralabrax maculatofasciatus* es una especie importante para la pesca artesanal en Baja California. capturada comúnmente en bahías y puertos. Se captura con anzuelo y redes de arrastre (Acevedo-Cervantes, 1997; Cruz-Escalona, 1998). Es el serránido más común en las capturas provenientes de la parte norte del Golfo de California. La talla media de los ejemplares capturados es pequeña (peso aproximado 0.5 kg) para ser considerada de importancia en la captura comercial (Fisher et al., 1995). No obstante, se sabe que al tener carne blanca, cuando existe oferta se da una buena

aceptación en el mercado, de hecho en Bahía Tortugas, Baja California Sur existe una planta empacadora que comercializa filete de otra especie del género *Paralabrax* e inclusive en otras partes del mundo se comercializa especies de este mismo género, como en Perú *P. humeralis*, (FAO, 1997a) y Venezuela *P. dewegeri* (Parra de Loré, 1992).

3. JUSTIFICACION

Sin duda uno de los mayores retos que hoy día tiene la humanidad, es el, conseguir incrementar la producción de alimentos en la misma proporción que se incrementa la población humana. Reto muy difícil, ya que las reservas de tierras para cultivo y ganadería difícilmente pueden ser ampliadas, a corto plazo, con las técnicas actuales y con una seria amenaza de desertificación en diferentes zonas del planeta.

La sustitución de alimentos de origen terrestre, por fuentes de proteína de origen acuático, también está próxima al límite explotable, si continuamos con las técnicas de pesca tradicionales (Castelló-Orvay, 1993).

Es notable que de las más de 30,000 especies de peces, menos de 200 han sido utilizadas en la acuicultura, lo que representa aproximadamente el 0.7% y de éstas, probablemente menos de 30 especies contribuyen a la piscicultura mundial. Esto representa un grave riesgo para la conservación genética de los recursos ícticos y su biodiversidad, ya que la utilización en la piscicultura de especies llamadas “exóticas” puede tener implicaciones de impacto dentro de las comunidades naturales. Esto podría evitarse si se desarrollan biotécnicas encaminadas al cultivo de especies nativas de importancia económica (Ross y Beveridge, 1995).

La mayor o menor producción depende principalmente de su abundancia en el medio natural. En condiciones de cultivo, el poder manejar densidades adecuadas de siembra es extremadamente importante si queremos maximizar su producción. La producción máxima está en función de la densidad óptima de confinamiento. Densidades mayores a la óptima tienden a reducir el crecimiento y la producción, creando una competencia por alimento y espacio (Weatherley y Gill, 1987).

Se ha observado que las densidades altas de confinamiento pueden inducir al territorialismo, incrementar la actividad intraespecífica en donde una pequeña porción de la población comienza a dominar el proceso alimentario y terminan por dominar también gran parte del espacio físico. Los peces dominantes constituyen la porción de la población con mayor tasa de crecimiento y el aprovechamiento del alimento. En el resto de la población se observa una mayor pérdida de energía, menor tasa de crecimiento y menor eficiencia alimentaria.

Es por todo lo anterior, que surge la necesidad de realizar trabajos encaminados a determinar estrategias que permitan la producción eficiente de recursos marinos nativos de alta calidad nutricional y alta demanda comercial.

La densidad de siembra puede ser enfocada como un factor importante que nos determina los costos de producción en relación con el capital invertido. Mientras la tasa de crecimiento y la supervivencia no se alteren a medida que la densidad de cultivo sea mayor, menor será el costo unitario de producción. Debe esperarse también que la densidad óptima varíe de una especie a otra. Este factor junto con el tamaño de los organismos, manejo y condiciones ambientales, son cruciales para obtener un crecimiento y productividad máximas (Wallace *et al.*, 1988). Una densidad de cultivo óptima está representada por la mayor cantidad de peces producida eficientemente por unidad de volumen dentro de una jaula. Producción eficiente no significa el peso máximo que puede ser producido, sino el peso que puede ser producido con una conversión alimenticia adecuada, en un período de tiempo razonablemente corto a un peso final adecuado para el mercado consumidor. Con un aumento de la densidad de cultivo, la biomasa total aumenta, el peso individual tiende a disminuir y por ende también el valor comercial. Aunque, por otro

lado, la homogeneidad del peso entre los peces cultivados aumenta a medida que se eleva la densidad de cultivo (Cyrino et al., 1998).

La aplicación de diseños experimentales adecuados para determinar la densidad óptima de cultivo para una especie en particular, en base a su crecimiento, eficiencia alimentaria y supervivencia, son determinantes si queremos saber si la especie o grupos de especies que seleccionamos son adecuadas o no para ser cultivadas a escala comercial.

En el caso particular de México, la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* es la especie marina nativa con mas estudios encaminados a lograr su cultivo. Sin embargo, no se cuenta con información suficiente que nos permita establecer su manejo durante las etapas de la preengorda y la engorda, con lo que se pueden determinar las condiciones de densidad y manejo más adecuadas para su cultivo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar el efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en jaulas flotantes, a partir de juveniles producidos en laboratorio.

4.2 OBJETIVOS PARTICULARES:

1) Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y la supervivencia de la cabrilla arenera durante la etapa de preengorda.

2) Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y la supervivencia de la cabrilla arenera durante la etapa de engorda.

5. MATERIAL Y METODOS

5.1 Area de estudio. El sitio o área elegida, donde se efectuó el estudio se encuentra ubicado en el municipio de La Paz, Baja California Sur, y es conocido localmente como Bahía Falsa; se localiza entre los paralelos 24° 16' y 24° 14' Lat. Norte y entre los meridianos 110° 18'30" y 110° 19'10" de Long. Oeste. Este cuerpo lagunar costero se localiza a 3 Km al Sur del puerto de Pichilingue y 14 Km al Norte de la ciudad de La Paz. Esta zona posee buen acceso por carretera y por mar, esta protegida de los vientos del sudeste ("Coromueles") predominantes de abril a octubre y del Noreste ("Collas") de noviembre a marzo.

El área presenta poco tránsito, ya que se encuentra alejada del canal de navegación del Puerto de Pichilingue y de la Bahía de La Paz (Figura 1).

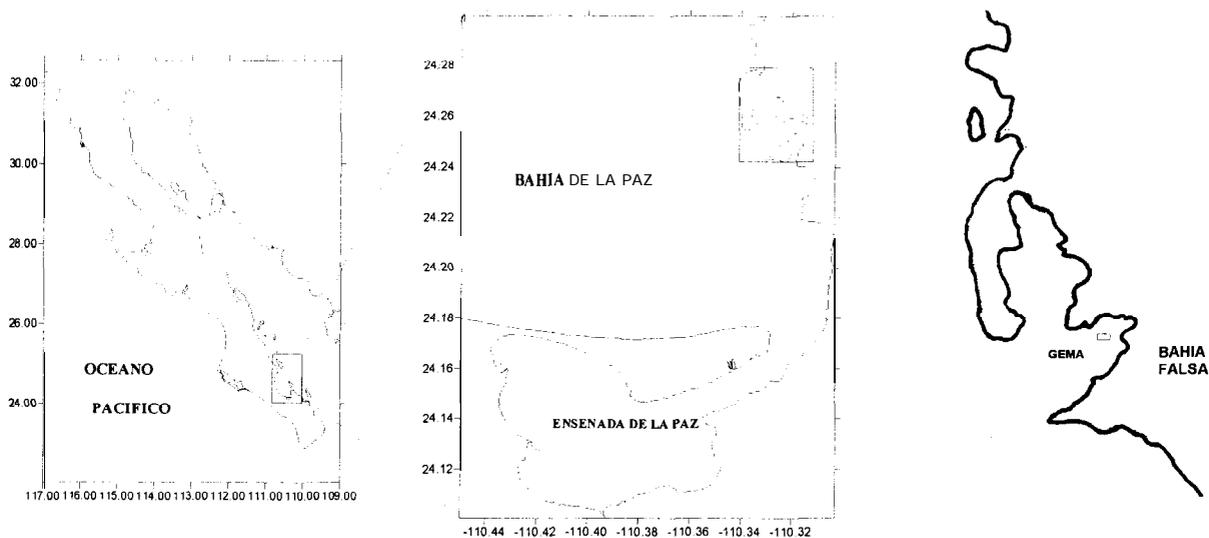


Figura 1. Mapa del sitio de localización de la Granja Experimental de Maricultivo (GEMA) en Bahía Falsa, B.C.S., Mex.

Bahía Falsa es una laguna costera (Contreras-Balderas, 1985) sin barrera física con o sin escurrimiento, salinidad normal, boca abierta con una longitud aproximada de 1.6 Km y profundidad media de 12 m.

Este sitio fue elegido, debido a que se cuenta con un estudio previo realizado por Avilés-Quevedo e Iizawa (1993), que permitió conocer las variables ambientales y de la calidad de agua más importantes (Anexo III, tabla 5). Este estudio indica que el sitio reúne las condiciones necesarias para el desarrollo del cultivo en jaulas flotantes.

5.2 Parámetros físicos y químicos. Tanto para la etapa de la preengorda como para la engorda, se registraron los valores de oxígeno disuelto (mg/l) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua dentro de las jaulas de cultivo. Para ello se utilizó un oxímetro modelo YSI con precisión de 0.2 mg/l.

5.3 Alimento. La dieta utilizada durante los experimentos de preengorda y engorda, se formuló utilizando como criterio que cumpliera al menos con los requerimientos en proteína reportados para peces carnívoros sometidos a cultivo intensivo, sobre la base de la compilación realizada por New (1987). Asimismo, para la selección de los insumos utilizados en la elaboración de la dieta de estos experimentos se consideró la experiencia generada por el grupo de investigadores en cultivo de peces marinos del CRIP-LA PAZ, quienes utilizaron una dieta semihúmeda cuyos insumos eran: pescado en trozos (lisa), harina de atún, manto de calamar gigante, aceite de atún, premezcla de vitaminas y minerales y como ligante alginato de sodio (Avilés-Quevedo, com. per.). La presentación de esta dieta era en forma de "albóndigas" y se utilizaba para la engorda de juveniles de cabrilla arenera y el mantenimiento de diferentes especies de adultos de serránidos y de lutjánidos.

La dieta que se elaboró para el presente trabajo, por su contenido de humedad se considera semihúmeda (mayor del 10% y menor del 50%, Castelló-Orvay, 1993). El análisis bromatológico de la dieta se obtuvo según la metodología descrita por Goytortúa-Bores et al. (1996) y se muestra en el Anexo III, tabla 4.

En los primeros 20 días de la preengorda, el alimento peletizado tuvo dimensiones aproximadas de 2 x 5 mm y durante el resto del experimento de 3 x 10 mm. El alimento elaborado se mantuvo en el agua durante 24 horas conservando su estabilidad.

La dieta se formuló y elaboró con la colaboración del grupo de investigadores del laboratorio de Nutrición Acuícola del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

5.3.1 Elaboración. La dieta se preparó cada quince días, para lo cual primero se dividieron los insumos en tres categorías de acuerdo a su porcentaje de inclusión en la dieta de menor a mayor. Estos fueron: a) Microcomponentes: premezcla de vitaminas, vitamina C y alginato de sodio; b) Macrocomponentes: atún fresco en filete, calamar entero, harina de sardina y c) Componentes líquidos: aceite de sardina y lecitina de soya.

Los ingredientes se pesaron en una balanza portátil marca Ohaus modelo Explorer con una precisión de 10 mg y se mantuvieron en recipientes separados.

Los pasos que se siguieron para su elaboración fueron los siguientes:

Los microcomponentes (premezcla de vitaminas, vitamina C y harina de sardina) se pulverizaron y se cribaron en un tamiz de 250 micras con el propósito de homogeneizar las partículas al mismo diámetro del alginato de sodio, esto permitió una mayor cohesión entre las partículas en el momento de ser mezcladas. Las

vitaminas y el alginato de sodio se mezclan en una batidora Kitchen Aid modelo K5SS durante 15 minutos, posteriormente se le agrega la harina de sardina y se mezcla durante otros 15 minutos hasta obtener una mezcla de color y textura homogéneos.

Los macrocomponentes húmedos (Atún fresco y calamar) se molieron en un molino para carne marca Tor-Rey modelo 22. hasta elaborar una pasta de apariencia homogénea, para este fin se pasan por las cribas de 5 y 3 mm.

Después se agrega la lecitina de soya y el aceite de pescado previamente emulsificados en un vaso de precipitados hasta obtener una emulsión de color homogéneo y se agrega a la mezcla de los demás ingredientes.

A la masa obtenida se le agrega la pasta de atún y calamar ya elaborada y se amasan en una batidora hasta obtener una mezcla de color y consistencia homogénea. Una vez logrado esto, la mezcla se pasa por el molino y a través de una criba se obtiene el tamaño deseado de la dieta, se deposita sobre una charola y posteriormente se cubre con una bolsa de plástico negro y se refrigera por un día.

Al día siguiente la dieta elaborada se parte en pequeños pedazos y se distribuyen en bolsas de plástico en raciones individuales de 100 g cada una, cada bolsa se selló con calor.

Cada día se utilizaron nueve raciones. una por réplica, que se guardaron en una bolsa de plástico de color negro y se congelaron a -10°C . La ración diaria se transportó congelada a la granja experimental (GEMA) en una hielera herméticamente cerrada.

5.4 Jaulas Flotantes.

Se diseñaron y construyeron cuatro módulos experimentales consistentes en tres partes: estructura de soporte de madera rectangular de 3.46 m de largo por 3.46 m de ancho y 2.50 m de longitud interna (6.3 m^2 de área), a la cual se sujetó la red para darle forma rectangular a la jaula: la jaula cerrada por todas partes con una red de polifilamento de nylon de 5 mm de luz de malla de 2.5 m X 2.5 m x 3 m de altura (16 m^3 aproximadamente). En cada esquina de la base de la red, se amarró un bloque de cemento de 5 kg a manera de lastre con el fin de que la red mantuviera su forma rectangular (figura 2); La estructura de flotación está constituida con bloques de styrofoam de 1.1 m de largo por 0.38 m de ancho y 0.6 m de alto, forrados con lona ahulada y sujetos a la estructura de soporte mediante cabos de nylon de 3/8 de pulgada. Sobre la estructura flotante se montó una plataforma consistente en cuatro tablones de madera de 30 cm de ancho por 3 m de largo, sobre los cuales se realizaron los trabajos de mantenimiento de las redes y de los organismos en cultivo (figura 3). Finalmente la jaula flotante se sujetó al fondo mediante un sistema de anclaje que consistió en dos muertos de concreto de 200 kg cada uno. que se enterraron en el fondo de la bahía (figura 4). Asimismo se diseñaron y construyeron nueve unidades experimentales cada una consistente en un aro de aluminio en la parte superior de 1.22 m de diámetro como estructura de soporte: como estructura de flotación dos paralelepípedos de styrofoam forrados y amarrados a la estructura de soporte; una jaula cilíndrica de 1.20 m de diámetro y 1.1 m de altura (1 m^3 de capacidad), confeccionada con red de polifilamento y 5 mm de luz de malla sin nudos sujeta a la estructura de soporte y como sistema de lastre un aro de acero

inoxidable colocado en el fondo de la red en su parte interna que mantuvo la forma de la jaula (figura 5).

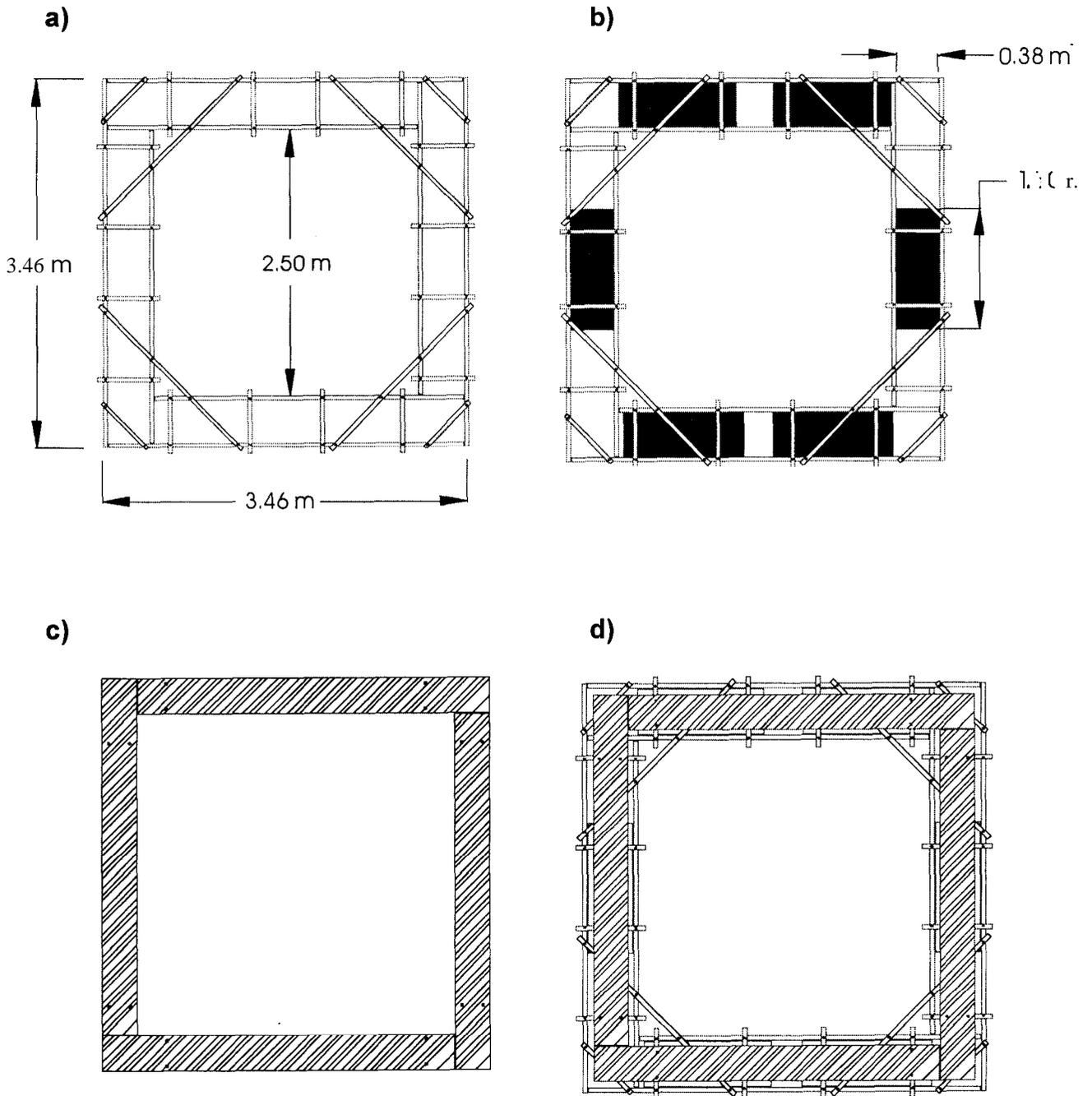


Figura 2. Modulo experimental de maricultivo conteniendo: a) estructura de soporte, b) estructura de flotación, c) plataforma de trabajo y d) balsa flotante.

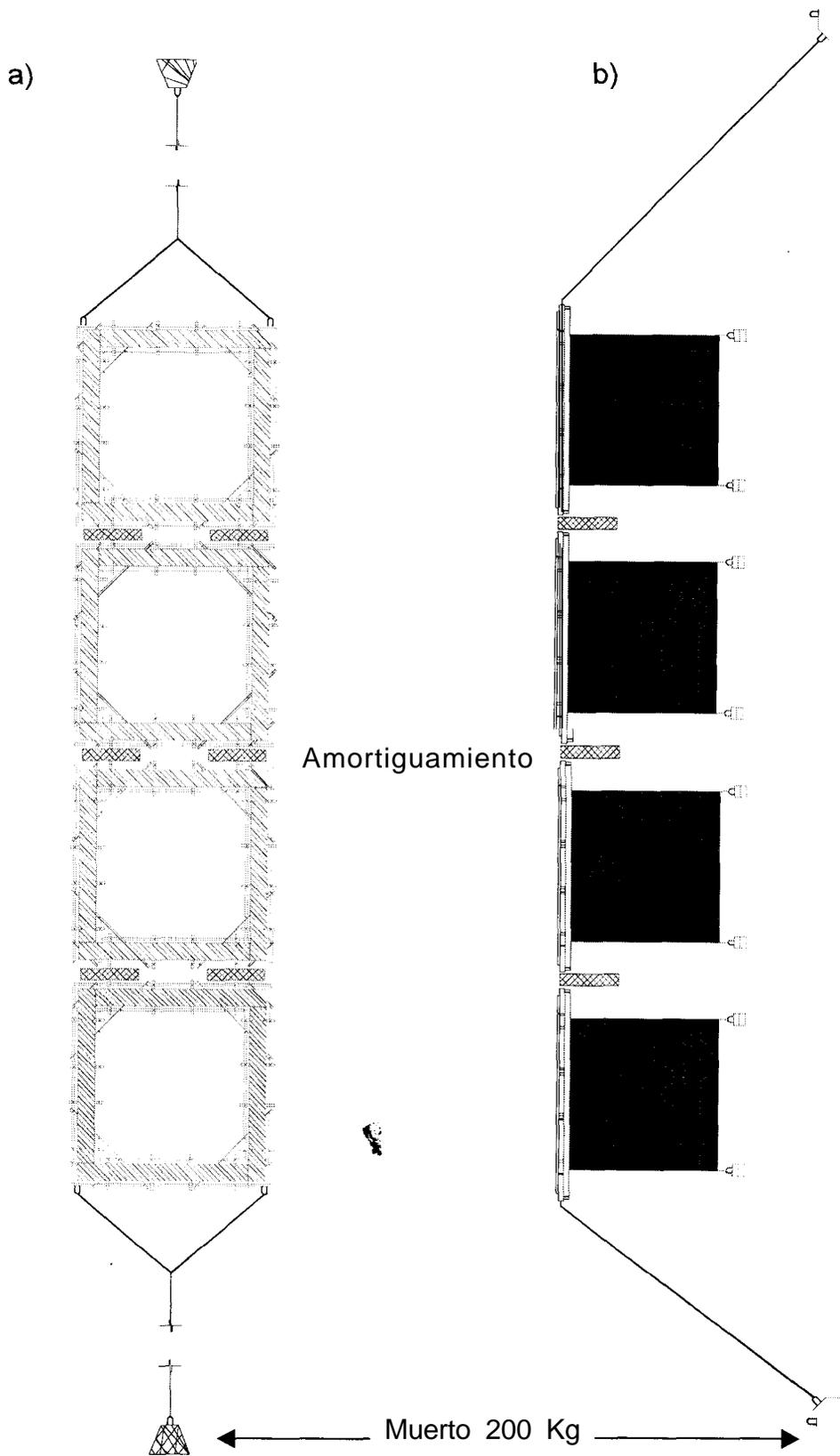


Figura 3. Sistema de anclaje de los módulos experimentales: a) Vista superior y b) vista lateral.

