



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

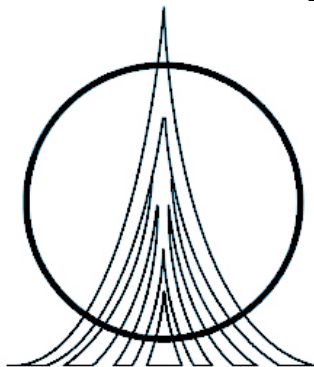
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Algunos aspectos biológicos y ecológicos de la Corvina *Bairdiella chrysoura* (Pisces: Sciaenidae), como especie dominante del Sistema Lagunar Tampamachoco Veracruz, en el período (mayo 1990– junio 1991)

T E S I S
Para obtener el título de:
B I Ó L O G O
P r e s e n t a n :

Rosario Pacheco Marin
Arturo Chirino González

Director. Dr. Isaías H. Salgado Ugarte





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS DE ROSARIO

A quien admiro, respeto, quien confía en mí y sobre todo a quien le amo muchísimo, a quien me enorgullece decir que es mi amiga incondicional *mami teo*.

A mi *papi andres* por brindarse la oportunidad de estudiar, por quererme y sobre todo por confiar en su hijita.

A mis hermanos *andrecito y sergio* porque me han apoyado muchísimo y son parte fundamental de mi existencia.

A *oli* por ser parte de mi grandiosa familia y sobre todo porque me ha enseñado muchísimo.

A *uriel, Ivonne y andrecito* por haber escogido ser parte de mi familia y ser la parte inocente de ella.

A quien a sido parte de el apoyo emocional para seguir siempre hacia delante y es un ejemplo de fortaleza *abue juve*.

A *artur* por integrarse a mi existencia en el momento y el lugar exacto y ser en este momento el dueño de mi corazoncito.

A mi compañerita de todos mis desvelos, que siempre me recibe con alegría no importa la hora ni el día *gigi*

Dedicatorias

A mi madre

Te dedico muy en especial el empeño y esfuerzo puestos en este trabajo, por la gran mujer que eres y por enseñarme que el trabajo duro en la vida trae consigo la recompensa de la satisfacción. Tu fortaleza es mi ejemplo a seguir.

A mi padre

Te doy las gracias por todo lo que me distes y por lo que no mediste ya que de esta manera aprendí a valorar todo lo que me rodea y a darme cuenta de que puedo ser capaz de lograr lo que me proponga, por ello estas líneas son para ti.

A mi gran familia

No tengo palabras para agradecer todo su apoyo y cariño que me otorgan y creo firmemente que sin ustedes nada de esto existiría, por lo que este trabajo es suyo.

Muy en especial a mis hermanos

Juan, Eduardo, Javier Luis, Pati, Ara, Irma, gracias por creer en mi y apoyarme hasta el final. Miren en lo que termino.

A mis sobrinos

Quienes son parte importante de mi esfuerzo.

A Rosario

Llegamos al final de un objetivo más que no es más que le inicio de uno nuevo. Te agradezco todo el apoyo y comprensión que me haz dado, así como la oportunidad de compartir parte de tu vida. Te amo Charito

Chirino González Arturo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de México la oportunidad de una formación académica a través de la Facultad de Estudios Zaragoza.

A la Universidad Autónoma Metropolitana (Iztapalapa) por haber facilitado sus instalaciones para la realización de una parte del trabajo.

De manera muy especial al Dr. Isaias H. Salgado Ugarte, director de la tesis y al Biólogo Marco A. Pérez Hernández por su apoyo incondicional, ayuda y consejos, así como por su confianza que nos llevo a la conclusión del presente trabajo

A nuestros sinodales

M en C. Ernesto Mendoza Vallejo por sus comentarios que ayudaron a mejorar este trabajo.

Dr. José Luis Gómez Márquez por su tiempo y su apoyo prestado, así como por sus aportaciones en la realización de este escrito.

M en BRA. Guillermo A. Blancas Arrollo por sus observaciones que fueron de mucha utilidad para la conclusión de esta tesis.

Biól. Eloísa A. Guerra Hernández por sus comentarios del presente trabajo.

A todos los profesores que participaron en nuestra formación académica. y en especial a la Biol. Maricela Arteaga Mejía por su confianza y apoyo a lo largo de nuestra formación académica.

A todas las personas que de una u otra forma han participado en nuestra formación.

Este Trabajo recibió apoyo de los proyectos: PAPIME 192031 y PAPIME EN221403

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS	8
DESCRIPCIÓN Y TAXONOMÍA DE <i>Bairdiella chrysoura</i>	9
ÁREA DE ESTUDIO	14
MÉTODO GENERAL	17
CAPÍTULO 1. COMPOSICIÓN Y PROPORCIÓN SEXUAL	20
Resultados	22
CAPÍTULO 2. RELACIÓN PESO-LONGITUD	40
Resultados	43
CAPÍTULO 3. COMPOSICIÓN POR TALLAS MEDIANTE ESTIMADORES DE DENSIDAD POR KERNEL (EDKS)	52
Resultados	55
CAPÍTULO 4. FACTOR DE CONDICIÓN Y CICLO REPRODUCTIVO	62
Resultados	68
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)	78
Resultados	79
CAPÍTULO 6. CORRELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES ORFOMÉTRICOS (Kr, IGS, IHS E ITD) Y MEDIAS PONDÉRALES AJUSTADAS OBTENIDAS MEDIANTE EL ANMUCOVA	84
Resultados	85
CAPÍTULO 7. COMPONENTES GAUSSIANOS Y COHORTES PARA ESTIMAR LA EDAD	92
Resultados	94
CAPÍTULO 8. EDAD Y CRECIMIENTO	99
Resultados	107
CAPÍTULO 9. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y FACTORES FÍSICOQUÍMICOS.	119
Resultados	124
BIBLIOGRAFÍA	150

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. -Hábitos alimentarios de <i>Bairdiella chrysoura</i> . Modificado de Yáñez-Arancibia <i>et al.</i> , (1983)	12
Tabla 2. -Composición y proporción sexual mensual de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	23
Tabla 3. -Composición y proporción sexual por estación de colecta de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	24
Tabla 4. -Composición y proporción sexual mensual de <i>B. chrysoura</i> en la estación laguna Martínez.	25
Tabla 5. -Composición y proporción sexual mensual de <i>B. chrysoura</i> en la estación el Boquerón.	25
Tabla 6. -Composición y proporción sexual mensual de <i>B. chrysoura</i> en la estación Oro Negro.	26
Tabla 7. -Composición y proporción sexual mensual de <i>B. chrysoura</i> en la estación Punta Rica.	26
Tabla 8. -Composición y proporción sexual mensual de <i>Bairdiella chrysoura</i> en la estación Paso Daniel.	27
Tabla 9. -Pruebas de covarianza (ANDECOVA) para el análisis de la relación longitud patrón (lp) y peso total (pt) por sexos e indeterminados.	43
Tabla 10. -Ecuación potencial y logarítmica de la relación peso total-longitud patrón por sexos e indeterminados; (i) se refiere a la prueba de isometría (Ho: $B = 3$).	43
Tabla 11. -Datos de la ecuación de la relación peso-longitud potencial y lineal mensual para machos (a), hembras (b) e indeterminados (c) de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver. (i) se refiere a la prueba de isometría (Ho: $B = 3$).	44
Tabla 12. -Parámetros de las regresiones de la longitud total-longitud patrón por sexo e indeterminados de <i>B. chrysoura</i> para la laguna Tampamachoco Ver.	51
Tabla 13. -Valores del <i>Kr</i> , <i>IHS</i> , <i>IGS</i> y <i>ITD</i> para machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	68
Tabla 14. -Prueba de comparaciones múltiples para el <i>Kr</i> , <i>IGS</i> , <i>IHS</i> e <i>ITD</i> de machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	69
Tabla 15. -Valores del <i>Kr</i> , <i>IHS</i> , <i>IGS</i> e <i>ITD</i> para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	72
Tabla 16. -Prueba de comparaciones múltiples para el <i>Kr</i> , <i>IGS</i> , <i>IHS</i> e <i>ITD</i> para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	72
Tabla 17. -Valores temporales del <i>Kr</i> , <i>IHS</i> e <i>ITD</i> para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	75
Tabla 18. -Prueba de comparaciones múltiples para el <i>Kr</i> , <i>IHS</i> e <i>ITD</i> para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	75
Tabla 19. -Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para machos de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	79
Tabla 20. -Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para machos de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	79
Tabla 21. -Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para hembras de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	80
Tabla 22. -Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para hembras de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	81

Tabla 23.- Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	82
Tabla 24.- Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco Ver.	82
Tabla 25.- Valores de la correlación de los índice morfométricos (<i>Kr</i> , <i>IHS</i> , <i>IGS</i> e <i>ITD</i>) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado, gónadas y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	85
Tabla 26.- Valores de la correlación de los índice morfométricos (<i>Kr</i> , <i>IHS</i> , <i>IGS</i> e <i>ITD</i>) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado, gónadas y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	87
Tabla 27.- Valores de la correlación de los índice morfométricos (<i>Kr</i> , <i>IHS</i> e <i>ITD</i>) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	90
Tabla 28.- Valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussianos de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	98
Tabla 29.- Valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussianos de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	98
Tabla 30.- Valores de los parámetros L_{∞} , K y t_0 de FCVB por regresión no lineal ponderada (RNLP) para el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	108
Tabla 31.- Valores de L_{∞} , K y t_0 obtenidos por los métodos de Ford-Walford, Gulland, Beverton-Holt y RNLP para el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	109
Tabla 32.- Valores medios de longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNLP y Bhattacharya de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	109
Tabla 33.- Valores de los parámetros K , L_{∞} y t_0 de FCVB por regresión no lineal ponderada (RNLP) para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	111
Tabla 34.- Valores de los parámetros L_{∞} , K y t_0 obtenidos por los métodos de Ford-Walford, Gulland, Beverton-Holt y RNLP para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	112
Tabla 35.- Valores medios de la longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNLP y Bhattacharya de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	112
Tabla 36.- Valores de las pruebas de máxima verosimilitud para machos con indeterminados (M-I) y hembras con indeterminados (H-I) de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	113
Tabla 37.- T^2 -Hotelling; para probar diferencias de ecuación de crecimiento de von Bertalanffy entre machos con indeterminados y hembras con indeterminado de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	113
Tabla 38.- Valores de L_{∞} , K y Rn para machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	114
Tabla 39.- Valores de L_{∞} , K y Rn para hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	114
Tabla 40.- Valores mínimos y máximos registrados para el período de mayo del 90 a junio del 91, en la laguna Tampamachoco, Ver.	124
Tabla 41.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y de los parámetro fisicoquímico considerados en la laguna Tampamachoco Ver.	125

Tabla 42.- Promedio total de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> , en relación a los parámetros fisicoquímicos para estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	127
Tabla 43.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Laguna Martínez, en la laguna Tampamachoco Ver	130
Tabla 44.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación el Boquerón, en la laguna Tampamachoco Ver.	131
Tabla 45.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Oro Negro, en la laguna Tampamachoco Ver	132
Tabla 46.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Punta Rica, en la laguna Tampamachoco Ver.	132
Tabla 47.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Paso Daniel, en la laguna Tampamachoco Ver.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Diagnósis de <i>B. chrysoura</i> tomada de Rome Peebles (1998)	9
Fig. 2.- Localización geográfica de la laguna Tampamachoco y zonas muestreadas de mayo del 90 a junio del 91.	15
Fig. 3.- Fotografía aérea, del sistema lagunar Tuxpam-Tampamachoco Veracruz.	16
Fig. 4.- Se muestran los diferentes tamaños de la especie <i>B. chrysoura</i>	19
Fig. 5.- Lectura del peso total	19
Fig. 6.- Organismo eviscerado presentado las gónadas (a), estómago (b), intestino(c) e Hígado (d)	19
Fig. 7.- Lectura del peso eviscerado	19
Fig. 8.- Lectura de los pesos de los órganos	19
Fig. 9.- Porcentajes de la muestra total por sexos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	22
Fig. 10.- Porcentajes mensuales por sexos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	23
Fig. 11.- Porcentajes para cada estación de colecta por sexo e indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	24
Fig. 12.- Variación espacial de la composición sexual total; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel	28
Fig. 13.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de mayo-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel	29
Fig. 14.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de junio-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel	30
Fig. 15.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de julio-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel	31
Fig. 17.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de noviembre-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.	33

Fig. 18.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de enero-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.	34
Fig. 21.- Variación espacial de la composición sexual par el mes de abril-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.	37
Fig. 22.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de mayo-91;(1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.	38
Fig. 24.- Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para machos de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	45
Fig. 25.- Ecuaciones mensuales de relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) de machos de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	46
Fig. 26.- Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b), para hembras de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	47
Fig. 27.- Ecuaciones mensuales de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal mensual (b), para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	48
Fig. 28.- Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	49
Fig. 29.- Ecuaciones mensuales de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> , en la laguna Tampamachoco, Ver.	50
Fig. 30.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>), para machos, hembras e indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	55
Fig. 31.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>). Para machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	56
Fig. 32. Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>). Para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	57
Fig. 33.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>). Para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	58
Fig. 34.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>), de forma espacial para machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	59
Fig. 35.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>), de forma espacial para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	60
Fig. 36.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (<i>h</i>), de forma espacial para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	61
Fig. 37.- Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) de machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	70
Fig. 38.- Gráficos de cajas del índice gonadosomático (a) e índice del tracto digestivo (b) de machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	71
Fig. 39.- Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) de hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	73
Fig. 40.- Gráficos de cajas del índice gonadosomático (a) e índice del tracto digestivo (b) de hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver.	74

Fig. 41.- Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamacho Ver.	76
Fig. 42.- Gráficos del índice del tracto digestivo de indeterminados de <i>Bairdiella chrysoura</i> en la laguna Tampamacho Ver.	77
Fig. 43.- Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado, gónada y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para machos de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	80
Fig. 44.- Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado, gónada y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para hembras de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver. .	81
Fig. 45.- Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	83
Fig. 46.- Variación mensual de la correlación entre el índice hepatosomático (<i>IHS</i>) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón para machos de <i>B. chrysoura</i> .	85
Fig. 47.- Variación mensual de la correlación entre el índice gonadosomático (<i>IGS</i>) y el peso de las gónadas ajustada en función de la longitud patrón (a); así como del factor de condición (<i>Kr</i>) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (b) para machos de <i>B. chrysoura</i> .	86
Fig. 48.- Variación mensual de la correlación entre el índice del tracto digestivo (<i>ITD</i>) y el peso del tracto digestivo ajustado en función de la longitud patrón para machos de <i>B. chrysoura</i> .	87
Fig. 49.- Variación mensual de la correlación entre el índice hepatosomático (<i>IHS</i>) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como el del índice gonadosomático (<i>IGS</i>) y el peso de las gónadas ajustada en función de la longitud patrón (b) en hembras de <i>B. chrysoura</i> .	88
Fig. 50.- Variación mensual de la correlación entre el factor de condición (<i>Kr</i>) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como entre el índice del tracto digestivo (<i>ITD</i>) y el peso del tracto digestivo ajustados en función de la longitud patrón (b) en hembras de <i>B. chrysoura</i> .	89
Fig. 51.- Variación mensual de la correlación entre índice hepatosomático (<i>IHS</i>) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> .	90
Fig. 52.- Variación mensual de la correlación entre el factor de condición (<i>Kr</i>) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como entre el índice del tracto digestivo (<i>ITD</i>) y el peso del tracto digestivo ajustado en función de la longitud patrón para indeterminados de <i>B. chrysoura</i> .	91
Fig. 53.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a) y gráfico de Bhattacharya (b) para la longitud patrón de machos e indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en abril del 91.	94
Fig. 54.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), así como la suma de los componentes (b) para la longitud patrón de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en abril del 91.	95
Fig. 55.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), gráfico de Bhattacharya (b) para la longitud patrón de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en abril del 91	96
Fig. 56.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), así como la suma de sus componentes (b) para la longitud patrón de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en el mes de abril del 91.	97
Fig. 57.- Gráficos de Ford-Walford (a) y Gulland (b) para los valores medios de longitud patrón estimados por el método de Bhattacharya en el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	107
Fig. 58.- Gráfico de Beverton-Holt (B-H) para la estimación de <i>K</i> y <i>t</i> ₀ de la FCVB para abril del 91. Valores de longitud patrón de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	108

Fig. 59.- Medias observadas de la longitud patrón (lp) y estimadas según el modelo de Beverton-Holt (B-H) y regresión no lineal ponderada (RNLP) para abril del 91 de machos con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	109
Fig. 60.- Gráficos de Ford-Walford (a) y Gulland (b) para los valores medios de longitud patrón estimados por el método de Bhattacharya para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	110
Fig. 61.- Grafico de Beverton-Holt para la estimación de K y t_0 de la FCVB para abril del 91. Valores de longitud patrón de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	111
Fig. 62.- Medias observadas de longitud patrón (lp) y estimadas según el modelo de Beverton-Holt y regresión no lineal ponderada (RNLP) para abril del 91 de hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco, Ver.	112
Fig. 63.- Ensayos de las curvas de crecimiento de machos con indeterminados con una L_{∞} de 30 cm, por la rutina ELEFAN I de <i>B. chrysoura</i> para el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.	115
Fig. 64.- Ensayos de las curvas de crecimiento para machos con indeterminados con una L_{∞} de 25 cm, por medio de la rutina ELEFAN I de <i>B. chrysoura</i> para el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.	116
Fig. 65.- Ensayos de la curvas de crecimiento para hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> con una L_{∞} de 25 cm, por medio de la rutina ELEFAN I en el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.	117
Fig. 66.- Ensayos de las curvas de crecimiento para hembras con indeterminados de <i>B. chrysoura</i> con una L_{∞} de 30 cm, por medio de la rutina ELEFAN I en el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.	118
Fig. 67.- Variación mensual de la densidad y biomasa de <i>B. chrysoura</i> en la laguna Tampamachoco Ver., dé mayo del 90 a junio del 91.	125
Fig. 68.- Variación mensual de la profundidad (a), temperatura (b) salinidad (c), pH (d), oxígeno (e) y precipitación (f) en la laguna Tampamachoco Ver.	126
Fig. 69.- Número total de organismos por estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	127
Fig.70.- Promedio de la densidad (a) y biomasa (b) de <i>B.chrysoura</i> por estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	128
Fig. 71.- Promedio por estación de colecta de la temperatura (a), salinidad (b) y pH (c) en la laguna Tampamachoco Ver.	129
Fig. 72.- Densidad y biomasa mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver	133
Fig. 73.- Profundidad mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta de en la laguna Tampamachoco Ver.	134
Fig. 74.- Temperatura mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	135
Fig. 75.- Salinidad mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	136
Fig. 76.- pH mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	137
Fig. 77.- Oxígeno mensual de <i>B. chrysoura</i> por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.	138

ÍNDICE DE CUADROS

Cadro 1.- Cadena trófica de <i>Bairdiella chrysoura</i>	13
--	-----------

RESUMEN

Bairdiella chrysoura fue la especie dominante tanto en número como en frecuencia de ocurrencia en el sistema lagunar Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz, durante el período de mayo del 1990 a junio de 1991. Si bien no es una especie altamente comercial, si es consumida entre los lugareños y juega un papel importante dentro de la dinámica trófica de la laguna, al consumir especies comerciales de alto valor como camarón, jaiba, anchoa, etc. Cabe destacar que *B. chrysoura* se encuentra registrada en la mayoría de los trabajos referentes a la composición íctica de sistemas estuarino-lagunares de México. Por esto es necesario el estudio de la biología y ecología de *B. chrysoura*, ya sea para su aprovechamiento racional y control poblacional o simplemente para profundizar en el conocimiento de dicha especie.

En el presente trabajo se realizó el análisis de algunos aspectos biológicos (desarrollo, condición, ciclo reproductivo, proporción y composición sexual) y ecológicos (distribución, abundancia y algunos parámetros ambientales). Para dichos fines se efectuaron 13 muestreos diurnos en áreas con vegetación sumergida (*Halodule wrightii*) de mayo de 1990 a junio de 1991, en cinco zonas clasificadas de acuerdo a su grado de exposición a las corrientes en protegida, intermedia y expuestas, en la laguna, Tampamachoco, Veracruz. Se utilizó como arte de pesca un chinchorro de 60 m de largo, por 2 m de alto y 0.01m de luz de malla, arrastrándose a una distancia de 75 m de la costa con abertura entre los dos puntos de arrastre de 20 m (áreas cubierta aproximadamente de 1500 m²) por mes y estación de colecta. Se tomaron lecturas mensuales de profundidad, temperatura, salinidad, *pH* y oxígeno, así como de precipitación mensual de dicho período (S.M.N.). El total de los organismos capturados (9,505) fue medido (longitud patrón, longitud total), pesado (peso total) y disecado para determinar sexo y obtener peso eviscerado, del estómago, intestino, gónadas e hígado.

Se encontró a *B. chrysoura* todo el año de muestreo en las cinco localidades a intervalos de profundidad de 0.3 a 1 m; temperaturas de 17.5 a 35 °C; salinidad de 12.63 a 40.83 ‰; *pH* de 6.52 a 9.01; oxígeno de 2.27 a 10.67 ml/L y una precipitación mensual de 8.3 en mayo a 181.3 mm³ en octubre de 1990. Temporal y espacialmente predominaron los indeterminados, seguidos de los machos y por último las hembras. La proporción sexual favoreció a los machos (relación hembra-macho total de 1:2); mensualmente por estación de colecta el comportamiento fue variado encontrándose hasta una relación 1:5 hembra-macho en octubre de 1990 en el Boquerón, la proporción menor registrada fue similar a la total (1:2), posiblemente dicho comportamiento se deba a una segregación espacial por sexos o a movimientos migratorios. El mayor número de organismos se registró en la estación el Boquerón (zona-expuesta) y el menor número en laguna Martínez (zona-protegida).

La relación peso total-longitud patrón para el total de la muestra, presentó un comportamiento isométrico tanto en machos como en hembras. Los indeterminados presentaron un coeficiente de alometría negativa. Las hembras registraron mayor peso y longitud. De abril a mayo de 1991 se presentó un coeficiente de alometría negativa tanto en machos como en hembras, lo cual coincide con el periodo de mayor intensidad reproductiva de abril a mayo de 1991 (finales del período de secas).

Los estimadores de densidad por kernel (histogramas suavizados) mostraron distribuciones de tallas con más de dos modas, encontrándose que las distribuciones de machos y hembras fueron casi simétricas y los indeterminados presentaron un sesgo positivo. Las tallas mayores de hembras y machos se registraron en el periodo de lluvias-

secas alcanzando hasta 15 cm para hembras y 14.4 cm para machos. Los indeterminados registraron las tallas más pequeñas (3.0 cm) a finales del período de secas y durante el período de lluvias. En el Boquerón se registraron las tallas más pequeñas de machos, hembras y las más grandes de indeterminados; en Paso Daniel se registraron las tallas más pequeñas de indeterminados y las tallas mayores de machos y hembras, posiblemente dicho comportamiento se deba a movimientos migratorios que realiza la especie dentro de los pastos sumergidos o bien fuera de dichas áreas.

El factor de condición relativo de la población en general fue ligeramente mayor a la unidad ($Kr = 1.01$ a inicios de nortes (noviembre de 1990) se registró el Kr más bajo en la población en general.

B. chrysourea se reproduce una vez al año en las áreas con vegetación sumergida en la laguna Tampamachoco, de forma cíclica, encontrándose un remanente del evento reproductivo del año de 1990, el cual abarco de mayo a junio del 90 (secas-lluvias) y otro completo de febrero a mayo del 1991 (finales de nortes y período de secas), fundamentalmente en el periodo de secas. El índice hepatosomático (*IHS*), factor de condición relativo (Kr) e índice del tracto digestivo (*ITD*) se relacionaron directamente con el índice gonadosomático (*IGS*), disminuyendo conforme se intensificaban los eventos reproductivos. El incremento gradual en los pesos de gónadas, hígado y tejido somático de organismos con sexo definido, sugiere maduración sexual (juveniles) ó preparación para evento reproductivo (adultos) de noviembre-90 a febrero del 91. El reducido número de organismos en este periodo sugiere que dicho evento ocurre fuera de las zonas con pastos sumergidos.

El *ITD* nos indicó de forma indirecta que en la época de lluvias y nortes hay mayor cantidad de alimento, debido a que las lluvias traen consigo gran cantidad de materiales en suspensión.

En indeterminados, los índices tradicionales (*IHS*, *ITD* y Kr) no se relacionaron con las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón obtenidas por el análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA). Esto puede deberse a que los métodos tradicionales son influidos por la predominancia de individuos grandes ó pequeños en una muestra mensual. El ANMUCOVA no tiene este problema al ajustar por tamaño a los valores medios de los pesos y de esta forma compara peces del mismo tamaño y se detectan mejor sus diferencias en cualquiera de los pesos considerados.

De la combinación de machos con indeterminados y hembras con indeterminados del mes de abril del 1991 presentó multimodalidad con cinco clases de tallas por el método de Bhattacharya, siendo la más apropiada para estimar el crecimiento por métodos tradicionales (*Ford-Walford*, *Gulland*, *Beverton-Holt*) y por regresión no lineal ponderada (*RNLP*). La prueba de T^2 de Hotelling y la razón de verosimilitud indicaron que machos y hembras presentaron funciones de crecimiento de von Bertalanffy diferentes, siendo L_{∞} el parámetro que más influyo en las diferencias entre ambas poblaciones.

Las hembras alcanzaron una longitud asintótica ($L_{\infty} = 16.66$) mayor a la de los machos ($L_{\infty} = 14.78$), además de que las primeras presentaron un valor de K bajo (0.3370) en comparación al valor de K presentado por los machos (0.4031), lo cual puede explicar que las hembras crecen a un ritmo más lento alcanzando un mayor tamaño en comparación a los machos quienes crecen a un ritmo más acelerado con tamaño más pequeño, por lo que las hembras se consideran más longevas.

Los patrones de distribución y abundancia de *B. chrysourea* mostraron variaciones temporales y espaciales que denotaron el tipo de uso de las áreas con vegetación sumergida asociada al proceso de crecimiento, reproducción y variaciones ambientales.

INTRODUCCIÓN

La ictiofauna de los sistemas estuarino-lagunares de México, esta compuesta por un gran número de especies, como consecuencia de varios factores dentro de los que destacan: **1.** La gran extensión litoral y la posición biogeográfica transicional de las costas mexicanas, las cuales incluyen especies de afinidades tropicales, subtropicales, templadas y pertenecientes a diversas provincias; **2.** Los sistemas son altamente productivos y de complicadas tramas tróficas, generalmente basadas en detritus y **3.** Que por su naturaleza geológica, geográfica, hidrológica y climática, las zonas costeras están conformadas por una gran diversidad de hábitats, los cuáles son aprovechados por una fauna muy diversa, destacando el número de especies de peces.

Castro Aguirre *et al.*, (1999) enlistan 563 especies de peces que han sido registradas en hábitats de aguas costeras como estuarios, lagunas costeras, esteros, ríos, albuferas, pantanos, etc., siendo más diversa la ictiofauna de las costas del Golfo de México y el Caribe.

Las lagunas costeras de la República Mexicana representan cerca del 35% de los 12,500 Km² de la superficie estuárica del país distribuidas a lo largo de aproximadamente 10,000 Km de litoral.

Las lagunas costeras se consideran como uno de los ecosistemas de mayor productividad biológica en la biosfera, lo cual propicia que una gran cantidad de especies de peces de interés comercial utilicen estos ambientes como áreas de protección, crianza, alimentación y reproducción. Para el caso de México, dicho fenómeno ha sido ampliamente documentado para las principales zonas lagunares del país (Yáñez- Arancibia *et al.*, 1980; Flores-Verdugo *et al.*, 1990).

Aproximadamente el 75% de los peces de importancia comercial del Golfo de México, desovan en el mar y se localizan en estas áreas durante sus estadios postlarvales y juveniles (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1982).

La zona estuarina-lagunar de Pueblo Viejo-Tamiahua-Tampamachoco, al norte del Estado de Veracruz, ha sido un importante centro de producción pesquera a nivel regional y aún nacional. Durante las décadas de los años setentas y ochentas esta zona aportó aproximadamente el 70% de la producción ostrícola nacional (35 mil – 40 mil tons/año), la cual descendió hasta el 28% hacia la mitad de la década de los noventas; aunque posteriormente se ha mostrado cierta recuperación, la producción nunca ha llegado a ser la de años anteriores (Contreras *et al.*, 2002)

Actualmente los impactos antropogénicos en esta zona del Golfo de México, continúan incrementándose como resultado del crecimiento de asentamientos humanos, urbanos e industriales en las zonas costeras. Este hecho, además de su deficiente planificación, repercute en un mal uso y manejo de los sistemas estuarinos, ya que la industrialización, la agricultura y la ganadería desplazan a los ecosistemas de manglar.

La contaminación química y biológica de estos cuerpos de agua y sus áreas de influencia, ha afectado la dinámica y estructura de estos ecosistemas acuáticos de transición. Algunos estudios previos han demostrado que existen problemas de contaminación severa en la laguna de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco por lo que la productividad de estos sistemas se ha visto afectada, dado que reciben descargas de fuentes antropogénicas de contaminantes orgánicos, inorgánicos y biológicos, los cuales ponen en riesgo la salud humana (Botello *et al.*, 1993).

La pesca de escama (peces principalmente óseos) en las zonas litorales del estado de Veracruz y del país, es principalmente de tipo artesanal o ribereña, caracterizada por ser multiespecífica, a pequeña escala y con bajo soporte socioeconómico; en general el nivel tecnológico es bajo por el uso de embarcaciones menores, artes de pesca rudimentarios y generalmente de baja selectividad (Contreras *et al.*, 2002).