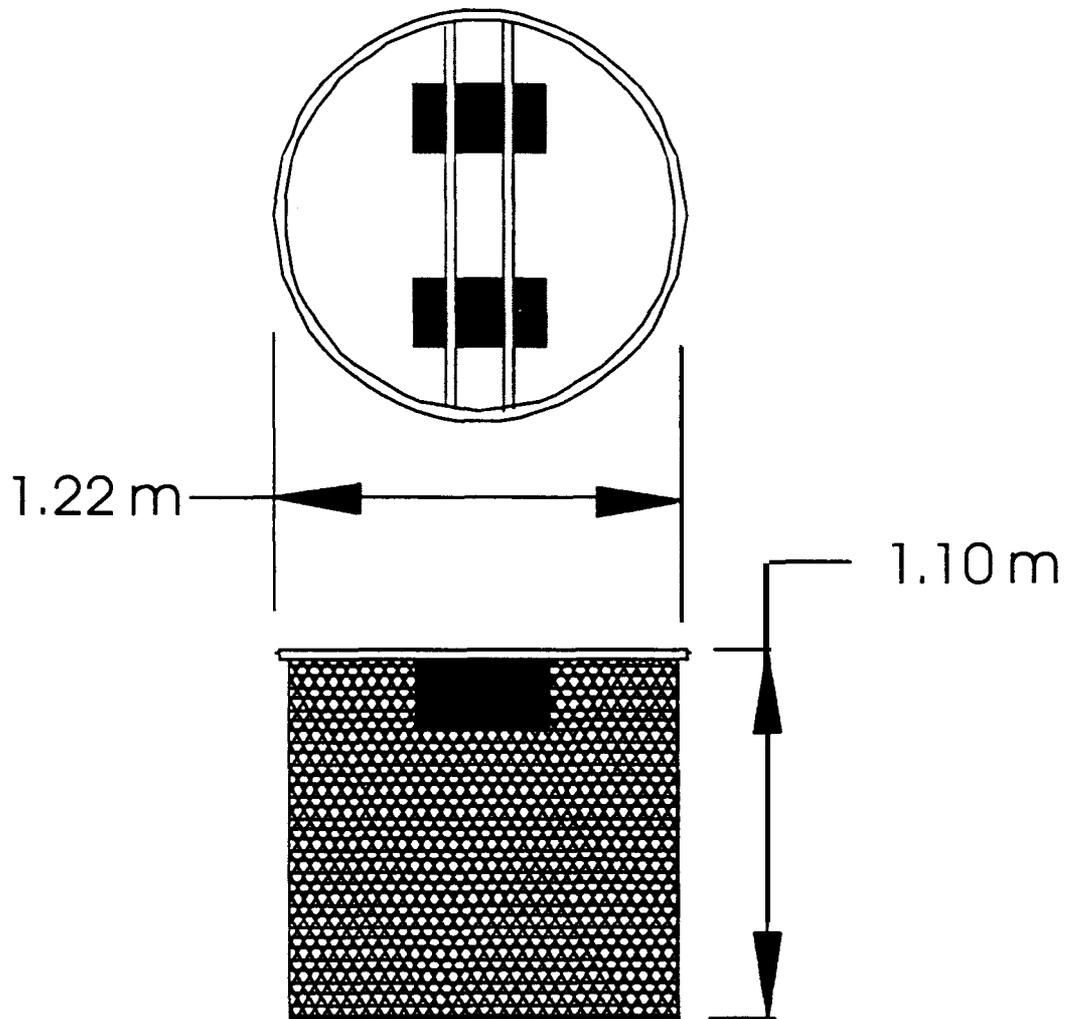


Figura 4. Unidad experimental.

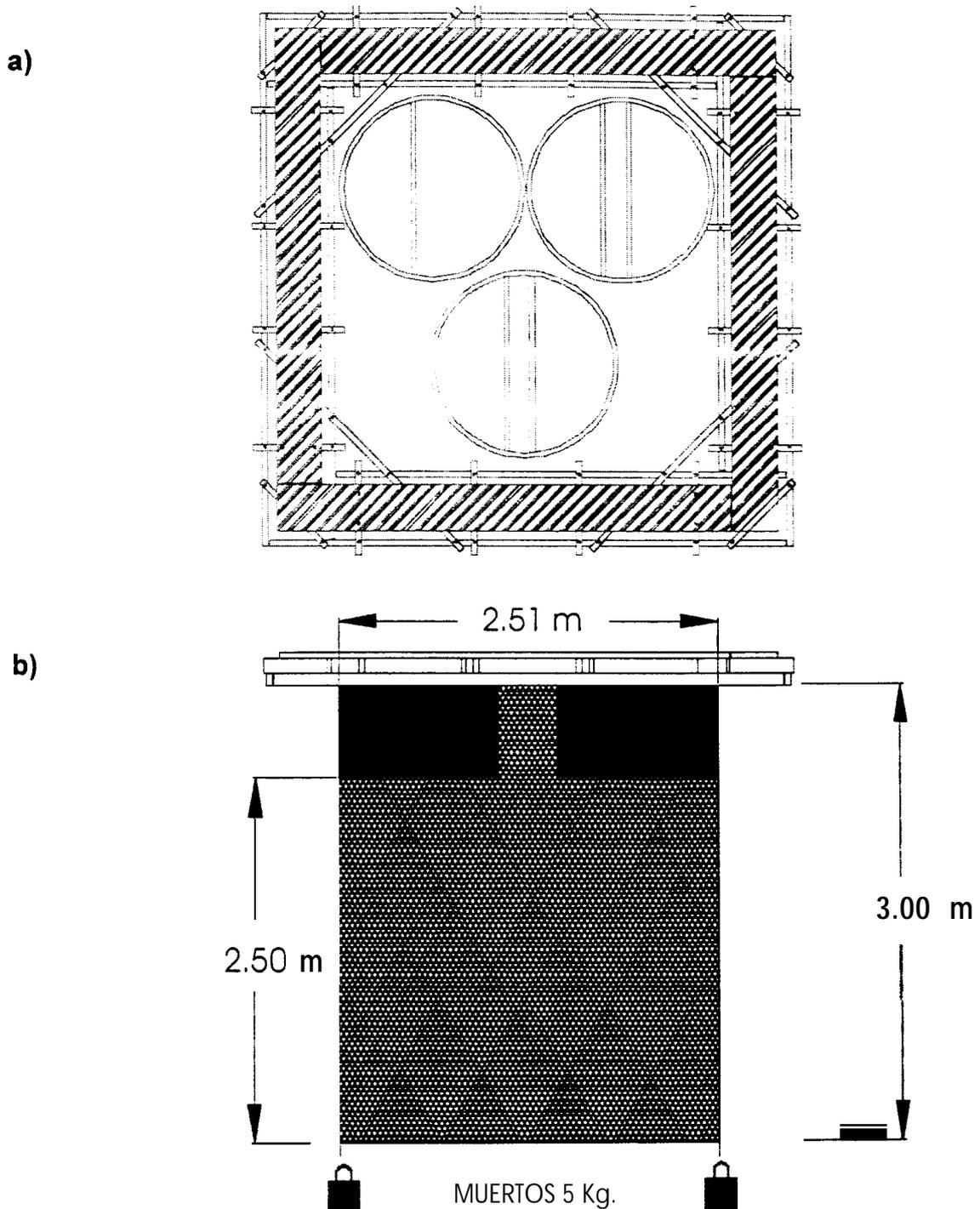


Figura 5. Módulo experimental conteniendo tres unidades experimentales: a) Vista superior y b) vista lateral.

5.5 Preengorda.

5.5.1 Peces experimentales. La duración de esta etapa fue de 84 días partiendo de organismos de 1.3 ± 0.8 g de peso promedio y 64 días de edad. Los

ejemplares de *Paralabrax maculatofasciatus* utilizados para el presente trabajo, se obtuvieron en la Unidad Piloto de Maricultivo (UPIMA) del CICIMAR.

5.5.2 Transferencia de organismos. Antes de ser transferidos al campo, los juveniles al campo, se les sometió a un ayuno por 24 horas con el propósito de minimizar los desechos metabólicos que se producen durante el traslado. Los peces fueron capturados con una red de cuchara de 100 μ de luz de malla para evitarles el menor daño posible, fueron contados y distribuidos en tres grupos de 220 peces por tanque cilíndrico de 600 litros de capacidad c/u y transportados en una densidad de 2.73 ind/l o 3.5 4 g/l aproximadamente en un camión de 4 toneladas de capacidad durante todo el traslado se suministró oxígeno con la ayuda de un tanque a presión. Los tanques de traslado fueron cubiertos con "malla filtrasol" de PVC de color negro con 95% de filtro solar, con el propósito de evitar la entrada de luz directa para aminorar el **estrés** de los juveniles y disminuir en lo posible el calentamiento del agua durante su transporte. Posteriormente los organismos fueron trasladados en una lancha de 22 pies a la Granja Experimental de Maricultivo (GEMA), ubicada en Bahía Falsa. Los peces fueron sembrados en tres unidades experimentales Se acondicionaron durante quince días a manera de presiembra para su acondicionamiento al sistema de cultivo y al manejo antes de iniciar el experimento.

5.5.3 Siembra. Una vez adaptados los juveniles al alimento y al confinamiento en las jaulas flotantes, se seleccionaron 660 organismos de entre 1.3 ± 0.8 g, estos peces se sembraron de manera aleatoria en las densidades de 35, 70 y 105 ind/m³ con tres réplicas por cada densidad, en 9 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron instaladas dentro de tres módulos experimentales de

maricultivo (figura 5), a fin de evitar que pudieran escapar individuos de las jaulas experimentales, protegerlos de los depredadores y que objetos a la deriva pudieran dañarla. Los módulos experimentales de maricultivo fueron **cubiertos** con malla filtrazol de color negro (95% de filtro solar) para proteger a los individuos de las aves depredadoras, ofrecerles sombra como refugio y disminuir el deterioro de las redes por la incidencia de radiación solar.

5.5.4 Ración alimenticia. Durante la preengorda los organismos se alimentaron a razón del 5% de la biomasa. Esta ración se suministró por la mañana y fue dividida en dos porciones, mismas que se dieron con un intervalo aproximado de una hora.

5.5.5 Biometrías. Durante el desarrollo del experimento se efectuaron biometrías a los 0, 14, 30, 43, 57 y 84 días de cultivo, en cada ocasión se midieron 30 organismos de cada réplica, con excepción del día cero, donde sólo se midieron 30 peces en total. Los datos biométricos fueron: longitud total y longitud patrón, que se midieron con un ictiómetro con una precisión de 0.1 cm. El peso individual de los peces se obtuvo con una balanza marca AND modelo **FX-4000** con una precisión de 0.01 g después de ser secados con una franela. Además se contabilizó el número total de peces por réplica y por tratamiento. Al finalizar cada biometría las redes se reemplazaron por redes limpias.

5.6 Engorda.

5.6.1 Siembra. A los 7 meses de edad, una vez que los juveniles alcanzaron un peso promedio aproximado de 20 g, se efectuó un desdoble. El desdoble consistió en seleccionar por tamaños semejantes a los organismos para evitar canibalismo y/o dominancia dentro de la población bajo cultivo y permitir que la

alimentación y el crecimiento fueran homogéneos. Se utilizaron las mismas unidades experimentales que en el diseño de la preengorda y la misma metodología para la distribución de las jaulas y los organismos, solo que en este caso, se tomó como criterio de densidad la biomasa de la población en confinamiento y no el número total de organismos, como en el caso de la preengorda. Se probaron tres densidades de engorda 300, 600 y 900 g/m³ con tres réplicas para cada tratamiento.

La distribución de los organismos se hizo separando en tres clases de talla: chicos, medianos y grandes, se seleccionó cada uno al azar en pesos que iban de 11 a 39 g y se sumó el peso del juvenil seleccionado a la biomasa de la jaula del mismo modo seleccionada, hasta completar la biomasa total de cada tratamiento 300,600 y 900 g/m³ dando un peso promedio de 20 g por organismo.

5.6.2 Ración alimenticia. Para el caso de la engorda se suministró la ración a saciedad aparente en la misma forma que la anterior. El alimento no consumido se pesó y se obtuvo la cantidad de alimento aparentemente consumido por día. Tanto en la etapa de preengorda como de engorda no se suministró alimento los días previos a los muestreos y los días de mal tiempo climatológico que no permitieron salir a alimentar a los organismos.

5.6.3 Biometrías: Durante el período de cultivo se efectuaron biometrías en los días 0, 16, 33, 48, 80, 94, 112, 129 y 151 días de cultivo y se midieron todos los organismos de cada réplica, con excepción de la primera biometría donde sólo se pesaron los organismos. Los datos biométricos registrados fueron: la longitud patrón, la longitud cefálica, la altura máxima y el peso, además se contabilizó el número total de organismos.

Los instrumentos de medición empleados y su sensibilidad se describen en el apartado 5.4.4.

5.7 Diseño Experimental.

57.1 Análisis de datos. Tanto para la preengorda como para la engorda se siguió el siguiente procedimiento.

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para determinar la distribución normal de los datos de peso y longitud patrón de los peces de cada uno de las densidades. Una vez confirmada la normalidad de los datos, se procedió a aplicar a los datos de cada una de las densidades por muestreo, la prueba de Levine para determinar la homogeneidad de varianza entre las densidades. Cuando la prueba de normalidad resultó negativa, se transformaron los datos a logaritmo natural (\ln) y una vez transformados los datos se le aplicó nuevamente la prueba de Kolmogorov-Smirnov y si esta resultaba positiva con los datos transformados a \ln , se efectuó la prueba de Levine. (Sokal y Rohlf, 1981). Con el fin de detectar una diferencia significativa entre las densidades, cuando existió homogeneidad en la varianza de los datos, se aplicó un análisis de varianza de una vía teniendo a la densidad como factor. Cuando se detectó una diferencia significativa ($P < 0.05$) se aplicó una prueba de rangos múltiples de LSD.

Para determinar si existían diferencias en cuanto al crecimiento en peso de los organismos entre las densidades probadas se aplicó un análisis de covarianza al logaritmo del peso a partir del modelo $Y = ae^{bx}$ de crecimiento exponencial. Cuando se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las densidades, se aplicó el

análisis de Tukey para determinar entre cuáles densidades existieron diferencias en cuanto al crecimiento en peso de los peces.

Los datos obtenidos se utilizaron para el cálculo de los siguientes parámetros: Incremento promedio en peso; tasa de crecimiento instantáneo (TCI), tasa de crecimiento absoluto (TCA); índice de conversión alimenticia (ICA); factor de condición (FC), ganancia en biomasa (G) y coeficiente de supervivencia (SUP), para cada una de las densidades. Para la comparación de estos parámetros biométricos al final del experimento se utilizó la prueba de- Kruskal-Wallis (Zar, 1996). Estos análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA VERSION 5.01.

Con los parámetros biométricos fueron calculadas las siguientes ecuaciones:

1) PESO GANADO POR PEZ (PG):

$$PG = W_t - W_0 \text{ (g).}$$

Donde:

W_t = Peso promedio del pez a los t días del experimento.

W_0 = Peso promedio del pez a la edad de siembra.

Explicación. Determina el peso promedio ganado por pez a un tiempo determinado (Gracia-López y Castelló-Orvay, 1996)

2) TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO (TCI)

$$TCI = \left[\frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \right] \times 100$$

Donde:

W_t = Peso promedio del pez al tiempo t del experimento.

W_o = Peso promedio del pez a la edad de siembra.

t = Tiempo de cultivo (días).

Explicación. Expresa el incremento promedio en porcentaje diario (Gracia-López y Castelló-Orvay, 1996)

3) TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (TCA):

$$TCA = \frac{W_t - W_o}{t}$$

Donde:

W_t = Peso promedio del pez al tiempo t del experimento.

W_o = Peso promedio del pez a la edad de siembra.

t = Tiempo de cultivo (días).

Explicación. Expresa el incremento promedio en gramos diarios. (Gracia-López y Castelló-Orvay, 1996):

4) INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA (ICA)

$$ICA = \frac{A_c}{B_t - B_o}$$

Donde:

A_c = Alimento consumido al tiempo t .

B_o = Biomasa Inicial.

B_t = Biomasa al tiempo t de cultivo.

Explicación. Relación existente entre el peso del alimento aparentemente ingerido, respecto del incremento en peso del organismo, como un indicador del grado en que es aprovechado el alimento para el crecimiento (Gracia-López y Castelló-Orvay, 1996)

5) FACTOR DE CONDICION (FC):

$$FC = \frac{W}{LP^3}$$

Donde:

W = Peso en gramos.

L P = Longitud patrón en mm del pez al tiempo t.

Explicación. Indica el estado de salud de los organismos y se expresa como la relación isométrica existente en función del peso (Weatherley y Gill, 1987).

6) GANANCIA EN BIOMASA (G):

$$G = \frac{B_t}{B_o} \times 100$$

Donde:

Bo = Biomasa inicial.

Bt = Biomasa al tiempo t.

Explicación. Expresa el porcentaje de incremento en biomasa en un período de tiempo.

7) COEFICIENTE DE SUPERVIVENCIA (SUP):

$$SUP = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Donde:

No = número de peces iniciales

Nt = número de peces vivos al día t de cultivo.

Explicación. Como indicador de la resistencia de los organismos al manejo y al confinamiento, expresado como porcentaje (Weatherley y Gill, 1987).

Finalmente, se realizó un análisis de correlación entre la temperatura del agua y el tiempo de duración del cultivo y las TCI, TCA para determinar si existía correlación entre estas variables.

6. RESULTADOS

6.1 ETAPA DE PREENGORDA

No se presentó mortalidad durante el traslado de los organismos de la UPIMA a la playa del Tesoro. Sin embargo, cuando los juveniles fueron extraídos con redes de cuchara de los tanques de transporte para su transferencia a la Granja Experimental de Maricultivo (GEMA), se les ocasionaron algunas lesiones, ya que durante esta maniobra los peces se estresaron, lo que provocó que algunos de ellos se golpearan con frecuencia contra la pared del tanque de transporte.

En las jaulas experimentales, los peces se distribuyeron de manera homogénea en la columna de agua, sin formar grupos en el fondo como ocurre en las jaulas cúbicas donde se ha observado que los peces se agrupan en las esquinas.

Durante el período de aclimatación de los organismos a las condiciones del experimento, se utilizó una red atunera como malla de protección contra las aves. Sin embargo, se encontraron organismos con lesiones en ambos costados, probablemente ocasionadas por las aves. Con el fin de evitar el efecto de los depredadores, la red atunera se cambió por malla **filtrasol**; posterior a esta maniobra se encontró una garza azul ahogada dentro del módulo de cultivo donde días antes observamos los organismos con lesiones. Después de la instalación de **la** malla **filtrasol**, no se presentaron lesiones semejantes a las observadas antes de poner la malla en los peces cultivados, por lo que se resolvió el problema.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS. Al inicio de la experimentación se registró en el agua una temperatura de **23.8 °C** y una concentración de oxígeno disuelto de **7.5 mg/l**.

Las tablas 1 y 2 muestran los valores de temperatura y oxígeno disuelto (promedio \pm desv. est.) del agua durante la etapa de preengorda. Se observa que al aumentar la temperatura existe una ligera disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua, sin embargo la concentración del oxígeno siempre se encuentra por arriba de los 6 mg/l.

Se observó que la temperatura promedio más baja (24.1 ± 1.0 °C) se presentó del 9 al 23 de junio de 1996 y la mayor concentración de oxígeno disuelto promedio se presentó del 24 de junio al 9 de julio de 1996 (7.5 ± 0.7 mg/l) (Tabla 1). Sin embargo, también durante este período se presentó la mayor variación en la concentración de oxígeno disuelto con respecto a los valores registrados posteriormente. Durante el período del 23 de julio al 5 de agosto de 1996 se presentó la mayor temperatura promedio 29.1 °C, con un valor máximo durante este período de 30.1°C, y un valor mínimo de 28.4°C coincidiendo con el valor menor de oxígeno disuelto promedio (6.6 ± 0.4 mg/l).