El complejo estuarino lagunar del norte del estado de Veracruz reviste una gran importancia desde el punto de vista de la riqueza de especies de peces y por el volumen de captura de muchas de ellas que son utilizadas como un recurso alimenticio. Kobelkowsky y Reséndez (1991), reporta la existencia de 69 especies para la laguna de Pueblo Viejo. Díaz-Ruiz *et al.*, (2003) registran 136 especies para Tamiahua y Pérez-Hernández *et al.*, (2000) reportan 179 para Tampamachoco.

Por su afinidad ecológica (ciclo de vida, tiempo de permanencia y grado de tolerancia a la salinidad), los peces se clasifican en diferentes componentes. De acuerdo con los datos registrados por las 13 oficinas de pesca del litoral Veracruzano, Quiroga-Brahms *et al.*, (2002) reportan que, para el periodo 1992-1997, las especies de peces de importancia de afinidad dulceacuícola, alcanzaron el 47% de la producción total del estado, mientras que las estuarinas el 20% y las marinas el 33%. El total de especies registradas fue superior a 130, aunque el 50% de las capturas recayó en 12 de ellas tales como la tilapia, carpa, topote, lisa, lebrancha, robalo, chucumite, mojarra marinas, trucha de mar, sierra, peto y pargo; La captura de peces registrada durante el mismo periodo para el complejo estuarino-lagunar y el área de influencia de la zona de Pueblo Viejo-Tamiahua-Tampamachoco ascendió aproximadamente a 13,000 tons., representando el 23% del total para el estado.

Si bien la corvina, *Bairdiella chrysoura*, es una especie de relativa importancia económica por ser consumida fundamentalmente a nivel local, su importancia ecológica es relevante dentro de la dinámica trófica de la laguna. Rosado-Solórzano (1995), con base en estudios previos, reporta que *B. chrysoura* consume grandes cantidades de otras especies altamente comerciales como camarón, jaiba, ostión, mojarra, bagre, lisa y lebrancha.

Con base en datos de abundancia numérica y frecuencia relativa, Pérez-Hernández *et al.*, (1994a) mencionan que *B. chrysoura*, fue la especie de peces dominante en áreas marginales con vegetación sumergida en la laguna de Tampamachoco durante el periodo de mayo 1990 a junio del 1991, lo cual difiere de lo reportado por Chávez (1972) y Sánchez-Rueda (1986) quienes reportaron a *Cathorops melanopus*. Castro-Aguirre *et al.*, (1986), *Citharichthys spilopterus* para diferentes áreas de la laguna.

Al respecto, Castro-Aguirre (1978) clasifica a *B. chrysoura* como una especie eurihalina del componte marino, capaz de tolerar enormes cambios en salinidad; sin embargo, su ciclo de vida no esta relacionado obligatoriamente con la penetración hacia las aguas continentales, sino más bien con la presencia del alimento y protección característico de las zonas estuarinas.

Su presencia fue confirmada en México dentro de la laguna Madre de Tamaulipas por Hildebrand (1958). Se distribuye desde el estado de Massachussets, en E.U.A., hasta Veracruz, México, registrada en intervalos de salinidad de 0 a 36 ‰ (típicamente 10 a 30) y temperaturas entre los 20 y 31.5 °C; aunque Gunter (1945) afirma que aparece durante el invierno en el Golfo de México y que desova en la primavera en aguas salobres de las lagunas costeras para finalmente migrar en el verano hacia las bahías en el mar (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Los principales movimientos de las poblaciones hacia áreas de crianza y alimentación en los estuarios, los realiza durante el verano y que ocasionalmente puede encontrarse en agua dulce Chao y Musick (1977)

Independientemente del período del año en que se lleven a cabo, *B. chrysourea*, registra importantes movimientos migratorios determinados por la conducta reproductiva de los adultos, que originan grandes fluctuaciones de su abundancia a nivel local, lo cual confirma su importancia ecológica como una especie clave en los procesos de intercambio y regulación energética entre los hábitats costeros marinos y los estuarino-lagunares.

No obstante el papel ecológicamente preponderante de dicha especie, ésta no ha sido muy estudiada en los ecosistemas costeros del Golfo de México, por lo que el presente estudio está dirigido principalmente a determinar algunos aspectos de su ciclo de vida tanto desde el punto de vista biológico (morfometría, crecimiento, factor de condición y proporción sexual) como ecológico (patrones de distribución y abundancia y su posible relación con algunos parámetros fisicoquímicos del agua), con el propósito de obtener información útil para la evaluación de la especie como recurso potencial o como un componente ecológico dominante que afecta la producción de otras especies altamente comerciales en la región.

ANTECEDENTES

La laguna Tampamachoco ha sido objeto de diversos temas de investigaciones entre los cuales se pueden citar los referentes a la hidrología por ejemplo, los de Contreras (1983) quien hizo un estudio de hidrología en un ciclo bianual basándose en datos de nutrientes y clorofila *a*. Él mismo dos años después (1985b) hizo comparaciones hidrológicas de la laguna, con otras dos del estado de Veracruz encontrando la importancia de la proporcionalidad del aporte del agua de mar combinado con el aporte fluvial para el proceso productivo primario y determina la predominancia de los procesos heterotróficos sobre los autotróficos en Tampamachoco. Contreras *et al.*, (1995) evaluaron los nutrientes de 39 lagunas costeras, mexicanas. Sánchez-Santillán (1994) estableció la importancia cualitativa y cuantitativa de los factores macro, meso y microclimáticas que inciden en la laguna, en función del origen y cantidad de precipitación.

Por otro lado, Contreras (1985) concentró información en torno a las características bióticas y abióticas de los litorales de México, incluyendo el área de estudio del presente trabajo. López (1983) hizo un estudio bioestratigráfico tomando como base a los foraminíferos. Méndez (1989) analizó la influencia del dragado en la abundancia poblacional de poliquetos. Rosado-Solórzano (1995) determinó el modelo de la dinámica trófica en el sistema.

En cuanto a temas de contaminación, Vázquez-Botello (1978 y 1979) reportó la presencia de hidrocarburos fósiles dentro de la laguna. Vázquez Botello y Mandelli (1980) estudiaron la influencia de la radiación de un isótopo derivado del carbono orgánico, en sedimentos de diferentes sistemas lagunares del Golfo de México. Guzmán del Proo (1989) evaluó el impacto de la descarga térmica sobre peces, moluscos y crustáceos.

Referente al bentos, Arat-Espinosa (1946 y 1948) y Camacho *et al.*, (1980) estudiaron aspectos sobre el cultivo del ostión. Chávez (1969) estudió la ecología de todo el sistema, con relación a la macrofauna de invertebrados. Quintana-Mulia (1981) describieron las poblaciones bentónicas de moluscos asociadas con los diferentes tipos de sustrato. Reguero Martha y García-Cubas (1986) reportaron la sistemática y ecología de los moluscos.

Sobre producción primaria y composición florística, Bulit y Signoret (1987 y 1988) determinaron la biomasa fitoplanctónica y producción de oxígeno. Esquivel-Herrera (1986 y 1989) estudió la ecología del zooplancton en la laguna. Bonilla *et al.*, (1989) realizaron un estudio florístico-ecológico del manglar.

En cuanto a la biología de diferentes especies de peces, Chávez (1972) estudio la ictiofauna en relación con la temperatura y salinidad. González (1981) estudió la reproducción de *Arius melanopus* y *Bairdiella ronchus* por medio de la histología de ovarios. Kobelkowsky (1981 y 1985) enlista la biota ictiofaunística dentro de la laguna. Salgado-Ugarte (1985) estudió algunos aspectos biológicos del Bagre (*Arius melanopus*). Pérez-Hernández *et al.*, (1988) describieron la biología de *Bairdiella ronchus*. Sánchez-Rueda (1989) recopiló y analizó la información taxonómica íctica de la laguna. López-López *et al.*, (1991) analizaron la ictiofauna de la laguna en cuanto a sus componentes y aspectos tróficos. Pérez Hernández *et al.*, (1994b) determinaron la distribución y abundancia de *Anchoa mitchill*. Pérez-Hernández *et al.*, (1994c) estudiaron la asociación de peces que habitan en las áreas con pastos sumergidos de la laguna.

Por último, en cuanto a trabajos que refieren la abundancia y riqueza de especies de peces en la laguna, Chávez (1972) reporta 61 especies de peces; Kobelkowsky (1985) 68 especies; Castro-Aguirre *et al.*, (1989) 99 especies; Sánchez-Rueda (1989) proporciona un

listado de 76 especies y López-López (1991) reporta 58. Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) reportaron a 84 especies en las áreas con vegetación sumergida, sumando estas a las listas antes mencionadas hacen un total de 171 especies. En este último trabajo se reporta a *B. chrysoura* como la especie dominante tanto en frecuencia como en número, en áreas marginales con vegetación sumergida, durante el periodo de mayo 1990 a junio del 1991. Cabe destacar que varios de los trabajos antes mencionados solo son resúmenes presentado en congresos, simposia ó bien tesis de licenciatura, por lo que faltan más publicaciones referentes a este sistema tan complejo.

La biología y ecología de *B. chrysoura* ha sido abordada por diferentes autores entre los cuales tenemos a: Torres-Barba y Sánchez-Robles (1981) quienes la señalan como un componente comunitario importante en las costas mexicanas del Golfo de México. Subrahmanyam y Drake (1975) se refieren a *Bairdiella chrysoura* como componente comunitario pero para diferentes estuarios de los Estados Unidos de América. Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983) describen la ecología, biología y dinámica de las poblaciones de *B. chrysoura* en la laguna de Términos; Sánchez-Iturbide y Flores-Coto (1985) estimaron la biomasa por medio del censo de huevos para la laguna de Términos; Pérez-Hernández *et al.*, (1994a) determinaron la composición de tallas por estimadores de densidad (kernel) de dicha especie en la Laguna de Tampamachoco, Ver.

Johnson (1978) hace una recopilación de los trabajos referentes a este tema, los cuales indican la época de reproducción y número de desoves al año, para diferentes sistemas estuarianos entre los que se encuentran, Nueva Jersey, la Bahía de Delaware, la Bahía de Chesapeake, Virginia, Carolina del Norte, para el Golfo de México, Florida, Louisiana , Texas y Everglades Florida.

Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983) y Rosado-Solórzano (1995) la señalan como un consumidor de tercer orden en cuando a su alimentación. Darnell (1958) y Levine (1978) en el lago Pontchartrain Louisiana, encontraron que su alimentación se basó principalmente en crustáceos. Odum y Helad (1972) en los Everglades, Florida encontraron que su dieta era a base de copépodos, larvas de peces y misidáceos. Carr y Adams (1973) en Cristal River, Florida encontraron que su alimentación consistió en anfípodos y otros crustáceos más grandes. Otros trabajos más amplios y detallados desde el punto de vista biológico, son los referentes al grupo Sciaenidae (familia a la cual pertenece *B. chrysoura*). Springer y Woodburn (1960) estudiaron la ecología, reproducción y alimentación de los peces (Scianidae) de la bahía de Tampa Florida. Chao y Musick (1977) describen el desarrollo, hábitos alimenticios y morfología funcional de juveniles en York River, Virginia, E.U.A. Torres Castro *et al.*, (1999) estudiaron la reproducción de *Bairdiella ronchus* en la Ciénega Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Flores-Coto y Pérez-Agudín (1991) analizaron la influencia de las mareas en el paso de larvas de sciaenidos en Bocas del Carmen, laguna de Términos, Campeche. Algunas referencias más acerca de la ecología y aspectos biológicos de la familia en general y específicamente de *Bairdiella chrysoura*, pueden encontrarse en estos trabajos y en las referencias citadas en ellos.

La dominancia de *Bairdiella chrysoura* en comunidades de vegetación sumergida dominadas por *Halodule wrightii*, en la laguna de Tampamachoco durante el periodo de mayo 1990 a junio del 1991, difiere de lo reportado por otros autores en cuanto a especies dominantes. Teniendo que la corvina juega un papel importante en la dinámica ecológica de dicho sistema. Por lo que el estudio y descripción de la estructura de sus poblaciones, así como sus patrones de distribución y abundancia revisten una especial importancia en el entendimiento del sistema lagunar de Tampamachoco Veracruz.

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la biología y ecología de *Bairdiella chrysoura* como especie dominante de las áreas con pastos sumergidos del sistema lagunar de Tuxpam-Tampamachoco Veracruz, en el periodo de mayo de 1990 a junio de 1991.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar la variación temporal y espacial de la composición y proporción sexual de la población.
- Establecer la relación peso-longitud por sexos e indeterminados y su variación temporal.
- Describir la estructura de la población espacial y temporalmente con base a la composición por tallas (estimadores de densidad por kernel, *EDKs*).
- Evaluar a través de los índices morfométricos (*Kr*, *IGS*, *IHS* e *ITD*) y análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA) la condición, ciclo reproductivo y el estado de llenado del tracto digestivo por sexos e indeterminados.
- Determinar si existe una correlación entre los índices morfométricos y las medias ajustadas del ANMUCOVA.
- Identificar los componentes gaussianos en la distribución multimodal de las tallas, e interpretarlos como cohortes para estimar el crecimiento.
- Estimar las constantes de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) por medio de métodos tradicionales linealizados, regresión no lineal y programa FiSAT (ELEFAN I) con base en la distribución de tallas.
- Comparar las funciones de crecimiento de von Bertalanffy entre sexos, por medio de un método multivariado y por la razón de verosimilitudes.
- Analizar el comportamiento de algunos parámetros ambientales (temperatura, profundidad, oxígeno, salinidad, *pH*, precipitación pluvial mensual) y su posible relación con la distribución y abundancia de la especie.

DESCRIPCIÓN Y TAXONOMIA DE *Bairdiella chrysoura*

La diagnosis de *B. chrysoura* se describe en la **Figura. 1**



Nombre	Pez plateado
Categoría	Pez
Phylum	Chordata
Clase y suborden	Osteichthyes, Perciformes
Familia	Sciaenidae
Género	<i>Bairdiella</i>
Nombre científico	<i>Bairdiella chrysoura</i>

Autor Lacepède (1802)

Fig. 1.- Diagnosis de *Bairdiella chrysoura* tomada de Rome Peebles (1998)

Descripción

B. chrysoura presenta borde del preopérculo con dos o tres espinas fuertes en su ángulo; longitud de la segunda espina anal menos de 2.2 veces en la longitud cefálica.

La segunda espina en la aleta anal es de tamaño moderado, su longitud de 2.0 a 2.4 veces en la cefálica, no alcanza el ápice del último radio de esa misma aleta cuando esta se deprime Castro-Aguirre *et al.*, (1999).

La estructura gonadal de *B. chrysoura* es muy similar a la que presenta *Bairdiella ronchus* especie perteneciente al mismo género. Las características morfológicas de las gónadas de esta última especie son:

- Las gónadas sostenidas por menesterios, se encuentran en posición ventral a la vejiga natatoria y dorsal al intestino. Son alargadas y con el extremo anterior agudo y en la unión del menesterio con su superficie dorsal, se ubica un vaso sanguíneo.
- Los ovarios son cilíndricos y se unen entre sí en su porción posterior. Están formados por una túnica gruesa que encierra conjuntos longitudinales de tejido ovígero, de aspecto lobular y con ovocitos translúcidos en las fases maduras; en fases maduras se pierde esta distribución y los ovocitos aparecen opacos. La luz de ambos ovarios se continúan en un corto y angosto oviducto, que se abre al exterior.

Posteriormente a ambas gónadas se notan estructuras similares a vejigas urinarias, cuya luz se continúa en conducto al exterior, que se abre en la papila urinaria.

- Los testículos tienen en su superficie muy marcada la unión del mesorquio. Ambos testículos no se unen entre sí, sin embargo, los conductos espermáticos convergen en un pequeño seno urogenital, con el cual también se continúa una estructura urinaria de aspecto vesicular. En cada testículo se observan estructuras parecidas a túbulos que convergen radialmente hacia un conducto central que se dispone a todo lo largo de la gónada.

(Tomado de Pérez-Hernández *et al.*, 1988)

Características generales

Castro-Aguirre *et al.*, (1999) hace una recopilación de diferentes trabajos referentes a la diagnosis de *B. chrysoura*, en donde se encuentran los trabajos de Johnson (1978) bien la señala como una especie marina eurihalina y su presencia en México fue confirmada dentro de la laguna Madre de Tamaulipas por Hildebrand (1958). Gunter (1945) sintetiza su ciclo de vida, como sigue: desovan en aguas salobres de lagunas costeras posteriormente emigra hacia las bahías a finales de la primavera y en verano se ausenta por completo de dichas lagunas. Aparece hasta finales de invierno. Es una especie típica estuarina que se puede encontrar desde Massachussets hasta Veracruz, México. Se encuentra en un intervalo de salinidad de 10 a 30 ‰ y temperaturas de 20 a 31.5 °C. Presenta importantes fluctuaciones de abundancia a causa de los movimientos reproductores de los adultos.

B. chrysoura es carnívora y se alimenta principalmente de peces juveniles y crustáceos. La maduración sexual se lleva acabo de noviembre a julio, pero es más intensa de febrero a abril. Las hembras representan aproximadamente el 67% de la población adulta, pero la proporción sexual varía a lo largo del año y según la talla sugiriendo que las migraciones reproductoras hacia los sistemas fluvio-lagunares afecta ambos sexos. Para los estados de Florida, Louisiana y Texas, la reproducción se realiza de mayo a septiembre. Sin embargo, en los Everglades, Florida, que es la región más tropical de las citadas, se lleva acabo durante todo el año con un pulso de mayor intensidad de enero a febrero. En general la reproducción se realiza en los periodos de primavera y verano en los meses de mayo a julio con una duración variable entre dos y cinco meses, excepto en Everglades y Laguna de Términos. La primera madurez ocurre cuando los peces alcanzan entre 100 y 104 mm de longitud patrón, que corresponden a 5 meses de edad. *B. chrysoura* tiene una longevidad de 13 meses. Parece ser que esta especie, no realiza migraciones en gran escala hacia la plataforma continental adyacente (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983).

Alimentación

En general la alimentación de *B. chrysoura* esta constituida por dos grupos tróficos principales; los crustáceos y los peces, además de grupos misceláneos dominados por larvas de invertebrados y poliquetos.

Algunos reportes bibliográficos señalan que *Bairdiella chrysoura* se alimenta de un grupo heterogéneo de crustáceos, el cual se subdividió en crustáceos pequeños, peneidos y palemónidos y otros grupos alimenticios en los cuales figuran también los peces. La **Tabla 1** resume los principales grupos alimenticios reportados por diferentes autores.

Existe un cambio notable en la alimentación conforme aumenta la talla. Las larvas se alimentan predominantemente de copépodos y larvas de peces; en cambio, los juveniles pueden desplazarse al fondo y alimentarse de organismos bentónicos como tanaidáceos, anfípodos y crustáceos; cuando tienen mayor talla, pueden variar su espectro trófico, alimentándose en mayor proporción de crustáceos como peneidos y carideos así como de organismos nectónicos (peces pequeños) (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983)

Según Rosado-Solórzano (1995), *B. chrysourea* es un consumidor de cuarto orden, que depreda sobre decápodos y peces principalmente, excluyendo los vegetales de su dieta. Esta especie se alimenta oportunísticamente en la etapa adulta, dependiendo de la disponibilidad del alimento de la localidad, lo cual nos indica su carácter omnívoro y su papel trófico como consumidor generalista (**Cuadro 1**)

Época de reproducción

Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983) reportan que en la laguna de Términos para el período de febrero de 1980 a abril de 1981, el porcentaje de hembras maduras fue muy alto en los periodos de febrero (80%) a abril (73%) de 1980, decreciendo paulatinamente hasta julio. Este porcentaje fue nulo de agosto a octubre. En noviembre el porcentaje de hembras maduras comienza a incrementarse, volviendo a alcanzar valores máximos de febrero a abril de 1981.

Lo anterior indica que la mayor parte de las hembras alcanzaron su madurez de febrero a abril de 1980 empezando en este momento su reproducción, que se extendió hasta julio del mismo año. Otro periodo de maduración y de reproducción se observó en noviembre, incrementándose hasta culminar nuevamente de febrero a abril de 1981.

Sánchez-Iturbide y Flores-Coto (1985) para el período antes mencionado, encontraron que el desove ocurrió de octubre de 1980 a enero de 1981, con mayor intensidad de mayo a julio del 1981 en áreas de vegetación sumergida en la laguna de Términos. Además de que la presencia de huevos se traslapa con los periodos de reproducción antes descritos por Yáñez-Arancibia, coincidiendo también en el período donde el porcentaje de hembras maduras fue casi nulo (agosto-octubre).

Flores-Coto y Álvarez-Cadena (1980) no concuerdan con la información anterior ya que ellos encontraron que la mayor abundancia de los estados meroplanctónicos ocurre en primavera-verano para la misma laguna (Términos).

Tabla 1.- Hábitos alimentarios de *Bairdiella chrysoura*. Modificado de Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983)

Autor y año	Lugar	Tipo de alimentación
Springer y Woodburn (1960)	Tampa Bay, Florida	Etapa juvenil ----- Copépodos Etapa adulta ----- Crustáceos y peces.
Odum y Heald (1972)	North River, Florida	Etapa larvaria ----- Copépodos y larvas de peces de <i>Menidia berillina.</i> , Etapa adulta ----- Misidáceos y <i>Anchoa mitchilli.</i>
Carr y Adams (1973)	Crystal River, Florida	Etapa larvaria ----- Copépodos Etapa adulta ----- <i>Neomysis americanus</i> , anfípodos y crustáceos.
Chao y Musick (1977)	York River, Virginia	Peces y macrozooplancton, <i>Anchoa mitchilli</i> y <i>Neomysis americanus</i> .
Levine (1978)	Lago Pontchartrain, Louisiana.	Principalmente crustáceos, en orden decreciente: - <i>Mysidopsis almyra</i> - <i>Corophium</i> - <i>Gammarus macromucronatus</i> - Isópodos. - Poliquetos nereidos - Larvas de dípteros
Yáñez-Arancibia (1983)	Laguna de Términos, Golfo de México	Etapa juvenil ----- Tanaidáceos y decápodos Etapa adulta ----- Peces y decápodos.

Cuadro 1. Cadena trófica de *Bairdiella chrysoura*

ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar de Tuxpam-Tampamachoco se localiza en la costa nororiental de México, al Norte del estado de Veracruz, a 9 km al noroeste de la ciudad de Tuxpam; se encuentra ubicada entre los 20° 57"- 21° 04" latitud Norte y los 97° 19"-97° 23" longitud Oeste (**Fig. 2**).

El área de la cuenca está limitada al norte por la Sierra de Otontepec, al sur por la Sierra de Papantla y al poniente por la Sierra Madre Oriental, en las porciones de Huayacocotla y Chicontepec.

La laguna es de forma alargada y presenta una barrera arenosa paralela a la línea de costa que la separa del Golfo de México, llamada Barra Galindo. Es un cuerpo de agua somero, sin rasgos batimétricos notables. Tiene una superficie de 16 km², su longitud es de 10.6 km con una anchura máxima de 2.7 km. Aproximadamente su profundidad máxima es de 4 m en el canal artificial de navegación que la atraviesa en dirección Norte-Sur y la mínima de 0.26 m en la parte Oeste de la laguna (**Fig. 3**).

El clima de la zona de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1981) es: Aw''₂ (e), o sea cálido con temperatura media anual mayor a 22 °C y temperatura media mensual más fría mayor a 18 °C, subhúmedo, con un cociente de precipitación anual/temperatura media anual, mayor de 55.3 a 55.8; con canícula (sequía intraestival); extremoso, con una oscilación térmica de 8.5 °C. La temperatura presenta oscilaciones anuales entre 7 y 14 °C y la precipitación anual es de 1350.9 mm³ (Salgado-Ugarte, 1985).

Según Contreras (1985) las características de los parámetros físico-químicos máximos y mínimos del agua en la laguna Tampamachoco, se comportan de la siguiente manera: temperatura 18.3-32.1 °C, salinidad 15.33-36.58 ‰, oxígeno disuelto 3.22-6.66 ml/L y *pH* 7.98-9.15. Este sistema se caracteriza por un sustrato limo-arcilloso, la vegetación circundante es principalmente manglar de *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* asociado a veces con elementos de *Salicornias* e *Hibiscus*, la cual se encuentra en la región del margen poniente de la laguna (Salgado-Ugarte, 1985). Debido a la poca transparencia de las aguas de la región, la vegetación sumergida es escasa.

A esta laguna llegan cuatro afluentes: por el Suroeste aguas continentales provenientes del río Tuxpam; por el Sureste, las del frente marino; al Noroeste se comunica con la laguna de Tamiahua por medio de dos canales de navegación el Antiguo y el Nuevo; y al Noreste tiene una comunicación directa con el Golfo, abierta artificialmente en 1979, llamado Boca de Galindo. Lo anterior determina que esta laguna presente una marcada influencia mareal, por lo que posee características hidrológicas marinas con influencia de agua dulce, provenientes principalmente del río Tuxpam (López-López *et al.*, 1991) Localidades de muestreo fueron; Laguna de Martínez, el Boquerón, Oro Negro, Punta Rica y Paso Daniel (**Fig 2**)

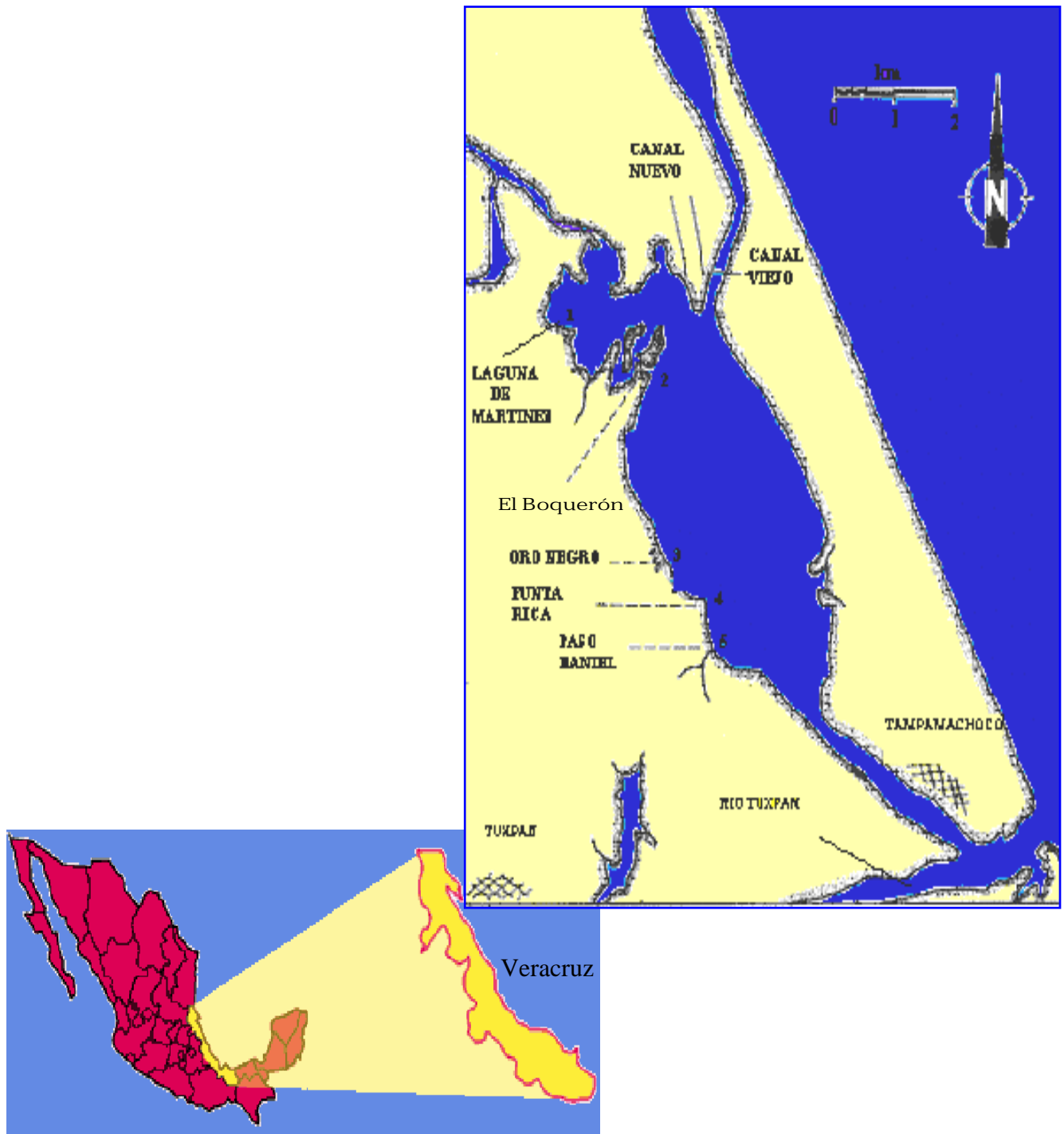


Fig. 2.- Localización geográfica de la laguna Tampamachoco y zonas muestreadas de mayo del 90 a junio del 91.



Tomada por Pérez Hernández M. Aurelio

Fig. 3.- Fotografía aérea, del sistema lagunar Tuxpam-Tampamachoco Veracruz.

MÉTODO GENERAL

Se trabajo con una muestra de 9,505 organismos obtenidos de 13 muestreos diurnos en los pastos sumergidos del área poniente de la laguna Tampamachoco Ver., durante el periodo de mayo-1990 a junio-1991, realizándose de la siguiente forma;

I.- Determinación de las estaciones de colecta

Las estaciones de colecta del material biológico se establecieron con base a las características fisiográficas y ambientales generales del área, considerando principalmente:

- i) Ubicación.
- ii) Grado de exposición a corrientes.
- iii) Variaciones de la profundidad.
- iv) Salinidad.
- v) Temperatura.
- vi) pH
- vii) Tipo de sustrato
- viii) Influencia mareal de efluentes dulceacuícolas cercanos.
- ix) Presencia y grado de desarrollo de los manchones de las asociaciones de vegetación sumergida.

A partir de lo anterior se establecieron cinco estaciones de muestreo en el mes de mayo de 1990, las cuales se ubicaron en el margen poniente de la laguna sobre áreas con vegetación sumergida. El grado de exposición a las corrientes la clasifican en:

Estación	Grado de exposición	Ubicación
Laguna de Martínez	Protegida	Marginal
El Boquerón	Expuesta	Marginal
Oro Negro	Intermedia	Marginal
Punta Rica	Expuesta	Marginal
Paso Daniel	Intermedia	Marginal

II.- Muestreo del material biológico

El muestreo del material biológico se hizo con la finalidad de elaborar un listado íctiofaunístico de las áreas someras con pastos sumergidos del margen poniente de la laguna Tampamachoco Veracruz, por lo que se utilizó como arte de pesca un chinchorro playero de 60 m de largo por 2 m de altura y luz de malla de 0.01m. Con el propósito de poder referir los valores del número de individuos y del peso de las especies colectadas con relación a un área constante, se utilizó la red arrastrándola a una distancia conocida perpendicular a la línea de costa y procurando conservar una abertura de “boca” del chinchorro en cada lance de la siguiente manera:

La red fue arrastrada a una distancia de 75 m con abertura entre los dos puntos de arrastre de 20 m (áreas cubierta aproximadamente de 1500 m²). De estas colecta *Bairdiella chrysoura* resulto ser la especie dominante tanto en numero como en frecuencia, por lo que se tomo la decisión de hacer un estudio biológico y ecológico de dicha especie.

III.- Conservación del material biológico

Los organismos capturados se fijaron con una solución de formaldehído al 10% neutralizado con carbonato de calcio y colocados en frascos debidamente etiquetados.

IV.- Registro de parámetros ambientales

A partir del mes de mayo de 1990 se consideraron para cada una de las cinco estaciones de colecta; *temperatura, profundidad, transparencia, salinidad, pH y oxígeno* tomadas en la parte central de la columna de agua de las zonas muestreadas, con la ayuda de un termómetro de cubeta, sondaleza, disco de Secchi, refractómetro y potenciómetro de campo, respectivamente. El oxígeno disuelto se determinó siguiendo la técnica de Azida modificada por Strickland y Persons (1972). Se recopiló información sobre las condiciones climáticas y meteorológicas (precipitación pluvial) obtenida por el Servicio Meteorológico Nacional.

La temperatura, profundidad, salinidad, pH del agua fueron determinados en campo con un termómetro de cubeta, sondaleza, refractómetro y potenciómetro respectivamente. La salinidad fue determinada con la ayuda de un salinómetro de inducción, que registra la conductividad eléctrica de las muestras de agua, la cual está directamente relacionada con el contenido total de sales en solución. El oxígeno disuelto se determinó por el método de Winkler modificado para la azida de sodio, llevando a cabo el procedimiento de fijación y titulación de las muestras en campo con los reactivos y soluciones adecuadas y la posterior valoración de las concentraciones de oxígeno por medio de los cálculos señalados por la técnica (Strickland y Parsons (1968).

V.- Determinación del material biológico

Los organismos fijados fueron lavados con agua y conservadas en solución de alcohol etílico al 70% o isopropílico al 40%, para su posterior tratamiento taxonómico. La identificación taxonómica de las especies capturadas se llevó a cabo por medio de claves y literatura básica correspondiente, realizando el conteo de los individuos de cada especie, por estación y meses de colecta.

VI.- Análisis de laboratorio

De los organismos capturados se obtuvieron los parámetros morfométricos; longitud total (Lt), longitud patrón (Lp) y altura, dichas medidas se registraron en centímetros con ayuda de un ictiómetro convencional de 50 cm con precisión de 1 mm (**Fig. 4**). El peso total, peso eviscerado y los pesos del hígado, estómago, intestino y gónadas, registrándose en gramos con ayuda de balanzas analítica y semianalítica con precisión de 0.001g y 0.01g respectivamente (**Figuras 5, 7 y 8**)

Debido a que en esta especie no existe un dimorfismo sexual evidente, se extrajeron las gónadas y se observaron algunas diferencias morfológicas de estas para ser sexados (**Fig.6**). Se utilizó la descripción de las gónadas de *Bairdiella ronchus* como patrón general para reconocer dichas diferencias (Pérez-Hernández *et al.*, 1988). Con la finalidad de estudios posteriores, se almacenaron las escamas, otolitos y los órganos (estómago, intestino y gónadas) del 12 % de la muestra total, considerando todos los tamaños.

Imágenes de la Método.

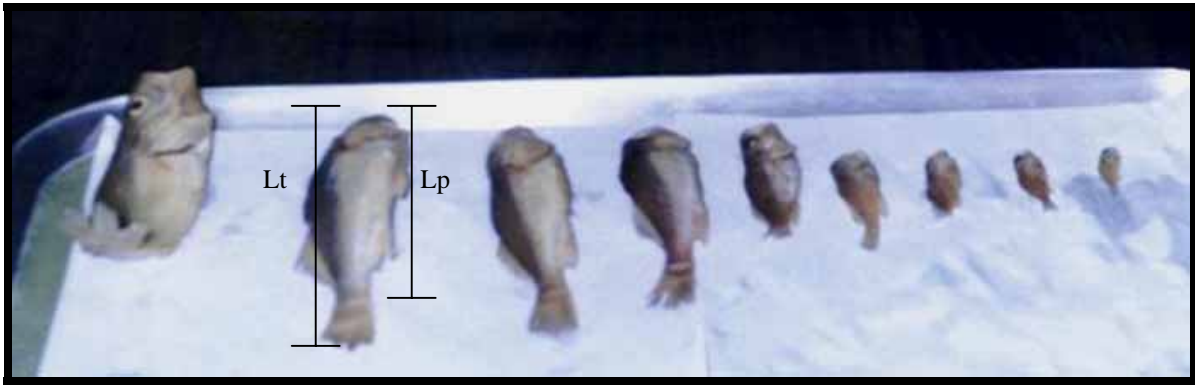


Fig. 4.- Se muestran los diferentes tamaños de la especie Bairdiella chrysoura



Fig. 5.- Lectura del peso total

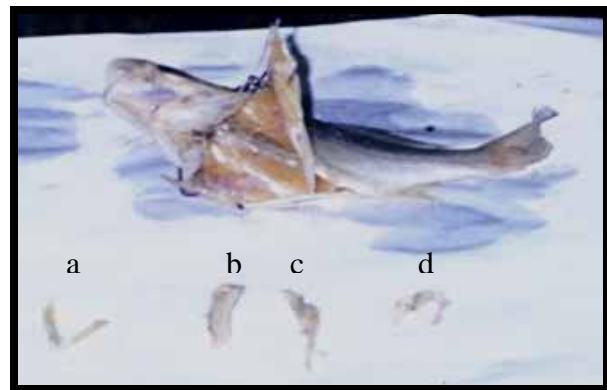


Fig. 6.- Organismo eviscerado presentado las gónadas (a), estomago (b), intestino(c) e Hígado (d)



Fig. 7.- Lectura del peso eviscerado

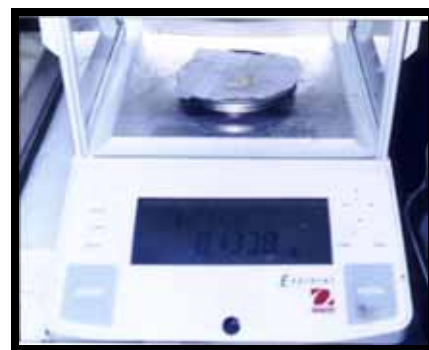


Fig.8.- Lectura de los pesos de los órganos

CAPÍTULO 1. COMPOSICIÓN Y PROPORCIÓN SEXUAL

Método

En biología pesquera es de gran importancia analizar la composición y proporción sexual como un primer paso para comprender y conocer los ciclos y periodos reproductivos de las poblaciones ícticas.

La conducta reproductora en la mayoría de los animales es cíclica en periodos más o menos regulares y esto ocurre en casi todos los peces (Gulland, 1971).

La proporción sexual de los peces es de un macho por una hembra es decir, una relación (1:1), partiendo de la idea de que los organismos presentan una conducta reproductiva monógama, esto es que solo pueden tener una pareja reproductiva y lo que esté fuera de este parámetro se consideraría como una conducta polígama, la cual consistiría en que a cada hembra o macho le correspondería más de una pareja, lo cual a nivel ecológico y natural estaría describiendo una estrategia reproductiva con la finalidad de asegurar a la próxima generación, conservar y mantener la mejor línea genética (Nikolsky, 1963).

Debido a la importancia biológica y ecológica que representa la proporción y composición sexual, es de interés estudiar dichos aspectos para comprender el ciclo de vida de *Bairdiella chrysoura*.

Para la determinación de sexo y composición sexual, se calcularon los porcentajes de machos, hembras e indeterminados de forma total, mensual y por sitio de muestreo; con los mismos datos se calculó la proporción sexual y la variación de esta última se analizó por medio de pruebas de bondad de ajuste de χ^2 . los resultados obtenidos se registraron en tablas y gráficas.

Estadígrafo de prueba ji cuadrada

La prueba de bondad de ajuste de ji cuadrada puede ser usada para probar si existe una diferencia significativa entre un número observado de objetos o respuestas que caen en cada categoría y un número esperado basado en la hipótesis nula. Es decir, la prueba ji cuadrada (χ^2) evalúa el grado de correspondencia entre los eventos observados y esperados en cada categoría.

La técnica de ji cuadrada proporciona la probabilidad de que las frecuencias observadas pudieran haber sido muestreadas de una población con los valores esperados proporcionados.

Las hipótesis planteadas para el presente trabajo con un $\alpha = 0.05$ fueron las siguientes:

$$H_0: \text{No. machos} = \text{No. hembras} \quad \text{y} \quad H_a: \text{No. machos} \neq \text{No. hembras}$$

En donde la hipótesis nula (H_0) nos dice si la relación es una hembra por un machos (1:1); por el contrario la hipótesis alterna (H_a) nos dice que la relación de hembra-machos es diferente de 1:1.

Las hipótesis nulas (H_0) se probó mediante el estadígrafo:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

O_i : Número observado de casos en la categoría i ésima.

E_i : El número esperado de casos en la categoría i ésima cuando H_0 es verdadera.

K : Número de categorías.

Así, la ecuación nos indica sumar sobre K categorías el cuadrado de las diferencias entre cada frecuencia observada y esperada, dividido por la frecuencia esperada correspondiente (Castellan y Sydney, 1995).

Resultados

De los muestreos realizados en el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en las cinco estaciones de muestreo en los pastos sumergidos de la laguna Tampamachoco Veracruz, se obtuvo un total de 9,505 organismos. De forma decreciente el mayor número de individuos se presentó en el Boquerón con 4,396, seguido por Paso Daniel (1,922), Punta Rica (1,789), Oro Negro (738) y laguna Martínez (660), por lo que la mayor abundancia se presentó en las áreas con grado de exposición a las corrientes.

La composición y proporción sexual total de *B. chrysooura* estuvo dominada por organismos indeterminados con 7,202 individuos que representan un 75.77 % de la población, seguidos por los machos con 1,425 organismos (14.99 %) y por último las hembras con 878 individuos (9.24 %). Por lo anterior, la población muestreada estuvo mejor representada por organismos juveniles inmaduros, mientras que para los organismos que alcanzaron la madurez sexual se registró una relación hembra-macho 1:2 estadísticamente significativa ($\chi^2_{cal} = 129.92$; $P < 0.005$) (Fig. 9).

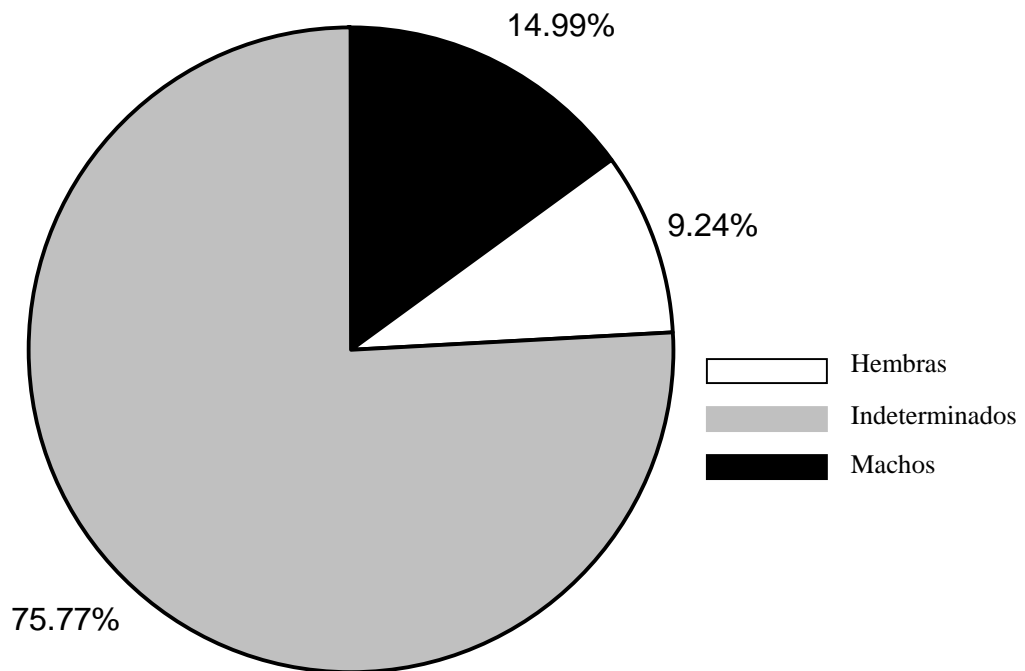


Fig. 9.- Porcentajes de la muestra total por sexos de *B. chrysooura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Temporalmente, de acuerdo con el número de organismos de cada sexo e indeterminados, se observó que estos últimos predominaron a lo largo del período de estudio, siendo más notorio de octubre a noviembre del 90 (finales de la época de lluvias e inicio de nortes). En cuanto al mayor número de machos y hembras, estos se presentaron en abril del 91 (época de secas). En general el número de machos fue mayor al de las hembras, favoreciéndolos en la proporción sexual, la cual no varió mucho con respecto a la proporción total, teniéndose que el mayor número de machos por hembras se registró en octubre del 90 y junio del 91 (periodo de lluvias) con una relación hembra-macho 1:3 significativa, en enero del 91 se observó una relación hembra-macho 3:2 pero no fue estadísticamente significativa (Tabla 2, Fig. 10).

Tabla 2.- Composición y proporción sexual mensual de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-Macho	χ^2_{cal}	P
	N	%	N	%	N	%			
MAYO -90	424	80.92	47	8.97	53	10.11	1:1	0.36	0.5485
JUNIO-90	660	75.17	65	7.40	153	17.43	1:2	35.53	<0.0001
JULIO-90	181	53.39	48	14.16	110	32.45	1:2	24.33	< 0.0001
OCTUBRE-90	1258	80.85	80	5.14	218	14.01	1:3	63.91	< 0.0001
NOVIEMBRE-90	1478	80.63	116	6.33	239	13.04	1:2	42.62	< 0.0001
ENERO-91	197	86.03	20	8.73	12	5.24	3:2	2	0.1572
FEBRERO-91	110	83.97	8	6.11	13	9.92	1:2	1.19	0.2775
MARZO-91	233	87.27	14	5.24	20	7.49	2:3	1.06	0.3035
ABRIL-91	947	52.79	405	22.58	442	24.64	1:1	1.62	0.2036
MAYO-91	955	82.33	67	5.78	138	11.90	1:2	24.59	< 0.0001
JUNIO-91	759	95.59	8	1.01	27	3.40	1:3	10.31	< 0.0001

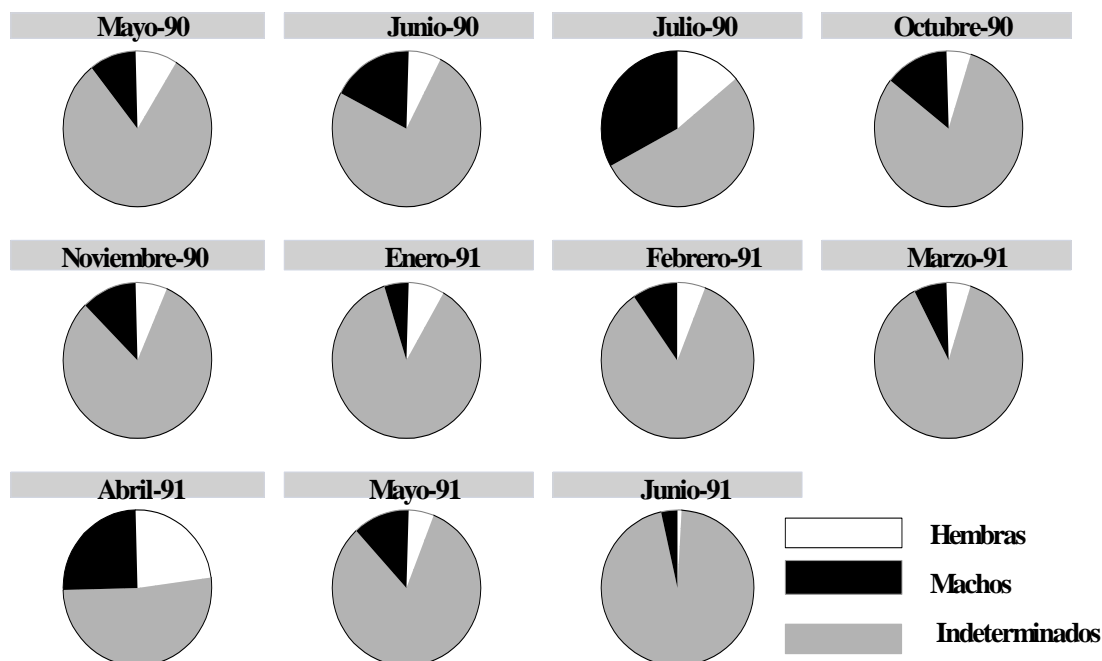


Fig. 10.- Porcentajes para cada estación de colecta por sexo e indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Por sitio de colecta los indeterminados predominaron, principalmente en el Boquerón, sitio en el cual también se presentó el mayor número de machos. Paso Daniel registró la mayor cantidad de hembras.

La proporción sexual mostró el mayor número de machos por hembras en laguna Martínez y el Boquerón con una relación de 1:3 hembra-macho; Oro Negro y Punta Rica presentaron la misma proporción sexual 2:3 hembra-macho estadísticamente significativa, por su parte Paso Daniel registró una relación hembra macho equilibrada es decir 1:1, pero no fue estadísticamente significativa (**Tabla 3, Fig. 11**). Por lo anterior, se puede decir que existió una tendencia a la segregación espacial entre sexos incrementándose ligeramente la cantidad de machos e indeterminados hacia las partes más internas de la laguna, en cambio la mayor presencia de hembras se percibió en las zonas más cercanas a la boca de la misma.

Tabla 3.- Composición y proporción sexual por estación de colecta de *B. chrysoira* en la laguna Tampamachoco Ver.

Estación	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-macho	χ^2_{cal}	P
	No	%	N	%	N	%			
Laguna Martínez	387	58.64	79	11.97	194	29.39	1:3	48.43	< 0.0001
Boquerón	3607	82.05	231	5.25	558	12.69	1:3	135.53	< 0.0001
Oro Negro	582	78.86	61	8.27	95	12.87	2:3	7.41	<0.006
Punta Rica	1329	74.29	192	10.73	268	14.98	2:3	12.56	<0.0004
Paso Daniel	1297	67.48	315	16.39	310	16.13	1:1	0.04	0.8415

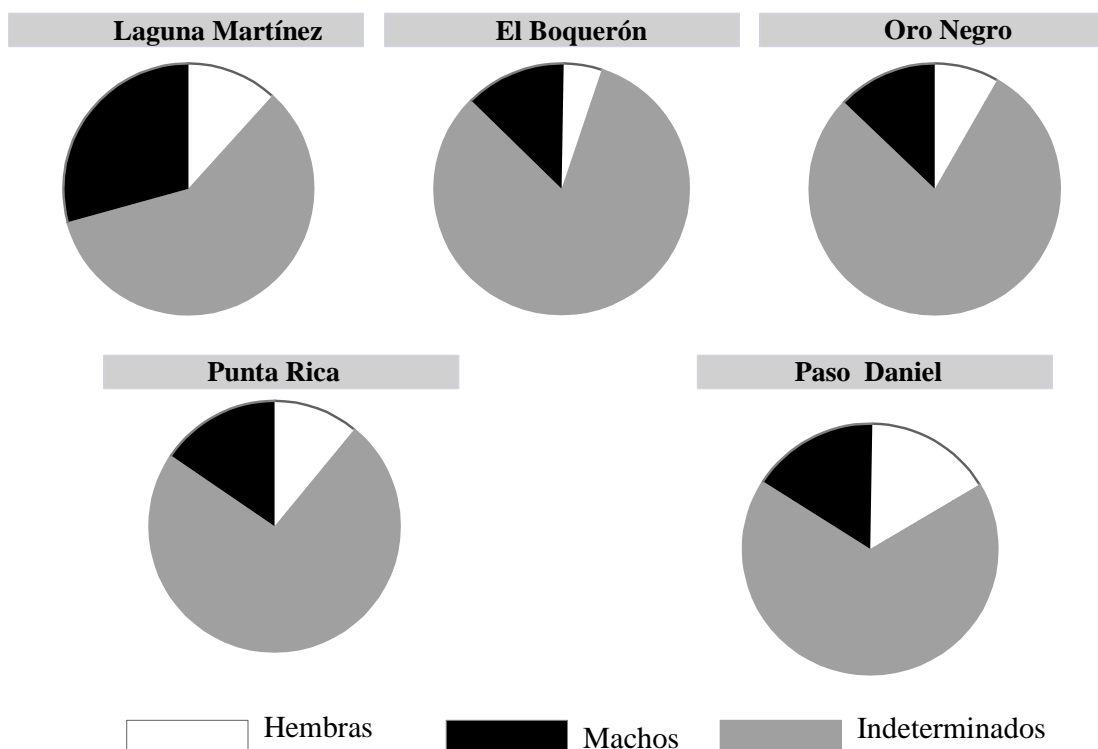


Fig. 11.- Porcentajes por sexo e indeterminados de *B. chrysoira* para cada estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

La variación mensual por estación de colecta mostró predominancia de los indeterminados a lo largo del periodo de estudio en las cinco estaciones de muestreo; de forma general se registró un mayor número de machos que de hembras y los indeterminados siguieron predominando sobre la muestra.

Para laguna Martínez más de la mitad del periodo de estudio no presentó organismos. En los meses de junio y octubre del 90 (período de lluvias) se registraron relaciones hembra-macho estadísticamente significativas de 1:3 y 1:4 respectivamente. Además, en estos meses se presentó el mayor número de indeterminados y machos, si bien estos últimos predominaron únicamente en julio del 90. El mayor número de hembras ocurrió en junio y julio del 90 (periodo de lluvias) (**Tabla 4**).

Tabla 4.-Composición y proporción sexual mensual de *B. chrysoira* en la estación laguna Martínez.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-macho	χ^2_{cal}	P
	N	%	N	%	N	%			
MAYO -90	66	91.67	2	2.78	4	5.56	1:2	0.67	0.41
JUNIO-90	144	61.54	24	10.26	66	28.21	1:3	19.60	< 0.0001
JULIO-90	40	31.75	33	26.19	53	42.06	1:2	4.65	0.03
OCTUBRE-90	114	57.87	17	8.63	66	33.50	1:4	28.93	< 0.0001
NOVIEMBRE-90	9	90.00	1	10.00	-	-	-	-	-
ENERO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FEBRERO-91	5	50.00	1	10.00	4	40.00	1:4	1.80	0.18
MARZO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ABRIL-91	9	81.82	1	9.09	1	9.09	1:1	-	-
MAYO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUNIO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-

En el Boquerón se registró la mayor dominancia de indeterminados de abril a mayo del 91 (finales del período de secas), en este período también se registro el mayor número de machos y hembras (abril del 91), además en este último mes la proporción sexual favoreció a las hembras con una relación hembra-machos 2:1 estadísticamente significativa. El mayor número de machos por hembras se presentó en octubre del 90 (finales del período de lluvias) con una relación 1:5 hembra-macho (estadísticamente significativa). El resto del período presentó una proporción similar a la registrada para el total de la población, es decir 1:2 hembra-macho (**Tabla 5**).

Tabla 5.-Composición y proporción sexual mensual de *B. chrysoira* en la estación el Boquerón.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-macho	χ^2_{cal}	P
	N	%	N	%	N	%			
MAYO -90	55	100	-	-	-	-	-	-	-
JUNIO-90	233	82.62	12	4.26	37	13.12	1:3	12.761	< 0.0001
JULIO-90	109	63.01	13	7.51	51	29.48	1:4	22.56	< 0.0001
OCTUBRE-90	251	79.43	11	3.48	54	17.09	1:5	28.45	< 0.0001
NOVIEMBRE-90	664	78.67	56	6.64	124	14.69	1:2	25.69	< 0.0001
ENERO-91	39	97.5	1	2.5	-	-	-	-	-
FEBRERO-91	7	100	-	-	-	-	-	-	-
MARZO-91	164	90.61	6	3.31	11	6.08	1:2	1.47	0.23
ABRIL-91	558	72	70	9.03	147	18.97	1:2	27.32	< 0.0001
MAYO-91	929	90.90	61	5.97	32	3.13	2:1	26.12	< 0.0001
JUNIO-91	598	99.50	1	0.17	2	0.33	1:2	0.33	0.56

Oro Negro, se presentó la mayor dominancia de indeterminados en junio del 90 (inicio de lluvias), la mayor cantidad de hembras se presentó también en este mes y los machos en noviembre del mismo año.

De acuerdo a la proporción sexual el mayor número de machos por hembras se registró en noviembre del 90 (inicio de nortes) con una relación 1:3 hembra-macho estadísticamente significativa; el resto de los meses fueron variantes y no presentaron variaciones significativas en cuanto a la proporción sexual (**Tabla 6**).

Tabla 6.-Composición y proporción sexual mensual de *B. chrysoira* en la estación Oro Negro.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-Macho	χ^2_{cal}	P
	N	%	N	%	N	%			
MAYO-90	82	100	-	-	-	-	-	-	-
JUNIO-90	166	78.30	20	9.43	26	12.26	3:4	0.78	0.3763
JULIO-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OCTUBRE-90	91	74.59	11	9.02	20	16.39	1:2	2.61	0.1060
NOVIEMBRE-90	141	76.22	11	5.95	33	17.84	1:3	11	<0.0001
ENERO-91	35	72.92	7	14.58	6	12.5	1:1	0.08	0.7815
FEBRERO-91	27	96.43	1	3.57	-	-	-	-	-
MARZO-91	6	100	-	-	-	-	-	-	-
ABRIL-91	7	43.75	5	31.25	4	25	1:1	0.11	0.7388
MAYO-91	26	68.42	6	15.79	6	15.79	1:1	-	1
JUNIO-91	1	100	-	-	-	-	-	-	-

La mayor predominancia de indeterminados en Punta Rica se registró de octubre a noviembre del 90 (finales de lluvias e inicio de nortes). El mayor número machos y hembras se registró en abril del 91 (época de secas).

La proporción sexual mostró el mayor número de machos por hembras en junio-91 (inicio de lluvias) con una relación hembra-macho 1:4 estadísticamente significativa; en el resto de los meses la proporción fue variante (**Tabla 7**).

Tabla 7.-Composición y proporción sexual mensual de *B. chrysoira* en la estación Punta Rica.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-Macho	χ^2_{cal}	P
	N	%	N	%	N	%			
MAYO-90	211	69.41	44	14.47	49	16.12	1:1	0.27	0.6441
JUNIO-90	117	78	9	6	24	16	1:3	6.82	<0.0090
JULIO-90	32	80	2	5	6	15	1:3	2	0.1573
OCTUBRE-90	255	87.03	12	4.10	26	8.87	1:2	5.16	<0.0231
NOVIEMBRE-90	288	83.72	17	4.94	39	11.34	1:2	8.64	<0.0033
ENERO-91	69	94.52	3	4.11	1	1.37	3:1	1	0.3173
FEBRERO-91	32	96.97	-	-	1	3.03	-	-	-
MARZO-91	28	90.32	1	3.23	2	6.45	1:2	0.33	0.5637
ABRIL-91	152	44.19	97	28.20	95	27.62	1:1	0.02	0.8852
MAYO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUNIO-91	145	81.92	7	3.95	25	14.12	1:4	10.13	<0.0015

Por último, en Paso Daniel la mayor predominancia se presentó en octubre-90 (finales del período de lluvias), el mayor número de machos y hembras se registró en abril del 91 (secas).

La proporción sexual manifestó el mayor número de machos por hembras en abril del 91 con una relación hembra-macho 1:2 significativa; el resto de los meses presentó en general una relación hembra-macho 1:1, si bien no fue estadísticamente significativa. (**Tabla 8**).

Tabla 8.- Composición y proporción sexual mensual de *Bairdiella chrysoura* en la estación Paso Daniel.

Mes	Indeterminados		Hembras		Machos		Relación Hembra-Macho	χ^2_{cal}	P
	No.	%	No.	%	No.	%			
MAYO-90	10	90.91	1	9.09	-	-	-	-	-
JUNIO-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JULIO-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OCTUBRE-90	547	87.10	29	4.62	52	8.28	1:2	6.53	0.01
NOVIEMBRE-90	376	83.56	31	6.89	43	9.56	2:3	1.95	0.16
ENERO-91	54	79.41	9	13.24	5	7.35	2:1	1.14	0.29
FEBRERO-91	39	73.58	6	11.32	8	15.09	2:3	0.29	0.59
MARZO-91	35	71.43	7	14.29	7	14.29	1:1	-	1
ABRIL-91	221	34.10	232	35.80	195	30.09	1:1	3.21	0.07
MAYO-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUNIO-91	15	100	-	-	-	-	-	-	-

Así, se podría pensar que la dominancia de indeterminados temporal y espacialmente, indica que las áreas con pastos sumergidos de la laguna representan para la población de esta especie una zona de crianza, protección, crecimiento y alimentación, mientras que las variaciones de la proporción sexual probablemente se deban a una segregación espacial por sexos establecida por movimientos migratorios.