Los valores promedios de temperatura y oxígeno disuelto para la etapa de preengorda fueron 26.9 ± 2.3 °C y 7.0 ± 0.6 mg/l respectivamente (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Valores promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C} \pm$ desv. est.), durante la etapa de preengorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

PERIODO VERANO	TIEMPO (días)	PROMEDIO \pm D-E ($^{\circ}\text{C}$)	MINIMA ($^{\circ}\text{C}$)	MAXIMA ($^{\circ}\text{C}$)
9-23 jun 96	14	24.1 \pm 1.0	23.1	25.7
24 jun-09 jul 96	30	25.0 \pm 2.3	22.2	28.1
10-22 jul-96	43	27.0 \pm 1.2	25.8	29.9
23 jul-05 ago 96	57	29.1 \pm 0.6	28.4	30.1
6 ago-01 Sep 96	84	28.7 \pm 0.6	27.8	29.9
PROMEDIO		26.9 \pm 2.3		

Tabla 2. Valores promedio de oxígeno disuelto ($\text{mg/l} \pm$ desv. est), durante la etapa de preengorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

BIOMETRIA VERANO	TIEMPO (días)	PROMEDIO \pm D-E (mg/l)	MINIMA (mg/l)	MAXIMA (mg/l)
9-23 jun 96	14	7.4 \pm 0.4	6.9	8.2
24 jun-09 jul 96	30	7.5 \pm 0.7	6.4	8.7
10-22 jul-96	43	6.9 \pm 0.2	6.7	7.1
23 jul-05 ago 96	57	6.6 \pm 0.4	6.1	7.4
6 ago-01 Sep 96	84	6.8 \pm 0.2	6.2	7.1
PROMEDIO		7.0 \pm 0.6		

ALIMENTACION. La presentación del alimento balanceado. el tamaño así como probablemente el sabor, fueron las razones por las cuales los organismos en cultivo aceptaron rápidamente el tipo de alimento, elaborado para el experimento. Al suministrar el alimento se observó una mayor voracidad en los juveniles cultivados a mayor densidad con respecto a los de menor densidad. Sin embargo. se tomó como una característica cualitativa y no fue posible evaluarlo.

Otro comportamiento interesante, fue el hecho de que los peces comieran en mayor número durante la segunda porción de la ración con respecto a la primera, observándose además que al terminarse de proporcionar la ración, aún permanecían peces cerca de la superficie del agua esperando ser alimentados.

La forma y tamaño de la presentación de la dieta, permitió que el alimento no consumido pasara a través de la red, para no generar proliferación bacteriana

durante su degradación ya que la consistencia de la dieta en el agua demostró ser muy estable en ensayos previos a su utilización como alimento.

Un aspecto interesante de mencionar fue que la profundidad de la red permitió una permanencia suficiente del alimento para ser consumido por los juveniles, ya que el alimento tardaba en hundirse aproximadamente 10 segundos antes de llegar al fondo.

PARAMETROS BIOLÓGICOS

CRECIMIENTO.

NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZA. Los valores del peso y longitud patrón en cada una de las biometrías realizadas cumplieron con la normalidad. Para el caso del peso (Anexo I, tabla a) fue necesario transformar los valores del peso de los organismos a logaritmo natural (Anexo I, tabla b). Para el caso de los valores de longitud patrón se concluyó que los datos sí cumplían la normalidad (Anexo I, tabla g).

De acuerdo al análisis realizado los datos de la LP y el peso de los organismos de las tres densidades probadas, hubo homogeneidad de variancias (Anexo I, tablas c y h).

PESO: Al final de la preengorda (84 días), se observó un peso significativamente mayor ($P < 0.05$) (Anexo I tablas d y e) en los organismos sembrados inicialmente a una densidad de 70 ind/m^3 ($20.08 \pm 1.47 \text{ g}$) con respecto a los organismos sembrados a 35 y 105 ind/m^3 (17.22 ± 1.35 y $17.14 \pm 1.24 \text{ g}$ respectivamente, Tabla 3).

Tabla 3. Peso (g) de *Paralabrax maculatofasciatus* durante la etapa de preengorda, bajo tres densidades de cultivo.

Ind/m ³ \ días	0 (g)	14 (g)	30 (g)	43 (g)	57 (g)	84 (g)
35	1.3 ± 0.8	2.94 ± 0.29	5.64 ± 0.21	6.83 ± 1.06	9.82 ± 0.99	17.22 ± 1.35 ^a
70	1.3 ± 0.8	3.00 ± 0.82	5.77 ± 0.69	7.81 ± 0.50	10.24 ± 0.84	20.08 ± 1.47 ^b
105	1.3 ± 0.8	2.68 ± 0.30	5.13 ± 0.34	6.64 ± 0.36	9.93 ± 0.55	17.14 ± 1.24 ^a

Superíndices desiguales en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

Sin embargo, al realizar el análisis de covarianza de las tasas de crecimiento en peso ajustado al modelo exponencial de crecimiento $Y=ae^{bx}$ no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) de las tasas de crecimiento entre las tres densidades (Anexo I, tabla f). En la tabla 4 se resumen los resultados de la comparación de pendientes del modelo exponencial para cada una de las densidades de siembra.

Tabla 4. Parámetros del modelo de crecimiento exponencial $Y=ae^{bx}$ para los juveniles de cabrilla arenosa cultivada durante el periodo de preengorda bajo tres densidades iniciales 35, 70, 105 ind/m³. Donde N = No. total de datos: R = Coef. de -correlación.

DENSIDAD	N	R	a	b
35	420	0.76	0.492	0.0283
70	461	0.77	0.451	0.0305
105	478	0.78	0.401	0.0293

UNIVERSIDAD INTERDISCIPLINARIA
CIENCIAS MARITIMAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

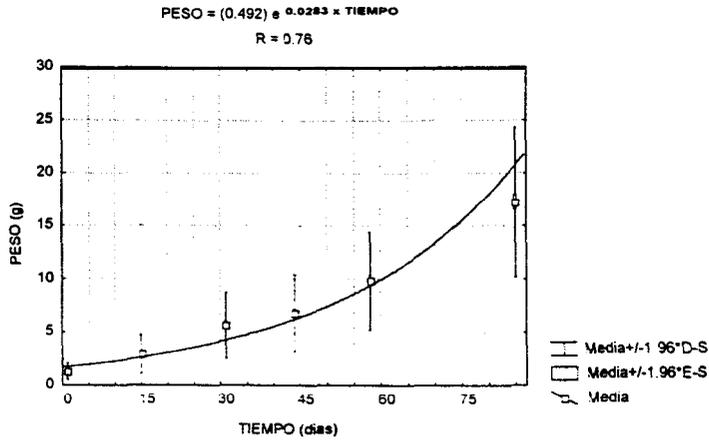


Figura 6. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 35 ind/m³.

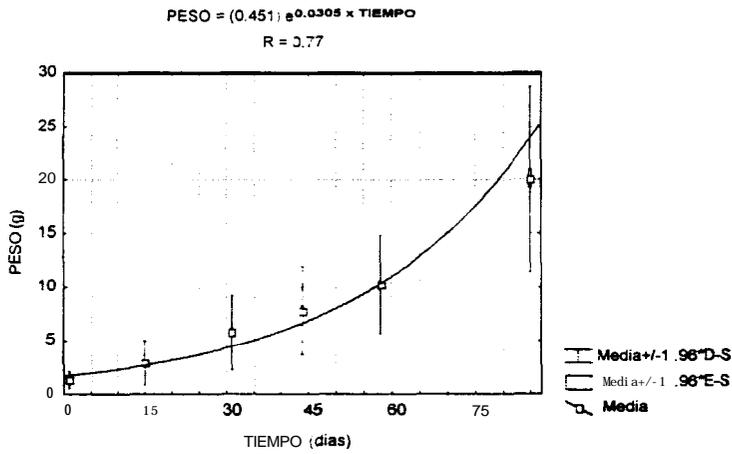


Figura 7. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 70 ind/m³.

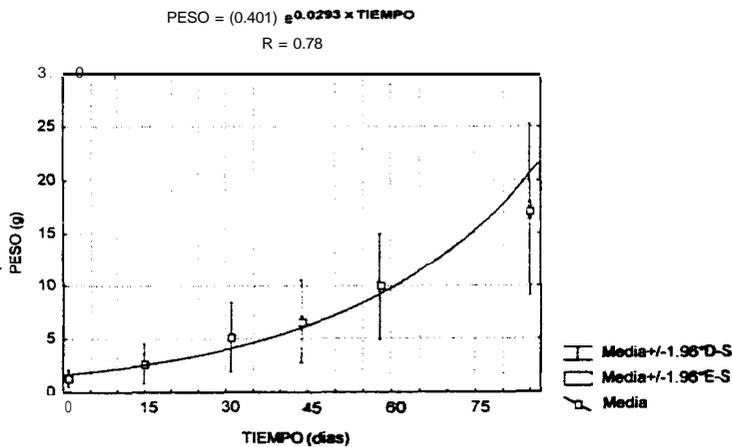


Figura 8. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 105 ind/m³.

En las figuras 6,7 y 8 se muestran el crecimiento exponencial para cada una de las densidades de siembra iniciales observándose una mayor pendiente para la densidad inicial de 70 ind/m³.

LONGITUD PATRON (LP). Al final de la preengorda (84 días) se detectó una LP promedio significativamente mayor ($P < 0.05$) en los peces sembrados inicialmente a una densidad de 70 ind/m³ (8.4 ± 1.20) (Anexo I, tablas i y j) que la de los peces sembrados a razón de 35 y 105 ind/m³, los cuales obtuvieron una longitud patrón

Tabla 5. Longitud patrón (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m³, durante la etapa de preengorda

Densidad \ tiempo	14 (cm)	30 (cm)	43 (cm)	57 (cm)	84 (cm)
35	4.7 ± 0.8	5.9 ± 1.0	6.3 ± 1.0	6.7 ± 1.0	8.0 ± 0.05 ^a
70	4.7 ± 1.0	5.8 ± 1.0	6.5 ± 1.2	6.9 ± 1.0	8.4 ± 1.20 ^b
105	4.5 ± 0.9	5.7 ± 1.0	6.2 ± 1.1	6.7 ± 1.1	8.1 ± 1.20 ^a

Superíndices desiguales en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO (TCI). La TCI (promedio en %/d ± desv. est.) presentó un comportamiento muy similar en las tres densidades, destacándose los primeros catorce días por ser el periodo donde los peces presentaron mayor TCI (5.8 ± 0.7 , 5.8 ± 1.9 y 5.4 ± 0.9 %/d para las densidades iniciales de 35, 70, 105 ind/m³, respectivamente). A pesar de observarse una tendencia hacia una mayor TCI para la densidad inicial de 70 ind/m³ (Tabla 6) el análisis estadístico efectuado (Anexo I, tabla k, 1) no mostró una TCI significativamente diferente entre las densidades.

Se encontró una relación inversamente proporcional ($R = -0.83$; Anexo I, tabla l) entre los valores de la TCI y los valores de temperatura a los 84 días de

preengorda, ya que al aumentar la temperatura disminuyó la TCI. Este mismo comportamiento de la TCI se observó con la variable tiempo ($R=-0.829$; Anexo I tabla o) en donde a mayor tiempo de cultivo los peces disminuyeron su TCI.

Tabla 6. Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m³, durante la etapa de preengorda.

Densidad \ tiempo	14 (%/d)	30 (%/d)	43 (%/d)	57 (%/d)	84 (%/d)
35	5.80 ± 0.71	4.89 ± 0.13	3.84 ± 0.38	3.54 ± 0.18	3.07 ± 0.09
70	5.80 ± 1.85	4.95 ± 0.39	4.17 ± 0.15	3.62 ± 0.14	3.26 ± 0.09
105	5.41 ± 0.91	4.46 ± 0.13	3.72 ± 0.08	3.58 ± 0.13	3.02 ± 0.03

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (TCA). La TCA (promedio en g/d ± desv. est.) presentó un comportamiento muy parecido en los tres tratamientos, aumentando a partir de los primeros catorce días de cultivo de 0.12 ± 0.02 , 0.12 ± 0.06 y 0.11 ± 0.02 g/d para los peces sembrados en las densidades de 35, 70, 105 ind/m³, respectivamente) hasta valores de 0.19 ± 0.02 , 0.22 ± 0.02 y 0.18 ± 0.00 g/d a los 84 días de cultivo en las densidades de siembra de 35, 70, 105 ind/m³, respectivamente (Tabla 7). A pesar de observarse una tendencia hacia una mayor TCA para la densidad de siembra de 70 ind/m³, no se detectó diferencia significativa entre las densidades (Anexo I, tabla k, 2).

El análisis entre los valores de la TCA y los valores de temperatura durante los 84 días de preengorda, demostró que existe una relación directamente proporcional ($R=0.61$; Anexo I, tabla m) entre dichos factores, en donde al aumentar la temperatura aumenta la TCA. Esto mismo ocurrió al correlacionar la TCA con la variable tiempo ($R=0.78$; Anexo I, tabla o) en donde al aumentar el tiempo de cultivo los peces aumentaron su TCA.

Tabla 7. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m³ durante la etapa de preengorda.

Densidad tiempo	14 (g/d)	30 (g/d)	43 (g/d)	57 (g/d)	84 (g/d)
35	0.12 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.19 ± 0.02
70	0.12 ± 0.06	0.15 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.22 ± 0.02
105	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.00	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.00

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

GANANCIA EN BIOMASA (%). Los valores de ganancia en biomasa (% ± desv. est.) mostraron desde los primeros 14 días de cultivo una tendencia hacia una G mayor en los organismos sembrados inicialmente a una densidad de 70 ind/m³ (121.9 ± 62.3 %) respecto a los peces sembrados a razón de 35 y 105 ind/m³, (110.8 ± 17.6 y 96.1 ± 14.9 %, respectivamente) (Tabla 8). No se detectó diferencia significativa del incremento en biomasa entre las densidades (Anexo I, tabla k, 3).

Tabla 8. Ganancia en biomasa (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m³ durante la etapa de preengorda.

Densidad tiempo	14 (%)	30 (%)	43 (%)	57 (%)	84 (%)
35	110.8 ± 17.6	305.0 ± 20.6	380.3 ± 74.5	577.6 ± 91.2	1063.6 ± 146.6
70	121.9 ± 62.3	317.5 ± 42.6	459.8 ± 24.9	630.1 ± 46.9	1282.9 ± 114.2
105	96.1 ± 14.9	244.3 ± 2.9	344.5 ± 34.7	585.9 ± 77.7	997.5 ± 94.9

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA). Conforme los peces fueron creciendo, el ICA (promedio ± desv. est.) aumentó. A partir de los primeros 14 días de cultivo con valores de 0.64 ± 0.10, 0.66 ± 0.26 y 0.74 ± 0.11 para los peces cultivados a una densidad de siembra de 35, 70, 105 ind/m³, respectivamente, hasta los 84 días de cultivo con valores de 1.35 ± 0.10, 1.13 ± 0.03 y 1.29 ± 0.09 para los peces cultivados inicialmente en 35, 70, 105 ind/m³, respectivamente (Tabla 9). Aunque se observó una tendencia hacia una mejor conversión alimenticia de los

peces cultivados a 70 ind/m^3 durante los 84 días que duró la preengorda, los análisis estadísticos efectuados no mostraron un ICA significativamente diferente entre las densidades (Anexo I, tabla k, 4).

Tabla 9. Índice de conversión alimenticia (ICA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m^3 durante la etapa de preengorda.

Densidad \ tiempo	14 (g/g)	30 (g/g)	43 (g/g)	57 (g/g)	84 (g/g)
35	0.64 ± 0.10	0.75 ± 0.10	1.44 ± 0.34	1.29 ± 0.10	1.35 ± 0.10
70	0.66 ± 0.26	0.73 ± 0.04	1.06 ± 0.13	1.18 ± 0.07	1.13 ± 0.03
105	0.74 ± 0.11	0.90 ± 0.07	1.19 ± 0.17	1.06 ± 0.12	1.29 ± 0.09

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

FACTOR DE CONDICION (FC). Durante el período de preengorda, el factor de condición (promedio \pm desv. est.) aumentó para las tres densidades (Tabla 10), partiendo de organismos “delgados” en la siembra con un valor de 2.3 hacia organismos más robustos. Finalizando a los 84 días con valores del FC de 3.3 para las tres densidades.

No existe diferencia significativa ($P > 0.05$) en los valores del FC entre las densidades.

Tabla 10. Factor de condición (FC) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m^3 durante la etapa de preengorda.

Densidad \ tiempo	0	14	30	43	57	84
35	2.3 ± 0.0	2.9 ± 0.4	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.2	3.2 ± 0.2	3.3 ± 0.1
70	2.3 ± 0.0	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.0	3.1 ± 0.1	3.3 ± 0.2
105	2.3 ± 0.0	2.9 ± 0.1	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.2	3.3 ± 0.2	3.3 ± 0.1

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

SUPERVIVENCIA. Los peces cultivados en las tres densidades de siembra estudiadas mostraron una mayor mortalidad en dos períodos, el primero entre la siembra y los catorce primeros días de cultivo y el segundo entre los 57 días y los 84 días de preengorda (Tabla II). Durante los 84 días de preengorda la supervivencia de los peces sembrados a una densidad de 70 ind/m^3 tendió a ser

mayor, sin que por ello existiera una diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) respectivamente a la supervivencia de los peces sembrados en las otras dos densidades (Anexo I, tabla k, 7).

Tabla 11. Supervivencia (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 35, 70 y 105 ind/m³, durante la etapa de preengorda.

Densidad \ tiempo	0 (%)	14 (%)	30 (%)	43 (%)	57 (%)	84 (%)
35	100.0 ± 0	93.3 ± 1.7	93.3 ± 1.7	91.4 ± 0.0	89.5 ± 3.3	87.6 ± 4.4
70	100.0 ± 0	96.2 ± 3.0	94.3 ± 3.8	93.3 ± 4.6	92.9 ± 3.8	89.5 ± 2.2
105	100.0 ± 0	91.9 ± 4.7	90.5 ± 2.7	89.5 ± 4.0	89.0 ± 3.4	86.7 ± 4.5

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

Se observó que existe una relación directa entre la supervivencia y los valores de temperatura, durante los 84 días que duró el experimento de preengorda ($R=0.65$; Anexo I, tabla n), en donde al aumentar la temperatura, aumentó la mortalidad. Esto mismo ocurrió al relacionar la supervivencia con la variable tiempo ($R= 0.74$; Anexo I, tabla q), en donde a mayor tiempo en cultivo aumenta la mortalidad.

6.2 ETAPA DE ENGORDA

PARAMETROS FISICOQUIMICOS. Las Tablas 12 y 13 muestran los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (promedio \pm desv. est.) y oxígeno disuelto (mg/l) (promedio \pm desv. est.) del agua, durante la etapa de engorda, la cual describe una relación inversa entre la temperatura del agua y el oxígeno disuelto.

Al observar el comportamiento de la temperatura promedio y el oxígeno disuelto, se hace evidente que la mayor temperatura y la menor concentración de oxígeno disuelto, dentro de las jaulas de cultivo, se presentaron en el período del 19 de octubre al 4 de noviembre de 1996 ($27.8 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ y $7.3 \pm 0.2 \text{ mg/l}$), que corresponden a los primeros 16 días de engorda, mientras que la menor temperatura y mayor concentración de oxígeno disuelto se presentaron a los 112 días de cultivo del 24 de enero al 10 de febrero de 1997 ($19.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ y $7.8 \pm 0.5 \text{ mg/l}$), que correspondieron a los períodos entre los 80 y 129 días de engorda. El promedio de temperatura durante el período de engorda fue de 23.2°C y de oxígeno disuelto de 7.5 mg/l .

Tabla 12. Valores promedio de temperatura en grados centígrados ($^{\circ}\text{C} \pm \text{desv. est.}$), durante la etapa de engorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

PERIODO	TIEMPO (días)	PROMEDIO \pm D-E ($^{\circ}\text{C}$)	MINIMA ($^{\circ}\text{C}$)	MAXIMA ($^{\circ}\text{C}$)
OTOÑO				
19 oct - 4 nov 96	16	27.8 ± 0.3	27.2	28.2
5-21 nov 96	33	26.6 ± 0.5	26.1	27.8
INVIERNO				
22nov - 21 dic 96	48	23.8 ± 1.2	22.1	26.8
22 dic - 9 ene 97	80	21.6 ± 0.6	20.2	22.1
10 - 23 ene 97	94	20.2 ± 0.4	19.6	20.8
24 -10 feb 97	112	20.3 ± 0.3	19.9	20.7
11 - 27 feb 97	129	19.9 ± 0.3	19.4	20.1
28feb - 21 mar 97	151	20.9 ± 1.0	19.7	21.8
Promedio		23.2 ± 3.0		

Tabla 13. Valores promedio de oxígeno disuelto ($\text{mg/l} \pm \text{desv. est.}$), durante la etapa de engorda de juveniles de *Paralabrax maculatofasciatus*.

PERIODO	TIEMPO (días)	PROMEDIO \pm D-E (mg/l)	MINIMA (mg/l)	MAXIMA (mg/l)
OTOÑO				
19 oct - 4 nov 96	16	7.3 ± 0.2	7.0	7.7
5-21 nov 96	33	7.4 ± 0.2	7.2	7.8
INVIERNO				
22nov - 21 dic 96	48	7.4 ± 0.4	6.8	8.0
22 dic - 9 ene 97	80	7.4 ± 0.2	7.1	7.7
10 - 23 ene 97	94	7.7 ± 0.2	7.3	8.0
24 -10 feb 97	112	7.8 ± 0.5	7.1	8.3
11 - 27 feb 97	129	7.5 ± 0.4	7.1	8.2
28feb - 21 mar 97	151	7.4 ± 0.3	7.1	7.8
Promedio		7.5 ± 0.3		

PARAMETROS BIOLÓGICOS:

CRECIMIENTO

PESO: A partir del día 33 hasta el día 151 de cultivo (Anexo II, tabla d), los peces sembrados a una densidad de 900 g/m^3 tuvieron un peso promedio significativamente menor ($P < 0.05$) con relación a los peces de las densidades de siembra de 300 y 600 g/m^3 (Anexo II, tabla e). A partir del día 94 hasta el día 151 los peces sembrados en la densidad de 300 g/m^3 mostraron un peso promedio significativamente menor ($P < 0.05$) con respecto a los peces de las otras dos

densidades. No encontrándose diferencia ($P > 0.05$) a partir del día 94 entre el peso promedio de los peces cultivados inicialmente a razón de 600 y 900 g/m^3 (Tabla 14).