A continuación se presentan los diagramas que facilitan la ubicación de la composición poblacional de *B. chrysoura* en el tiempo y por sitio de colecta.

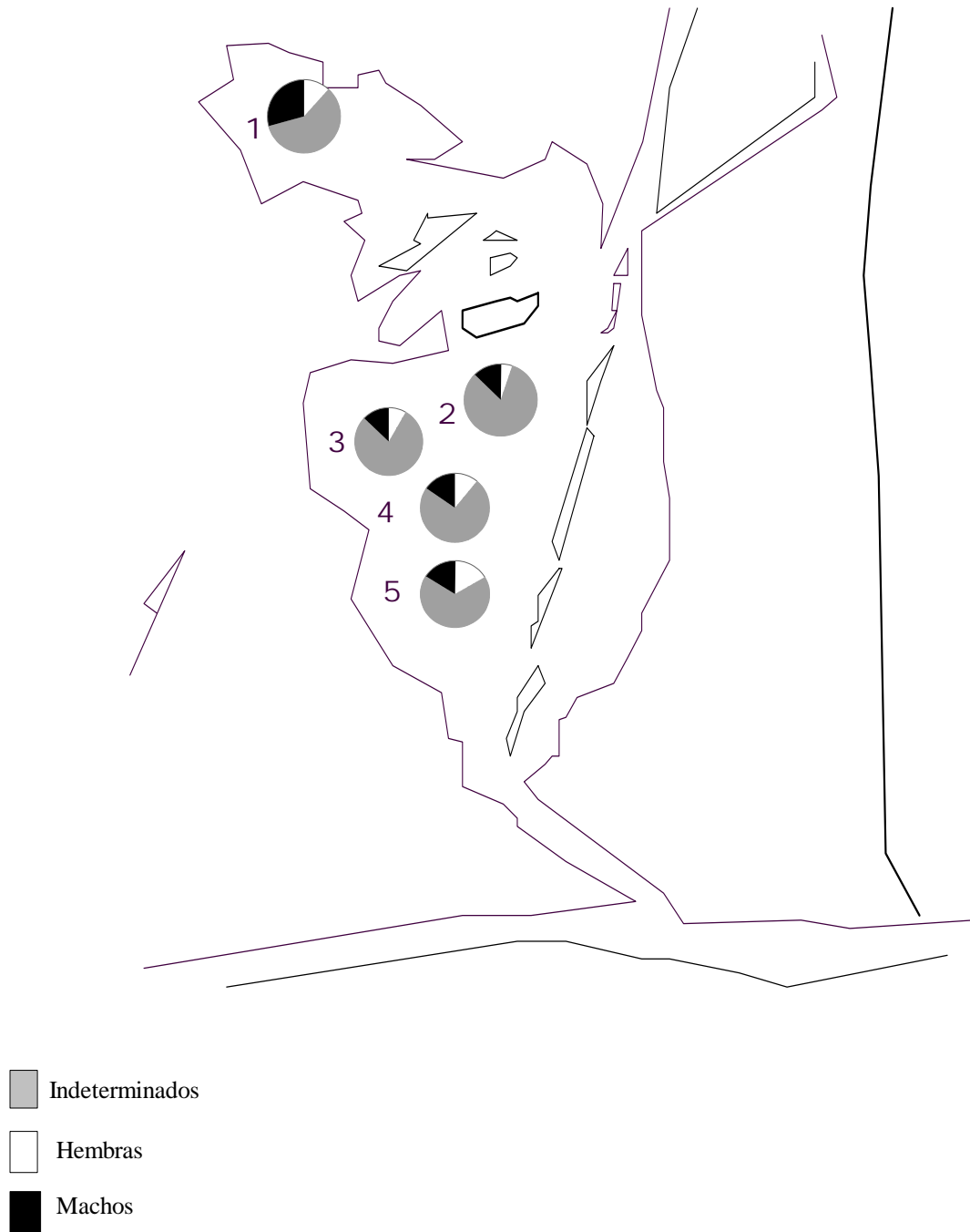


Fig. 12.-Variación espacial de la composición sexual total; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel

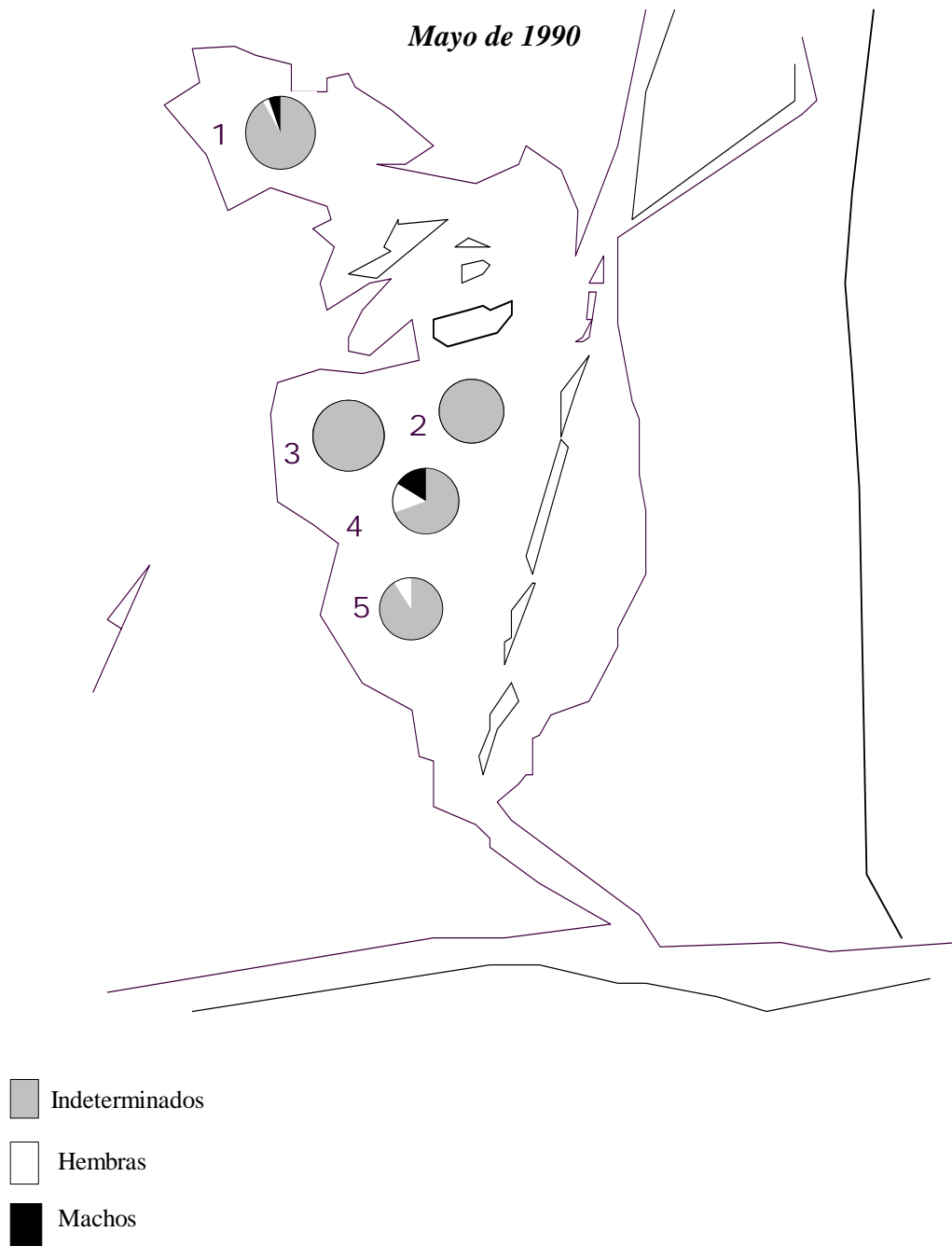


Fig. 13.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de mayo-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel

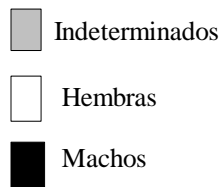
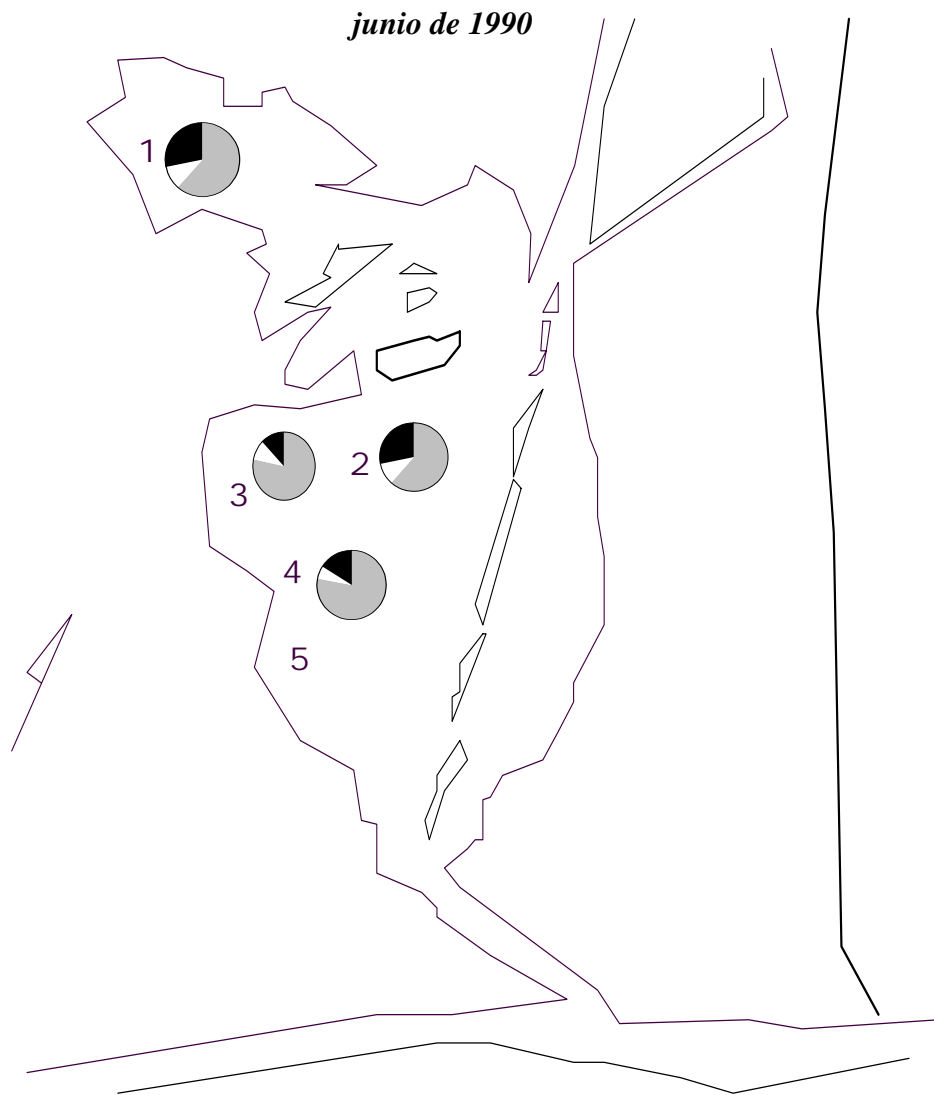


Fig. 14.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de junio-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel

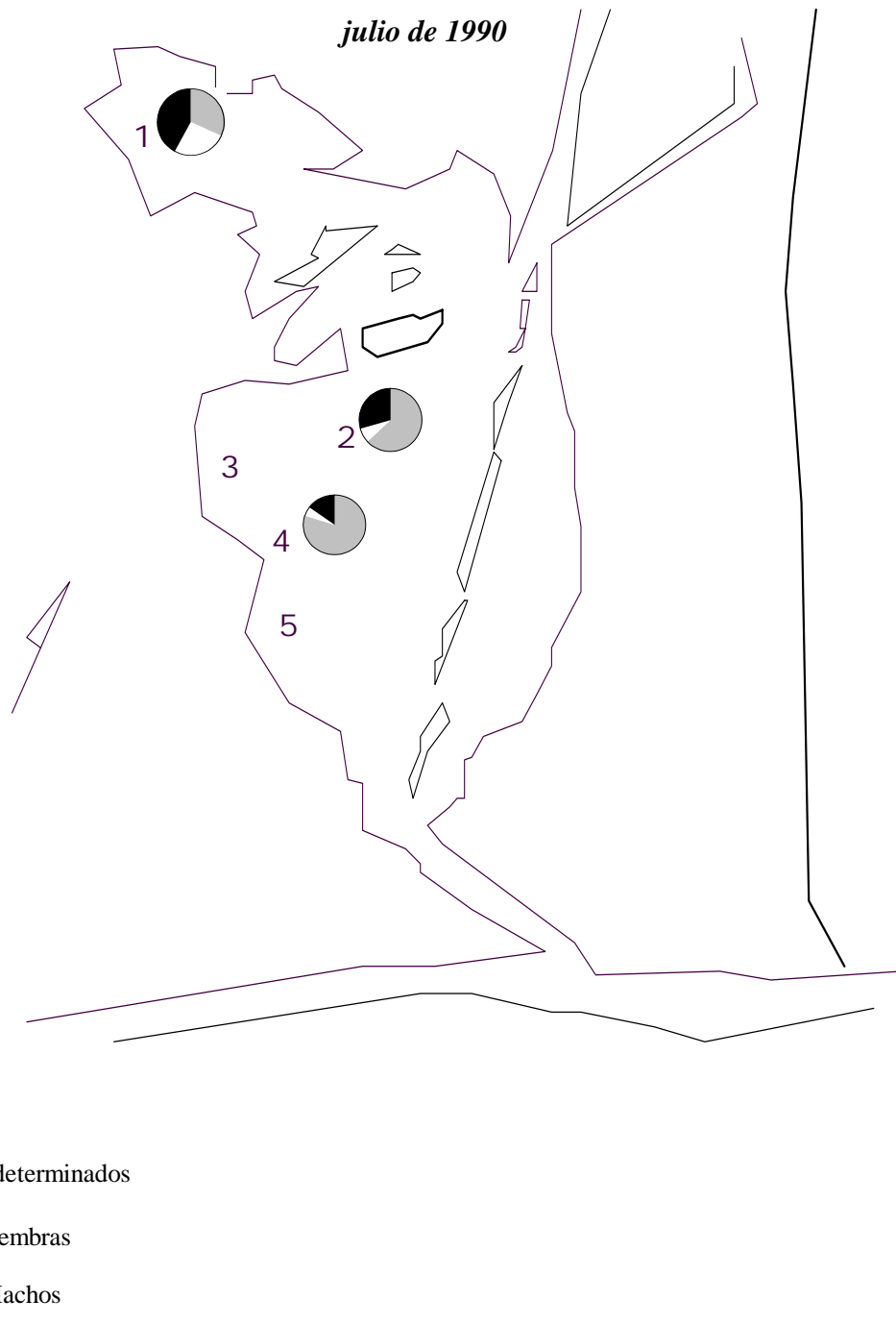


Fig. 15.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de julio-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel



Fig. 16.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de octubre-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel

Noviembre de 1990

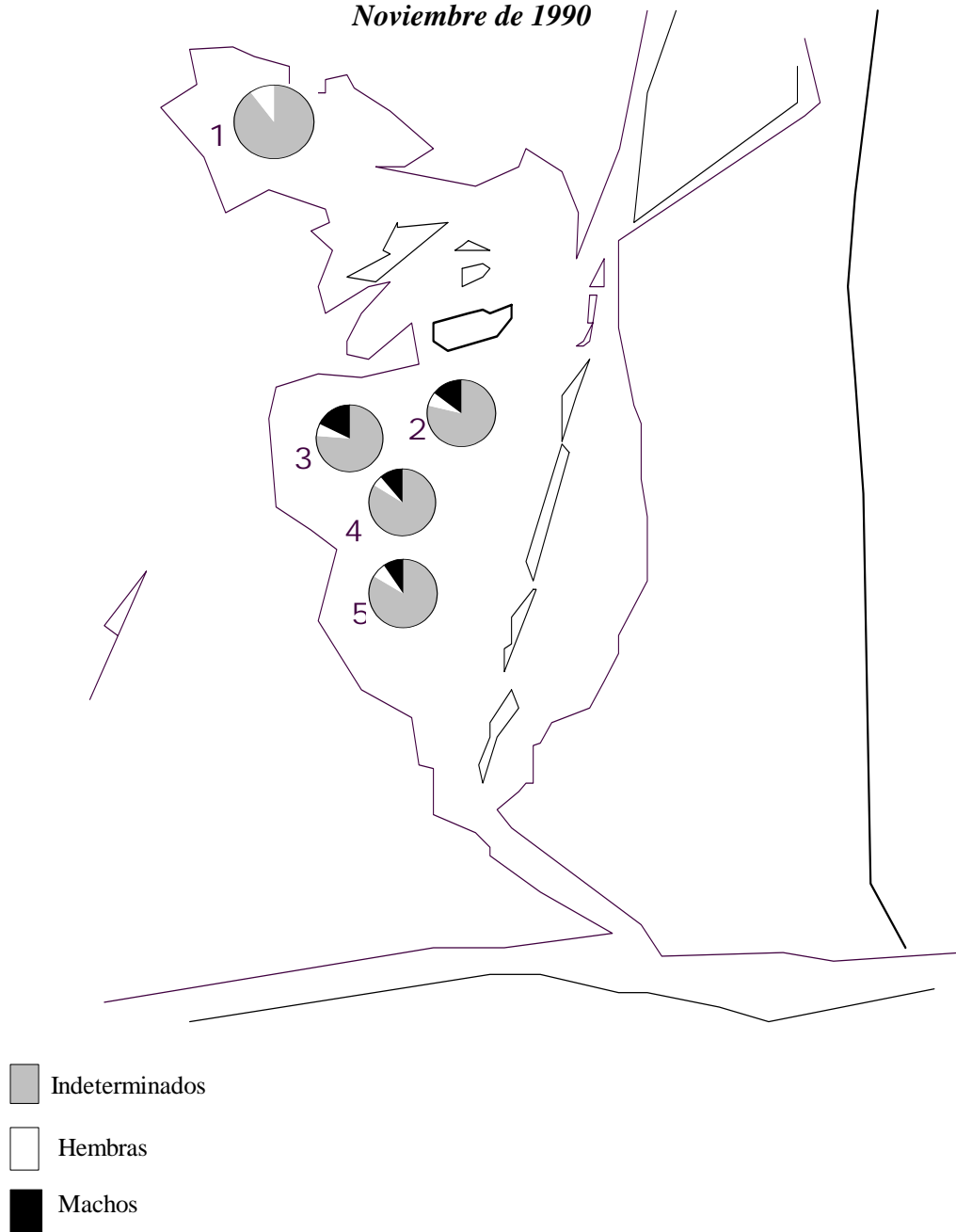


Fig. 17.- Variación espacial de la composición sexual para el mes de noviembre-90; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.

Enero de 1991

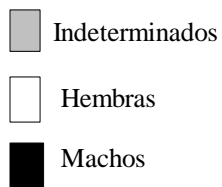


Fig. 18.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de enero-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.

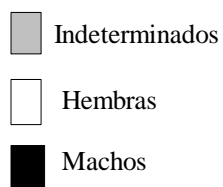


Fig. 19.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de febrero-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.

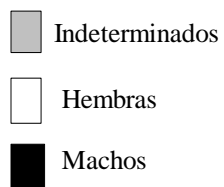


Fig. 20.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de marzo-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.

Abril de 1991



Fig. 21.-Variación espacial de la composición sexual par el mes de abril-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.



Fig. 22.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de mayo-91;(1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.



Fig. 23.-Variación espacial de la composición sexual para el mes de junio-91; (1) Laguna Martínez, (2) Boquerón, (3) Oro Negro, (4) Punta Rica y (5) Paso Daniel.

CAPÍTULO 2. RELACIÓN PESO-LONGITUD

Método

Todo crecimiento implica un cambio de magnitud en la longitud y el peso de un organismo con el tiempo. Por ello es deseable tener alguna expresión que relacione ambas variables. A menos que haya cambios muy profundos y definidos en la forma de un ser vivo a medida que sus dimensiones lineales aumentan, las relaciones entre el peso y la longitud se manifiestan como una función potencial cuya pendiente puede diferir considerablemente entre distintas especies, entre poblaciones, entre sexos de una misma población o entre individuos del mismo sexo y de una misma población, considerando estaciones anuales diferentes (Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998).

En general la relación peso-longitud en los peces suele apegarse a una expresión matemática potencial de la forma:

$$P = a L^b$$

En donde P es el peso; L la longitud; a y b son constantes empíricas. La transformación empírica linealizada a la anterior expresión es:

$$\log P = \log a + b \log L$$

si se substituye $\log P$ por P' , $\log a$ por a' y $\log L$ por L' , se tiene entonces la expresión de una función lineal:

$$P' = a' + bL'$$

En donde b representa el exponente de la expresión potencial, o la pendiente de la ecuación rectilínea. Este valor es de importancia porque permite por un lado tener conocimiento del grado de isometría del crecimiento de los individuos; si $b = 3$ entonces se tiene un crecimiento isométrico; si $b \neq 3$ entonces los peces manifiestan un crecimiento alométrico, este puede ser de dos tipos:

- Alométrico negativo ($b < 3$) lo cual nos indica que el organismo gana en mayor proporción talla que peso.
- Alométrico positivo ($b > 3$) en donde hay una ganancia mayor de peso que de talla.

(Lagler, 1978).

La ecuación anterior se puede reexpresar de la siguiente forma para el análisis biológico:

$$\begin{array}{l} P = aL^b \\ \text{Potencial} \end{array} \quad \text{o} \quad \begin{array}{l} \log P = \log a + b \log L \\ \text{logarítmica} \end{array}$$

Donde:

P = peso

L = longitud patrón

a = una constante (ordenada al origen)

b = exponente (o la pendiente), que en los peces suele variar entre 2, 5 y 4.

Para calcular esta relación, lo más correcto es usar siempre la regresión funcional de mínimos cuadrados. Presuponiendo la densidad constante, si el pez (o cualquier organismo) mantiene una forma esencial constante durante el crecimiento, entonces $b = 3$, pudiéndose por tanto hablar de isometría en la relación talla-peso.

El valor de b es igual a tres ya que este se considera como si el peso de un cubo fuese igual al producto de su volumen por su densidad; la densidad es una característica constante para cada tipo de material del que puede estar construido el cubo. Así se puede escribir una expresión matemática que relacione la longitud con el peso. De esta forma el peso es igual al producto de una constante por el cubo de la longitud. La fórmula nos permite dar una primera respuesta a la pregunta cuánto pesaría un pez de una determinada longitud. Para ello sólo necesitaríamos saber el valor de la constante característica de la especie que se trate (Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998).

Para determinar la ecuación de la relación peso-longitud, se utilizó el peso total y la longitud patrón. Se consideró la longitud patrón debido a que durante la captura, transporte y manejo de los ejemplares, se dañó en varios de estos la aleta caudal, afectando la medición adecuada de la longitud total. Aunque, se planteó un modelo matemático de regresión longitud total-longitud patrón, para poder llevar a cabo la conversión de la longitud patrón a longitud total. Se aplicó la ecuación potencial y su transformación logarítmica, la cual nos permitió obtener las constantes empíricas a y b , utilizando el método de regresión lineal aplicada a los logaritmos de la longitud patrón y peso total, obteniéndose así las ecuaciones de la relación peso-longitud por sexo e indeterminados, estas expresiones se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA); además se llevaron a cabo pruebas de t -Student para determinar si el valor de la pendiente representaba un crecimiento isométrico $b = 3$ ó alométrico $b \neq 3$ y un análisis de covarianza (ANDECOVA) para determinar si las pendientes entre sexos eran diferentes.

Pruebas estadísticas

El Análisis de varianza (ANDEVA) se define como una técnica mediante la cual la variación total presente en un conjunto de datos se divide en varios componentes, cada una de las cuales tiene asociada una fuente de variación específica, de manera que con el análisis es posible conocer la magnitud de las contribuciones de cada fuente de variación a la variación total. Dicho análisis nos sirve para contrastar hipótesis a cerca de más de dos medias, sin embargo, las conclusiones acerca de las medias dependen de la magnitud de las varianzas observadas (Marques Dos Santos, 2004)

La hipótesis planteada fue la siguiente con un $\alpha = 0.05$:

$$H_0: B = 0 \quad \text{y} \quad H_a: B \neq 0$$

Donde:

La hipótesis nula (H_0) plantea que el valor de la pendiente no es significativamente diferente de cero, la hipótesis alterna (H_a) nos indica que el valor de la pendiente si es estadísticamente diferente de cero.

El análisis de covarianza (ANDECOVA) es una técnica estadística que utiliza un modelo de regresión lineal múltiple buscando comparar los resultados obtenidos de diferentes grupos de una variable cuantitativa, pero “corrigiendo” las posibles diferencias existentes entre los grupos en otras variables que pudieran afectar también al resultado (covariantes). (Moliner, 2002)

La hipótesis planteada con un $\alpha = 0.05$ es la siguiente:

$$H_0: B_M = B_H = B_I \text{ y } H_a: B_M \neq B_H \neq B_I$$

Donde:

La hipótesis nula (H_0) nos plantea que el valor de la pendiente entre machos, hembras e indeterminados no son diferentes estadísticamente significativas, mientras que la hipótesis alterna (H_a) nos indica que si son estadísticamente diferentes los valores de las pendientes entre los sexos e indeterminados.

La prueba *t*-Student se utilizó para hacer pruebas acerca de la pendiente poblacional (B), en este caso probar la isometría ($B = 3$) (Marques Dos Santos, 2004).

La hipótesis establecida con un $\alpha = 0.05$ fue la siguiente:

$$H_0: B = 3 \quad \text{y} \quad H_a: B \neq 3$$

Donde:

La hipótesis nula (H_0) nos indica que el valor de la pendiente es igual a 3 estadísticamente significativa es decir, que existe un crecimiento de tipo isométrico y la hipótesis alterna (H_a) nos plantea que el valor de la pendiente es diferente de 3 estadísticamente significativo, lo cual nos hablaría de un crecimiento alométrico.

Resultados

La relación de la longitud patrón y peso total de la muestra presentó diferencias significativas por sexos tanto en interceptos ($F = 24.68$; $P < 0.001$) como entre pendientes ($F = 31.02$, $P < 0.001$) (**Tabla 9**).

Tabla 9.- Pruebas de covarianza (ANDECOVA) para el análisis de la relación longitud patrón (lp) y peso total (pt) por sexos e indeterminados.

Número de organismos = 9,505 $r^2 = 0.9851$					
RECM = 0.149 r^2 -ajustada = 0.9851					
Fuente	SC	gl	CM	F	Prob > F
Modelo	13855.3791	5	2771.07581	1.2e+05	0.0000
sexo	1.09570257	2	.547851287	24.68	0.0000
lnlp	2280.13257	1	2280.13257	1.0e+05	0.0000
sexo*lnlp	1.37734292	2	.688671461	31.02	0.0000
Residual	209.999486	9459	.022201024		
Total	14065.3786	9464	1.48619807		

SC= suma de cuadrados RECM= Raíz del error cuadrado medio CM= Cuadrado medio

Las ecuaciones logarítmicas y potenciales para la relación peso total-longitud patrón de la muestra en general, por sexos e indeterminados se muestran en la **Tabla 10** y gráficamente en las **Figuras 24, 26 y 28**, observándose que machos y hembras presentaron un comportamiento isométrico con valores de t -Student = 0.45 y 0.40, $P > 0.5$ respectivamente; los indeterminados presentaron un coeficiente de alometría negativo (t -Student = 512.44; $P < 0.001$).

Las hembras alcanzaron una mayor longitud patrón y registraron un mayor peso (14.8 cm y 60 g respectivamente), a diferencia de los machos los cuales alcanzaron longitudes de 14.3 cm y peso total de 51 g, mientras que los indeterminados tuvieron una longitud patrón de 12.8 cm y un peso de 36.8 g. El hecho de que las hembras sean más pesadas y grandes que los machos se puede deber a diversos factores como la madurez gonádica, por lo que en general los machos son menos largos y más esbeltos.

Tabla 10.- Ecuación potencial y logarítmica de la relación peso total-longitud patrón por sexos e indeterminados; (i) se refiere a la prueba de isometría ($H_0: B = 3$).

Sexo	N	r^2 -ajus	Logarítmica	Potencial	t (i)	P (i)
Machos	1425	0.9682	Log P = 2.990308 L -4.035732	P = 0.01767 L^{2.990308}	0.45	0.5017
Hembras	878	0.9739	Log P = 3.010544 L -4.062709	P = 0.01720 L^{3.010544}	0.40	0.5291
Indeterminados	7202	0.9789	Log P = 2.886698 L -3.830989	P = 0.02169 L^{2.886698}	512	0.000

Temporalmente la relación peso-longitud por sexo fue variable, observándose que de febrero a junio del 91 (finales del período de nortes e inicio de lluvias) el coeficiente de alometría fue negativo en los machos y de abril a mayo del 91 (secas) en las hembras (**Tabla 11b y Fig.27**), es decir que crecen más en longitud que en peso (**Tabla 11a y Fig.25**). También se observó un coeficiente de alometría positiva en junio y noviembre del 90 (inicio de lluvias y nortes) en las hembras.

Tabla 11.-Datos de la ecuación de la relación peso-longitud potencial y lineal mensual para machos (a), hembras (b) e indeterminados (c) de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver. (i) se refiere a la prueba de isometría (Ho: $B = 3$).

(a)

FECHA	N	r^2 -ajus.	Expresión logarítmica	Expresión Potencial	$t(i)$	$P(i)$
MAYO-90	53	0.9161	Log P = 2.978107 L -3.93565	P = 0.01953 L ^{2.978107}	0.03	0.8615
JUNIO-90	152	0.9789	Log P = 3.066229 L -4.20017	P = 0.01499 L ^{3.066229}	3.26	0.0728
JULIO-90	108	0.9725	Log P = 2.825603 L -3.67902	P = 0.02525 L ^{2.825603}	14.40	0.0002
OCTUBRE-90	218	0.9351	Log P = 2.992984 L -4.05016	P = 0.01741 L ^{2.992984}	0.02	0.8958
NOVIEMBRE-90	236	0.9665	Log P = 3.065571 L -4.23515	P = 0.01448 L ^{3.065571}	3.10	0.0795
ENERO-91	11	0.9906	Log P = 2.962831 L -3.94540	P = 0.01934 L ^{2.962831}	0.17	0.6930
FEBRERO-91	12	0.9016	Log P = 2.330398 L -2.63456	P = 0.07175 L ^{2.330398}	8.40	0.0159
MARZO-91	18	0.9807	Log P = 2.747803 L -3.51997	P = 0.02960 L ^{2.747803}	7.27	0.0159
ABRIL-91	441	0.9468	Log P = 2.832677 L -3.66570	P = 0.02560 L ^{2.832677}	27.34	0.0000
MAYO-91	138	0.9450	Log P = 2.786853 L -3.58667	P = 0.02769 L ^{2.786853}	13.78	0.0003
JUNIO-91	25	0.9685	Log P = 2.702760 L -3.36520	P = 0.03466 L ^{2.702760}	9.12	0.0061

(b)

FECHA	N	r^2 -ajus.	Expresión logarítmica	Expresión Potencial	$t(i)$	$P(i)$
MAYO-90	46	0.9018	Log P = 2.83636 L -3.60386	P = 0.04670 L ^{2.83636}	1.38	0.2465
JUNIO-90	65	0.9736	Log P = 3.21144 L -4.47037	P = 0.01144 L ^{3.21144}	10.24	0.0021
JULIO-90	45	0.9334	Log P = 2.89478 L -3.78348	P = 0.02274 L ^{2.89478}	0.82	0.3714
OCTUBRE-90	80	0.9684	Log P = 2.94025 L -3.90252	P = 0.02019 L ^{2.94025}	1.00	0.3202
NOVIEMBRE-90	116	0.9692	Log P = 3.18959 L -4.45276	P = 0.01164 L ^{3.18959}	12.78	0.0005
ENERO-91	16	0.9964	Log P = 2.97915 L -3.95573	P = 0.01914 L ^{2.97915}	0.20	0.6597
FEBRERO-91	7	0.9755	Log P = 2.88072 L -3.74621	P = 0.02360 L ^{2.88072}	0.41	0.5497
MARZO-91	13	0.9761	Log P = 2.80955 L -3.65784	P = 0.02579 L ^{2.80955}	2.26	0.1611
ABRIL-91	405	0.9558	Log P = 2.87918 L -3.76271	P = 0.02322 L ^{2.87918}	15.39	0.0001
MAYO-91	67	0.9638	Log P = 2.85703 L -3.75236	P = 0.02346 L ^{2.85703}	4.40	0.0398
JUNIO-91	7	0.9899	Log P = 2.87226 L -3.80854	P = 0.02218 L ^{2.87226}	1.17	0.3293

(c)

FECHA	N	r^2 -ajus.	Expresión logarítmica	Expresión Potencial	$t(i)$	$P(i)$
MAYO-90	419	0.9834	Log P = 3.00035 L -4.03339	P = 0.01771 L ^{3.00035}	0.000	0.9854
JUNIO-90	660	0.9597	Log P = 3.06567 L -4.15366	P = 0.01571 L ^{3.06567}	7.21	0.0074
JULIO-90	180	0.9843	Log P = 2.94393 L -3.90194	P = 0.02020 L ^{2.94393}	4.08	0.0448
OCTUBRE-90	1257	0.9780	Log P = 2.84138 L -3.76973	P = 0.02306 L ^{2.84138}	173.63	0.0000
NOVIEMBRE-90	1475	0.9737	Log P = 2.89069 L -3.87652	P = 0.02072 L ^{2.89069}	77.93	0.000
ENERO-91	197	0.9866	Log P = 2.88887 L -3.81978	P = 0.02193 L ^{2.88887}	21.43	0.000
FEBRERO-91	110	0.9882	Log P = 2.87249 L -3.74649	P = 0.02360 L ^{2.87249}	18.02	0.000
MARZO-91	233	0.9854	Log P = 2.86806 L -3.77589	P = 0.02291 L ^{2.86806}	33.13	0.000
ABRIL-91	943	0.9840	Log P = 2.84967 L -3.73617	P = 0.02384 L ^{2.84967}	161.00	0.000
MAYO-91	955	0.9872	Log P = 2.87593 L -3.81416	P = 0.02206 L ^{2.87593}	137.06	0.000
JUNIO-91	757	0.9550	Log P = 2.78066 L -3.59435	P = 0.02748 L ^{2.78066}	99.77	0.000

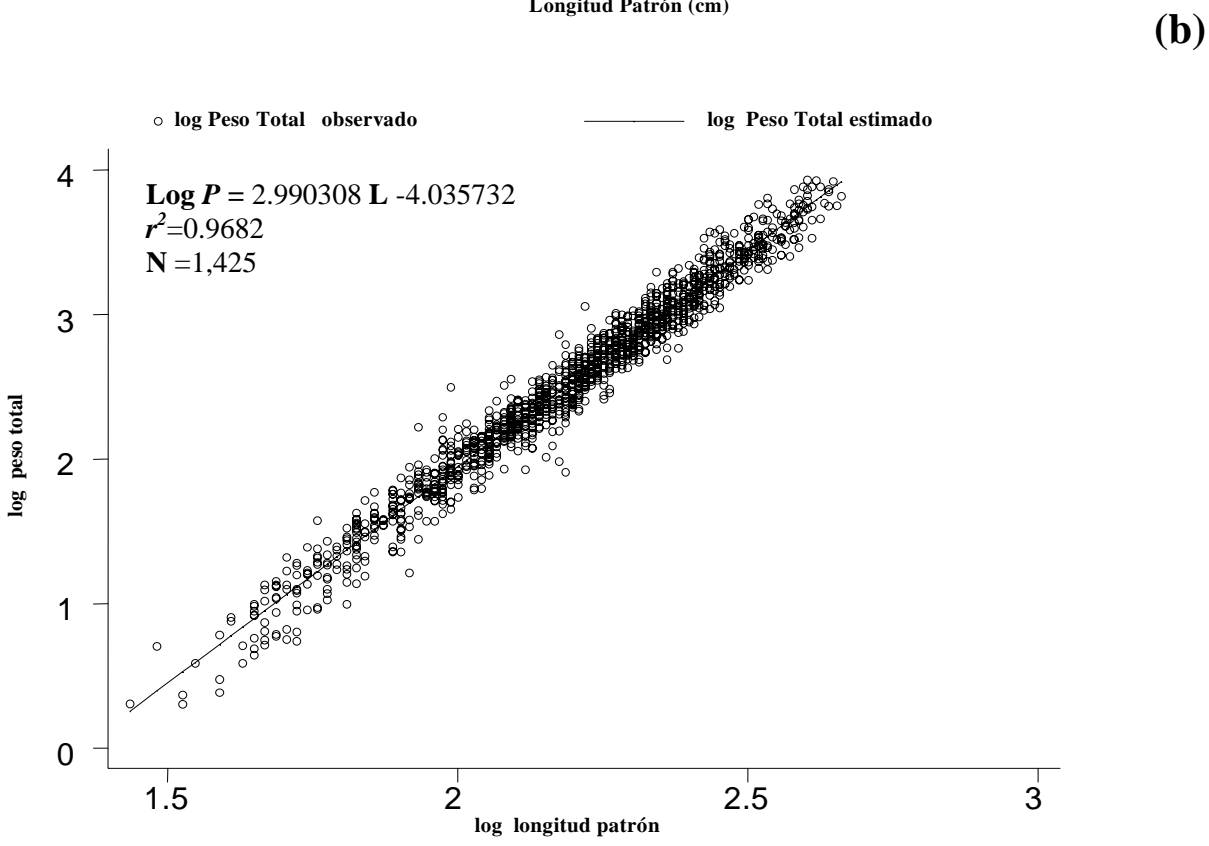
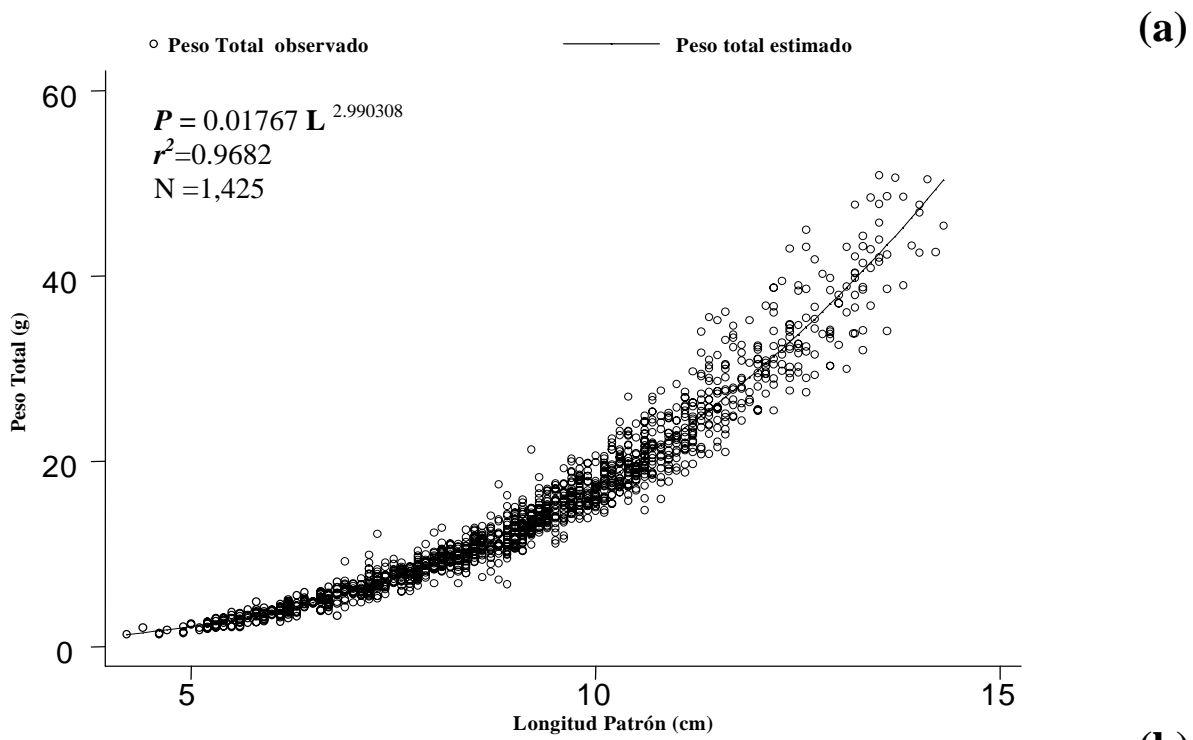


Fig. 24.- Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para machos de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

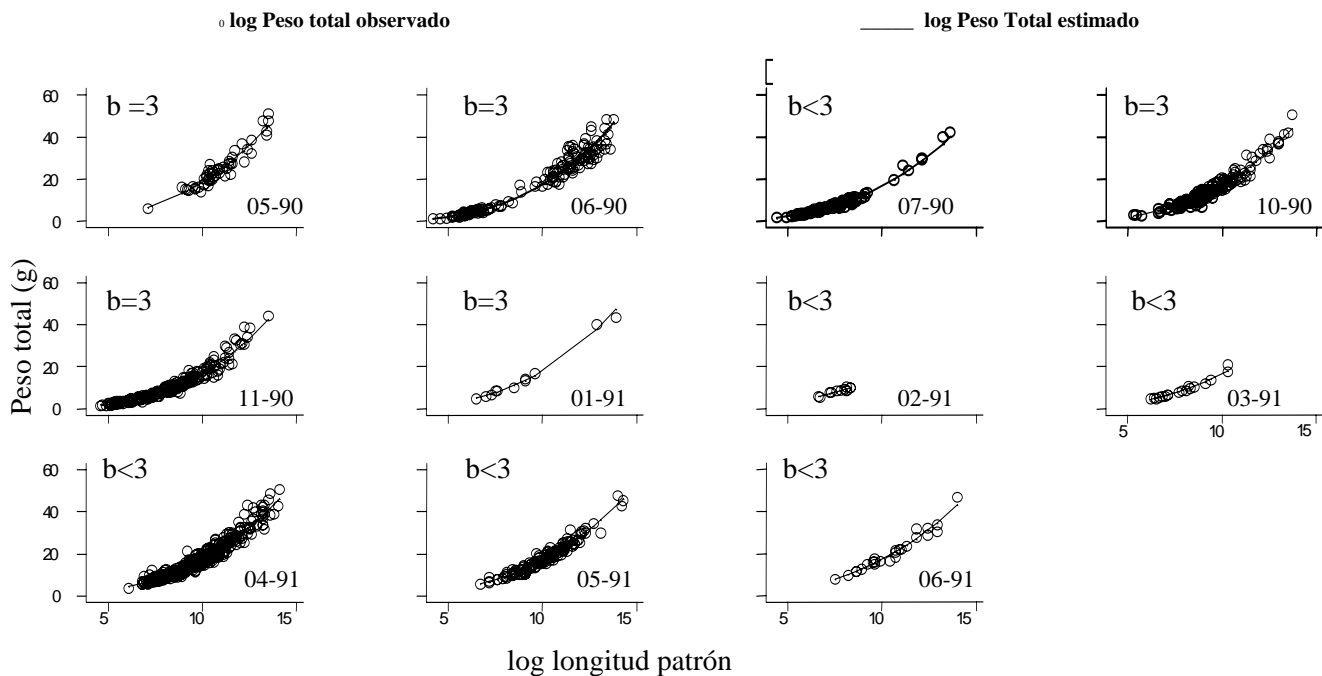
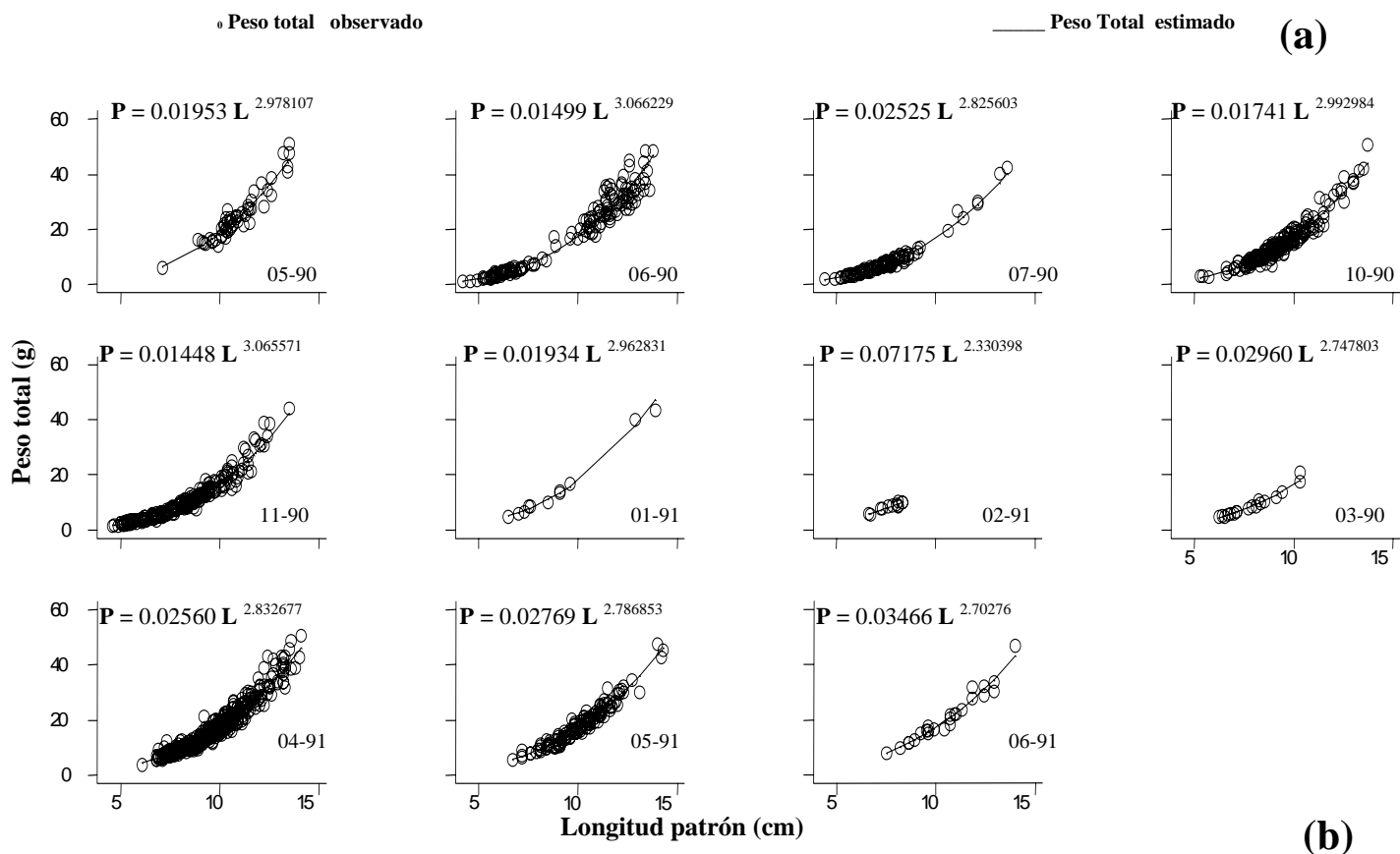
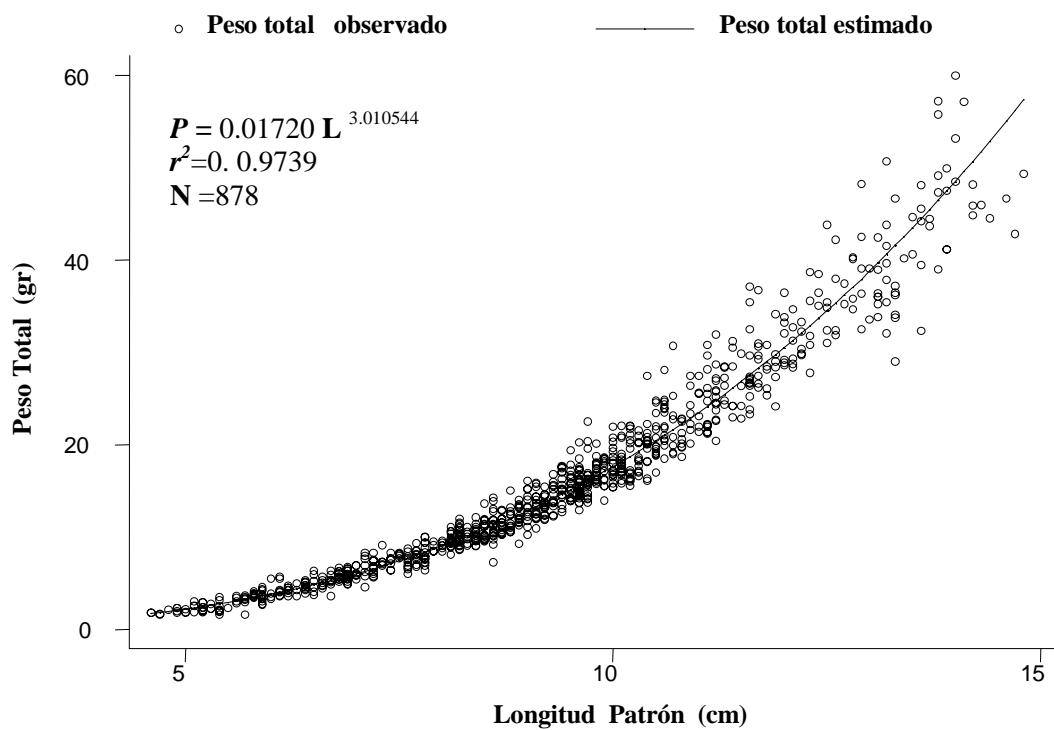


Fig. 25.- Ecuaciones mensuales de relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) de machos de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

(a)



(b)

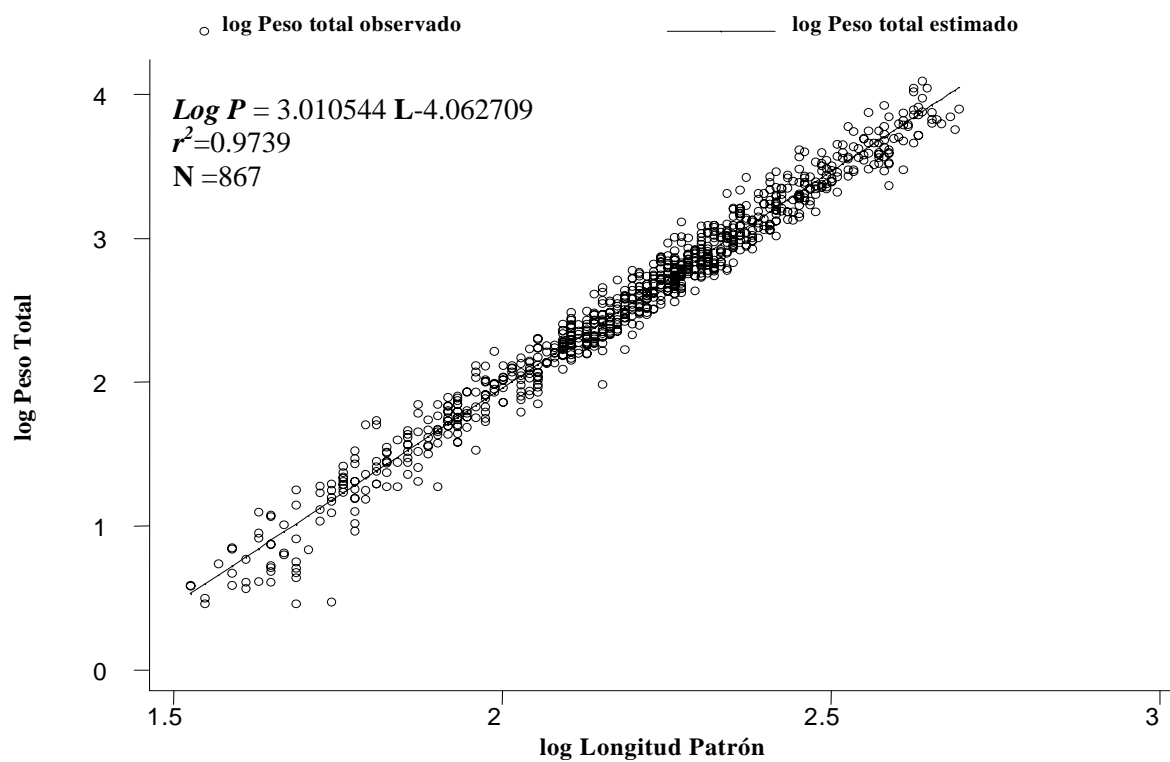


Fig. 26.-Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b), para hembras de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

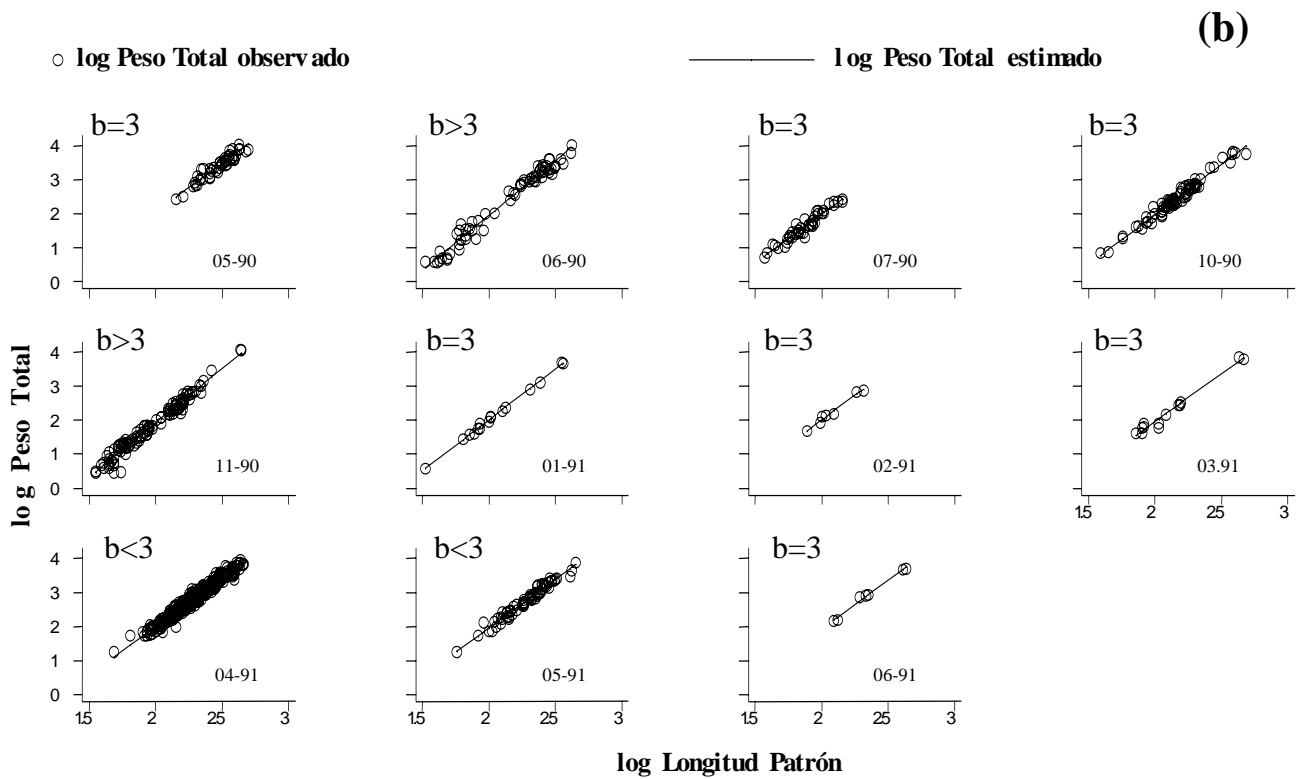
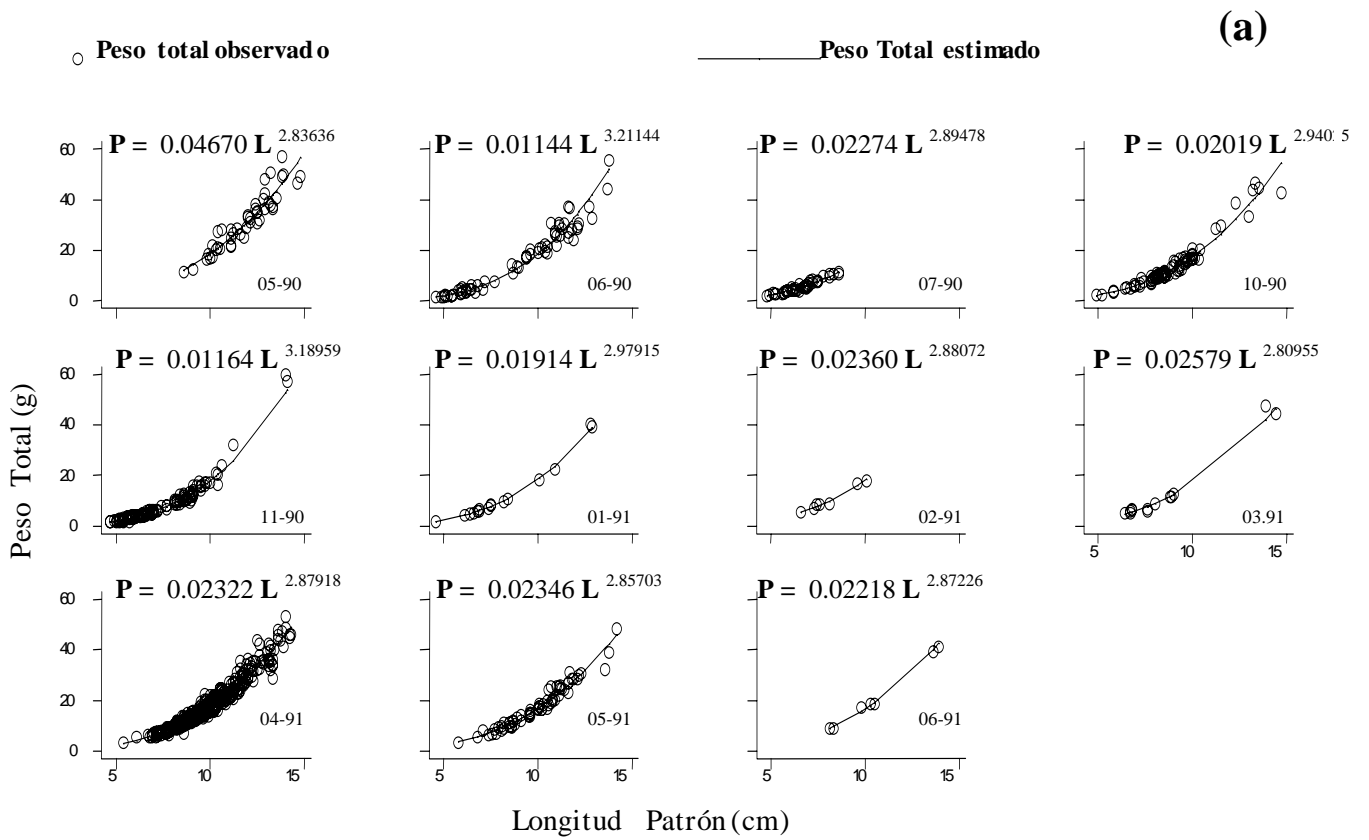


Fig. 27.- Ecuaciones mensuales de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal mensual (b), para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