El análisis de covarianza de las tasas de crecimiento en peso ajustado al modelo exponencial de crecimiento $Y=ae^{bx}$ determinó diferencias significativas ($P < 0.05$) de las tasas de crecimiento entre las tres densidades (Anexo I, tabla f). En la Tabla 15 se resumen los resultados de la comparación de pendientes del modelo exponencial. Donde los organismos sembrados a razón de 300 g/m^3 mostraron una mayor tasa de crecimiento ($b=0.0050$), (Anexo II, tabla f) con respecto a los peces de las densidades 600 y 900 g/m^3 ($b=0.0040$ y 0.0042) respectivamente, Figuras 9,10 y 11.

Tabla 14. Peso promedio (g) de *Paralabrax maculatofasciatus* durante la etapa de engorda, bajo tres densidades 300, 600 y 900 g/m^3 iniciales de cultivo.

Densidad \ tiempo	0 (g)	16 (g)	33 (g)	48 (g)	80 (g)	94 (g)	112 (g)	129 (g)	151 (g)
300	21.8±1.9	25.8±1.8	31.5±3.5 ^b	38.0±4.8 ^b	41.6±4.7 ^b	46.8±5.0 ^b	48.9±6.0 ^b	50.0±6.4 ^b	55.0±6.9 ^b
600	22.1±2.4	25.8±2.9	30.6±3.7 ^b	36.0±4.6 ^b	38.2±4.9 ^b	41.5±5.0 ^a	43.2±5.5 ^a	44.5±5.7 ^a	48.3±5.0 ^a
900	19.5±1.6	22.5±2.5	26.1±2.6 ^a	29.9±2.9 ^a	31.6±3.3 ^a	34.8±3.8 ^a	37.0±4.6 ^a	37.6±4.4 ^a	41.1±5.7 ^a

Superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

Tabla 15. Parámetros del modelo de crecimiento exponencial $Y=ae^{bx}$ para los juveniles de cabrilla arenera cultivada durante el periodo de engorda bajo tres densidades iniciales 300, 600 y 900 g/m^3 . Donde N = No. Total de datos, R = Coef. de correlación.

DENSIDAD	N	R	a	b
300	357	0.59	3.15	0.005692 ^a
600	702	0.55	3.16	0.004691 ^b
900	805	0.59	3.02	0.004533 ^b

Superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

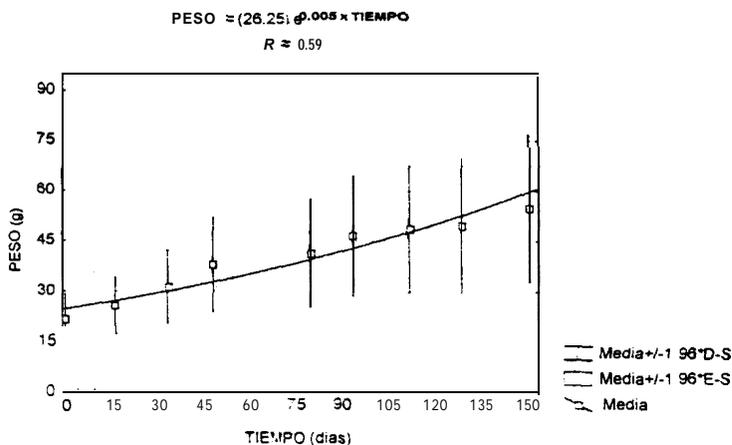


Figura 9. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 300 g/m³.

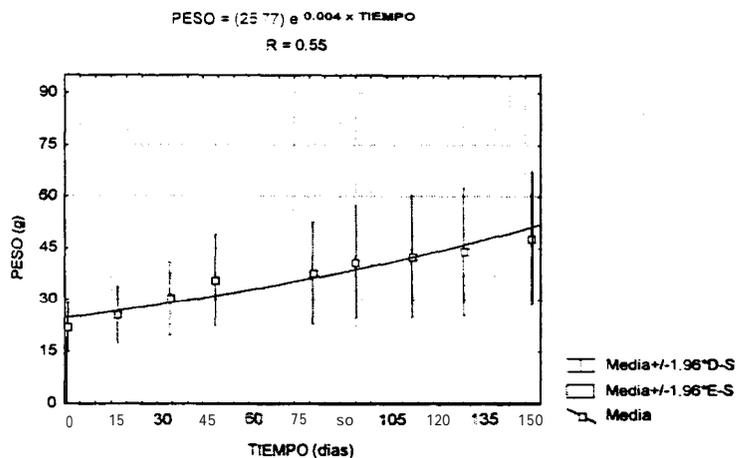


Figura 10. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 600 g/m³.

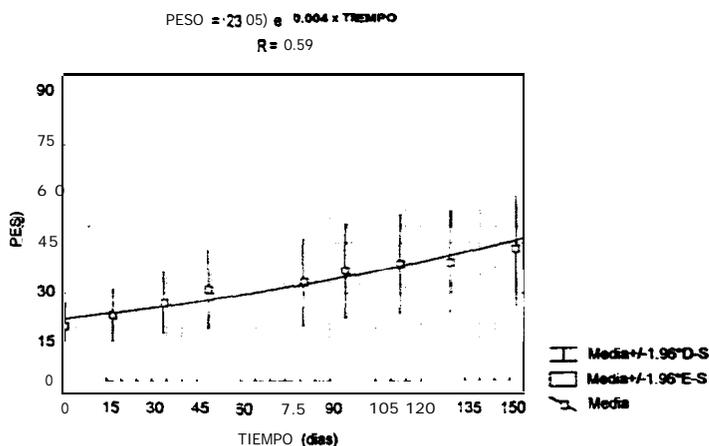


Figura 11. Curva de crecimiento exponencial de los juveniles de cabrilla arenera cultivados en la densidad de 900 g/m³.

LONGITUD: El análisis estadístico aplicado a las longitudes (cm) (promedio \pm desv. est.); longitud patrón, longitud cefálica y altura máxima, determinó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las densidades a partir del día 80 de cultivo (Anexo II, tabla g). Esta diferencia fue debida a las longitudes significativamente mayores ($P < 0.05$) (Anexo II, tabla e) de los peces sembrados a una densidad de 300 g/m^3 con relación a los peces de las densidad de siembra de 900 g/m^3 . No se encontró diferencia significativa (Anexo II, tabla h) entre las longitudes de los peces sembrados a 600 y 900 g/m^3 ni entre 600 y 300 g/m^3 , Tablas 16, 17 y 18.

Tabla 16. Longitud patrón (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300 , 600 y 900 g/m^3 , durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	0 (cm)	16 (cm)	33 (cm)	48 (cm)	80 (cm)	94 (cm)	112 (cm)	129 (cm)	151 (cm)
300	9.0 \pm 0.3	9.6 \pm 0.3	10.0 \pm 0.4	10.7 \pm 0.6	11.2 \pm 0.5 ^a	11.6 \pm 0.5 ^a	11.7 \pm 0.6 ^a	12.1 \pm 0.6 ^a	12.4 \pm 0.6 ^a
600	9.2 \pm 0.3	9.6 \pm 0.4	9.9 \pm 0.4	10.5 \pm 0.4	10.8 \pm 0.5 ^{a b}	11.1 \pm 0.5 ^{a b}	11.3 \pm 0.5 ^{a b}	11.6 \pm 0.5 ^{a b}	11.9 \pm 0.5 ^{a b}
900	9.0 \pm 0.7	9.2 \pm 0.3	9.5 \pm 0.3	10.0 \pm 0.3	10.3 \pm 0.4 ^b	10.6 \pm 0.4 ^b	10.8 \pm 0.4 ^b	11.0 \pm 0.4 ^b	11.4 \pm 0.5 ^b

Superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

Tabla 17. Longitud cefálica (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300 , 600 y 900 g/m^3 , durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	0 (cm)	16 (cm)	33 (cm)	48 (cm)	80 (cm)	94 (cm)	112 (cm)	129 (cm)	151 (cm)
300	3.3 \pm 0.2	3.6 \pm 0.1	3.6 \pm 0.2	3.9 \pm 0.3	4.0 \pm 0.3 ^a	4.0 \pm 0.2 ^a	4.1 \pm 0.2 ^a	4.3 \pm 0.2 ^a	4.6 \pm 0.2 ^a
600	3.4 \pm 0.1	3.5 \pm 0.2	3.6 \pm 0.2	3.9 \pm 0.2	3.9 \pm 0.2 ^{a b}	3.9 \pm 0.2 ^{a b}	4.0 \pm 0.3 ^{a b}	4.3 \pm 0.4 ^{a b}	4.3 \pm 0.2 ^{a b}
900	3.3 \pm 0.3	3.4 \pm 0.1	3.5 \pm 0.1	3.7 \pm 0.0	3.7 \pm 0.1 ^b	3.7 \pm 0.1 ^b	3.8 \pm 0.1 ^b	3.9 \pm 0.2 ^b	4.1 \pm 0.2 ^b

Superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

Tabla 18. Altura máxima (cm) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300 , 600 y 900 g/m^3 , durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	0 (cm)	16 (cm)	33 (cm)	48 (cm)	80 (cm)	94 (cm)	112 (cm)	129 (cm)	151 (cm)
300	2.8 \pm 0.1	3.0 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1	3.3 \pm 0.1	3.5 \pm 0.1 ^a	3.7 \pm 0.1 ^a	3.7 \pm 0.1 ^a	3.8 \pm 0.2 ^a	4.0 \pm 0.1 ^a
600	2.7 \pm 0.2	3.0 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1	3.3 \pm 0.1	3.4 \pm 0.1 ^{a b}	3.6 \pm 0.1 ^{a b}	3.6 \pm 0.1 ^{a b}	3.6 \pm 0.1 ^{a b}	3.8 \pm 0.1 ^{a b}
900	2.7 \pm 0.0	2.8 \pm 0.1	3.1 \pm 0.1	3.1 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1 ^b	3.3 \pm 0.1 ^b	3.5 \pm 0.1 ^b	3.5 \pm 0.1 ^b	3.6 \pm 0.2 ^b

Superíndices diferentes en la columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Cuando no hay superíndices no se detectó diferencia significativa.

TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO (TCI). La TCI (promedio en %/día \pm desv. est.) presentó un comportamiento muy similar en las tres densidades, con dos incrementos durante el periodo de engorda, el primero incrementándose ligeramente a partir del día 16 con valores de 1.05 ± 0.16 , 0.98 ± 0.01 y 0.89 ± 0.20 %/día hasta los 48 días de cultivo con valores máximos de TCI de 1.15 ± 0.12 , 1.02 ± 0.09 y 0.89 ± 0.03 %/día para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente. El segundo incremento se presenta al día 80 de cultivo con valores de TCI de 0.80 ± 0.05 , 0.68 ± 0.05 y 0.60 ± 0.03 %/día para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente. A partir del día 94 hasta el día 151 de cultivo se observó una disminución en la TCI con valores finales de 0.61 ± 0.03 , 0.52 ± 0.03 y 0.49 ± 0.04 %/d respectivamente en las tres densidades (Tabla 19). A pesar de que se observa una tendencia hacia *una relación* inversa entre los valores de la TCI y la densidad sembrada, el análisis estadístico aplicado a la TCI no determinó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las densidades (Anexo II, tabla i,1).

Tabla 19. Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) de *Paralabrax maculatofasciatus* durante la etapa de engorda, bajo tres densidades (g/m³) iniciales de cultivo.

Densidad \ tiempo	16 (%/d)	33 (%/d)	48 (%/d)	80 (%/d)	94 (%/d)	112 (%/d)	129 (%/d)	151 (%/d)
300	1.05 ± 0.16	1.11 ± 0.20	1.15 ± 0.12	0.80 ± 0.05	0.81 ± 0.05	0.72 ± 0.04	0.64 ± 0.04	0.61 ± 0.03
600	0.98 ± 0.01	0.99 ± 0.07	1.02 ± 0.09	0.68 ± 0.05	0.67 ± 0.05	0.60 ± 0.05	0.54 ± 0.04	0.52 ± 0.03
900	0.89 ± 0.20	0.88 ± 0.06	0.89 ± 0.03	0.60 ± 0.03	0.62 ± 0.03	0.57 ± 0.04	0.51 ± 0.03	0.49 ± 0.04

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

La TCI y los valores de temperatura durante 151 días de engorda, mostraron una correlación inversa ($R=-0.727$), (Anexo II, tabla j), en donde al disminuir la temperatura del día 16 al día 48 de 29.1 ± 0.0 a 23.8 ± 1.2 °C aumentó la TCI de

1.05 ± 0.16, 0.98 ± 0.01 y 0.89 ± 0.20 %/día hasta valores máximos de TCI de 1.15 ± 0.12, 1.02 ± 0.09 y 0.89 ± 0.03 %/día a los 48 días de cultivo para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³. En cuanto a la TCI y el tiempo de cultivo se observó (R=0.518) (Anexo II. tabla m) que los peces aumentaron su TCI de los 16 a los 48 días de cultivo y a partir del día 80 de cultivo la TCI de los peces disminuyó.

TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (TCA). La TCA (promedio en g/d ± desv. est.) presentó un comportamiento muy parecido en los tres tratamientos, aumentando a partir de los 16 días hasta los 94 días de cultivo de 0.25 ± 0.03, 0.23 ± 0.03 y 0.19 ± 0.06 g/d a 0.27 ± 0.04, 0.21 ± 0.03, 0.16 ± 0.03 g/d para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente. A partir del día 94 hasta el día 151 de cultivo, disminuyó la TCA de a 0.27 ± 0.04, 0.21 ± 0.03, 0.16 ± 0.03 g/d a 0.22 ± 0.03, 0.17 ± 0.02 y 0.14 ± 0.03 para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente (Tabla 20). A pesar de que se observa una tendencia hacia una relación inversa entre los valores de la TCA y la densidad de siembra. el análisis estadístico aplicado a la regresión entre el tiempo y el ICA no detectó diferencias significativas (P > 0.05) entre las densidades (Anexo II, tabla k).

Tabla 20. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³ durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	16	33	48	80	94	112	129	151
300	0.25±0.03	0.29±0.07	0.34±0.07	0.25±0.04	0.27±0.04	0.24±0.04	0.22±0.04	0.22±0.03
600	0.23±0.03	0.26±0.04	0.29±0.05	0.20±0.03	0.21±0.03	0.19±0.03	0.17±0.03	0.17±0.02
900	0.19±0.06	0.20±0.03	0.22±0.03	0.15±0.02	0.16±0.03	0.16±0.03	0.14±0.02	0.14±0.03

No hubo diferencia significativa (P > 0.05).

Al comparar los datos de la TCA con los valores de temperatura, se observa que entre los valores de 26 a 20 °C del día 5 de noviembre de 1996 al 23 de enero de 1997 se presentaron los valores mas altos en la TCA de los peces bajo cultivo. A partir del 24 de enero de 1997 cuando la temperatura se estabilizó entre 19 y 20 °C, la TCA de los peces disminuyó. La correlación entre estos dos factores durante los 151 días de cultivo fue muy de $R=0.612$ (Anexo II. tabla k).

GANANCIA EN BIOMASA (%). La ganancia en biomasa (promedio \pm desv. est.) desde el día 16 de cultivo mostró una tendencia a ser mayor conforme la densidad de siembra fue menor (Tabla 21). Sin embargo el análisis efectuado a los datos de ganancia en biomasa no mostraron una diferencia significativa entre las densidades (Anexo II, tabla i, 3).

Tabla 21. Ganancia en biomasa (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³. Durante la etapa de engorda.

Dens. tiempo	16 (%)	33 (%)	48 (%)	80 (%)	94 (%)	112 (%)	129 (%)	151 (%)
300	18.4 \pm 3.1	51.7 \pm 11.8	78.7 \pm 18.8	95.4 \pm 16.8	120.1 \pm 19.7	124.8 \pm 26.9	117.8 \pm 20.7	134.3 \pm 29.0
600	15.7 \pm 2.4	37.2 \pm 5.1	50.0 \pm 11.4	64.1 \pm 9.6	76.5 \pm 12.1	78.7 \pm 14.6	81.8 \pm 14.3	97.9 \pm 13.7
900	12.7 \pm 0.1	29.3 \pm 3.8	46.5 \pm 2.8	54.9 \pm 1.8	70.6 \pm 1.1	80.9 \pm 1.6	83.9 \pm 0.2	94.0 \pm 1.0

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA (ICA): El ICA (promedio \pm desv. est.) mostró un aumento del día 16 al día 151 de 1.13 ± 0.19 , 0.79 ± 0.15 y 0.85 ± 0.18 a 3.19 ± 0.67 , 2.44 ± 0.05 , 2.16 ± 0.23 para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente (Tabla 22). A pesar de que se observa una tendencia hacia una relación inversa entre los valores de la ICA y la densidad de siembra, el análisis estadístico aplicado a la ICA no detectó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las densidades (Anexo II. tabla i, 4).

Tabla 22. Índice de conversión alimenticia (ICA) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	16	33	48	80	94	112	129	151
300	1.13±0.19	1.22±0.26	1.46±0.28	1.63±0.22	2.09±0.25	2.43±0.51	2.90±0.45	3.19±0.67
600	0.79±0.15	1.18±0.10	0.94±0.17	1.20±0.07	1.69±0.04	1.97±0.09	2.20±0.06	2.44±0.05
900	0.85±0.18	1.28±0.88	0.69±0.22	0.98±0.12	1.43±0.26	1.63±0.22	1.86±0.25	2.16±0.23

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

FACTOR DE CONDICION (FC): El factor de condición (promedio ± desv. est.) presenta una disminución de los valores de este factor para los peces confinados en las tres densidades. durante dos intervalos de tiempo, que van del día 33 al 80 con valores iniciales de 3.2, 3.2 y 3.1 para el día 33, y de 2.9 ± 0.1 , 3.0 ± 0.0 , 2.9 ± 0.1 para el día 80 de cultivo para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³, respectivamente mientras que un descenso en casi todos los valores del FC del día 94 al día 129 de cultivo con valores de 3.0 ± 0.1 , 3.0 ± 0.1 y 2.9 ± 0.0 para los primeros 94 días hasta valores de 2.8 ± 0.1 , 2.9 ± 0.1 y 2.8 ± 0.0 para el día 129 de cultivo para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³ respectivamente (Tabla 23).

Tabla 23. Factor de condición (FC) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	0	16	33	48	80	94	112	129	151
300	3.0±0.1	2.9±0.1	3.2±0.0	3.1±0.1	2.9±0.1	3.0±0.1	3.0±0.1	2.8±0.1	2.9±0.0
600	2.8±0.1	2.9±0.0	3.2±0.0	3.1±0.0	3.0±0.0	3.0±0.1	3.0±0.0	2.9±0.1	2.9±0.1
900	2.7±0.4	2.9±0.0	3.1±0.0	3.0±0.0	2.9±0.1	2.9±0.0	3.0±0.1	2.8±0.0	2.8±0.0

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

El análisis estadístico aplicado al factor de condición entre los tres tratamientos de densidad de siembra no detectó diferencias significativas, (Anexo II, tabla i, 5).

SUPERVIVENCIA. Los peces cultivados en las tres densidades de siembra estudiadas (Tabla 24) mostraron una primera mortalidad a los 16 primeros días de

cultivo con valores de 100 ± 0.0 , 98.9 ± 1.9 y 97.7 ± 3.2 para los organismos sembrados a razón de 300,600 y 900 g/m³, respectivamente. Un segundo período de mortalidad se dió entre los 112 y 129 días. con una supervivencia final de. 92.6 ± 0.6 , 90.2 ± 2.2 , 95.6 ± 3.4 % para los organismos sembrados a razón de 300, 600 y 900 g/m³ respectivamente. Al final del experimento se lograron valores de supervivencia promedio por arriba del 90% para las tres densidades comparadas (Tabla 24).

Tabla 24. Supervivencia (%) de *Paralabrax maculatofasciatus* cultivada en tres densidades iniciales de 300, 600 y 900 g/m³, durante la etapa de engorda.

Densidad \ tiempo	0 (%)	16 (%)	33 (%)	48 (%)	80 (%)	94 (%)	112 (%)	129 (%)	151 (%)
300	100	100	100	97.4 ± 4.4	97.4 ± 4.4	97.4 ± 4.4	95.2 ± 4.2	92.6 ± 0.6	90.4 ± 3.3
600	100	98.9 ± 1.9	98.9 ± 1.9	97.6 ± 2.1	95.0 ± 2.6	93.9 ± 2.1	91.3 ± 2.9	90.2 ± 2.2	90.2 ± 2.2
900	100	97.7 ± 3.2	96.6 ± 4.8	95.6 ± 3.4	92.3 ± 5.1				

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las tres densidades probadas (Anexo II, tabla i, 6).

7. DISCUSIÓN

El haber utilizado para el ensayo una jaula de fondo circular favoreció una distribución más homogénea de los organismos en el fondo de la jaula, y evitó un comportamiento territorial o la competencia intraespecífica. Esto se hizo evidente, ya que cuando se siembran juveniles dentro de jaulas cúbicas, los organismos de esta especie se agrupan en las esquinas del fondo cuadrado y las paredes de malla que forman la jaula (Aviles-Quevedo, com. pers.).