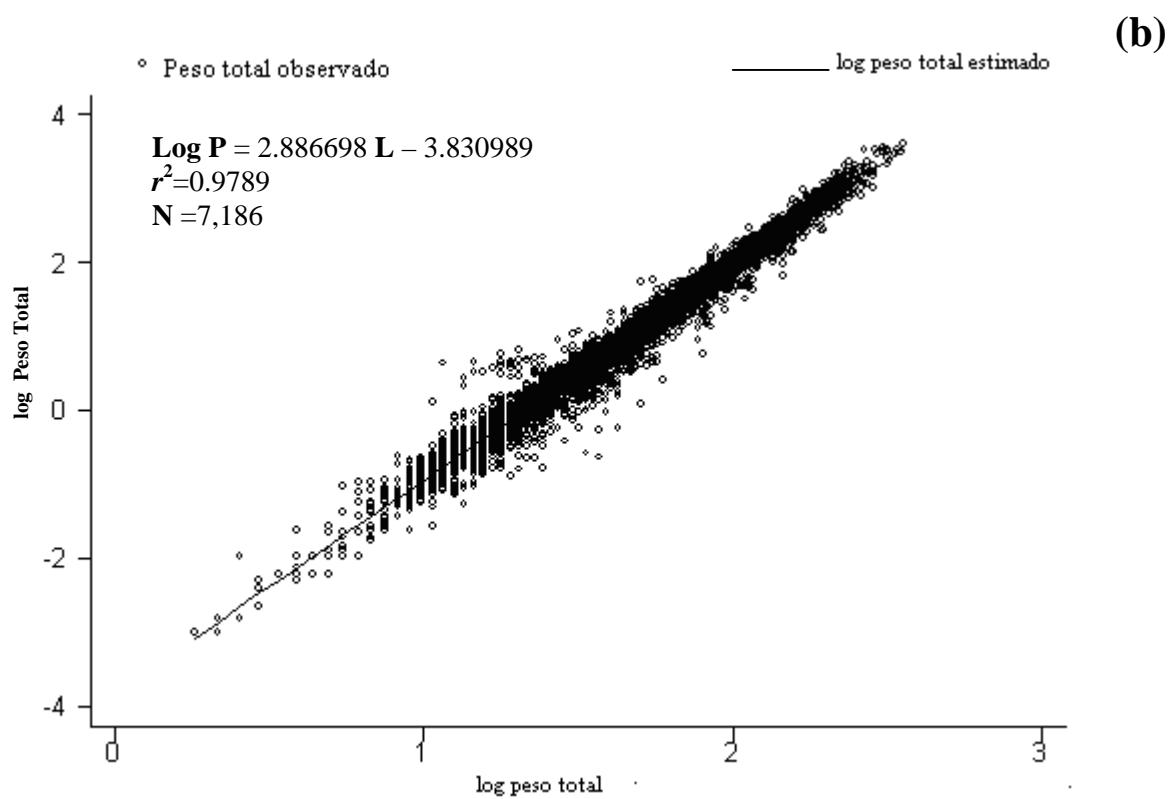
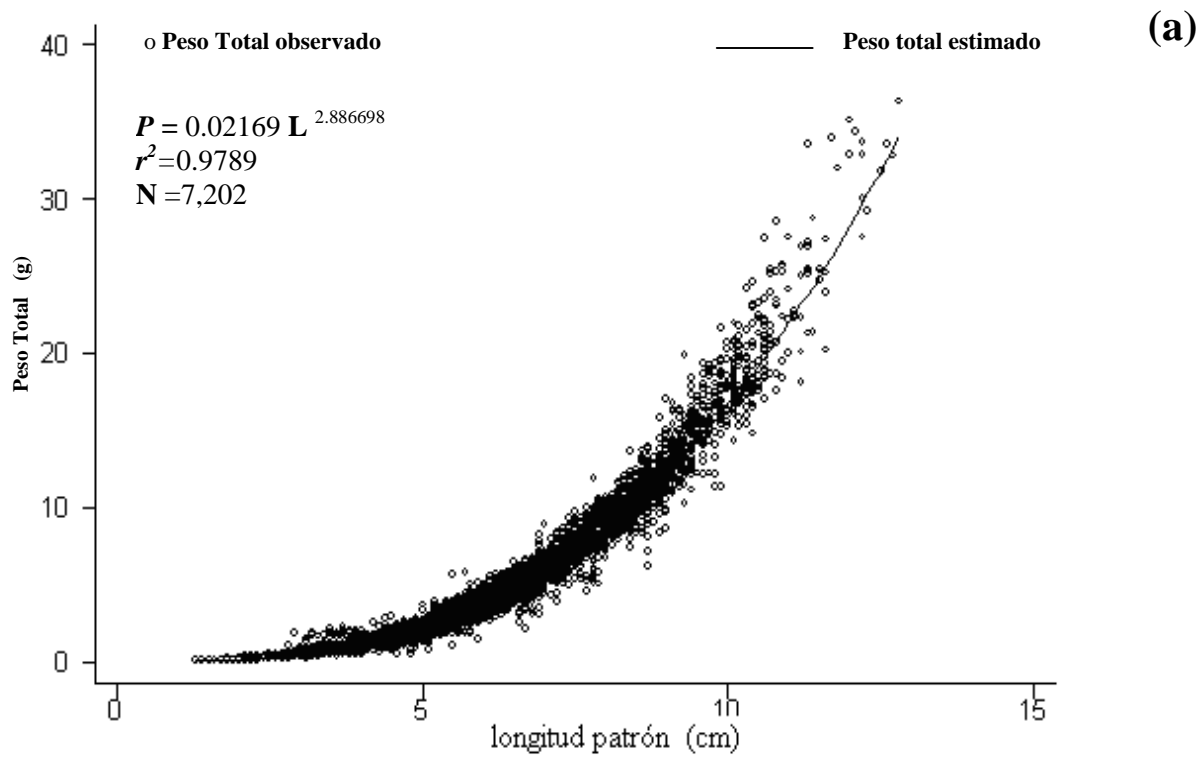


Fig. 28.-Ecuaciones de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para indeterminados de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

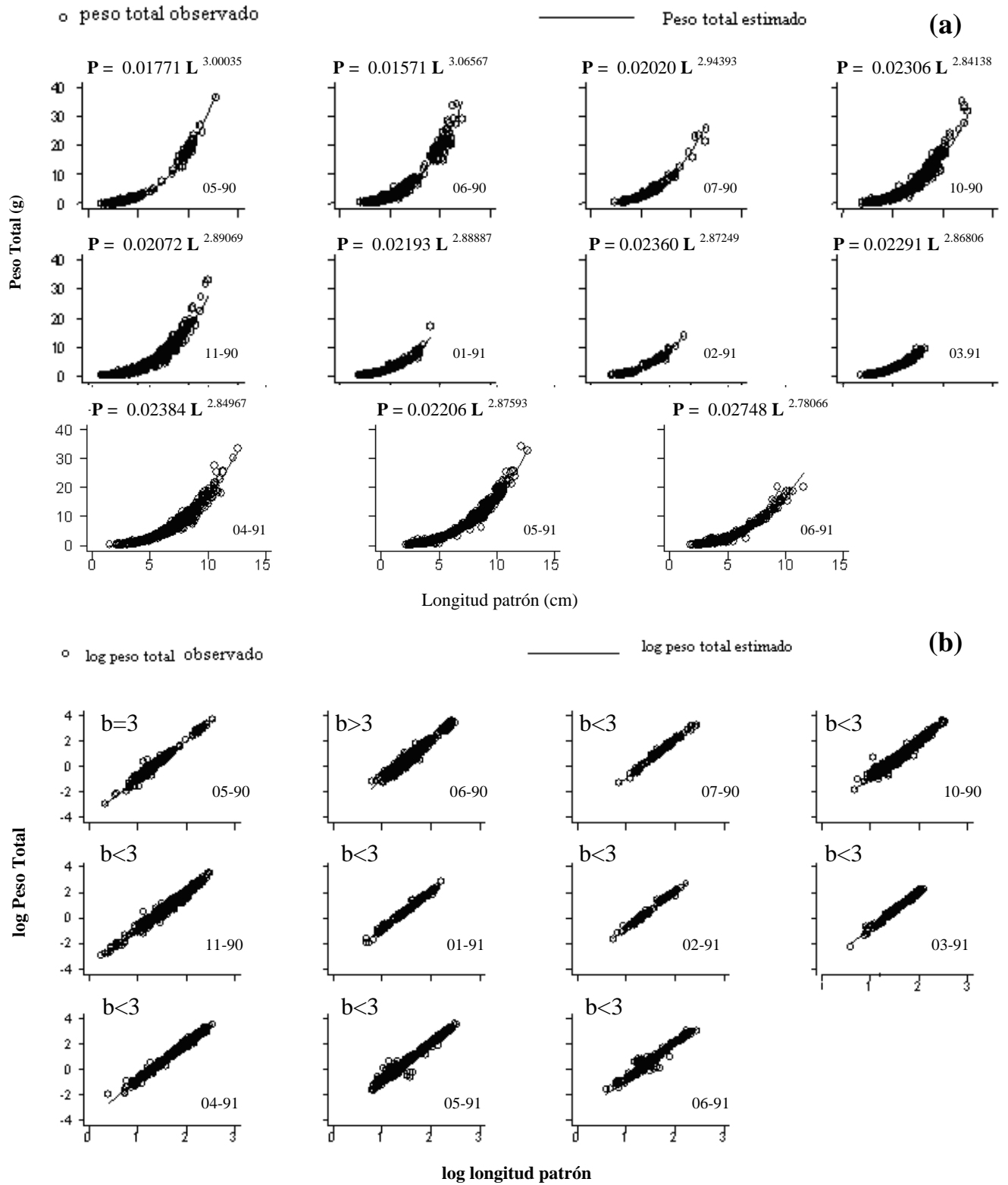


Fig. 29.-Ecuaciones mensuales de la relación peso-longitud potencial (a) y lineal (b) para indeterminados de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

Relación peso total-longitud patrón

Con la finalidad poder comparar y convertir de una longitud a otra, es decir de longitud patrón a longitud total o viceversa, se incluyen las ecuaciones que las relacionan en el **Tabla 11**. De esta forma es posible realizar comparaciones entre los tamaños reportados en el presente trabajo con otros sobre la misma especie o bien similares.

El incremento de la longitud total por unidad de longitud patrón siempre fue mayor a 1 lo que nos indica de *B. chrysoira* incrementa más en su longitud total que en la longitud patrón (lp).

Tabla 12.-Parámetros de las regresiones de la longitud total-longitud patrón por sexo e indeterminados de *B. chrysoira* para la laguna Tampamachoco Ver.

Sexo	coeficiente	Error estándar	<i>t</i>	Prob. > <i>t</i>	Intervalo de confianza del 95%	
Población total <i>r</i> ² - ajust= 0.999	<i>b</i> 1.2244	0.0009	1381.39	0.000	1.2227	1.2262
	<i>a</i> 0.0902	0.0061	14.71	0.000	0.0782	0.1022
Machos <i>r</i> ² - ajust= 0.999	<i>b</i> 1.2002	0.0036	333.99	0.000	1.1932	1.2073
	<i>a</i> 0.2877	0.0337	8.53	0.000	0.2215	0.3538
Hembras <i>r</i> ² - ajust= 0.999	<i>b</i> 1.2096	0.0042	289.27	0.000	1.2014	1.2178
	<i>a</i> 0.2437	0.0398	6.13	0.000	0.1657	0.3217
Indeterminados <i>r</i> ² - ajust= 0.999	<i>b</i> 1.2334	0.0012	1046.92	0.000	1.2311	1.2357
	<i>a</i> 0.0438	0.0069	6.31	0.000	0.0302	0.0574

CAPÍTULO 3. COMPOSICIÓN POR TALLAS MEDIANTE ESTIMADORES DE DENSIDAD POR KERNEL (EDKS).

Método

Los métodos basados en la talla representan un valiosísimo conjunto de instrumentos para la evaluación de poblaciones icticas, ya que mediante éstas se pueden conocer procesos tales como: edad de los organismos, tasa de crecimiento y mortalidad, pautas de selección y reclutamiento, identificación de áreas, épocas o artes con abundancia de peces pequeños, establecer vedas en zonas de crías o durante los periodos de reclutamiento de peces pequeños (Gulland y Rosenberg, 1992).

Análisis para determinar la composición por tallas.

Existen varios procedimientos estadísticos para mostrar la distribución de un lote de datos univariados. Entre éstos se encuentran los diagramas univariados de dispersión, los diagramas de tallo y hoja, los diagramas de caja y bigotes, los histogramas y varios tipos de gráficos de cuantiles, los cuales utilizan la función empírica de distribución acumulada. En estudios biológico-pesqueros, los diagramas clásicos son los histogramas de frecuencia de tallas (Salgado-Ugarte, 2002).

Los histogramas y polígonos de frecuencia son estimadores clásicos de densidad. Son uno de los métodos más ampliamente usados para representar la forma de una función de densidad de probabilidad. Sin embargo, este procedimiento a menudo proporciona resultados de la estimación de la función de densidad de la población con algunas deficiencias.

Fox (1990) identifica cuatro problemas distintos en los histogramas que son:

- 1) El resultado es dependiente del origen X_0 .
- 2) El resultado depende de la amplitud y número de intervalos.
- 3) El histograma es discontinuo, con saltos al final de los intervalos.
- 4) La amplitud fija de intervalo resulta en una representación desproporcionada de la densidad en el centro y las de las colas de la distribución.

Las discontinuidades del histograma limitan su utilidad como un estimador de densidad. Así, para dar solución a este problema, se tiene el polígono de frecuencia (PF), el cual es un estimador de densidad continuo derivado por la interpolación lineal de los centros de clase del histograma.

Fisher (1932, 1958) desaprobó a los PF por razones gráficas; él decía que el PF conducía a una curva engañosa. Según él, se debe tener cuidado de distinguir a la población hipotética continua de tamaño infinito de la cual se ha obtenido la muestra de las observaciones finitas y discontinuas contenidas en dicha muestra. En la actualidad, los trabajos de diferentes estadísticos (Scott, 1992), han probado que esta objeción no es válida, si bien es necesario prestar atención adicional a métodos que reducen el ruido con sofisticación estadística (Salgado-Ugarte, 2002).

Otro método para la determinación de la distribución de clase de tallas es la utilización de estimadores de densidad por kernel (*EDKs*) los cuales representan una colección importante de herramientas para explorar y analizar la distribución de los datos.

Los *EDKs* son histogramas mejorados que en lugar de usar funciones constantes cuadradas para representar la frecuencia utilizan un kernel, el cual es una función de densidad de probabilidad suave, simétrica y que integra a la unidad, por lo que produce figuras redondeadas en lugar de rectángulos.

Los estimadores de densidad por kernel a diferencia de los polígonos e histogramas de frecuencia evitan la discontinuidad entre intervalos de clase, además estos estimadores no dependen del origen de los intervalos y poseen varios métodos para seleccionar la amplitud de banda.

Debido a estas características los estimadores de densidad por kernel son considerados como un mejor procedimiento estadístico en el análisis de distribución de tallas en peces en comparación con los histogramas y los polígonos de frecuencia. Distintos trabajos indican que los *EDKs* son herramientas o métodos útiles en el análisis de la frecuencia de longitudes y métodos relacionados con modelos de progresión modal (Salgado-Ugarte *et al.*, 2000b).

Los *EDKs* con una buena elección en la amplitud de banda y además asociados a procedimientos tales como mínimos cuadrados, óptimos y prueba de Silverman representan una herramienta poderosa para evaluar la multimodalidad y la estimación del número de grupos en una muestra. Las distribuciones multimodales pueden considerarse como distribuciones que contienen una mezcla de varios componentes. Si se asume que los componentes individuales son de tipo gaussiano, sus parámetros (media y desviación estándar) pueden determinarse usando, por ejemplo, el método de Bhattacharya (1967) y si se considera que estos componentes representan grupos de organismos con edad similar, las distribuciones de tallas pueden utilizarse para estimar los parámetros de crecimiento (Salgado-Ugarte *et al.*, 1994; 2000a).

Los *EDKs* pueden utilizarse como valores iniciales para cualquier método de análisis con distribuciones mezcladas o también para el análisis de los parámetros de crecimiento.

Los estimadores de densidad por kernel se calculan mediante:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

Donde:

$f(x)$ = Estimación de la densidad de la variable.

n = Número de observaciones.

h = Amplitud de banda o parámetro de suavización.

K es el kernel, el cual es una función de densidad de probabilidad suave, simétrica y que integra a la unidad. En nuestro caso se utilizó un kernel gaussiano:

$$K(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2}$$

Donde:

Ku = Función de densidad

u = es la variable normal estándar

Al utilizar *EDKs*, existen varios procedimientos para elegir un valor adecuado para la amplitud de banda h (parámetro de suavización). Estos métodos de selección se enfocan a encontrar la amplitud óptima al minimizar alguna medida del error estadístico con ciertas condiciones y suposiciones.

Para el presente trabajo se utilizó la expresión de la amplitud de banda óptima (Silverman, 1986). Simultáneamente a lo propuesto por Scott (1979) para los histogramas, Silverman utiliza la distribución gaussiana como referencia. Si se emplea un kernel Gaussiano, la amplitud óptima de banda es estimada por medio de

$$\hat{h} = 1.06 \delta n^{-1/5}$$

La amplitud de banda resultante de la ecuación sobreesuaviza datos marcadamente sesgados, es notablemente insensible a la curtosis (usando a distribuciones log-normal y de familia t como modelos) y sobreesuaviza más y más al volverse la distribución más bimodal.

Silverman sugirió una medida robusta de la dispersión, tal como el recorrido intercuartilico:

$$\hat{h} = 0.79 Rn^{-1/5}$$

Esta expresión da mejores resultados en distribuciones sesgadas y de cola larga pero para el caso bimodal sobreesuaviza en forma adicional. Silverman (1986) sugiere la aplicación de un ajuste adicional al reducir el factor de 1.06 a 0.9 de la forma siguiente:

$$\hat{h} = 0.9 An^{-1/5}$$

Ecuación utilizada para determinar la amplitud de banda del presente trabajo. Para un kernel gaussiano, esta regla proporcionará un error cuadrado integrado medio mínimo (*ECIM*) dentro del 10 % del valor óptimo para las distribuciones de cola larga, asimétricas y bimodales (Salgado-Ugarte, 2002). Este último valor fue el utilizado para los *EDKs* del presente estudio.

El *warpdenm* en el paquete estadístico Stata, permite el cálculo de los estimadores de densidad por kernel, reduciendo considerablemente el número de operaciones, el número de histogramas a promediar es de 10, valor que conduce a dicho estimador (Salgado-Ugarte, 2002).

Por lo anterior, para el análisis de la composición por tallas en el presente trabajo se utilizaron los estimadores de densidad por kernel considerando la longitud patrón, analizadas con el programa *EDK2000*, aplicando la amplitud de banda óptima de Silverman, calculada con los programas de Salgado-Ugarte, *et al.*, (1995b;2000a) para el programa estadístico Stata (Stata Corporation, 2003)

Resultados

En la composición de tallas para el total de la muestra por sexos de *B. chrysoura* las distribuciones con banda óptima de Silverman sugirieron multimodalidad con un mínimo de dos modas, lo que indica que existieron organismos de distintas tallas. Las modas fueron más notorias para machos e indeterminados. A su vez se pudo ver que la distribución para hembras y machos es más ó menos simétrica, con una moda principal hacia tallas intermedias. Los indeterminados presentaron una distribución con sesgo positivo, lo que nos indica que la mayor parte de la población de organismos indeterminados estuvo compuesta por individuos de tallas pequeñas. (Fig. 30).

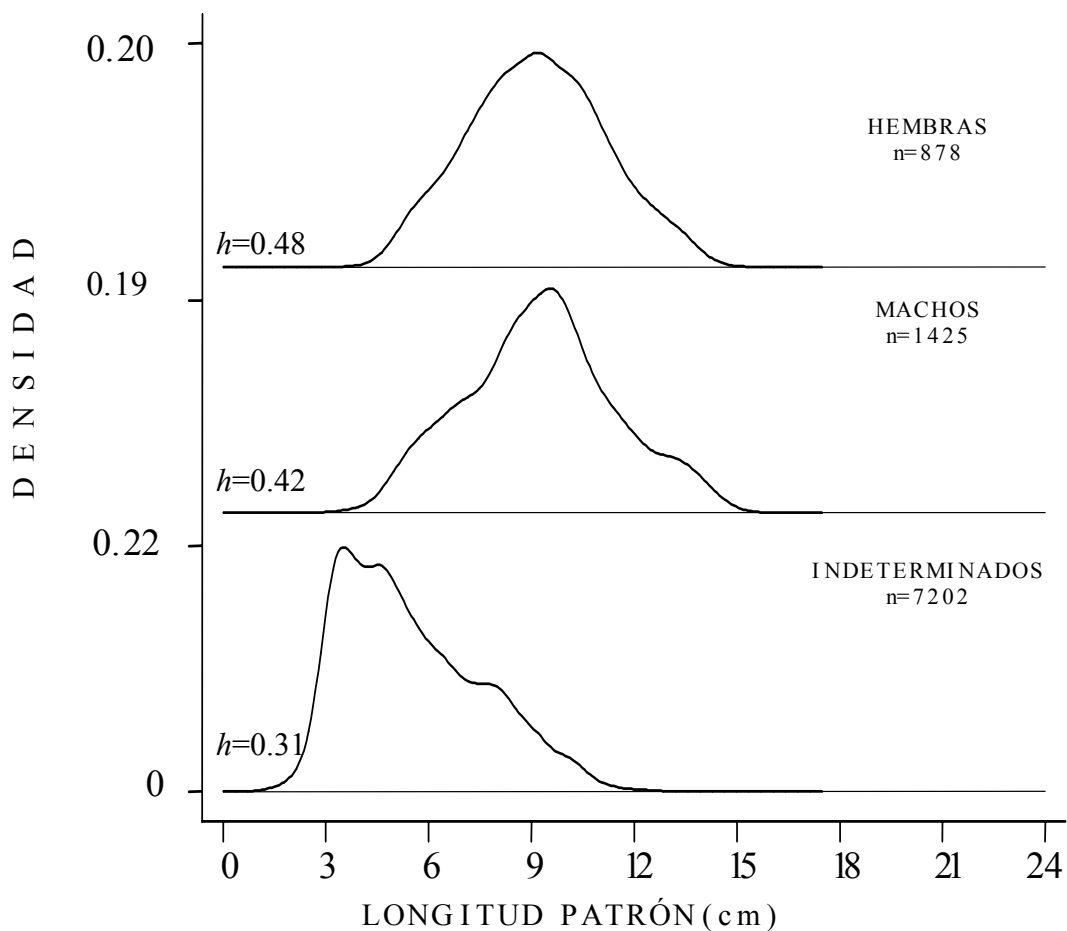


Fig. 30.-Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h), para machos, hembras e indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

La composición por tallas mensual por sexo en los machos mostró un comportamiento multimodal; la moda de las talla mayor apareció en mayo del 90 (periodo de secas) siendo esta igual a 14.4 cm de longitud patrón; la moda de la talla menor (5.7 cm) se presentó en junio del 90 (inicio de lluvias). También se notó un desplazamiento de las modas hacia tallas mayores a partir de julio del 90 y de marzo a junio del 91. El mayor número de machos se presentó en abril del 91 con 442 organismos (**Fig 31**).

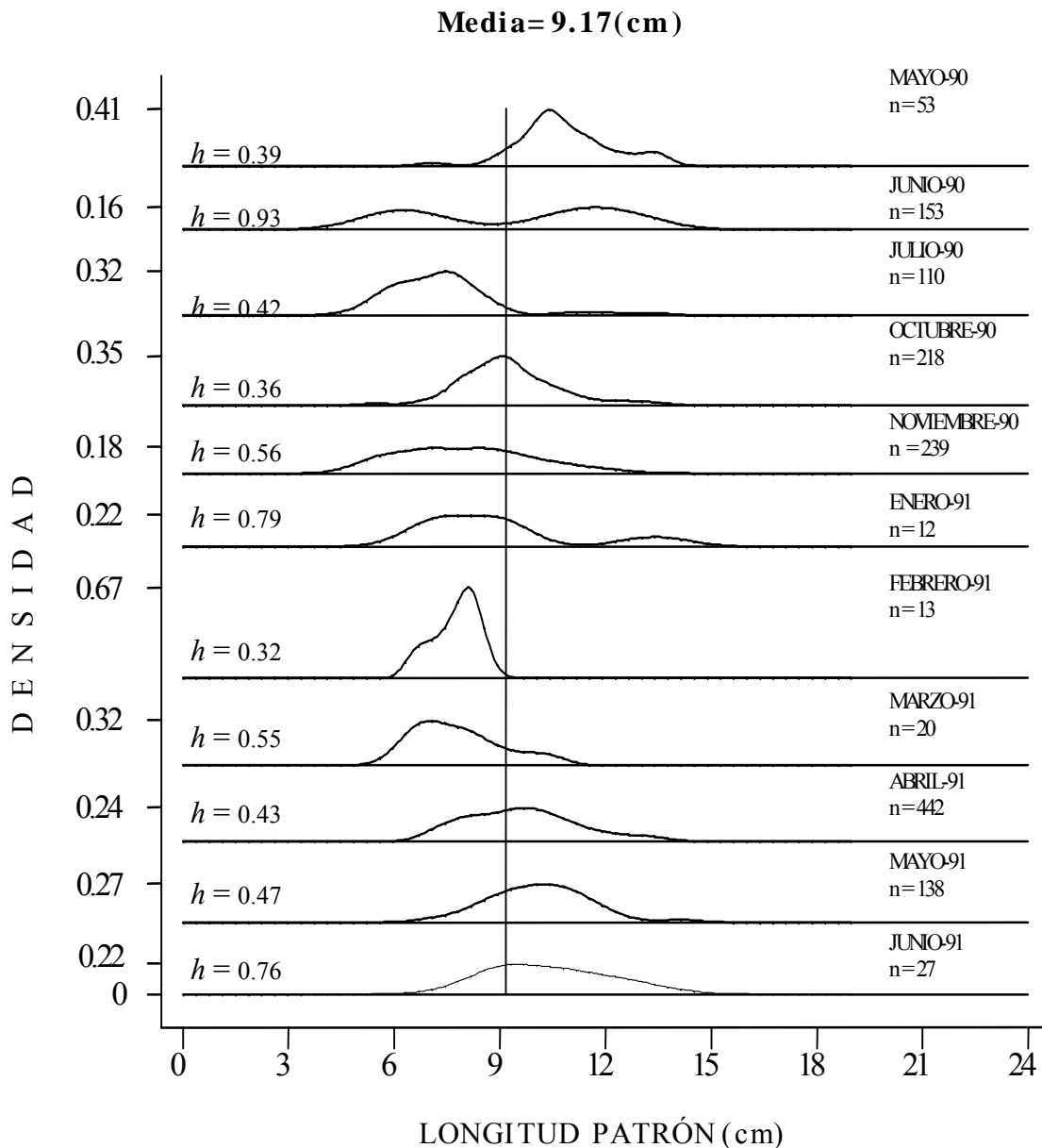


Fig. 31.-Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h). Para machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

La composición de las tallas de las hembras presentaron un comportamiento muy similar al de los machos. La moda de tallas mayores se registró en mayo del 90 (periodo secas), con valor de 15 cm de longitud patrón; la moda de las tallas menores se presentó en junio del 90 (periodo de lluvias), siendo de 5.7 cm. A partir de julio del 90 (lluvias) se apreció un desplazamiento de las modas hacia tallas mayores, siendo este corrimiento más claro de marzo a junio del 91 (secas-lluvias). Las hembras alcanzaron un mayor tamaño que los machos. El mayor número de hembras se encontró en abril del 91(secas) con 405 (**Fig. 32**).