De la misma manera, se ha observado también en condiciones naturales la formación de pequeños grupos de *Paralabrax maculatofasciatus*, que permanecen la mayor parte del tiempo buscando alimento y refugio en la vegetación que crece sobre sedimentos arenosos.

El diseño de la jaula utilizada en este trabajo, contrasta con el utilizado por Teng, *et al.* (1977), ya que ellos implementaron refugios para aumentar la densidad de cultivo de *Epinephelus salmoides* (=malabaricus); sin embargo, esta especie es de ambientes rocosos y en condiciones naturales se refugia en este tipo de hábitats, mientras que los *Paralabrax maculatofasciatus*, nadan activamente para capturar el alimento y durante el resto del día, permanecen sobre el fondo de la jaula. Esta experiencia nos enseña que es importante considerar el tipo de ambiente de la especie a cultivar, para poder *elegir* el sistema mas adecuado para su cultivo.

La malla de políester sin nudos, utilizada en las jaulas experimentales, fue resistente a la abrasión. Su deterioro fue comparativamente menor que la que presentó la jaula de protección. La causa de mayor deterioro fue el roce con los aros de flotación y los nudos de la jaula de protección. Asimismo, se observó deterioro en la malla de protección, el cual fue causado principalmente por el roce con los

organismos incrustados en los flotadores de la estructura de flotación. El uso de malla filtrazol aminoró el desgaste provocado por la incidencia de luz solar sobre las redes. Además, debido a que la malla de las jaulas carece de nudos, esto evitó que los peces se maltrataran cuando las corrientes a través de las mallas aumentaban debido a los vientos fuertes del sur. Algo interesante de hacer mención, es que la jaula de protección de los módulos, se construyó con material poliéster con nudos y luz de malla de 6 mm.

Durante la etapa de engorda, en el mes de noviembre, cuando los vientos y el oleaje fueron más intensos, los organismos de una de las réplicas cuya densidad de siembra fue de 900 g/m^3 fueron vertidos a la jaula de protección y al efectuarse la siguiente biometría los peces de esta réplica se encontraron muy maltratados y sin escamas en los costados, algunos incluso sin alguna de las aletas pectorales y pélvicas. Probablemente, el efecto abrasivo que ejercieron los nudos de la red de protección sobre los organismos ocasionó estos daños, ya que no se observaron daños similares en los peces que se encontraban dentro de los módulos experimentales, contruidos con red de la misma abertura de malla, pero sin nudos. Sin embargo, el haber obtenido valores de supervivencia mayores al 90 % al final de las etapas de preengorda y engorda nos hace suponer que las jaulas utilizadas para el cultivo de la especie son adecuadas.

El cambio de redes quincenalmente durante el experimento, fue favorable, ya que no se presentaron problemas con los organismos incrustantes, siendo relativamente fácil su desprendimiento con agua a presión; asimismo, debido al poco deterioro sufrido por las redes, se puede suponer que es posible efectuar el

recambio de las jaulas en un período mayor de quince días, en función a la luz de malla utilizada. Esta decisión, seguramente disminuiría las labores de mantenimiento y el efecto que podría causar el manejo constante de los organismos.

Durante los primeros tres meses de cultivo, se presentaron problemas de depredación por garzas grises, los mismos problemas reportados por Carrs (1993) con la garza *Ardea cinerea*. Este problema, se resolvió mediante el uso de malla filtrasol y la colocación de un hilo nylon en la periferia de la plataforma de trabajo de la balsa.

Tanto el crecimiento en peso como en longitud, durante la etapa de preengorda mostraron una tendencia a ser mayores en los peces sembrados a razón de 70 ind/m³ a partir del día 30 de cultivo, con respecto a los de las densidades 35 y 105 ind/m³. Sin embargo, no es sino hasta el día 84, que se observó diferencia significativa.

Este comportamiento, sugiere que no solo influye el número de organismos sembrados, sino también el aumento en biomasa, ya que el volumen de nuestra unidad experimental permaneció constante. Esto se relaciona con lo encontrado por Weatherley y Gill (1987), quienes establecieron que el crecimiento no es mejor en densidades menores o bajo competencia intensiva por el alimento, ya que muchos de los peces son organismos sociales y manifiestan una tasa de crecimiento máxima en presencia de otros individuos, en un número, el cuál es óptimo para el crecimiento. Esto podría ser una de las razones por las cuales los peces cultivados a una densidad de 70 ind/m³, crecieron más.

En cuanto a la etapa de engorda, hasta el día 94 de cultivo se detectó una diferencia entre la densidad de 300 con respecto a las densidades de 600 y 900 g/m³, observándose además una tendencia hacia un mejor índice de conversión alimenticia en densidades mayores durante la etapa de engorda. Esto es importante de mencionar, si consideramos que el mayor gasto que se produce durante el cultivo, una vez que se cuenta con la infraestructura para su realización, es el invertido en la alimentación.

En este trabajo, la cabrilla presenta una tasa de crecimiento instantáneo (TCI) mayor durante la etapa de preengorda que de engorda. Esto debido a que la tasa de crecimiento instantáneo es generalmente mayor durante las fases larval y juvenil y disminuye conforme aumenta el peso corporal (Balfour-Heper, 1988). Resulta difícil comparar el crecimiento de la cabrilla arenera durante esta etapa con otras reportadas en la bibliografía, ya que por lo general el cultivo en jaulas lo iniciaron con peces mayores a 5 g de peso (Anexo III, tabla 2).

Los resultados obtenidos en este trabajo durante la preengorda de *Paralabrax maculatofasciatus* fueron mayores que la TCI reportada por Tucker et al. (1997) para *Sciaenops ocellatus*, *Centropomus undecimalis* (Tucker, 1987), *Lates calcarifer* (Tucker, 1988) y *Epinephelus striatus* (Tucker y Woodward, 1996), así como para la misma especie *Paralabrax maculatofasciatus* reportada por Alvarez-Gonzalez (1999). Sin embargo, los valores de la TCI reportados para *Sciaenops ocellatus* por Tucker, 1998 (Anexo III, tabla 3), fueron mayores.

Con respecto a la tasa de crecimiento instantáneo, durante la etapa de engorda se observó un crecimiento mayor en los organismos sembrados a razón

de 300 g/m^3 (14 ind/m^3) a partir del día 80 de cultivo con una TCI promedio de $0.61 \pm 0.03 \text{ \%/d}$.

La tasa de crecimiento absoluto (TCA), durante la etapa de preengorda fue menor si lo comparamos con el crecimiento reportado para otras especies cultivadas, tales como *Seriola quinqueradiata*, (Chua y Teng, 1980), *Epinephelus tauvina* (Saif-Abdullah *et al.*, 1987) y las especies *Lates calcarifer*, *Sciaenops ocellatus*, *Centropomus undecimalis* y *Epinephelus striatus* de los trabajos de Tucker (1998).

En el caso de la engorda, se observó una TCA promedio de $0.22 \pm 0.03 \text{ g/día}$, valor inferior a los reportados en la literatura para *Centropomus undecimalis* (Tucker, 1987), *Lates calcarifer* (Tucker *et al.*, 1988; Tacon *et al.*, 1991), *Epinephelus striatus* (Tucker y Woodward, 1996), *E. tauvina* (Tacon *et al.*, 1991) y *Sciaenops ocellatus* (Davis *et al.*, 1991) entre otros (Anexo III, tabla 3). Esto también es consecuencia de que los peces de este trabajo fueron de menor peso que los peces reportados en la bibliografía y la TCA refleja el peso promedio diario ganado por pez; por lo tanto, esperaríamos que peces de mayor talla ganaran más peso comparado con peces de menor talla (Anexo III, tabla 3).

A pesar de que la cabrilla presentó una supervivencia igual o superior a la que se reporta para otras especies cultivadas en jaulas, la tasa de crecimiento fue menor, esto fue debido probablemente a las condiciones de temperatura y alimentación durante el período de engorda, aunado a la madurez de algunos de los individuos. Sin embargo, el haber podido determinar la existencia de un efecto

de la densidad sobre el crecimiento de la especie, nos da la pauta para su manejo en el sistema de jaulas flotantes.

Durante la etapa de preengorda, la cabrilla presentó una tasa de crecimiento instantáneo alta (mayor a 4.2 %/día) durante los primeros 30 días de cultivo, cuando la temperatura promedio fue de 25 °C, disminuyó gradualmente conforme aumentó la temperatura, hasta valores menores a 3.5 %/día a 28 °C de temperatura. Tanto para la etapa de preengorda como para la engorda, se observó que la mayor TCI, se obtuvo cuando la temperatura se encontraba entre los 23 a 26 °C. Así mismo, los mejores ICA, para la engorda se obtuvieron durante el período de los 33 a los 48 días de cultivo, cuando la temperatura máxima fue de 26.8 y la mínima de 22.1°C, lo que nos indica que *Paralabrax maculatofasciatus* a pesar de que es considerada una especie euritérmica que tolera temperaturas de 7.5 a 32 °C (Thomson et al., 1987), la temperatura de crecimiento óptimo esta dentro de un intervalo mas cerrado (22.1-26.8 °C). Lo mismo ocurre con otras especies como *Lateolabrax japonicus*, la cual presenta su crecimiento máximo a temperaturas de 20 a 25 °C y a temperaturas superiores a los 30 °C, la tasa de crecimiento disminuye (Chen, 1990). Ikenoue y Kafuku (1992) determinaron que *Seriola quinqueradiata* sobrevive a temperaturas de 7 a 28 °C, aunque su crecimiento máximo está entre los 24 a 26 °C. Es probable, que a temperaturas elevadas la tasa de crecimiento de la cabrilla arenera sea menor, así como temperaturas inferiores a los 23 °C influyen negativamente en su crecimiento.

La temperatura es un parámetro importante como estrategia para el manejo de *Paralabrax maculatofasciatus*, si se consideran los niveles óptimos de

temperatura y los límites de tolerancia, es posible establecer un modelo para el cultivo de la cabrilla arenosa en Bahía Falsa o en alguna otra bahía de B.C.S.

El oxígeno disuelto promedio durante los dos períodos del cultivo fue mayor a lo recomendado para el cultivo de especies relacionadas con *Paralabrax maculatofasciatus*, para las cuales establecen el límite inferior en 4 mg/l. Por debajo de esta concentración se presenta reducción del apetito y un bajo consumo de alimento, que provoca una disminución en la tasa de crecimiento (Chua y Teng 1980; Ikenoue y Kafuku, 1992).

La dieta utilizada durante el ensayo tuvo un nivel de proteína del 56 %, valor similar a lo reportado para otras especies carnívoras del mismo suborden Percoidae según los trabajos de New (1986), Tacon et al., (1991) y Tucker (1998). Sin embargo, el contenido de lípidos (22 % en base seca) proveniente principalmente de la harina de sardina, es elevado si se considera que el nivel máximo reportado en la revisión realizada, fue del 18 % en base seca para *Sciaenops ocellatus* (Tucker, 1998) (Anexo II, tabla 1). Esto seguramente fue la causa de que los peces al principio del experimento presentaban valores de factor de condición de 2.3 y al final del experimento valores de 3.3, es decir se observaron gordos.

Aunque no se realizaron análisis proximales de los organismos al final del experimento, algunos de ellos fueron sacrificados y se observó una considerable cantidad de grasa cubriendo los órganos internos y particularmente en los ciegos pilóricos, pero la coloración del hígado fue rojiza y no pálida como lo esperábamos por la grasa acumulada.

Este efecto del alimento se confirmó en un trabajo realizado por Alvarez-González (1999), donde el factor de condición fue menor (2.8) y cuyo contenido de lípidos en el alimento fue de 8.5 %. En este trabajo, se hace la observación que un nivel de proteína en exceso, trae como consecuencia que las tasas de crecimiento se mantengan constantes o decrezcan, debido a que parte de la energía proveniente de la proteína diaria es utilizada para catabolizar el exceso de aminoácidos absorbidos y para el anabolismo de los lípidos, provocando la acumulación de grasas en tejidos y en músculo. Sin embargo, durante la etapa de preengorda se observa una mayor TCI y un mejor índice de conversión alimenticia que el obtenido por Alvarez-Gonzalez (1999), lo que nos hace suponer que el alimento empleado para la etapa de preengorda fue adecuado y para la etapa de engorda posiblemente resultó excesivo en proteínas y lípidos.

Debido a que la necesidad de alimento varía de acuerdo al peso, la edad del pez y las condiciones de temperatura y oxígeno disuelto durante el cultivo, no resulta recomendable predeterminedar raciones alimenticias durante el cultivo en jaulas flotantes, donde estas condiciones tengan mucha variación, sino más bien se deben alimentar los peces a saciedad aparente. Sin embargo, haber establecido un método para la elaboración de una dieta práctica peletizada, de buena aceptación para los organismos, sienta las bases para trabajos posteriores sobre nutrición en juveniles de esta y otras especies de peces marinos en México.

Los peces mantenidos a una densidad de 70 ind/m³, mostraron el mayor índice de conversión alimenticia siendo este mayor a los obtenidos con *Centropomus undecimalis*, *Lates calcarifer*, *Sciaenops ocellatus* (Tuker, 1987;

Tucker et al., 1988 y Tucker, 1998) y *Epinephelus salmoides* (= *malabaricus*) (Chen y Tsai, 1994) (Anexo III, tabla 1); sin embargo, este valor pudo ser mejor si se hubiera alimentado *ad libitum* en lugar de restringir el alimento al 5%, como lo demostró en otro estudio Alvarez-González (1999), al obtener un valor mayor alimentando a niveles cercanos a la saciedad con una dieta de 45 % de proteína y a la misma densidad de siembra en tanques de 600 litros. El índice de conversión alimenticia (ICA) nbs indica la manera en que ha sido aprovechado el alimentó. Los valores del ICA fueron aumentando gradualmente conforme aumentó el tiempo de cultivo. Esto pudo deberse a varios factores, uno de ellos fue el elevado contenido de proteína en la dieta, ya que se ha demostrado que conforme los organismos aumentan su edad los requerimientos de proteína son menores (Teng eta/., 1977) (Anexo III, tabla 1).

Se debe tomar en cuenta que cuando se realiza el piscicultivo en jaulas flotantes, aún cuando se tenga cuidado en el suministro de alimento, existe la posibilidad de que éste no sea consumido en su totalidad por los organismos y que una parte de la ración, se pierda a través de la malla del fondo de la red; por tal motivo es muy probable que durante este trabajo haya quedado alimento no consumido sin cuantificar. Esto puede evitarse aumentando la frecuencia alimenticia y si la etapa de preengorda se realiza en tanques donde se pueda observar el alimento no consumido.

El valor del coeficiente de supervivencia obtenido al final del cultivo, tanto para la etapa de preengorda como para la engorda, fue de al menos un 89.5 %, considerado alto si se compara con el de otras especies como *Sparus aurata* (Barbato et al., 1993), *Acanthopagrus latus* (Chen, 1990), *Lutjanus*

argentimaculatus (Doi y Singhagraiwan, 1993), *Lateolabrax japonicus* (Chen, 1990), *Dicentrarchus labrax* (Bernabé, 1990) y *Sciaenops ocellatus* (Davis et al., 1989). No obstante que el coeficiente de supervivencia fue menor al obtenido para *E. tauvina* (Abdullah et al., 1987), *Epinephelus akaara* (Teng y Chua, 1978) y *E. salmoides* (= *malabaricus*) (Tookinas, 1990 y Chua et al., 1978) (Anexo III. tabla 2). Por lo anterior, la supervivencia obtenida durante las etapas de preengorda y engorda en jaulas flótantes, fue satisfactoria por lo que este tipo de cultivo es recomendable.

Por todo lo anterior, puede decirse que no solamente la tasa de crecimiento debe usarse como criterio para establecer la densidad de cultivo mas adecuada, ya que para la preengorda, la densidad de siembra de 70 ind/m^3 , fue la que tuvo mejor tasa de crecimiento absoluto e índice de conversión alimenticia, con respecto a las otras densidades. Sin embargo, las densidades de siembra de 35 y 105 ind/m^3 presentaron menos variabilidad de la talla de los individuos producidos, con respecto a los peces sembrados en 70 ind/m^3 .

En la engorda, los peces sembrados en la menor densidad (300 g/m^3), tuvieron mayor tasa de crecimiento con respecto a los sembrados en la densidad de 900, pero al final de la etapa de engorda, los peces producidos a la densidad sembrada de 900 g/m^3 tuvieron menos variabilidad en cuanto al peso y la talla, así como una mejor conversión alimenticia y más del doble de biomasa producida con respecto a los peces sembrados a razón de 300 g/m^3 . Es por ello que la densidad de siembra de 900 g/m^3 se recomienda para la etapa de engorda.

8. CONCLUSIONES

El efecto de la densidad, en el crecimiento de la cabrilla arenera fue semejante al reportado en trabajos realizados en otras especies, donde conforme la densidad de siembra es mayor, disminuyen la talla y el peso de los organismos bajo cultivo.

En el presente trabajo, siguiendo las especificaciones generales de diversos autores sobre el manejo del sistema de cultivo en jaulas, se comprobó que realizar una preengorda resulta ser una buena alternativa para el cultivo exitoso de la cabrilla, ya que en esta etapa se obtuvo una elevada supervivencia, semejante a la obtenida para otras especies. Asimismo, se considera que para la cabrilla arenera las densidades de 70 ind/m³ y 900 g/m³ son adecuadas para la preengorda y la engorda respectivamente, de acuerdo con el crecimiento y la supervivencia. Sin embargo, esta conclusión no necesariamente sería la misma, si se consideraran factores económicos de costo unitario de producción.

La presentación semi-húmeda del alimento es adecuada; sin embargo, en el trabajo de Alvarez-González (1999), se comprobó, que la cabrilla arenera acepta también la presentación seca, lo que le da una ventaja adicional, ya que con ello se disminuyen los costos de almacenaje, al no requerir de refrigeración para su preservación.

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en términos de los índices de crecimiento y supervivencia los valores obtenidos fueron equivalentes a los reportados para otras especies cultivadas comercialmente en jaulas flotantes.

La temperatura es un factor que ejerce influencia en el crecimiento de la cabrilla arenera en jaulas. Durante la preengorda, se observó un mayor crecimiento en el intervalo de 23 a 26 °C, por lo que se recomienda que esta etapa del cultivo se realice en condiciones controladas, ya sea en un laboratorio o en jaulas situadas en un lugar donde prevalezcan dichas condiciones.

Una alimentación adecuada, esta determinada por la calidad y la cantidad de alimento, así como el tiempo y frecuencia de alimentación. En este experimento durante la engorda se suministró a la cabrilla arenera una dieta práctica (Tabla 4, Anexo III) en raciones divididas en dos porciones diarias hasta la saciedad aparente y un tamaño acorde al tamaño del pez en cultivo durante la engorda resultó ser una estrategia adecuada. Sin embargo, el haber establecido para la etapa de preengorda una ración del 5% de la biomasa aunado a un exceso de lípidos en la dieta pudo haber traído como consecuencia un crecimiento. Sin embargo la supervivencia lograda durante las dos etapas de cultivo (> 90 %), es un buen indicador para considerar adecuado el cultivo intensivo en jaulas flotantes de *Paralabrax maculatofasciatus*.

La utilización de redes sin nudos, cubiertas con malla **filtrasol** y su recambio quincenal para mantenimiento, es una práctica eficaz, ya que permite mantener los equipos de cultivo en buenas condiciones.

Son muchos los factores que influyen en el crecimiento de la especie durante su cultivo en jaulas flotantes, pero dos factores resaltan por su importancia: la temperatura, que influyó en el crecimiento como un factor de control y la presencia de anomalías climáticas que inciden sobre el sistema de cultivo. Estas anomalías se

presentan con mayor frecuencia durante los meses de septiembre y octubre, en la región de la Baja California Sur, por tal motivo, es necesario considerar estos dos factores para establecer la localización geográfica de los cultivos y el momento más adecuado para la siembra de la especie. Los resultados de crecimiento y supervivencia obtenidos en el presente estudio, nos permiten sugerir los meses de noviembre o diciembre, como los más propicios para realizar la siembra de los peces en jaulas flotantes en Bahía Falsa, B.C.S. a una talla mínima de 20 g y 3 cm de altura.

RECOMENDACIONES

Para la etapa de la preengorda en jaulas flotantes, la densidad de 70 ind/m³ es adecuada si se va a iniciar con organismos de por lo menos 1.5 g.

Se debe continuar utilizando el sistema de jaulas flotantes, con redes sin nudos para evitar que los organismos bajo cultivo sufran daños, ya que representa una buena opción como arte de cultivo para la engorda de *Paralabrax maculatofasciatus* y otras especies de peces marinos comerciales.

Es recomendable utilizar alimentos secos, peletizados o extruídos, que nos permitan su almacenamiento sin necesidad de refrigeración.

El alimentar a saciedad aparente al menos dos veces por día, dio buenos resultados durante el experimento; sin embargo, se deben realizar ensayos con diferentes raciones y frecuencias de alimentación con el fin de optimizar el aprovechamiento del alimento y mejorar los índices de conversión.

Debido a que la especie presentó el menor crecimiento durante el verano, cuando la temperatura del agua en Bahía Falsa se encuentra entre los 27 y los 30 °C, se recomienda realizar la etapa de preengorda, en condiciones controladas de temperatura, entre 23 y 26 °C para peces con un peso promedio inicial de 2 g y a una densidad de 70 ind/m³, hasta alcanzar los 20 g de peso. Una vez lograda esta talla promedio, 'se debe iniciar la engorda con una densidad de 900 g/m³ en jaulas flotantes, durante los meses de noviembre a diciembre, para evitar la temporada de ciclones, con el propósito de someter a los organismos el mayor tiempo posible a temperaturas entre 23 y 26 °C, ya que fue durante este intervalo de temperaturas que se observó la mayor tasa de crecimiento.