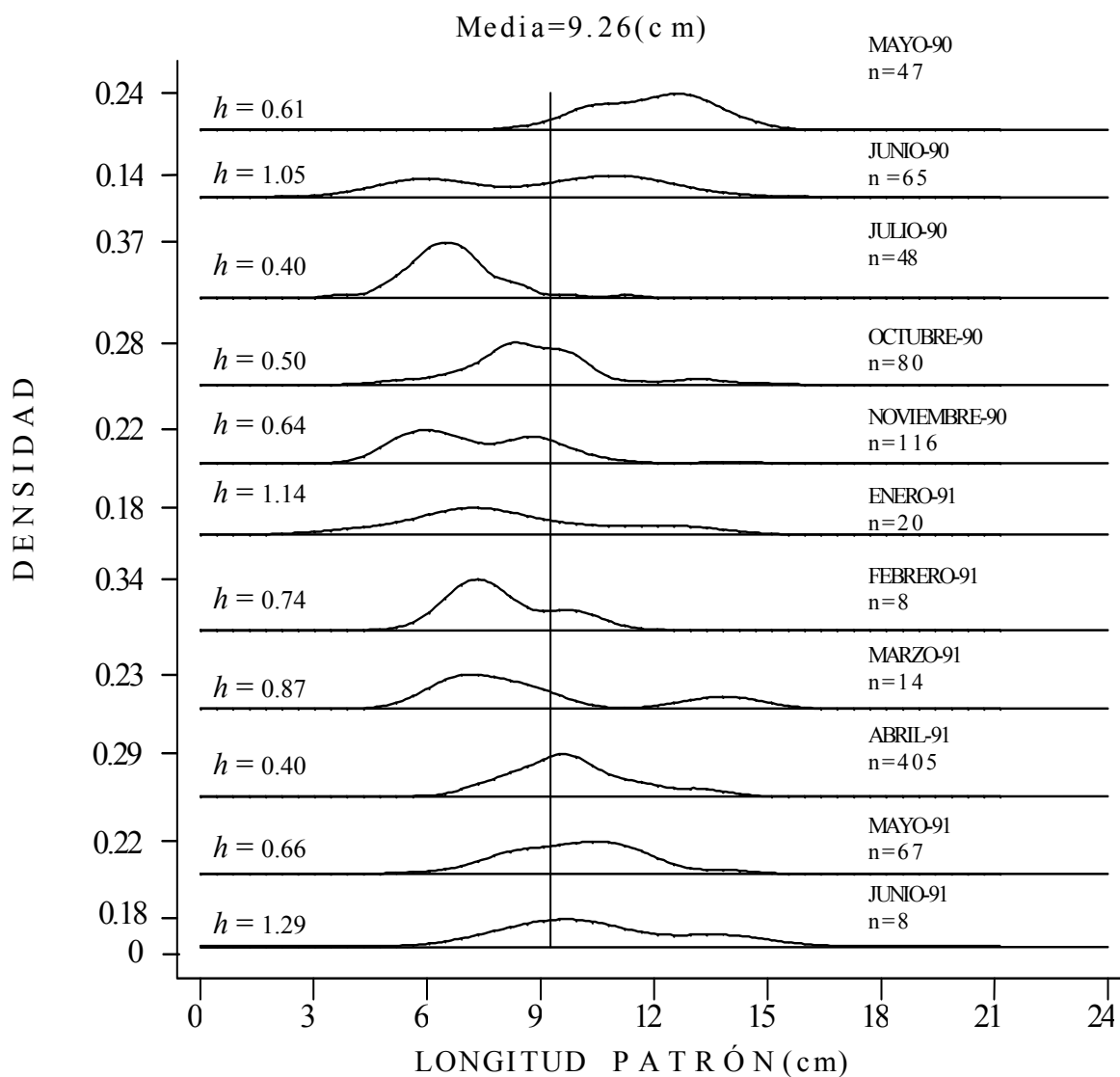


Fig. 32. Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h). Para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Temporalmente los indeterminados también mostraron una distribución multimodal. Las modas de tallas más pequeñas (3.0 cm) se encontraron en mayo-90 y 91, así como en octubre-90 (secas- lluvias). La moda de las tallas mayores se percibió en junio del 90 (inicio de lluvias) con una longitud patrón de 10.4 cm. También se pudo notar que existieron tres periodos de desplazamiento modal hacia tallas mayores, los cuales abarcaron de junio a julio y de octubre a noviembre del 90 (lluvias e inicio de nortes), así como de febrero a mayo del 91 (período de nortes y secas). El mayor número de indeterminados se presentó en noviembre del 90 (inicio de nortes) con 1,478 organismos (**Fig. 33**).

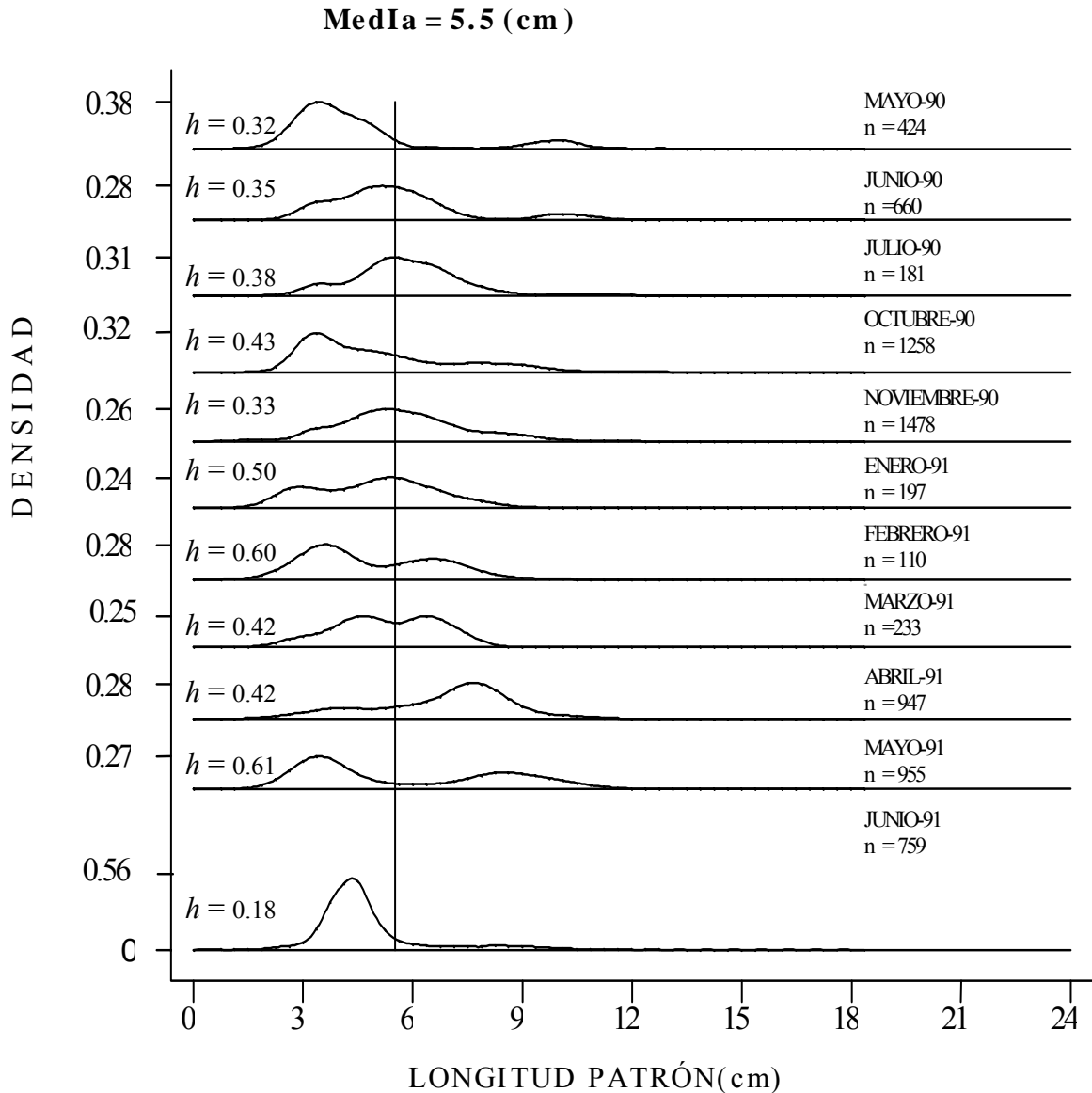


Fig. 33.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h). Para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

El carácter multimodal fue más claro al analizar la composición de tallas por sitio de colecta y por sexo e indeterminados.

Los machos presentaron una moda de tallas mayores en Paso Daniel con una longitud patrón de 13.2 cm y la moda de tallas menores (5.8 cm de LP) se registró en el Boquerón, lugar en donde se obtuvo la mayor abundancia con 558 organismos (**Fig. 34**).

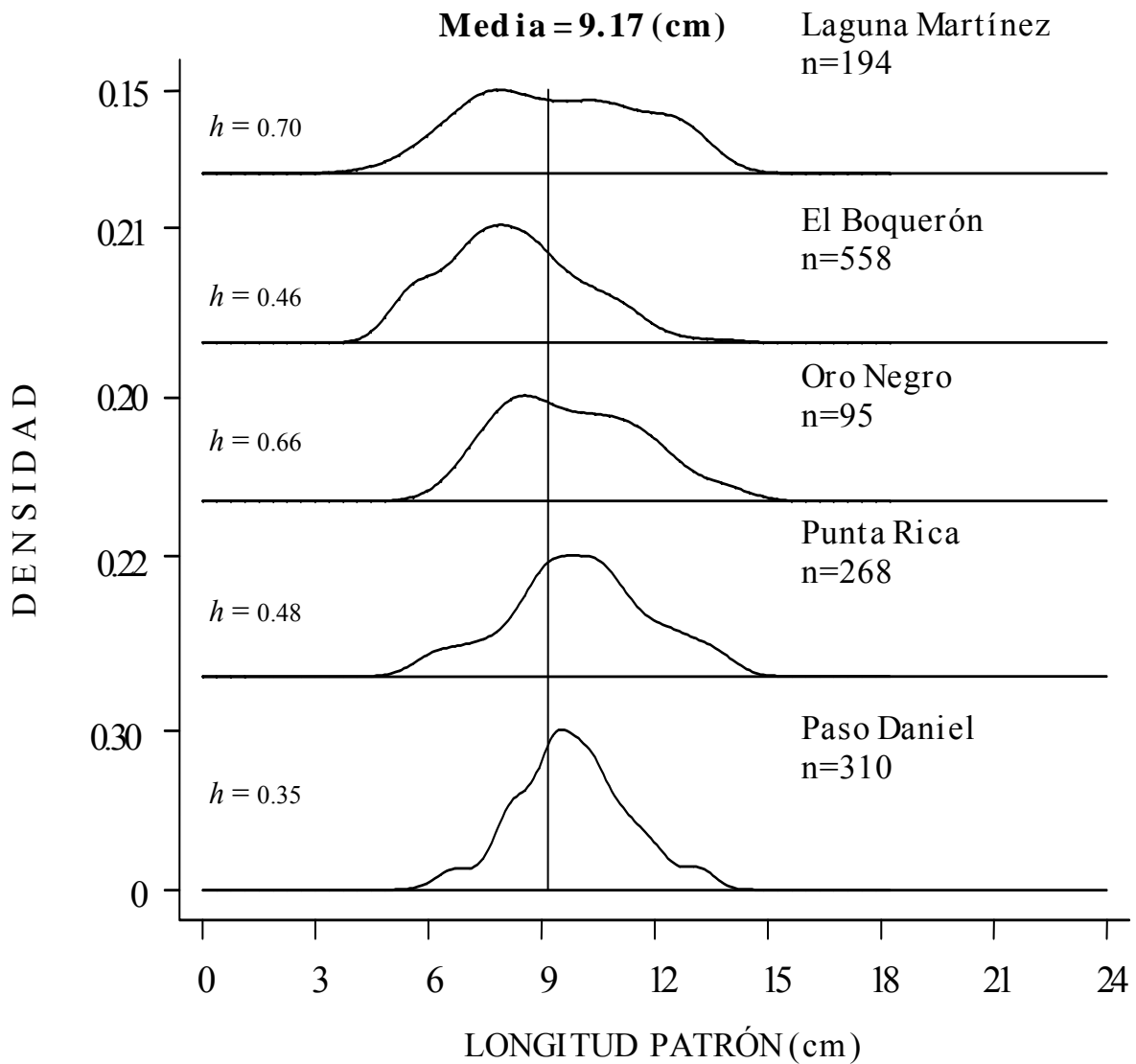


Fig. 34.- Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h), de forma espacial para machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Las hembras mostraron un comportamiento similar al de los machos, encontrando la moda de las tallas mayores en Paso Daniel con una longitud patrón de 14.6 cm; además en este sitio de colecta se presentó también el mayor número de organismos con 315, mientras que la moda de las tallas menores se observaron en el Boquerón con 5.4 cm de longitud patrón (Fig. 35).

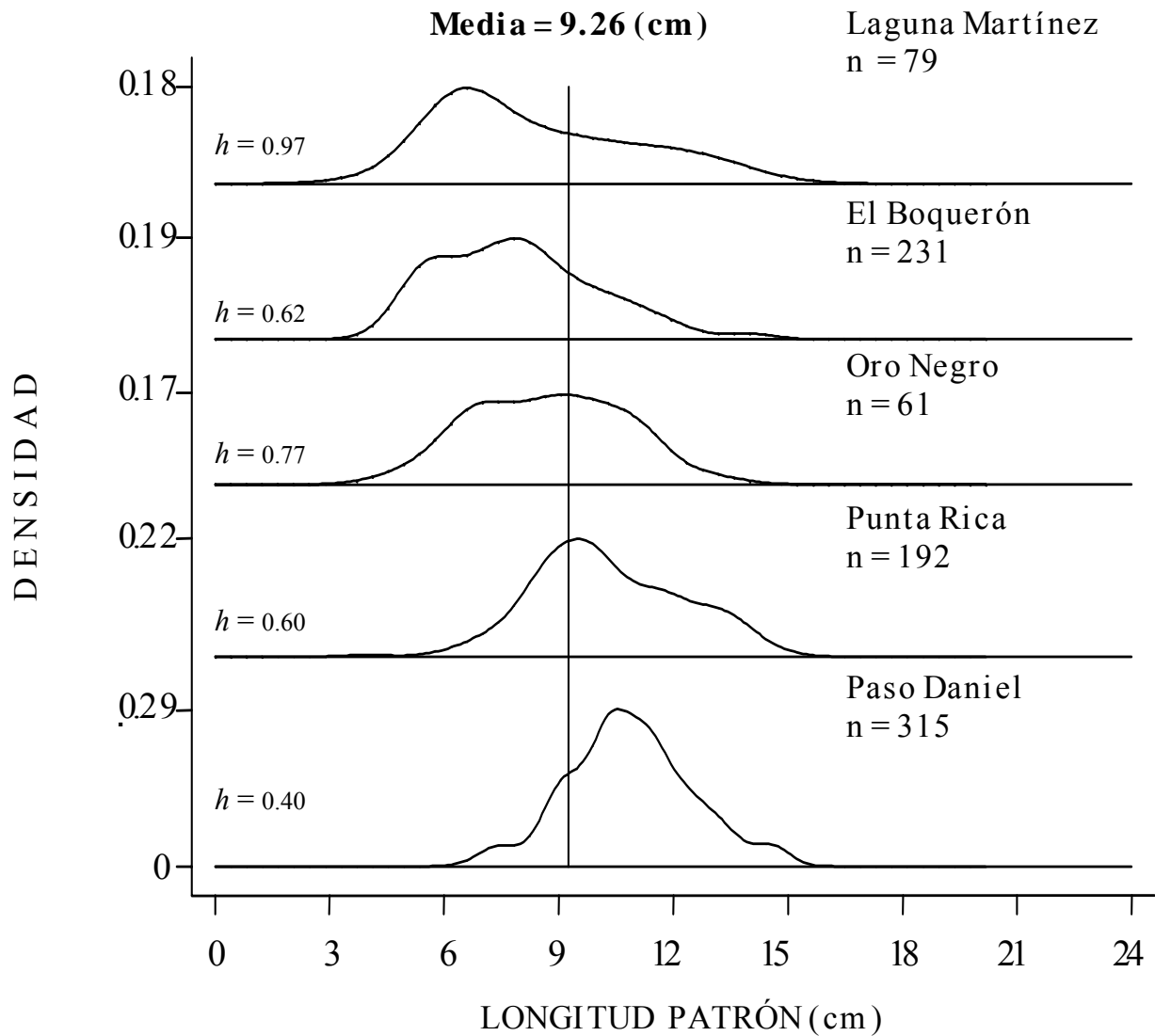


Fig. 35.-Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h), de forma espacial para hembras de *B. chrysoira* en la laguna Tampamachoco Ver.

En los indeterminados la moda de las tallas mayores se presentó en el Boquerón (10.2 cm de longitud patrón), mientras que la moda de las tallas más pequeñas se observó en Paso Daniel con 3.4 cm. Por otro lado la mayor número de organismos se registró en el Boquerón con 3,607 organismos (**Fig. 36**).

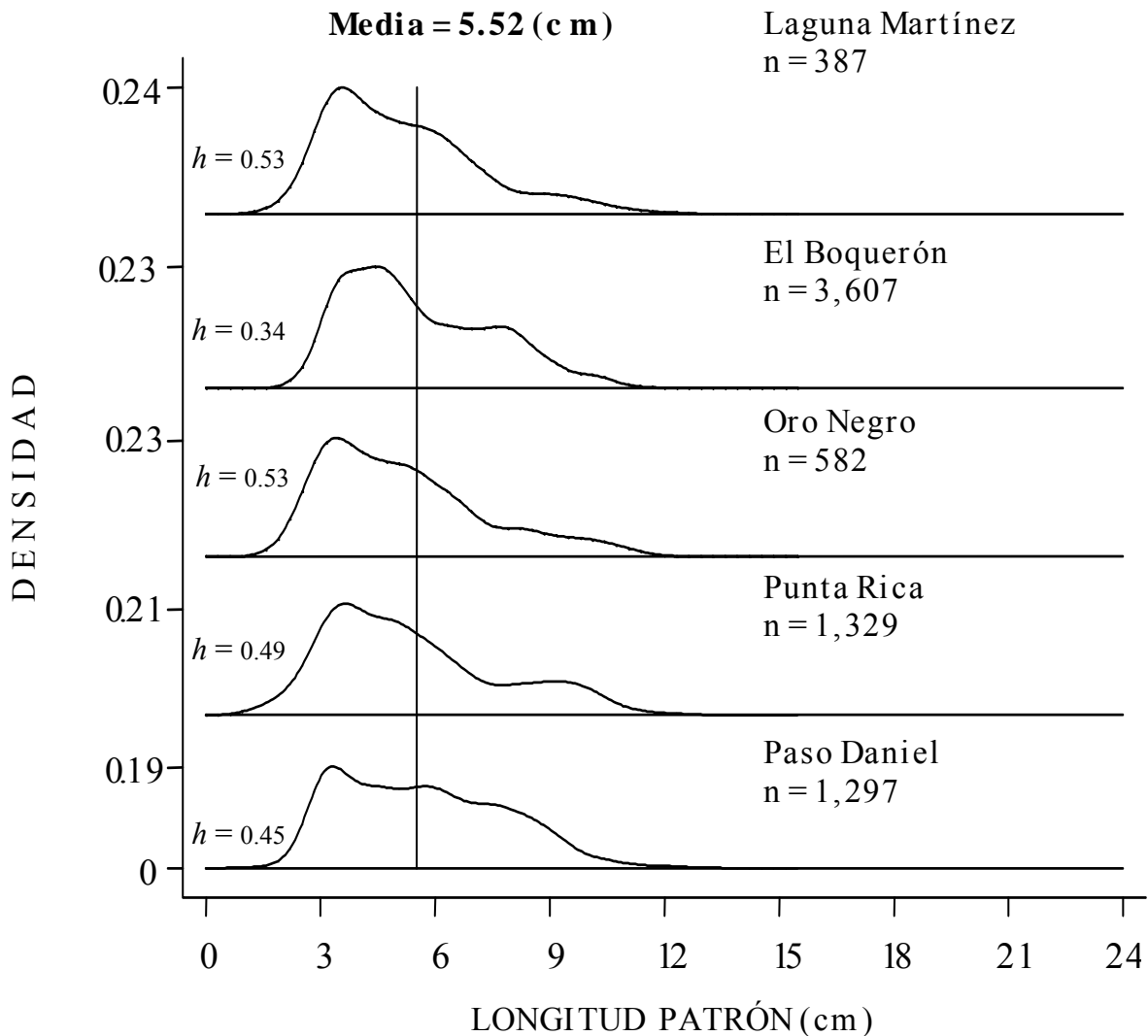


Fig. 36.-Estimadores de densidad por kernel Gaussiano con amplitud de banda óptima de Silverman (h), de forma espacial para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

CAPÍTULO 4. FACTOR DE CONDICIÓN Y CICLO REPRODUCTIVO

Método

La condición del pez es un reflejo de su estado fisiológico, resultado de las actividades biológicas de la especie tales como reproducción, alimentación, acumulación de energía y otros que en última instancia son el reflejo de las condiciones ecológicas (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Para estudiar la condición del pez se utilizan varios factores de condición, uno de estos es el que deriva de la relación talla-peso, el cual se define como *índice de condición*, factor ponderal o factor K , expresado por:

$$K = \frac{W}{L^3} \text{ ----- (1)}$$

K (también es conocido como factor de condición de Fulton) permanecerá constante no importa el tamaño que un animal pueda alcanzar, siempre y cuando sus proporciones lineales (su forma) permanezcan constantes con el crecimiento. Sin embargo, cualquier cambio de peso al que no le corresponda un cambio proporcional en longitud y viceversa alterará el valor de K . Así, el índice o factor de condición puede servir para expresar una situación fisiológica determinada del animal (Guerra-Sierra y Sánchez-Lisazo, 1998).

Durante el periodo previo al desove, los peces acumulan grasas y sus gónadas aumentan de peso, cambios que no se corresponden con un aumento proporcional en su talla, por lo que durante esas épocas el índice de la condición será mayor que en otras de reposo. Los cambios que se pueden observar en los valores medios del índice de condición de poblaciones de peces a lo largo del tiempo, son por lo tanto, reflejo de situaciones normales en la fluctuación del balance del crecimiento y desarrollo. Además del sexo y del estado de madurez, el estado de llenado del estómago puede también influir en K .

Los análisis poblacionales en los que el uso de K se muestra útil y efectivo son:

- a) Cuando se comparan dos o más poblaciones que viven en condiciones ambientales similares o diferentes (densidad, disponibilidad del alimento, etc.).
- b) Para determinar el ritmo y la duración de la maduración gonadal.
- c) Para seguir la ritmicidad de la actividad trófica durante largos periodos de tiempo, o de cambios poblacionales posiblemente atribuibles a variaciones en el suministro de alimentos. Variaciones en el factor de condición pueden reflejar cambios en la proporción de proteínas y lípidos (Guerra-Sierra y Sánchez-Lisazo, 1998).

Ricker (1958) propone utilizar L^b en lugar de L^3 en la ecuación (1), donde “ b ” es la pendiente de la regresión peso-longitud.

$$K = \frac{W}{L^b} 100 \text{ ----- (2)}$$

Donde:

W = Peso en gramos

L = Longitud en centímetros

b = Pendiente de la regresión peso longitud

Por lo tanto el valor de este índice no indica que tan grande, largo y robusto es el pez ya que tiende a cambiar sus características fenotípicas lo que trae como consecuencia diferentes combinaciones como peces largos-gordos-cortos-gordos, flacos-largos, etc.; sí no que determina el estado fisiológico en términos numéricos (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Otro factor para determinar la condición del pez es el factor de condición relativo (Kr), ya este puede ser usado para detectar las variaciones estacionales en la condición del pez, que pueden variar con la abundancia de la comida y el promedio reproducido por etapa de pesca (King, 1995).

Dicho factor considera la ecuación 2, en donde el valor individual de los peces es a en la ecuación $W = aL^b$, para biología pesquera la ecuación se convierte en:

$$Kr = \frac{W}{aL^b} \text{-----} (3)$$

En donde:

W = Peso observado

L = Longitud

a y b = Constantes de la regresión peso-longitud

$(aL^b$ =Relación peso-longitud)

En el presente estudio se partió de la ecuación (3) obteniéndose la siguiente expresión:

$$Kr = \frac{Pobs}{Pcal} \text{-----} (4)$$

En donde:

Kr = Factor de condición relativo

$Pobs$ = Peso eviscerado observado

$Pcal$ = Peso calculados a partir de la expresión matemática aL^b

$(aL^b$ = Peso eviscerado estimado de la relación peso eviscerado-longitud patrón)

Salgado-Ugarte, (1995) utilizó el peso eviscerado con el fin de detectar cambios en la condición muscular de los peces.

Por lo tanto al ser este factor el cociente del valor observado entre el calculado, el cual, teóricamente es el valor ideal, o el valor promedio para el grupo estudiado, valores de $Kr = 1$, indican una condición promedio; valores de Kr mayores a 1 indican una condición arriba del promedio (altas) y aquellos con Kr menores a 1 indican una condición por debajo de la normal (baja) (Tomado de Salgado-Ugarte, 1985, 1995).

Para el cálculo de dicho factor se hicieron regresiones con los valores logarítmicos del peso eviscerado y la longitud patrón de forma por sexo e indeterminados. Con las ecuaciones lineales obtenidas se calcularon los valores logarítmicos esperados, a los cuales se sacó antilogaritmo que sirvió de divisor para los pesos eviscerados individuales para su análisis temporal. Los valores mensuales del Kr se les aplicó una prueba de t -Student para determinar si la condición estaba en el promedio $Kr = 1$ o difería con respecto al promedio $Kr \neq 1$

Índice Hepatosomático (IHS)

Otro índice que describe la condición del pez es el índice hepatosomático, el cual determina la relación que existe entre el peso del hígado y el peso del organismo. Esta relación suele ser específica para las hembras ya que el hígado segrega vitelogeninas durante la vitelogénesis exógena que va a ser captada por el óvulo en desarrollo. Por lo tanto, es directamente proporcional al ciclo reproductivo y decae justo antes del desove, siendo así un indicador de la puesta (Rodríguez-Gutiérrez, 1992). Además, dicho índice también refleja los procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos por lo que es importante su evaluación en general en los organismos, asociándose con la variación del tejido somático (González y Oyarzún, 2002).

El índice hepatosomático (*IHS*), está dado por la siguiente expresión:

$$IHS = 100HW^{-1}$$

ó

$$IHS = \frac{H}{W} \times 100$$

Donde:

H = Peso del hígado

W = Peso del organismo.

(Tomado de Salgado-Ugarte, 1995)

Índice del tracto digestivo (ITD)

El estudio de las relaciones tróficas de los organismos que integran un ecosistema determinado, es fundamental para el conocimiento del papel (nicho) que estos juegan en la dinámica de la comunidad (Gallardo-Cabello, 1987).

Como vimos en el factor de condición de Fulton, el llenado del estómago puede influir en forma directa en la condición de un pez. Por otra parte, el grado de llenado de los estómagos es un indicador indirecto de la cantidad o disponibilidad de alimento. Por ello, al contar con pesos del tracto digestivo, se decidió analizar de manera preliminar el comportamiento de estos valores a lo largo del periodo de estudio. Para ello se consideró la suma del peso estomacal con el peso de los intestinos. Con estos valores se calculó un índice del tracto digestivo; el cual está dado por la expresión:

$$ITD = \frac{PT}{PE} \times 100$$

Donde:

ITD = Índice del tracto digestivo.

PT = Peso del tracto digestivo (peso del estómago más peso del intestino).

PE = Peso eviscerado de los organismos.

Índice Gonadosomático (IGS)

El estudio de la reproducción es un tema fundamental en la ciencia de los peces. El peso gonadal supone estar relacionado a los procesos fisiológicos que conllevan a la reproducción y supervivencia, los cuales al igual que en cualquier otro organismo, están influidos por el ambiente, la calidad y disponibilidad de alimento, temperatura, fotoperiodo, etc., parámetros que deben ser considerados para establecer los índices respectivos por especie y sexo, edad, etc. (Salgado-Ugarte, 1995).

Aunque hay patrones reproductivos por especie, se observan variantes poblacionales con relación a la zona geográfica, causa que obliga a evaluar el ciclo reproductivo de los organismos en diferentes localidades.

La evaluación gonádica de hembras y machos tiene implicaciones tanto desde el punto de vista ecológico como de cultivo, ya que se utiliza para establecer parámetros tales como proporción de hembras y machos que garanticen la unión de productos sexuales durante la fecundación, la primera edad en la que alcanzan la madurez sexual, el establecimiento de época reproductiva, condición del pez, etc.

Por lo anterior, una forma de evaluar indirectamente el desarrollo y el esfuerzo reproductivo es a través del índice gonadosomático, ya que esta fórmula se basa en una relación directa entre el peso de la gónada y el peso del organismo, esta relación nos dice que el valor máximo se alcanza inmediatamente antes del desove, de tal manera que por ejemplo, al evaluar una población durante un ciclo anual, el valor máximo se alcanza antes de la reproducción y los “picos” de la gráfica indicará el número de desoves posibles al año (Rodríguez-Gutiérrez, 1992) y una mayor cantidad de recurso energético destinado a la reproducción.

La fórmula de acuerdo con Rossenblum, *et al.* (1987), es la siguiente:

$$IGS = \frac{Pg}{W} \times 100$$

Donde:

IGS = Índice gonadosomático

Pg = Peso de las gónadas.

W = Peso del organismo.

Para el análisis de los índices IHS , IGS e ITD se utilizaron las variaciones ponderales de los órganos (hígado, gónada y tracto digestivo) en relación con la masa muscular del organismo (peso eviscerado) por sexo e indeterminados de forma temporalmente. Los valores de cada índice se transformaron a logaritmos para promover simetría y reducir la relación dispersión- nivel y mejorar así su comportamiento en pruebas posteriores. Se aplicó una prueba de t -Student a los valores del Kr para determinar si la condición estaba en el promedio $Kr=1$ o difería con respecto al promedio $Kr \neq 1$. Para determinar la variación promedio mensual del Kr , IGS , IHS y ITD se aplicaron pruebas de homocedasticidad (Barlett y Levene); si los datos eran homoscedásticos se aplicó ANDEVA de una vía y en caso contrario Kruskal-Wallis. En cada caso se hicieron las correspondientes pruebas *a posteriori* (comparaciones múltiples) Bonferroni y Z-Kruskal-Wallis; para esta última prueba se utilizó el programa NCSS (2000).

Pruebas estadísticas para índices morfométricos

Para probar el supuesto de igualdad de varianzas (homocedasticidad) se utilizó la prueba de Bartlett la cual presupone que los datos provienen de variables con distribución normal. Otra alternativa menos sensible a la falta de normalidad y por este motivo recomendada por diversos autores es la prueba de Levene (1960).

Para probar la igualdad de medias se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) definido en el capítulo 2. En caso de rechazo de hipótesis nula de igualdad de medias, se llevan a cabo contrastes *a posteriori* (comparaciones múltiples) los cuales proporcionan información detallada sobre las diferencias entre cada par de medias.

Para este objetivo una primera intuición nos llevaría a realizar los correspondientes pruebas *t*-Student (o pruebas de Mann-Whitney-Wilcoxon para medianas en caso de rechazar homoscedasticidad) entre todas las posibles parejas de grupos. El problema al hacer esto reside en la repetición de múltiples contrastes. Se tendría un error alfa o de tipo I (probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es cierta) mucho mayor del 5 %.

Para las comparaciones múltiples existen diversos métodos para ajustar este tipo de error y conseguir que efectivamente el error conjunto no sea superior al 5%. El método de Bonferroni es extremadamente conservador pero no depende de la muestra, sólo del número de comparaciones. Consiste en sustituir el error alfa (α) por α/nc siendo nc el número de comparaciones.