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Debido a que *Paralabrax maculatofasciatus* es una especie que acepta bien el manejo y que se adapta rápidamente al cautiverio y a la alimentación artificial, resulta ser un buen candidato como especie para la acuicultura. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo, nos indican que es necesario realizar mas investigaciones encaminadas a conocer mejor sus requerimientos nutricionales, así como a incursionar en estudios genéticos que puedan contribuir a que esta especie alcance un mayor crecimiento en un menor tiempo y de esta manera, poder pasar de una actividad a nivel experimental a una actividad piloto comercial.

Además es necesario, realizar estudios de costo-beneficio durante las diferentes etapas de producción de la especie, con el fin de determinar su viabilidad económica y la talla adecuada para su cosecha. Esto nos permitirá establecer las estrategias metodológicas para determinar la densidad de siembra mas adecuada para otras especies nativas de importancia comercial en la región, y contribuir a estableces bases sólidas para el desarrollo de la piscicultura marina, en Baja California Sur..

BIBLIOGRAFIA

- Abdullah, M.A., T. O. Wuan y S. Kawahara. 1987. Preliminary studies on stocking density and Production of Hamoor *Epinephelus tauvina* in PVC - Lined Receways. *Journal of the World Aquaculture Society* 18 (4): 237-241.
- Abitia-Cárdenas, L.A., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. De la Cruz-Agüero, J.M.H., Chavez-Ramos. 1994. Lista sistemática de los Peces Marinos de Bahía de La Paz, Baja California Sur (México). *Ciencias Marinas* 20(2): 159-181.
- Acévedo-Cervantes, A. 1997. Caracterización ecológica de la comunidad íctica de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, México. 107pp.
- Alvarez-González, C. 1999. Optimización del proceso de producción de semilla de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Percoidei: Serranidae) en sistemas de circulación cerrada. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN. México. 108 pp.
- Allen, L.T., M. S. Love y J.T.W. Smith. 1995. The life history of the Spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*) within the Southern California Bight. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep.* 36: 193-203.
- Avilés-Quevedo, A. y M. Iizawa. 1993. Manual para la construcción, Instalación y Operación de jaulas flotantes. Para el cultivo de peces marinos. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca, JICA. 29 pp.
- Avilés-Quevedo, A., L. Reyes-Juarez, O. Hiraes-Cosio, R. Rodríguez-Ramos y U. Mc Gregor-Pardo. 1996b. Resultados preliminares en el cultivo del Huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en Jaulas Flotantes en Bahía Falsa, B.C.S. México, 248-250 pp. In: A. Silva y G. Merino (eds.) *Acuacultura en Latinoamérica*, IX Congreso Latinoamericano de Acuacultura. 2° Simposio Avances y Perspectivas de la Acuacultura en Chile, Universidad Católica del Norte. Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- Avilés-Quevedo, A., L. Reyes-Juarez, U. Mc Gregor-Pardo, O. Hiraes-Cosio, R. Rodríguez-Ramos y M. Iizawa. 1996a. Cultivo experimental del Pargo Amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) y Pargo Raicero *L. aratus* (Gunther, 1864) en Jaulas Flotantes en Bahía Falsa. B.C.S. México, 240-243 pp. In: A. Silva y G. Merino (eds.). *Acuacultura en Latinoamérica*, IX Congreso Latinoamericano de Acuacultura. 2° Simposio Avances y Perspectivas de la Acuacultura en Chile, Universidad Católica del Norte. Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- Avilés-Quevedo, A., U. Mc Gregor-Pardo, O. Hiraes-Cosio, R. Rodríguez-Ramos, M. Huerta-Bello y M. Iizawa. 1995. Biología y cultivo de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868). SEPESCA - INP- JICA. 85 pp.

- Balon, E.K. 1984. Reflections on some decisive events in early life of fishes. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 178-185.
- Baluyut, E.A. 1989. Aquaculture systems and practices: A selected Review. Rome, FAO, ADCP /REP/ 89/ 43. 90 pp.
- Barbato, F., A. Fanari, F. Meloni y R. Savarino. 1993. Cage culture of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in two Sardinian coastal lagoons. Eur. Aquac. Soc. Spec. Pub. (18): 95-104.
- Bardach, J.E., J. H. Ryther y W. O. Mclarney. 1982. Acuicultura, Crianza, cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Agt. Editores, S.A. 741 pp.
- Barrera-Guevara, J. C., M.J. Roman-Rodriguez y H.A. Licon-Gonzalez. 1994. Desarrollo de la Biotecnología para el cultivo de la Totoaba. SEPESCA/Gob. Del Edo. de Sonora/CIDESON. 89 pp.
- Benetti, D.D. y E.E. Wilson. 1996. Estudio actual y Perspectivas del cultivo de peces Marinos en el Ecuador, 4-5 pp. In. A. Silva y G. Merino (eds.). Acuicultura en Latinoamérica. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. 2° Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile, Universidad Católica del Norte. Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- Bernabé, G. 1990. Aquaculture, Vol 1 y 2. Ellis Horwood, New York. II 12 p.
- Beveridge, M. 1994. Cage aquaculture. Fishing News Books Ltd. England. 335 pp.
- Beveridge, M. 1996. Cage aquaculture. Second Edition. Fishing News Books Ltd. England. 346 pp.
- Brett, J.R. 1979. Environmental Factors and Growth, 599-675 pp. In. W. S. Hoar y D.J. Randall (eds.). Fish Physiology Vol. VIII. Academic Press, New York.
- Butler, J.L., H.G. Moser, G.S. Hageman y L.L. Nordgren. 1982. Developmental stages of three California sea basses (*Paralabrax*, Pisces, Serranidae). Cal. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 23: 252-268.
- Carrs, D.C. 1993: Grey heron, *Ardea cinerea* L., predation at cages fish farms in Argyll, western Scotland. Aquaculture and Fisheries Management 24: 29-45.
- Castelló-Orvay, F. 1993. Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Ciencas Experimentals, Maternatiques. Universitat de Barcelona. 739 pp.
- CIFSA. 1990. Programa experimental de una granja de maricultura con jaulas flotantes en la Bahía de Topolobampo, Sin. Informe de avances de trabajo. Septiembre 1990. 9 pp.

- Contreras-Balderas, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de ecodesarrollo. Secretaría de Pesca. 2ª. ed. México. 263 pp.
- Coves, D., G. Dewavrin, G. Breuil y N. Devauchelle. 1991. Culture of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), 3-20 pp. In: J.P. McVey (ed.). Handbook of Mariculture, Vol. II, Finfish Aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Cruz-Escalona, V.H. 1998. Análisis Trófico de la Ictiofauna de Laguna San Ignacio, B.C.S. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN. México. 128 pp.
- Cyrino, J.E.P., Carneiro, P.C.F., Bozano, G.L.N. y Caseiro, A.C. 1998. Desenvolvimento da Criacao de Peixes em Tanques-Rede. 409-431pp. In: Ruas de Morales, F., Fernández de Castro, P. y De Souza Correia, E. (eds.). Anais do Aquicultura Brasil'98. Volumen 1. Recife, 2 a 6 de novembro de 1998.
- Chen, H. Y. y J.C. Tsai. 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semipurified diets. Aquaculture 119: 265-271.
- Chen, L. 1990. Aquaculture in Taiwan. Fishing New Book. 273 pp.
- Cheng, L. 1990. Status of knowledge on farming of seabass (*Lates calcarifer*) in South East Asia. Advances in Tropical Aquaculture, Aquaculture, AQUACOP, IFREMER, Actes Colloq. 9: 421-428.
- Chua, T.E. y S.K. Teng. 1979. Relative growth and production of estuary grouper *Epinephelus salmoides* under different stocking densities in floating net-cages. Marine Biology 54: 363-372.
- Chua, T.E. y S.K. Teng. 1980. Economic Production of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell: reared in floating net cages. Aquaculture 20: 187-228.
- Davis, I., A. Benavides, R. Pretto Malca y M. Arrve. 1989. Crecimiento comparativo de curvina roja *Sciaenops ocellatus* en estanques y jaulas. Red Regional de Acuicultura. Boletín ene-abr. 31 pp.
- De la Cruz-Agüero, J., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., Rodríguez-Romero, J., Gutierrez-Sanchez, F.J. 1993. Lista sistemática de los Peces Marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). Ciencias Marinas 20(1): 17-31.
- De la Lanza-Espino, G., R. De Lara-Andrade, J.L. García-Calderón, 1991. La Acuicultura en palabras. A.G.T. Editor, S.A. 160 pp.
- Doi M. y T. Singhagraiwan. 1993. Biology and Culture of the red snapper *Lutjanus argentimaculatus* the Eastern Marine Development center. Dept. Fish. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. 51 pp.

- FAO, 1995. Producción de Acuicultura 1987-1993, FAO Fisheries Circular No. 815, Rev. 7 Rome, FAO. 186 pp.
- FAO, 1997a. Estadísticas de pesca. Capturas y desembarques. Vol 78. Rome, FAO. 654 pp.
- FAO, 1997b. Producción de Acuicultura 1986-1995, FAO Fisheries Circular No. 815, Rev. 9. 195 pp.
- Ferry, L.A., S.L. Clark y G.M. Caillet. 1997. Food Habits of Spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*, Serranidae) from Bahía de Los Angeles, Baja California. Bull. Southern California Acad.Sci.96(1): 1-21.
- Fischer. W. F., Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y Vitt Niem. 1995. Pacifico Centro-Oriental. Vol.III. Vertebrados-Parte 2. Guía FAO Para la identificación de especies para los fines de la pesca. 1201-1813.
- Fry, F.E. 1971. The effect of environmental factors on the Physiology of Fish, 1-98 pp. In: W.S. Hoar y D.J. Randall (eds.). Fish Physiology, Vol VI, Academic Press, New York.
- Fukusho, K. 1991. Red sea bream culture in Japan. 73-87 pp. In: J.P. McVey (ed.), Handbook of Mariculture, Vol. II, Finfish Aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- García-Badell Lapetra, J.J., 1980. Granjas acuáticas. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Colección: Monografías INIA. 180 pp.
- Gómez-Gaspar, A. y F. J. Lárez. 1981. Construcción y manejo de jaulas flotantes para el cultivo experimental de pámpano en Isla Margarita, Venezuela. Rev. Lat. Acui. 9: 29-39.
- Gómez-Gaspar, A. y F. Lárez. 1983. Crecimiento de Pámpanos *Trachinotus goodei* , *T. falcatius* y *T. carolinus* alimentados con dieta **seca GSCA en la Isla de Margarita**, Venezuela, Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 22(1-2): 21-28.
- Gómez-Gaspar, A. y F. Lárez. 1984. Crecimiento de la Paraguara *Chaetodipterus faber* (Pisces:Ephippidae) Durante un año de confinamiento en jaula flotante, Venezuela, Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 23(1-2): 157-1 61.
- Gómez-Gaspar, A. y F. Lárez. 1985. Cultivo experimental *Archosargus rhomboidalis* (Pisces, Sparidae) en la Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente, 24(1-2): 105-1 10.

- Goytortua-Bores, E., R. Civera-Cereceda y S.G. Rocha-Meza. 1996. Manual de análisis químico proximal de insumos y alimentos. Manual Interno. CIBNOR. 50 pp.
- Gracia-López, V. y F. Castelló-Orvay. 1996. Crecimiento del mero *Epinephelus marginatus* (=guaza) bajo distintas condiciones de cultivo, 299-306 pp. In: A. Silva y G. Merino (eds.) Acuicultura en Latinoamérica IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. 2° Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile. Universidad Católica del Norte. Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Coquimbo, Chile.
- Guerrero-Tortolero, D.A., A. Muhlia-Melo y J. Rodríguez-Romero. 1999. Preliminary study on the effect of stocking density on the growth and survival of the Yellow snapper. North American Journal of Aquaculture 61: 82-84.
- Gutiérrez-Sánchez, F.J. 1997. Ecología de peces de fondos blandos del complejo lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, México. 84 pp.
- Hepher, B 1988. Nutrición de Peces Comerciales en Estanques. Ed. Limusa. 406 pp.
- Hogans, W. E. 1994. Cage culture of Striped Bass in Marine waters of the Lower Bay of Fundy. The Progressive Fish-Culturist 56: 255-257.
- Hu, B.-T. 1994. Cage culture development and its role in aquaculture in China. Aquaculture and Fisheries Management 24: 305-310.
- Ikenoue, H. y T. Kafuku, 1992. Modern methods of aquaculture in Japan. Second Revised Edition. Kadonsha LTD Tokio. 272 pp.
- Kendall, A.W., Jr, E.H. Ahlstrom y H.G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters, 11-22 pp. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall Jr y S.L. Richardson (eds.). Ontogeny and systematics of fishes. Am. Assoc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Pub. No. 1.
- Lluch-Cota, D.B. 1995. Aspectos reproductivos de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae) en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. 170 pp.
- Martínez-Ibarra, S. 1998. La Acuicultura en Colombia. 365-373 pp. In: Ruas de Moraes, F., Fernandes de Castro, P., De Souza Correia, E. (eds.). Anais do Aquicultura Brasil'98. Volume 1. Recife de 2 a 6 de novembro de 1998.
- Martosudarmo, B. 1987. Culture trials for sea bass (*Lates calcarifer*) in floating net cages. Austral. Ctr. Internat. Agric. Res., Proc. 20: 179-180.

- Matus-Nivón, E., R. Ramírez-Sevilla, R. Martínez-Pecero y J.L. Ortiz-Galindo, 1990. Potencial acuacultural de ocho especies de peces marinos del Pacífico mexicano, con base a su biología temprana, 67-74 pp. In: G. de la Lanza-Espino y Arredondo Figueroa, J.L. (eds.). La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biol. UNAM. México.
- Nakada, M. y T. Murai. 1991. Yellowtail Aquaculture in Japan, 55-72 pp. In: J.P. McVey (ed.). Handbook of Mariculture, Vol. II, Finfish Aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. 3 rd. Edition. John Wiley Sons. Inc. 600 pp.
- New, M.B. 1986. Aquaculture diets of postlarval marine fish of the super-family Percoidae, with special reference to sea bass, sea breams, groupers and yellowtail: a review. Kuwait Bulletin of Marine Science 7: 75-151.
- New, M.B. 1987. Feed and Feeding of Fish and Shrimp. Rome, UNDP/FAO, ADCP/REP/87/26. 275 pp.
- Oda, D.L., R.J. Lavenberg y J.M. Rounds. 1993. Reproductive biology of three California species of *Paralabrax* (Pisces: Serranidae). Cal. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 34: 122-132.
- OFCF. 1987. Las Granjas Piscícolas. 1. Overseas Fishery Cooperation Foundation, Japan. 194 pp.
- Ojeda, G.M. y K. Strawn. 1980. Comparison of wire cages and net cages for the culture of Black Drum (*Pogonias cromis*). Proc. World Maricul. Soc. II: 185-191.
- Ono, D.S. 1992. Sand Basses, 151-153 pp. In: California's living marine resources and their utilization. W.S. Leet, C.M. Dewees and C.W. Haugen (eds.). California Sea Grant. Pub. No. UCSGEP-92-12.
- Ortiz-Galindo, J.L. 1991. Ontogenia inicial de la mojarra rayada *Eugerres axillaris* Günther, 1864. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, México, 81 pp.
- Parra de Loré, B. J. 1992. Análisis del contenido estomacal y hábitos alimenticios de *Paralabrax dewegeri* (Pisces: Serranidae) de los alrededores de la Isla de Cubagua y Punta de Araya, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 31 (1-2): 73-87.
- Porrello, S. F., Andaloro, P. Vivona y G. Merino. 1993. Rearing trial of *Seriola dumerilli* in floating cages. Eur. Aquac. Soc. Spec. Pub. 18: 299-307.
- Rodriguez-Ortega, I.P., F. Mellado-Guerrero, F.A. Méndez, H. Dominguez-Guedea y A. Ortega-Vidal. 1994. Desarrollo Científico y Tecnológico para el cultivo de pargo (*Lutjanus* sp.) en jaulas flotantes. SEPESCA/IAES. 85 pp.

- Rodríguez-Romero J., L.A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, F.J. Gutiérrez-Sánchez, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizú-Martínez. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of Bahía Concepción, México. Arch. Fish. Mar. Res. 46(1): 61-76.
- Rodríguez-Romero J., L.A. Abitia-Cárdenas, J., De La Cruz-Agüero y F. Galván-Magaña, 1992. Lista sistemática de los Peces Marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 18(4): 85-95.
- Rosales-Velazquez, M.O. 1997. Efecto de la alimentación sobre los desoves de la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* (Teleostei: Serranidae) mantenida en cautiverio. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN. México. 62 pp.
- Ross, L.G. y M. C. M. Beveridge, 1996. Is a development strategy necessary for the development of native species aquaculture?. A case study from Mexico. Aquaculture Research 26: 539-547.
- Sakaras, W. 1987. Optimum stocking density of sea bass (*Lates calcarifer*) cultured in cages. Austral. Ctr. Internat. Agric. Res. Proc. 20: 172-175.
- Shepherd, C.J. y N.R. Bromage. 1990. Intensive Fish Farming. BSP Professional Books, U.S.A. 404 pp.
- Smith, C.L. y P.H. Young. 1966. Gonad structure and the reproductive cycle of the kelp bass, *Paralabrax clathratus* (Girard) , with comments on the relationships of the serranid Genus *Paralabrax*. Calif. Fish and Game 52(4): 283-292.
- Sokal, R. y J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, New York. 859 pp.
- Tacon, A.G.J. 1989. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones cultivados. Manual de Capacitación. FAO Documento de campo, Proyecto GCP/RLA/102/ITA; Documento de Campo N. 4/E. Brasilia, Brasil. 572 pp.
- Tacon, A.G.J. 1994. Feed ingredients for carnivorous fish species: alternative to fishmeal and other fisheries resources. FAO. Rome. 35 pp.
- Tacon, A.G.J., M.J. Phillips y U.C. Barg. 1995. Aquaculture Feeds and the Environment: The Asian Experience. Wat. Sci. Tech. 31(10): 41-59.
- Tacon, A.G.J., N. Rausin, M. Kadari y P. Cornelis. 1991. The food and feeding of tropical marine fishes in floating net cages: Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch), and brown-spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) , Aquacult. Fisher. Managem. 22: 165-182.
- Takeda, M., S. Shimeno, H. Hosokawa, H. Kajiyama y T. Kaisyo. 1975. The effect of dietary calorie to protein ratio on growth, feed conversion, and body composition of young yellowtail. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 41: 443-447.

- Takeuchi, T., T. Watanabe, y C. Ogino. 1979. Optimum ratio of dietary energy to protein for carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 45: 983-987.
- Teng, S.K., T.E. Chua. y H. Ch. Lai. 1977. Construction and Management of Floating Net -Cages for Culturing the Estuary Grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell. In Penang, Malaysia, Joint SCSP/SEA FDEC Workshop on Aquaculture Engineering, Iloilo, Philippines, 27 November - 3 December 1977. Contributed Paper SCSP-SFDC / 77 / Aen / CP. 16 pp.
- Teng S.K.,T.E. Chua y 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.
- Teng, S.K. y T.E. Chua. 1979. Effect of stocking density on the growth of estuary grouper *Epinephelus salmoides* Maxwell cultured in floating net cages. *Aquaculture* 15: 273-287.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstich. 1987. Reef Fishes of the Sea of Cortez. Univ. Arizona Press. Tucson. 302 pp.
- Thomson,D.A. y C.E. Lehner, 1976. Resilience of a rocky intertidal fish community in a physically unstable environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 22: 1-29.
- Tookwinas, S. 1990. Review of grow-out techniques under tropical conditions: experience of Thailand on seabass (*Lates calcarifer*) and grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Advances in Tropical Aquaculture, AQUACOP, IFREMER, Actes Colloqio.* 9: 737-750.
- Torres-Orozco y Castro-Aguirre, 1992. Registros nuevos de peces tropicales en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *An. Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool.* 63(2): 281-286.
- Trzebiatowski, R., J. Filipiak y R. Jakubowski. 1981. Effect of stocking density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) *Aquaculture* 22: 189-295.
- Tucker, J. W y D.E. Jory. 1991. Marine fish culture in the Caribbean region. *World Aquaculture* 22 (1): 10-27.
- Tucker, J. W. 1987. Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial. *Prog. Fish-Cult.* 49: 49-57.
- Tucker, J. W. 1988. Growth of juvenile spotted seatrout on dry feeds. *Prog. Fish-Cult.* 50: 39-41.

- Tucker, J. W. y P.N. Woodward. 1996. Nassau grouper aquaculture, 363-377 pp. In: F. Arreguin-Sanchez, J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.), *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48.
- Tucker, J. W. 1998. *Marine Fish Culture*. Kluwer Academic Publishers. 750 pp.
- Wallace, J.C., A.G. Kolbeinshaw y T.G. Reennes. 1988. The effects of stocking density on early growth in Artic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 73: 101-110.
- Watanabe, T., H. Sakamoto, M. Abiru y J. Yamashita. 1991. Developmentment of a new type of dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi* 57: 891-897.
- Weatherley A.H. y H. S. Gill. 1987. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press. 443 pp.
- Wurmann-Gotfrit, C. 1998. La acuicultura Chilena: hechos recientes y perspectivas para el nuevo siglo. 255-286 pp. In: Ruas de Morales, F., Fernández de Castro, P. y De Souza Correia, E. (eds.). *Anais do Aquicultura Brasil'98*. Volumen 1. Recife, 2 a 6 de novembro de 1998.
- Yañez-Arancibia, A.J. y P. Sanchez - Gil, 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales*. AGT. Editor, S.A. Mex. 228 pp.
- Yone, Y. 1976. Nutritional studies of red sea bream, 39-64 pp. In: K.S. Price, W.N. Shaw y K.S. Danberg (eds.). *Proc. First Internat. Conf. Aquac. Nutr.*, Univ. Delaware, Lewes/Rehoboth.
- Zar, J.H., 1996. *Bioestatistical analysis*. Tercera Edición. Prentice-Hall, N.J. USA. 718 pp.

ANEXO I

PREENGORDA

Tabla a) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor del peso de los juveniles durante el periodo de preengorda.

TIEMPO/DENSIDAD	N	max D	p
T14 D35	35	0.202827965	$p < .15$
T14 D70*	73	0.179237814	$p < .05$
T14 D105*	90	0.204683649	$p < .01$
T30 D35*	90	0.170660777	$p < .05$
T30 D70*	90	0.160757835	$p < .05$
T30 D105*	90	0.246492745	$p < .01$
T43 D35*	89	0.177156909	$p < .01$
T43 D70*	89	0.152941354	$p < .05$
T43 D105*	90	0.184061622	$p < .01$
T57 D35*	88	0.152427629	$p < .05$
T57 D70	89	0.113599259	$p < .20$
T57 D105*	88	0.172982050	$p < .05$
T84 D35	88	0.112799869	$p > .20$
T84 D70	92	0.082833179	$p > .20$
T84 D105	90	0.128983424	$p < .10$

Los valores de Tiempo/Densidad con * representan ausencia de normalidad en los datos.

Tabla b) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), de los valores de peso transformados a logaritmo natural (ln) durante la etapa de preengorda.

TIEMPO/DENSIDAD	N	max D	p
T14 D35	35	0.148544040	$p > .20$
T14 D70*	73	0.163460454	$p < .05$
T14 D105*	90	0.220933067	$p < .01$
T30 D35	90	0.138569428	$p < .10$
T30 D70	90	0.100141843	$p > .20$
T30 D105*	90	0.176976126	$p < .01$
T43 D35	89	0.143362901	$p < .10$
T43 D70	89	0.100621533	$p > .20$
T43 D105	90	0.118877150	$p < .20$
T57 D35	88	0.110783228	$p > .20$
T57 D70	89	0.111228848	$p > .20$
T57 D105	88	0.107191630	$p > .20$
T84 D35	88	0.078038282	$p > .20$
T84 D70	92	0.102730799	$p > .20$
T84 D105	90	0.085607193	$p > .20$

Los valores de Tiempo/Densidad con * representan ausencia de normalidad en los datos.

Tabla c) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza ($P > 0.05$) del ln del peso entre densidades durante la etapa de preengorda.

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
14	0.48821123	2	0.24410562	23.8102536	194	0.12273327	1.988	0.139
30	0.07945352	2	0.03972676	28.3755673	267	0.10627553	0.373	0.688
43	0.15841768	2	0.07920884	23.0965869	265	0.08715693	0.908	0.404
57	0.02136431	2	0.01068216	18.5499669	262	0.0708014	0.150	0.860
84	0.20104374	2	0.10052187	15.9698065	267	0.05981201	1.680	0.188

Tabla d) Análisis de varianza con respecto al peso de los peces en función de la densidad inicial.

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
0	0.31488079	2	0.15744039	24.5713309	250	0.09828532	1.601	0.203
14	0.94759017	2	0.47379509	99.7713107	194	0.51428511	0.921	0.399
30	1.06136655	2	0.53068327	89.3001891	267	0.33445764	1.586	0.206
43	1.74407820	2	0.8720391	84.8565564	265	0.32021342	2.723	0.0671
57	0.06910011	2	0.03455005	63.6787952	262	0.24304884	0.142	0.867
84*	1.63199060	2	0.8159953	54.7185997	267	0.20493858	3.981	0.019

Los valores de tiempo con * representan diferencia significativa con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla e) Pruebas LSD de comparaciones pareadas del peso promedio de los peces según la densidad de siembra inicial a los 84 días de cultivo.

DENSIDAD	35	70	105
PESO PROMEDIO	M=17.22	M=20.08	M=16.45
35		0.04058284*	0.53582033
70	0.04058284*		0.02628077*
105	0.53582033	0.02628077*	

Los valores de peso promedio con * representan diferencia significativa con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla f) Análisis de covarianza entre pendientes del crecimiento en peso del modelo $Y=ae^{bx}$ para las densidades iniciales de cultivo utilizadas durante la etapa de preengorda.

DENSIDAD	S x2	S xy	S y2	n	b	SC RESID	gl RESID
35	229857.74	6511.94	320.12	420	0.0283	135.6315	418
70	271992.80	8288.29	419.99	461	0.0305	167.4259	459
105	314862.18	9234.96	446.53	478	0.0293	175.6708	476
REG ESTIM						478.7283	1353
REG COMUN	816712.71	24035.19	1186.64		0.0294	479.3050	1354
REG TOTAL				1359			1357
F calculada	0.81493						
F (0.05,2,1265)	3						
bc	0.02943						

Tabla g) pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor de la longitud patrón de los juveniles durante el periodo de preengorda.

TIEMPO/DENSIDAD	N	max D	p
T14 D35	35	0.149092709	p > .20
T14 D70	73	0.118209158	p > .20
T14 D105	90	0.104531601	p > .20
T30 D35	90	0.132027550	p < .10
T30 D70	90	0.121733559	p < .15
T30 D105	90	0.123663929	p < .15
T43 D35	89	0.125253979	p < .15
T43 D70	89	0.078188167	p > .20
T43 D105	90	0.122330823	p < .15
T57 D35	88	0.128682457	p < .15
T57 D70	89	0.086312901	p > .20
T57 D105	88	0.111309871	p > .20
T84 D35	90	0.108536762	p > .20
T84 D70	92	0.088529624	p > .20
T84 D105	90	0.108536762	p > .20

Tabla h) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza de la longitud patrón entre densidades durante la etapa de preengorda (Tiempo en días).

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
14	0.323	2	0.162	47.375	194	0.243	0.665	0.515
30	0.430	2	0.215	91.252	267	0.342	0.630	0.534
43	0.342	2	0.171	85.201	265	0.322	0.531	0.588
57	0.751	2	0.376	90.304	262	0.345	1.090	0.338
84	2.024	2	1.012	111.494	267	0.418	2.423	0.091

Tabla i) Análisis de varianza de la longitud patrón de los peces en función de la densidad inicial (Tiempo en días).

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
14	1.21502295	2	0.60751147	186.54	194	0.95661	0.6351	0.531
30	2.15385185	2	1.07692593	324.974	267	1.21713	0.8848	0.414
43	4.81902315	2	2.40951158	351.826	265	1.32765	1.8149	0.165
57	1.44041432	2	0.72020716	308.437	262	1.17724	0.6118	0.543
84*	8.8359641	2	4.41798205	360.299	267	1.34943	3.274	0.039

El valor de tiempo con * representa diferencia significativa ($P > 0.05$) entre alguno de los tratamientos.

Tabla j) Pruebas LSD de comparaciones pareadas de la longitud patrón promedio de los peces según la densidad de siembra inicial a los 84 días de cultivo.

DENSIDAD	35	70	105
LP	M=8.04	M=8.43	M=7.99
35		0.025393151*	0.928316712
70	0.025393151*		0.030903217*
105	0.928316712	0.030903217	

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla k) Prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis por rangos entre los parámetros biométricos finales de la etapa de preengorda.

1) TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO (TCI).

$H(2, N=8) = 3.222224$ $p = 0.1997$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	9
Grupo 2	70	3	13
Grupo 3	105	2	14

2) TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (TCA)

$H(2, N=8) = 5.345993$ $p = 0.0691$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	11.5
Grupo 2	70	3	20.5
Grupo 3	105	2	4

3) GANANCIA EN PORCENTAJE

$H(2, N=8) = 2.777776$ $p = 0.2494$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	8
Grupo 2	70	3	16
Grupo 3	105	2	12

4) INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

$H(2, N=8) = 1.111112$ $p = 0.5738$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	17
Grupo 2	70	3	11
Grupo 3	105	2	8

5) FACTOR DE CONDICIÓN (FC)

H (2, N= 8) = 1.444445 p =.4857

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	13
Grupo 2	70	3	17
Grupo 3	105	2	6

6) SUPERVIVENCIA

H (2, N= 8) = 1.513714 p =0.4691

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	35	3	16
Grupo 2	70	3	14.5
Grupo 3	105	2	5.5

Tabla l) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y la tasa de crecimiento instantáneo TCI como variable dependiente $R=0.833$ $R^2=0.694$, Ajustada $R^2=0.687$. $F(1,43)=97.537$ con un nivel de significancia de $P < 0.06$ Error estándar estimado:0.57468.

T vs TCI	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			15.7031121	1.16738746	13.4514997	5.228E-17
T	-0.83308508	0.0843538	-0.4293595	0.04347468	-9.87608216	1.25865E-12

Tabla m) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y la tasa de crecimiento absoluto TCA como variable dependiente $R=0.6124$, $R^2=0.375$, Ajustada $R^2=0.360$ $F(1,43)=25.816$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado:0.02913.

T vs TCA	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			-0.15175712	0.05917657	-2.56447984	0.013908068
T	0.61249445	0.12054629	0.01119746	0.00220379	5.08098958	7.76088E-06

Tabla n) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables temperatura (T) y supervivencia como variable dependiente $R=0.646$ $R^2=0.417$ Ajustada $R^2=0.404$ $F(1,46)=32.914$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 3.6114.

T vs SUPV.	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			131.181559	6.69179822	19.6033345	5.7356E-24
T	-0.64582068	0.11257033	-1.45347387	0.25334902	-5.73704167	7.164E-07

Tabla o) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y la tasa de crecimiento instantáneo TCI como variable dependiente $R=-0.829$, $R^2=0.687$, Ajustada $R^2=0.679$ $F(1,43)=94.356$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 0.5813.

t vs TCI	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			5.81178519	0.18673895	31.1225112	4.013E-31
t	-0.82882171	0.0853249	-0.03523687	0.00362754	-9.71371424	2.06897E-12

Tabla p) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y la tasa de crecimiento absoluto TCA como variable dependiente $R=0.778$, $R^2=0.606$, Ajustada $R^2=0.596$ $F(1,43)=66.157$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 0.02313

T vs TCA	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			0.09457132	0.00743051	12.7274373	3.53755E-16
T	0.77850673	0.09571363	0.00117404	0.00014434	8.13370797	3.06756E-10

Tabla q) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre las variables tiempo (t) y La Supervivencia como variable dependiente, $R=0.735$ $R^2=0.541$ Ajustada $R^2=0.531$ $F(1,46)=54.197$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estándar estimado: 3.2050

T vs SUPV.	BETA	Err. Est. De BETA	B	Err. Std. B	t(43)	Nivel de p
Intercepción			98.9785428	0.94559879	104.672873	0
T	-0.73546177	0.09990169	-0.43367568	0.05890848	-7.36185525	2.6184E-09

Tabla r) Resumen de los parámetros biométricos finales por densidad (35, 70, 105 peces/m³) de la etapa de preengorda.

PARAMETROS BIOMETRICOS	35	70	105
PESO PROMEDIO (g) INICIAL	1.3 ± 0.8	1.3 ± 0.8	1.3 ± 0.8
LONGITUD PATRON (cm) INICIAL	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.7
PESO PROMEDIO (g) FINAL	17.22 ± 1.35 ^a	20.08 ± 1.47 ^b	16.45 ± 0.40 ^a
LONGITUD PATRON (cm) FINAL	8.04 ± 0.13 ^a	8.43 ± 0.28 ^b	7.99 ± 0.05 ^a
GANANCIA EN BIOMASA (%)	1064 ± 147	1283 ± 114	998 ± 95
TCI (%/d)	3.07 ± 0.09	3.26 ± 0.09	3.02 ± 0.03
TCA (g/d)	0.19 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.18 ± 0.00
ICA	1.35 ± 0.10	1.13 ± 0.03	1.29 ± 0.09
FC	3.31 ± 0.11	3.35 ± 0.18	3.23 ± 0.02
ORGANISMOS PRODUCIDOS	31 ± 2	63 ± 2	91 ± 6
BIOMASA INICIAL	45.5	91	136.5
BIOMASA FINAL	603.2 ± 47	1419.4 ± 91	1800 ± 130
SUPERVIVENCIA (%)	89.52 ± 3.30	89.52 ± 2.18	86.43 ± 5.05

Valores con letras precedidos de letras distintas indican diferencias significativas.

ANEXO II

ENGORDA

Tabla a) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), para el valor del peso de los juveniles durante el período de engorda.

TIEMPO/DENSIDAD	N	max D	p
T0 D300	41	0.173266303	p < .20
T0 D600	81	0.130820417	p < .15
T0 D900*	131	0.146355772	p < .01
T16 D300	41	0.119899481	p > .20
T16 D600	81	0.108890607	p > .20
T16 D900*	131	0.145416126	p < .01
T33 D300	41	0.120383862	p > .20
T33 D600	81	0.131751383	p < .15
T33 D900*	130	0.159580895	p < .01
T48 D300	40	0.121156111	p > .20
T48 D600	80	0.126172491	p < .20
T48 D900*	112	0.149763838	p < .05
T80 D300	40	0.105056960	p > .20
T80 D600*	78	0.162197647	p < .05
T80 D900*	113	0.139680746	p < .05
T94 D300	40	0.115425014	p > .20
T94 D600	77	0.150488988	p < .10
T94 D900*	113	0.136234590	p < .05
T112 D300	39	0.129918393	p > .20
T112 D600	75	0.145382694	p < .10
T112 D900*	113	0.131756258	p < .05
T129 D300	38	0.133999864	p > .20
T129 D600	74	0.153154131	p < .10
T129 D900	113	0.113237458	p < .15
T151 D300	37	0.139302075	p > .20
T151 D600*	74	0.172764330	p < .05
T151 D900	110	0.124707425	p < .10

Los valores de Tiempo/Densidad con * representan ausencia de normalidad en los datos.

Tabla b) Pruebas de Kolmogorov-Smirnov de normalidad por tiempo (T) y densidad (D), de los valores de peso transformados a logaritmo natural (ln) durante la etapa de engorda.

TIEMPO/DENSIDAD	N	max D	p
T0 D300	41	0.108482628	p > .20
T0 D600	81	0.086888796	p > .20
T0 D900	131	0.106660287	p < .10
T16 D300	41	0.097035140	p > .20
T16 D600	81	0.089546577	p > .20
T16 D900	131	0.099096186	p < .20
T33 D300	41	0.100905125	p > .20
T33 D600	81	0.093159002	p > .20
T33 D900	130	0.110540725	p < .10
T48 D300	40	0.111937076	p > .20
T48 D600	80	0.082085126	p > .20
T48 D900	112	0.097073358	p > .20
T80 D300	40	0.096725175	p > .20
T80 D600	78	0.123733088	p < .20
T80 D900	113	0.087054604	p > .20
T94 D300	40	0.104889984	p > .20
T94 D600	77	0.111224617	p > .20
T94 D900	113	0.094943460	p > .20
T112 D300	39	0.118466657	p > .20
T112 D600	75	0.107907558	p > .20
T112 D900	113	0.095998142	p > .20
T129 D300	38	0.114166436	p > .20
T129 D600	74	0.119993722	p > .20
T129 D900	113	0.085204698	p > .20
T151 D300	37	0.118226742	p > .20
T151 D600	74	0.126977373	p < .20
T151 D900	110	0.097028602	p > .20

Tabla c) Prueba de Levine de homogeneidad de varianza ($P > 0.05$) del ln del peso entre densidades durante la etapa de engorda.

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
16	0.0135071	2	0.00675357	7.33253684	250	0.02933015	0.230	0.794
33	0.1155986	2	0.05779934	8.0697629	249	0.03240869	1.783	0.170
48	0.2078130	2	0.10390652	8.51994569	229	0.03720500	2.793	0.063
80	0.1125309	2	0.05626545	9.00810306	228	0.03950922	1.424	0.243
94	0.1095659	2	0.05478295	8.96491852	227	0.03949303	1.387	0.252
112	0.1446245	2	0.07231228	8.73338329	224	0.03898832	1.855	0.159
129	0.1507904	2	0.07539520	8.89537388	222	0.04006925	1.882	0.155
151	0.1074177	2	0.05370889	8.67514869	218	0.03979426	1.350	0.261

Tabla d) Análisis de varianza ($P > 0.05$) con respecto al ln del peso de los peces en función de la densidad inicial durante la etapa de engorda.

TIEMPO	SC efecto	gl	CM efecto	SC error	gl	CM error	F	p
0	0.3148808	2	0.1574404	24.571331	250	0.0982853	1.602	0.2036
16	0.5213919	2	0.2606960	23.781900	250	0.0951276	2.740	0.0665
33*	0.7922122	2	0.3961061	25.915643	249	0.1040789	3.806	0.0235
48*	1.1630961	2	0.5815481	27.595805	229	0.1205057	4.826	0.0089
80*	1.3067698	2	0.6533849	29.584541	228	0.1297568	5.035	0.0072
94*	1.5550326	2	0.7775163	29.607619	227	0.1304300	5.961	0.0030
112*	1.2979339	2	0.6489669	29.874357	224	0.1333677	4.866	0.0085
129*	1.3310704	2	0.6655352	30.715188	222	0.1383567	4.810	0.0090
151*	1.4029000	2	0.7014500	29.767180	218	0.1365467	5.137	0.0066

Los valores de tiempo con * representan diferencia significativa con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla e) Pruebas LSD de comparaciones pareadas del peso promedio ($M=$) de los peces según la densidad de siembra inicial durante la etapa de engorda.

DIA 33

DENSIDAD	300	600	900
PESOPROMEDIO	M=3.3855	M=3.3578	M=3.2564
300		0.654118652	0.026342199'
600	0.654118652		0.027324206'
900	0.026342199*	0.027324206'	

Los valores con un ' representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 48

DENSIDAD	300	600	900
PESOPROMEDIO	M=3.5603	M=3.5101	M=3.3893
300		0.455883858	0.008024218'
600	0.455883858		0.018265468'
900	0.008024218*	0.018265468.	

Los valores con un ' representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 80

DENSIDAD	300	600	900
PESO PROMEDIO	M=3.6450	M=3.5645	M=3.4515
300		0.25173671	0.003861977*
600	0.25173671		0.034213829*
900	0.003861977*	0.034213829*	

Los valores con un * representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 94

DENSIDAD	300	600	900
PESOPROMEDIO	M=3.7653	M=3.6479	M=3.5440
300		0.096794069	0.001013066*
600	0.096794069		0.0527929
900	0.001013066*	0.0527929	

Los valores con un * representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 112

DENSIDAD	300	600	900
PESOPROMEDIO	M=3.8077	M=3.6826	M=3.5997
300		0.083984436	0.002430612*
600	0.083984436		0.129113907
900	0.002430612*	0.129113907	

Los valores con un * representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 129

DENSIDAD	300	600	900
PESOPROMEDIO	M=3.8228	M=3.7102	M=3.6142
300		0.130638542	0.003100542*
600	0.130638542		0.085899521
900	0.003100542*	0.085899521	

Los valores con un * representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 151

DENSIDAD	300	600	900
PESO PROMEDIO	M=3.9232	M=3.8026	M=3.7053
300		0.106455229	0.00217303*
600	0.106455229		0.081393397
900	0.00217303*	0.081393397	

Los valores con un * representan diferencia significativa en peso con un nivel de significación de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla f) Análisis de covarianza entre pendientes del crecimiento en peso, según el modelo $Y=ae^{bx}$ para las densidades iniciales de cultivo durante la etapa de engorda.

DENSIDAD	S x2	S xy	S y2	n	b	SC RESID	gl RESID
300	624308.79	3123.91	63.80	316	0.00500	48.172	314
600	1234174.60	4998.29	98.77	620	0.00405	78.531	618
900	1901883.75	7885.01	137.72	935	0.00415	105.035	933
REG ESTIM						231.738	1865
REG COMUN	3760367.15	16007.22	300.30		0.00426	232.163	1866
REG TOTAL				1871			1869
F calc	1.70849553						
F (0.05,2,1865)	3						
bc	0.00425682						

Tabla g) Prueba ANOVA por rangos de Kruskal-Wallis para las variables; longitud patrón, longitud cefálica y altura máxima, para cada una de las biometrías durante la etapa de engorda.

LONGITUD PATRON

DIA 16

$H(2, N=253) = 5.214373$ $p = .0738$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5750
Grupo 2	600	81	11060.5
Grupo 3	900	131	15320.5

DIA 33

$H(2, N=252) = 4.446125$ $p = .1083$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5781.5
Grupo 2	600	81	10830.5
Grupo 3	900	130	15266

DIA 48

$H(2, N=232) = 5.936779$ $p = .0514$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5306
Grupo 2	600	80	9859
Grupo 3	900	112	11863

DIA 80

$$H(2, N=231) = 7.936975 \text{ p} = .0189^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5564.5
Grupo 2	600	78	9328
Grupo 3	900	113	11903.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 94

$$H(2, N=230) = 8.177$$

	Código		n	Suma de rangos
	300	300		
	600			
Grupo 1	900		40	5615
Grupo 2	600		77	9008
Grupo 3	900		113	11942

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 112

$$H(2, N=227) = 8.256326 \text{ p} = .0161^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	39	5320.5
Grupo 2	600	75	8924.5
Grupo 3	900	113	11633

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 129

$$H(2, N=225) = 7.820791 \text{ p} = .0200^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5750
Grupo 2	600	81	11060.5
Grupo 3	900	131	15320.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 151

$$H(2, N=221) = 7.156917 \text{ p} = .0279^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5750
Grupo 2	600	81	11060.5
Grupo 3	900	131	15320.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en LP con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

LONGITUD CEFALICA

DIA 16

H (2, N= 253) = 6.192414 p =.0452

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	6201.5
Grupo 2	600	81	10346.5
Grupo 3	900	131	15583

DIA 33

H (2, N= 252) = 2.838818 p =.2419

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5324.5
Grupo 2	600	81	11041
Grupo 3	900	130	15512.5

DIA 48

H (2: N= 232) = 5.442636 p =.0658

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5166.5
Grupo 2	600	80	9983.5
Grupo 3	900	112	11878

DIA 80

H (2, N= 231) = 7.399408 p =.0247*

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5499.5
Grupo 2	600	78	9387.5
Grupo 3	900	113	11909

Los valores con un * representan diferencia **significativa** en LC con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 94

H (2, N= 230) = 8.843399 p =.0120*

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5421
Grupo 2	600	77	9500.5
Grupo 3	900	113	11643.5

Los valores con un * representan diferencia **significativa** en LC con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 112

$$H(2, N=227) = 6.729941 \quad p = .0346^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	39	5099
Grupo 2	600	75	9126
Grupo 3	900	113	11653

Los valores con un * representan diferencia significativa en LC con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 129

$$H(2, N=225) = 6.516958 \quad p = .0385^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	38	4987.5
Grupo 2	600	74	8815.5
Grupo 3	900	113	11622

Los valores con un * representan diferencia significativa en LC con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 151

$$H(2, N=221) = 12.80362 \quad p = .0017^*$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	37	5152.5
Grupo 2	600	74	8629.5
Grupo 3	900	110	10749

Los valores con un * representan diferencia significativa en LC con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

ALTURA MAXIMA

DIA 16

$$H(2, N=252) = 4.680259 \quad p = .0963$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5692.5
Grupo 2	600	81	10976
Grupo 3	900	130	15209.5

DIA 33

$$H(2, N=252) = 3.305091 \quad p = .1916$$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	41	5725
Grupo 2	600	81	10706.5
Grupo 3	900	130	15446.5

DIA 4%

H (2, N= 232) = 5.445552 p =.0657

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5252.5
Grupo 2	600	80	9869.5
Grupo 3	900	112	11906

DIA 80

H (2, N= 231) = 8.889347 p =.0117*

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	40	5438.5
Grupo 2	600	78	9682
Grupo 3	900	113	11675.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en AM con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 94

H (2, N= 230) = 12.98207 p =.0015*

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	3 0 0	40	5701
Grupo 2	600	77	9449.5
Grupo 3	900	113	11414.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en AM con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 112

H (2, N= 227) = 5.951387 p =.0510

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	39	5256
Grupo 2	600	75	8708
Grupo3	900	113	11914

DIA 129

H (2, N= 225) = 7.421484 p =.0245

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	38	5163
Grupo 2	600	74	8588.5
Grupo 3	900	113	11673.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en AM con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

DIA 151

 $H(2, N=221) = 8.084451$ $p = .0176^*$

	Código	n	Suma de rangos
Grupo 1	300	37	4997
Grupo 2	600	74	8417.5
Grupo 3	900	110	11116.5

Los valores con un * representan diferencia significativa en AM con un nivel de significancia de $P > 0.05$ con respecto a las densidades comparadas.

Tabla h) Prueba no paramétrica de comparación múltiple de Kruskal-Wallis, para las variables longitud patrón, longitud cefálica y altura máxima, durante la etapa de engorda.

LONGITUD PATRON

DIA 80

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	19.837	12.952	1.532 ^{ns}	2.394
300 VS 900	33.390	12.254	2.725 ^s	2.394
600 VS 900	13.553	9.804	1.382 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 94

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	23.388	12.898	1.813 ^{ns}	2.394
300 VS 900	34.694	12.176	2.849 ^s	2.394
600 VS 900	11.306	9.779	1.156 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 112

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	17.430	12.892	1.352 ^{ns}	2.394
300 VS 900	33.476	12.128	2.760 ^s	2.394
600 VS 900	16.046	9.726	1.650 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 129

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	20.934	12.916	1.621 ^{ns}	2.394
300 VS 900	33.116	12.136	2.729 ^s	2.394
600 VS 900	12.181	9.678	1.259 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 151

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	21.689	12.826	1.691 ^{ns}	2.394
300 VS 900	32.225	12.107	2.662 ^s	2.394
600 VS 900	10.535	9.578	1.100 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

LONGITUD CEFALICA

DIA 80

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	17.150	12.922	1.327 ^{ns}	2.394
300 VS 900	32.121	12.225	2.628 ^s	2.394
600 VS 900	14.971	9.781	1.531 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 94

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	11.991	12.838	0.934 ^{ns}	2.394
300 VS 900	32.260	12.119	2.662 ^s	2.394
600 VS 900	20.269	9.734	2.082 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 112

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	9.064	12.897	0.703 ^{ns}	2.394
300 VS 900	27.620	12.132	2.277 ^s	2.394
600 VS 900	18.556	9.730	1.907 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 129

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	13.223	12.921	1.023 ^{ns}	2.394
300 VS 900	29.345	12.141	2.417 ^s	2.394
600 VS 900	16.122	9.682	1.665 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 151

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	22.365	12.741	1.755 ^{ns}	2.394
300 VS 900	41.031	12.026	3.412 ^s	2.394
600 VS 900	18.666	9.514	1.962 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

ALTURA MAXIMA

DIA 80

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	11.834	12.923	0.916 ^{ns}	2.394
300 VS 900	32.639	12.226	2.670 ^s	2.394
600 VS 900	20.805	9.782	2.127 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comoaradas. el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 94

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	19.804	12.908	1.534 ^{ns}	2.394
300 VS 900	41.512	12.185	3.407 ^s	2.394
600 VS 900	21.708	9.787	2.218 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

DIA 129

Comp.	Diferencias	Error std.	q calculada	q(0.05,inf,3)
300 VS 600	19.821	12.937	1.532 ^{ns}	2.394
300 VS 900	32.572	12.156	2.679 ^s	2.394
600 VS 900	12.751	9.694	1.315 ^{ns}	2.394

El subíndice "s" indica diferencias significativas entre las densidades comparadas, el subíndice "ns" indica no significativa.

5) FACTOR DE CONDICIÓN (FC)

 $H(2, N=8) = 5.235230$ $p = .0730$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	300	3	20
Grupo 2	600	3	12.5
Grupo 3	900	2	3.5

6) SUPERVIVENCIA

 $H(2, N=8) = 3.383335$ $p = .1842$

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	300	3	9
Grupo 2	600	3	13
Grupo 3	900	2	14

Tabla j) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y la tasa de crecimiento instantáneo (TCI) como variable dependiente $R=0.833$, $R^2=0.694$, Ajustada $R^2=0.686$, $F(1,43)=97.537$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.57468.

T vs TCI	BETA	Err. Std. De BETA	B	Err. Std. De B.	t(43)	nivel de p
Intercep.			15.7031121	1.16738746	13.4514997	5.228E-17
temperatura	-0.83308508	0.0843538	-0.4293595	0.04347468	-9.87608216	1.2586E-12

Tabla k) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y la tasa de crecimiento absoluto (TCA) como variable dependiente $R=0.612$, $R^2=0.375$, Ajustada $R^2=0.360$, $F(1,43)=25.816$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.02913.

T vs TCA	BETA	Err. Std. De BETA	B	Err. Std. De B.	t(43)	nivel de p
Intercep.			15.7031121	1.16738746	13.4514997	5.228E-17
temperatura	-0.83308508	0.0843538	-0.4293595	0.04347468	-9.87608216	1.2586E-12

Tabla l) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable temperatura y CONSUMO de alimento como variable dependiente $R=0.793$, $R^2=0.629$, Ajustada $R^2=0.621$, $F(1,43)=73.026$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 5 1 5 . 2 4 .

T vs CONS.	BETA	Err. Std. De BETA	B	Err. Std. De B.	t(43)	nivel de p
Intercep.			-7969.03666	1030.56487	-7.73268803	1.1373E-09
temperatura	0.79334307	0.09283729	339.61003	39.741287	8.54552167	8.116E-11

Tabla m) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable tiempo y Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) como variable dependiente $R=0.828$, $R^2=0.687$ Ajustada $R^2=0.679$, $F(1,43)=94.356$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.58130.

t vs TCI.	BETA	Err. Std. De BETA	B	Err. Std. De B.	t(43)	nivel de p
Intercep.			5.81178519	0.18673895	31.1225112	4.013E-31
tiempo	-0.82882171	0.0853249	-0.03523687	0.00362754	-9.71371424	2.069E-12

Tabla n) Análisis de regresión sin considerar tratamiento entre la variable tiempo y Tasa de crecimiento absoluto (TCA) como variable dependiente $R=0.778$ $R^2=0.606$ Ajustada $R^2=0.597$, $F(1,43)=66.157$ con un nivel de significancia de $P < 0.05$ Error estimado: 0.58130.

t vs TCA.	BETA	Err. Std. De BETA	B	Err. Std. De B.	t(43)	nivel de p
Intercep.			0.09457132	0.00743051	12.7274373	3.5376E-16
tiempo	0.77850673	0.09571363	0.00117404	0.00014434	8.13370797	3.0676E-10

Tabla o) Resumen de los parámetros biométricos finales por densidad (300, 600, 900 g/m^3) de la etapa de engorda.

PARAMETROS BIOMETRICOS		300	600	900
PESO PROMEDIO (g)	INICIAL	18.8±1.6	22.1±2.4	19.5±1.6
LONGITUD PATRON (mm)	INICIAL	9.0±0.3	9.2±0.3	9.0±0.7
LONGITUD CEFALICA (mm)	INICIAL	3.3±0.2	3.4±0.1	3.3±0.3
ALTURA MAXIMA (mm)	INICIAL	2.8±0.1	2.7±0.2	2.7±0.0
PESO PROMEDIO (g)	FINAL	55.0±6.9 ^a	48.3±5.0 ^{a,b}	41.1±5.7 ^b
LONGITUD PATRON (mm)	FINAL	12.4±0.6 ^a	11.9±0.5 ^{a,b}	11.4±0.5 ^b
LONGITUD CEFALICA (mm)	FINAL	4.6 ± 0.2 ^a	4.3 ± 0.2 ^{a,b}	4.1 ± 0.2 ^b
ALTURA MAXIMA (mm)	FINAL	4.0±0.1 ^a	3.8±0.1 ^{a,b}	3.6±0.2 ^b
GANANCIA EN BIOMASA (%)		134±29	98±14	94±1
TCI (%/d)		0.61 ± 0.03	0.52 ± 0.3	0.49 ± 0.04
TCA (g/d)		0.22 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.14 ± 0.03
ICA		3.19 ± 0.67	2.44 ± 0.05	2.16 ± 0.23
FC		2.9 ± 0.0	2.9 ± 0.1	2.8 ± 0.0
ORGANISMOS SEMBRADOS		14 ± 1	27 ± 3	47 ± 4
ORGANISMOS PRODUCIDOS		12 ± 1	25 ± 3	43 ± 6
BIOMASA FINAL		696.3 ± 91	1183.8 ± 78	1752.8 ± 16.3
COSTO HIPOTETICO DEL ALIMENTO (\$)		8.72	15.43	22.65
ALIMENTO CONSUMIDO (g)		1744.33±21.54	3085.66±117.82	4530±323
SUPERVIVENCIA (%)		90.4 ± 3.3	90.2 ± 2.2	92.3 ± 5.1

Valores con letras precedidos de letras distintas indican diferencias significativas.

ANEXO III

Tabla 1. Comparación de proteínas, lípidos v valor energético de algunas dietas utilizadas en la engorda de peces marinos percoideos.

ESPECIE	PESO (g)	PROTEINA (%)	LIPIDOS (%)	FIBRACRUDA CRUDA (%)	CENIZAS (%)	HUMEDAD (%)	ENERGÍA (mgP/Kcal DE)	REFERENCIA
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	705-1099	53.4	13.3	09	12.3	6.5	140	Tucker, 1998.
<i>Centropomus undecimalis</i>	16-44	50.9	8.7	4.0	11.5	11.1	146	Tucker, 1998.
<i>Chrysophys major</i>	Juvenil	53.5	5	1	17	11	304	Alliot et al. 1983.
(= <i>Pagrus</i>)	Adulto	47.5	4.5	1.5	18	11	283	Alliot et al. 1983.
<i>Epinephelus malabaricus</i>	3.8	46.4	8.1	?	6.7	?	4.69 (kcal/g)	Chen y Tsai, 1994.
<i>E. salmoides</i> (=malabaricus)	55.7-795.9	40	14	?	?	?	330	Teng et al., 1977.
<i>E. striatus</i>	7-71	59.9	10.3	0.9	10.2	7.8	158	Tucker, 1998.
<i>E. tauvina</i>	25.8 - 246	55.0	8.6	3.9	13.5	39.0	114	Tacon et al., 1991..
<i>Lates calcarifer</i>	3.5 - 7.2	55.0	8.6	3.9	13.5	39.0	114	Tacon et al., 1991.
	9 - 62	53.8	12.9	4.9	12.6	10	147	Tucker, 1998.
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	9.13 - 45.8	45	8.5 ± 0.26	1.19 ± 0.32	11.0 ± 0.12	18.56 ± 0.3	4842.01 ± 15.2	Alvarez-Gonzalez,, 1999.
<i>Morone chrysops</i> x <i>M. saxatilis</i>	862-1 333	53.9	15.5	1.1	12.6	6.2	138	Tucker, 1998.
<i>Sciaenops ocellatus</i>	4 - 63	58.5	18.0	0.9	12.9	5.9	144	Tucker, 1998.

Tabla 2. Principales especies marinas cultivadas en jaulas flotante:

ESPECIE	org/m ³	kg/m ³	Dimensiones (m)	E d a d (meses)	Peso (g)	Volumen (m ³)	Supervivencia (%)	Referencia
<i>Acanthopagrus latus</i>	16		6x6x3.5H	12	5cm-600g	126	85	Chen, 1990.
<i>A. schlegeli</i>	12-16		6x6x3.5H	12	10a15-300 a400	126	90	Chen, 1990.
<i>Dicentrarchus labrax</i>	51	?	5x5x2H	?	?	50	?	Barbato <i>et al.</i> , 1993.
		20	5x5x5H	5-36	-3-375	100	-50	Barnabé, 1990d; Coves <i>et al.</i> , 1991.
<i>Epinephelus salmoides (=malabaricus)</i>	10-100	20	2x5x2H		9-1300	50	95	Tookwinas, 1990.
<i>E. salmoides (=malabaricus)</i>	60	3.4	1.83x2.13x1.42H	G-8	50-500	3	94.5	Chua y Teng, 1978.
<i>E. fauvinus</i>	400	6.8	7x1.5x0.6H	52 días	17-64	6	99	Abdullah <i>et al.</i> , 1987.
	60	8.7	7x1.5x0.6H	7	150-450	6	87	Abdullah <i>et al.</i> , 1987.
<i>E. akaara</i>	60	?	1.5x1.5x1.65H	70 días	26-135	3	96	Teng y Chia - Eng Chua 1978.
<i>Lates calcarifer</i>	44/m ²	?	5x5x3H	6-8	90-700	75	90-95	Anonimo, 1986.
	154	?	1x1x1.5H	4-11	38-551	1.3	99	Sakaras, 1987.
	6	?	1.5x1.5x3H	5	244-879	6.8	100	Martosudarmo, 1987.
	45	?	10x10x3H	?	?	300	?	Chen, 1990.
	40	?	5x5x2H	?	?	50	90	Tookwinas, S. 1990.
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	800	?	1x1x1	2	0.2-7.5	1	70	Doi ySinghagrawan, 1993.
	80	?	2.5x2.5x4	12	7.5-500	25	85	Doi ySinghagrawan, 1993.
<i>Lutjanus argentiventris</i>	6	?	3x3x2H	12	29.7-308	13.5	95	Aviles-Quevedo <i>et al.</i> , 1996.
<i>L. aratus</i>	4	?	3x3x2H	12	240-1180	13.5	97	Aviles-Quevedo <i>et al.</i> , 1996.
<i>L. peru</i>	4	?	3x3x2H	13	234-117	18	65	Aviles-Quevedo <i>et al.</i> , 1996.
<i>Pagrus major</i>	12-16		6x6x3.5H	?	?	126	90	Chen, 1990.
<i>Pogonias cromis</i>	50	?	Cilindrica	6.5	50-207.4	1.08	?	Ojeda y Straun. 1980.
<i>Sciaenops ocellatus</i>	37	10.6	?	10	28-662	9	37	Davis, <i>et al.</i> , 1989.
<i>Seriola dumerilii</i>	14	?	10 ² x5H	?	?	50	~24	Porrello <i>et al.</i> , 1993.
<i>Seriola quinqueradiata</i>	10	0.15	5x5x7	7.5	10-1000	175	?	Fujiya., 1976. (en Chua y Teng, 1980)
	10	0.55	5x5x7	7.5	50-2000	175	?	Fujiya., 1976. (en Chua y Teng, 1980)
	23	?	8x8x8H	?	?	512	> 85	Watanabe <i>et al.</i> , 1991.
<i>Sparus aurata</i>	20	?	6x6x2H	?	?	72	?	Barbato <i>et al.</i> , 1993.
	48	?	5x5x2H	-5-19	7-559	50	83	Barbato <i>et al.</i> , 1993.
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	40	?	4x4x3H	12	1-138	30	30	Gomez-Gaspar y Lárez, 1985.
<i>Chaetodipterus faber</i>	2.3	0.15	4x4x3H	45 días	0.21-326	30	95	Gomez-Gaspar y Lárez, 1984.
<i>Trachinotus carolinus</i>	20	0.274	4x4x3H	12	1-391	50	62	Gomez-Gaspar y Lárez, 1983.

Tabla 3. Comparación de los índices de crecimiento de peces carnívoros cultivados: Tasa de crecimiento absoluto (TCA), Tasa de crecimiento instantáneo (TCI) e Índice de conversión alimenticia (ICA).

ESPECIE	PESO (g) w ₀ - W _f	TIEMPO (Días)	TCA (g/d)	TCI (%/d)	ICA (g/g)	REFERENCIA
<i>A. can thopagrus schlegeli</i>	705 - 1099	86	4.57	0.52	1.58	Tucker, 1998.
<i>Centropomus undecimalis</i>	16-44	50	0.56	2.08	0.73	Tucker, 1998.
<i>Epinephelus malabaricus</i>	3.8 - 2.9	50	?	?	0.94	Chen, 1990.
<i>E. striatus</i>	7-71	145	0.44	1.57	0.90	Tucker, 1998.
<i>E. tauvina</i>	25.8 - 246	155	2.20	2.25	1.06	Tacon et al., 1991.
<i>La tes calcarifer</i>	8.5 - 164	155	1.55	2.96	1.15	Tacon et al., 1991.
	9-62	75	0.71	2.49	0.93	Tucker, 1998.
<i>Morone chrysops x M. saxa tilis</i>	862 - 1333	156	3.02	0.28	3.16	Tucker, 1998.
<i>Pogonias cromis</i>	62.8 - 169.5	71	1.5	?	?	Ojeda y Strawn 1980.
<i>Sciaenops ocella tus</i>	36 - 662	302	1.9	?	8.7	Davis, et al., 1989.
	4-63	75	0.79	3.57	0.80	Tucker, 1998.
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	9-45	93	0.39	1.74	1.53	Alvarez-González, 1999.
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1.3 - 20.08	84	0.22	3.26	1.13	Este trabajo.
	22.1- 48.3	151	0.17	0.52	2.44	Este trabajo.

Tabla 4. Insumos y análisis proximal de la dieta utilizada para alimentara los juveniles de cabrilla arenera, en base seca.

INGREDIENTES	Porcentaje de Inclusión
Atún fresco en filete	35
Calamar entero	16
Harina de sardina'	36
Aceite de sardina'	3.5
Lecitina de soya ¹	3.5
Premezcla de vitaminas ²	1
Vitamina C ³	1
Alginato de sodio ⁴	4
Total	100.00
ANALISIS PROXIMAL	%
Proteínas ⁵	56.19
Lípidos ⁵	22.07
Extracto libre de nitrógeno ⁵	8.54
Cenizas ⁵	13.20
Total	100.00
Humedad	30.00

1. Promotora Industrial Acuasistemas S.A. de C.V. (PIASA).

2. GEMINIS PLUS. Cada 100g. De complemento contiene: Vitamina A (Palmitato) 156,250 UI, Vitamina D3 150 000 UI, Vitamina E 36 UI, Riboflavina 88 mg, Acido d-pantoténico 160 mg., Niacina 360 mg., Cianocobalamina 0.5 mg., Clorhidrato de Tiamina 18.7 mg., Bisulfato Sod. Menadiona 19.2 mg., Acido fólico 3.0 mg., Sacarosa c.s.p. 100 g.

3. Rovimix-Roche.

4. Planta piloto de alginatos CICIMAR-IPN.

5. Análisis proximal calculado en base seca.

Tabla 5. Variables ambientales y de calidad del agua para Bahía Falsa Baja California Sur (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993).

VARIABLE	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO
Temperatura ambiente (°C)		29	
Precipitación (mm)	75	350	212.5
Evaporación (mm)			276.0
VIENTOS DOMINANTES			
Sudeste ("Coromueles") Mes de registro		20 m/seg. Septiembre	2 anual
Noreste ("Collas")	?	?	12.2
Profundidad (m)	7	13	12
Oleaje (cm)	?	50	?
Mareas (metros)	1	2	1.5
Oxígeno (ml/l)	5.5	7.8	7.4
pH	7.74	8.20	7.99
Salinidad (0/00)	35	36	35.5
Temperatura del agua (°C) Mes de registro	20 enero	30 octubre	24.3 anual
Contaminación (NMP/100 ml)	3	7	5

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y
 CIENCIAS MARITIMAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
 DONATIVO