En el caso de que no se cumplan las suposiciones del análisis de la varianza (sobre todo la homoscedasticidad), es necesario aplicar su equivalente no paramétrico. En el caso de un ANDEVA en el diseño completamente aleatorio (una vía de clasificación) se utiliza el procedimiento de Kruskal-Wallis. Este método lleva a cabo el contraste de k medianas, y es una generalización de la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon para dos medianas.

Esta prueba es el método más adecuado para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales. Incluso cuando las poblaciones son normales, también es adecuado cuando las desviaciones típicas de los diferentes grupos no son iguales entre sí. Sin embargo, el ANDEVA de un factor es muy robusto y sólo se ve afectado cuando las desviaciones típicas difieren en gran magnitud.

La hipótesis nula de Kruskal-Wallis con una $\alpha = 0.05$ es:

H_0 : Las k medianas son todas iguales.

H_a : Al menos una de las medianas es diferente.

Tomado de www.e-pfb.com/ebiometría/pfb_teb/tecnicas_y_casos/te14.pdf

El estadígrafo de prueba que se utiliza para el contraste de k medianas (método de Kruskal-Wallis.) en el presente trabajo fue:

$$H' = \frac{H}{1 - \frac{\sum_{i=1}^r (t_i^3 - t_i)}{n^3 - n}}$$

Donde:

t_i = Es el número de observaciones empatadas.

r = Es el número de conjuntos empatados.

n = número total de observaciones.

Cuando hay más de cinco observaciones de cada muestra o más H se distribuye como χ^2 con $k - 1$ grado de libertad (Marques, 1991).

Resultados

Los valores mensuales del *Kr* e índices morfométricos (*IHS*, *IGS* e *ITD*) para machos se muestran en las **Tablas 13** y gráficamente en las **Figuras 37a, 37b, 38a y 38b**.

El promedio del *Kr* fue de 1.01, por lo que la población en su conjunto puede ser considerada con buena condición. Los promedios mensuales muestran un descenso de mayo a noviembre del 90 (secas-nortes), a partir de este último mes se notó un aumento hasta abril del 91 (nortes-secas); los valores máximos se registraron en mayo del 90 y abril del 91 y los mínimos en noviembre del 90 y mayo del 91.

El comportamiento de los índices morfométricos (*IHS*, *IGS* e *ITD*) fue similar entre sí a lo largo del periodo de muestreo, presentando una disminución de mayo a julio del 90 (finales del periodo de secas y periodo de lluvias) y otro de febrero a mayo del 91 (finales de nortes y secas), un incremento se percibió de noviembre del 90 hasta febrero del 91 (nortes). Cabe destacar que el *IGS* empezó a aumentar desde la época de lluvias extendiéndose dicho aumento hasta el final del período de nortes; los valores máximos de este índice se registraron en mayo del 90 y febrero del 91, mientras que los mínimos se observaron en julio del 90 y mayo del 91. Por otro lado el índice hepatosomático se comportó de forma contraria a la *IGS* de abril a mayo 91, aumentando cuando el *IGS* presentaba su valor mínimo.

Las variaciones de los índices (*IGS*, *IHS* e *ITD*) fueron en la mayoría de los meses estadísticamente significativas, a diferencia del *Kr* en donde las variaciones estadísticamente significativas fueron las disminuciones de mayo a junio del 90 y de abril a mayo del 91 (**Tabla 13**).

TABLA 13.-Valores del *Kr*, *IHS*, *IGS* y *ITD* para machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

FECHA	No.	<i>Kr</i>	Prueba de <i>t</i> -Student		<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>ITD</i>
			<i>t</i>	<i>P</i>			
MAYO-90	53	1.09	5.18	0.000	13.96	13.31	14.58
JUNIO-90	153	1.01	0.85	0.40	13.53	12.42	14.52
JULIO-90	110	1.01	1.03	0.31	13.54	12.33	14.41
OCTUBRE-90	218	0.99	-1.44	0.15	13.66	12.72	14.52
NOVIEMBRE-90	239	0.98	-2.59	0.005	13.50	12.68	14.42
ENERO-91	12	1.02	0.95	0.36	13.89	13.25	14.70
FEBRERO-91	13	1.03	1.15	0.27	13.80	13.43	14.77
MARZO-91	20	1.03	1.72	0.05	13.73	13.17	14.55
ABRIL-91	442	1.03	4.59	.000	13.57	13.08	14.43
MAYO-91	138	0.98	-2.37	0.009	13.65	12.61	14.53
JUNIO-91	27	1.01	0.80	0.43	13.82	12.84	14.48
TOTAL	1425	1.01	2.33	0.009	13.60	13.31	14.47

Tabla 14.-Prueba de comparaciones múltiples para el *Kr*, *IGS*, *IHS* e *ITD* de machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha Prueba	<i>Kr</i>		<i>IHS</i>		<i>IGS</i>		<i>ITD</i>	
	<i>Bonferroni</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>	
Mayo a Junio del 90	0.005	*	6.9462	*	7.4679	*	1.9010	ns
Junio a Julio del 90	1.000	ns	0.6312	ns	2.3004	*	2.7513	*
Julio a Octubre del 90	1.000	ns	2.9422	*	6.1292	*	2.0913	*
Octubre a Noviembre del 90	1.000	ns	4.2316	*	0.1466	ns	2.6149	*
Noviembre- 90 a Enero-91	1.000	ns	3.9615	*	3.2699	*	3.8323	*
Enero a Febrero del 91	1.000	ns	0.6908	ns	1.0318	ns	0.0699	ns
Febrero a Marzo del 91	1.000	ns	0.8380	ns	1.1633	ns	1.8751	ns
Marzo a Abril del 91	1.000	ns	1.7216	ns	1.7265	ns	1.5037	ns
Abril a Mayo del 91	0.002	*	2.1530	*	7.3808	*	3.7751	*
Mayo a Junio del 91	1.0000	ns	2.1031	*	1.3806	ns	1.0720	ns

Prueba de Kruskal-Wallis * = $Z > 1.9600$, $P < 0.05$ significativa; *Bonferroni* * = $P < 0.05$ significativa; ns = no significativa

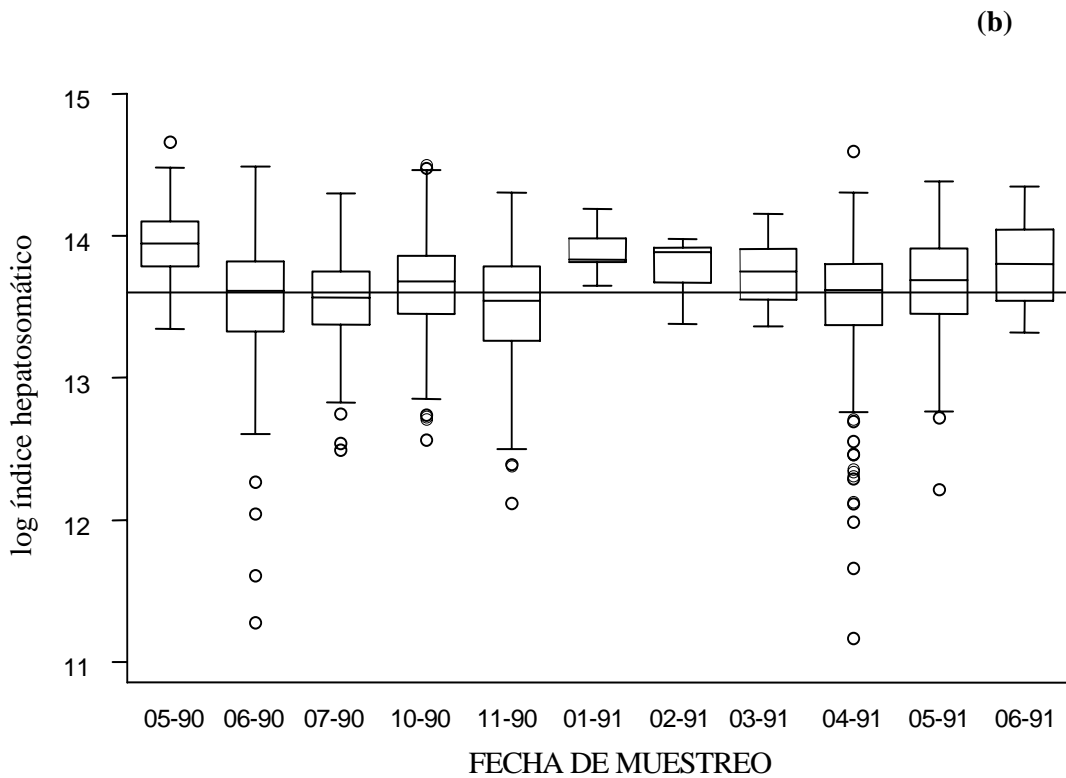
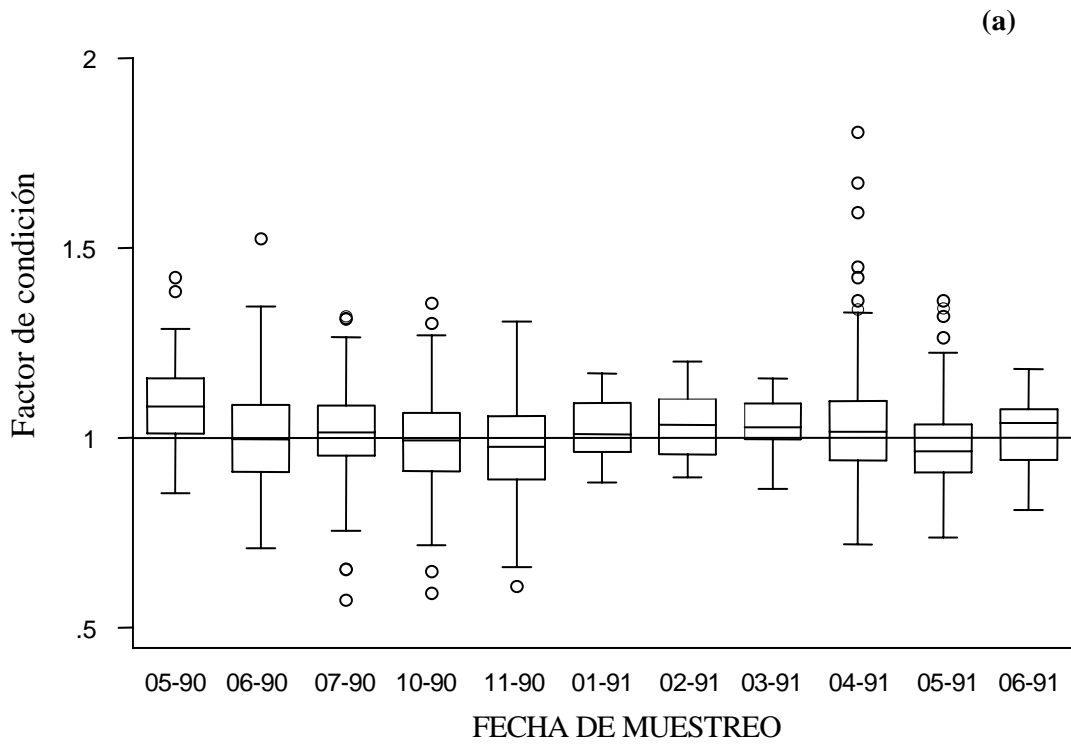


Fig. 37.-Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) de machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

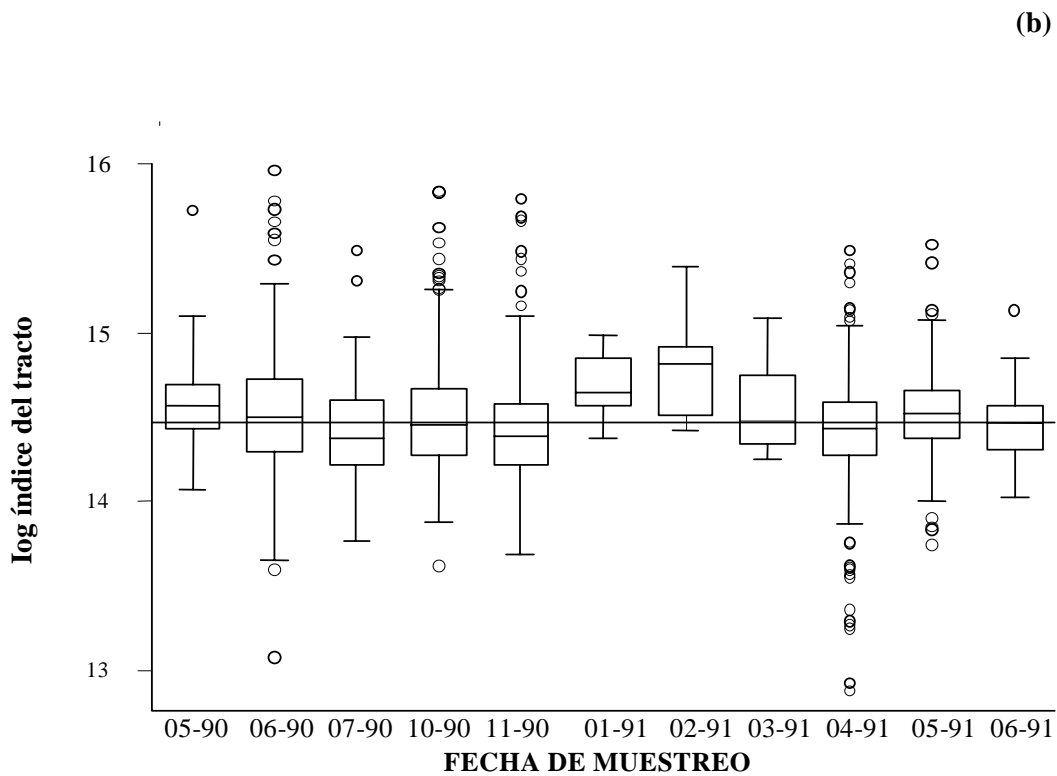
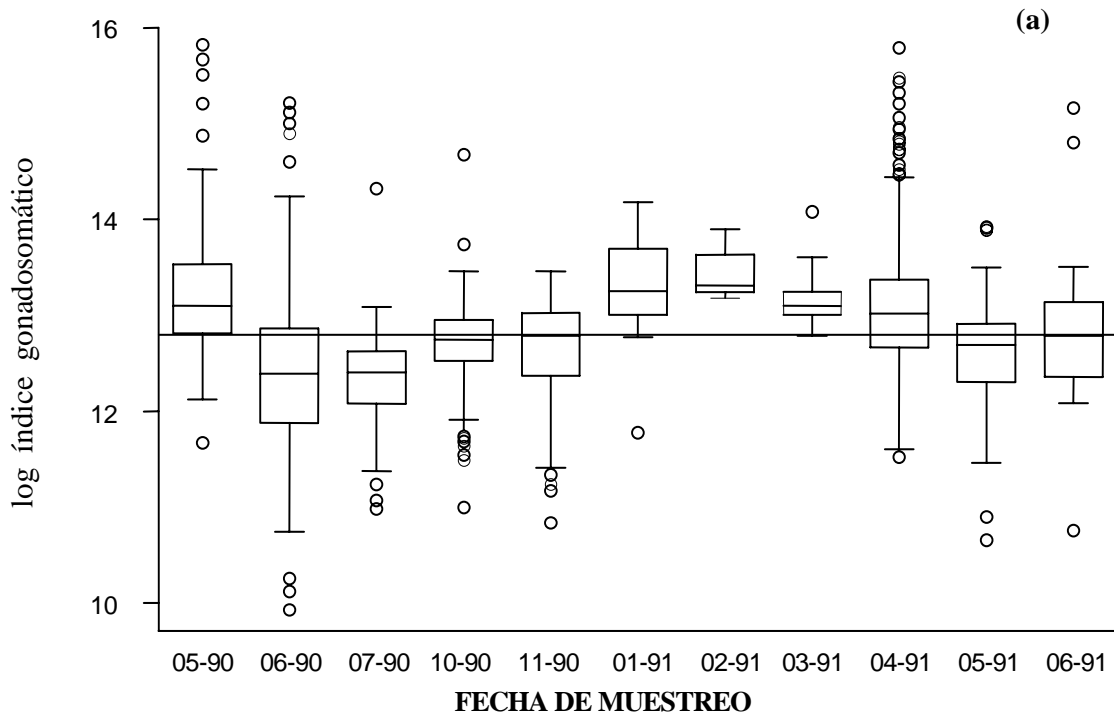


Fig. 38.-Gráficos de cajas del índice gonadosomático (a) e índice del tracto digestivo (b) de machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

La variación mensual del *Kr* en hembras varió con respecto a los machos en que estas presentaron un máximo en julio del 90 (lluvias) y el otro en febrero del 91 (finales de nortes), mostrando los mínimos a inicio de nortes (noviembre del 90) y hacia el término de secas (mayo del 91), similar a los machos (**Tabla 15 Fig. 39a**).

Los otros índices también mostraron un patrón similar al de los machos, disminuyendo a finales de secas y durante el periodo de lluvias, así como desde finales del periodo de nortes hasta el periodo de secas, el incremento se mostró en el periodo de nortes. Cabe destacar que los valores del índice gonadosomático de hembras fueron mayores a los registrados por los machos (**Tabla 15 y Fig. 39b, 40a y 40b**).

Las variaciones estadísticamente significativas de los índices, al igual que en los machos se presentaron en la mayoría de los meses, excepto para el *Kr*.

TABLA 15.-Valores del *Kr*, *IHS*, *IGS* e *ITD* para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

FECHA	No.	<i>Kr</i>	Prueba de t-Student		<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>ITD</i>
			<i>t</i>	<i>P</i>			
MAYO-90	47	1.03	1.83	0.04	13.97	14.08	14.62
JUNIO-90	65	1.03	1.28	0.20	13.56	12.51	14.48
JULIO-90	48	1.04	2.25	0.01	13.66	12.40	14.58
OCTUBRE-90	80	1.01	0.70	0.49	13.60	12.68	14.48
NOVIEMBRE-90	116	0.98	-1.66	0.04	13.52	12.72	14.44
ENERO-91	20	1.02	1.02	0.32	13.71	13.51	14.80
FEBRERO-91	8	1.05	1.52	0.17	13.83	13.75	14.74
MARZO-91	14	0.99	-0.34	0.74	13.78	13.52	14.56
ABRIL-91	405	1.01	2.53	0.005	13.59	13.53	14.42
MAYO-91	67	0.96	-3.56	0.003	13.69	12.71	14.46
JUNIO-91	8	0.94	-2.19	0.03	13.79	13.45	14.50
TOTAL	877	1.01	1.74	0.04	13.62	13.18	14.47

Tabla 16.- Prueba de comparaciones múltiples para el *Kr*, *IGS*, *IHS* e *ITD* para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prueba	<i>Kr</i>		<i>IHS</i>		<i>IGS</i>		<i>ITD</i>	
		<i>Kruskal-Wallis</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>		<i>Kruskal-Wallis</i>	
Mayo a Junio del 90		0.1917	ns	4.6392	*	8.1020	*	2.1818	*
Junio a Julio del 90		0.9448	ns	0.5025	ns	1.5772	ns	1.2005	ns
Julio a Octubre del 90		1.6140	ns	0.6845	ns	2.2120	*	2.4297	*
Octubre a Noviembre del 90		1.4625	ns	1.8136	ns	0.5671	ns	0.2091	ns
Noviembre- 90 a Enero-91		1.3663	ns	2.9843	*	3.9594	*	4.8144	*
Enero a Febrero del 91		0.6721	ns	0.4742	ns	0.8904	ns	0.6170	ns
Febrero a Marzo del 91		1.4153	ns	0.2717	ns	0.9101	ns	0.8927	ns
Marzo a Abril del 91		0.9484	ns	2.1136	*	0.0677	ns	2.2146	*
Abril a Mayo del 91		3.9492	*	2.1143	*	7.4599	*	1.0235	ns
Mayo a Junio del 91		0.5149	ns	0.7246	ns	2.0560	*	0.6138	ns

Prueba de *Kruskal-Wallis* * = $Z > 1.9600$, $P < 0.05$, significativa; ns = no significativa

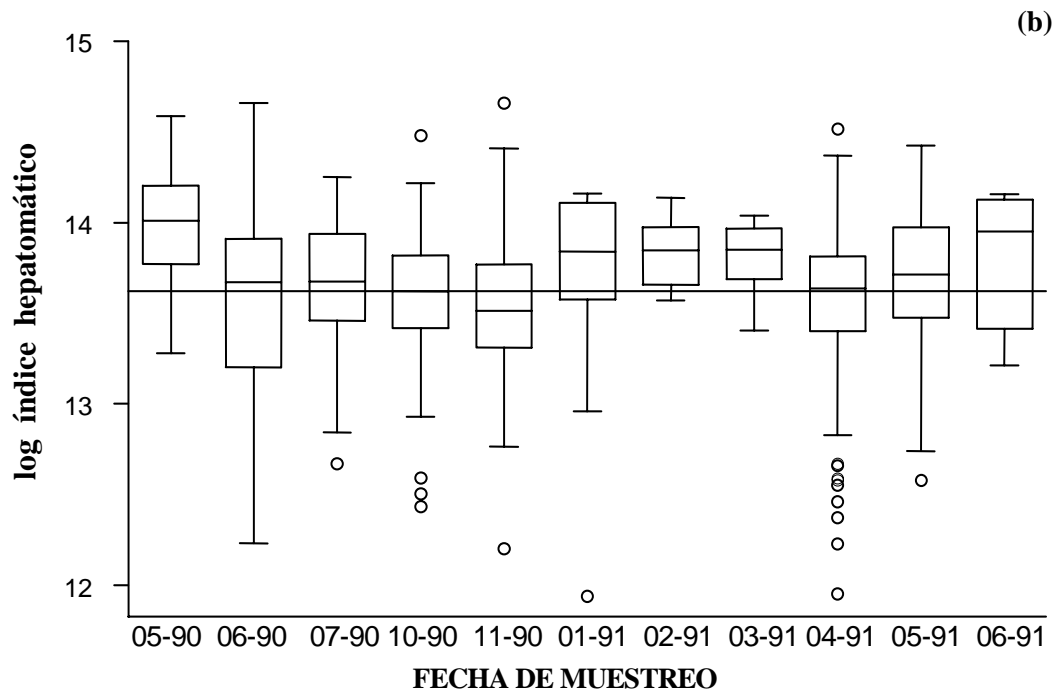
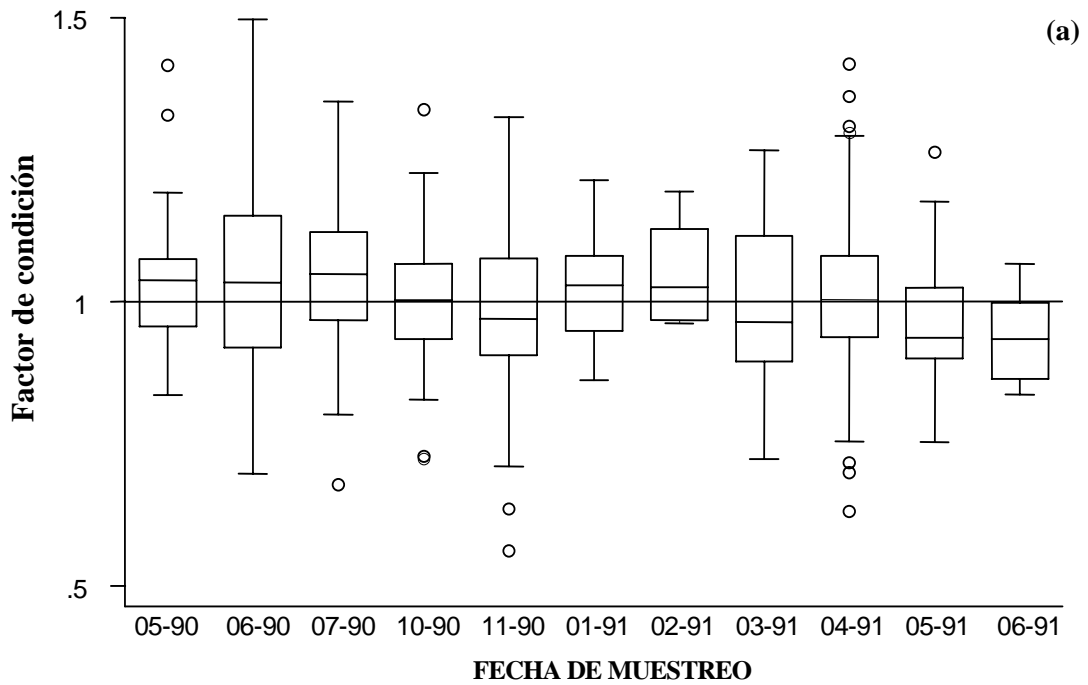


Fig. 39.-Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) de hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

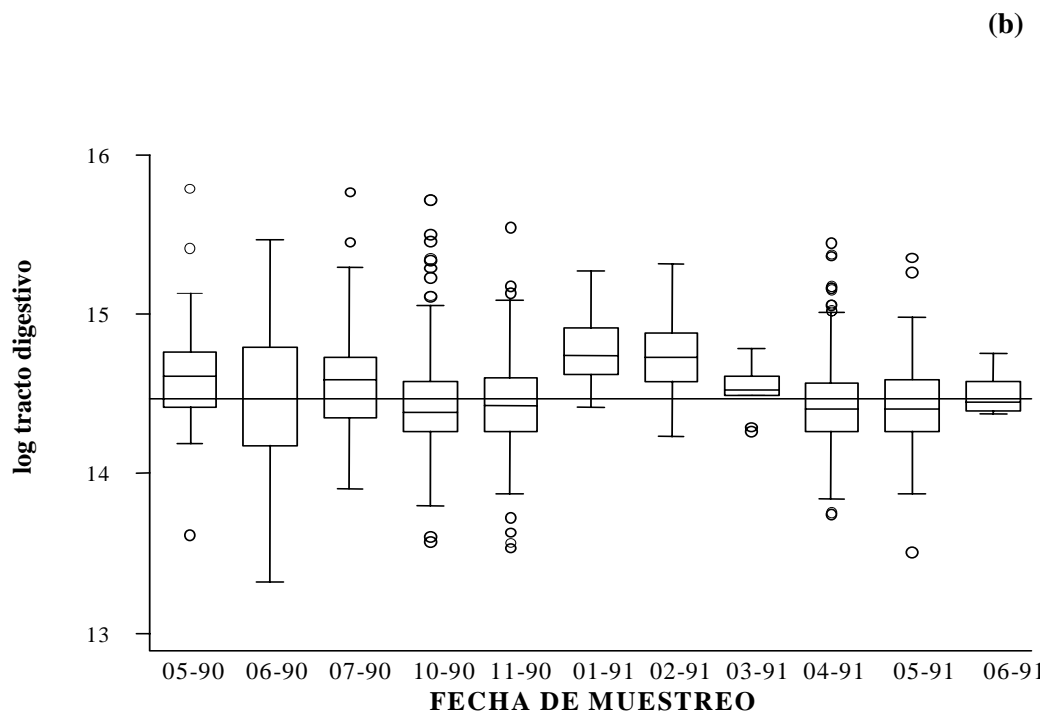
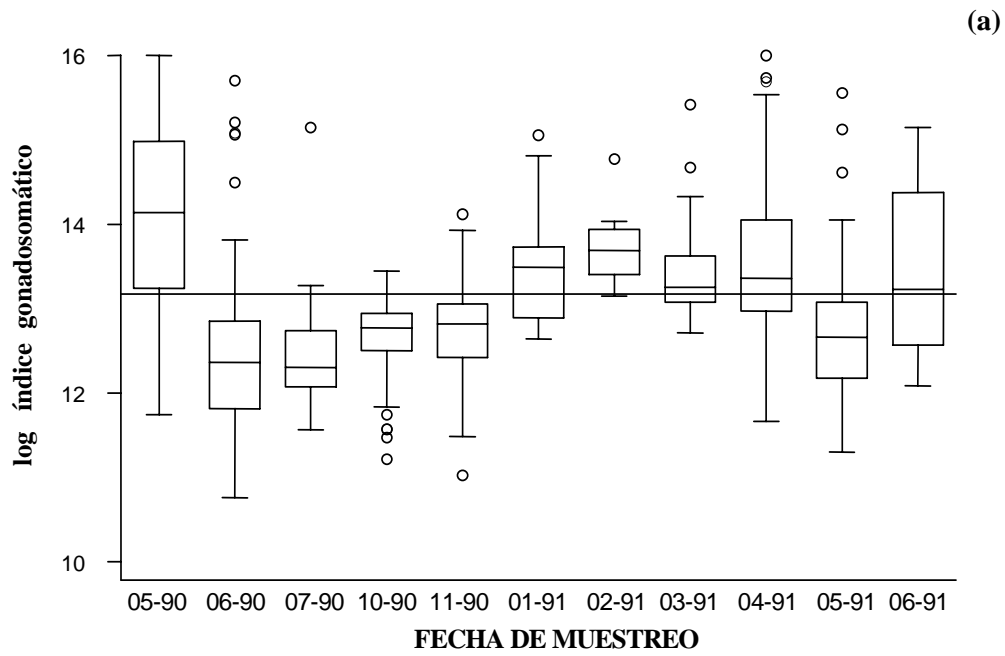


Fig. 40.-Gráficos de cajas del índice gonadosomático (a) e índice del tracto digestivo (b) de hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamacho Ver.

El *Kr* de indeterminados fue similar al comportamiento de hembras y machos en cuanto al valor mínimo registrado a inicio de nortes (febrero del 91) y otro en mayo del 90 (finales de la época de secas); un máximo se presentó al igual que en las hembras en julio del 90 y otro en junio del 91 meses que comprenden el período de lluvias (**Tablas 17 y Fig. 41a**).

El *IHS* e *ITD* registraron un aumento gradual desde finales del periodo de lluvias hasta la época de nortes (octubre a noviembre del 90), presentado un valor máximo en febrero 91 manteniéndose hasta marzo de mismo año, solo un mínimo se presentó en octubre del 90 (**Tablas 17 y Fig. 41b 42**).

En general la tendencia de los índices morfométricos, en los indeterminados siempre fue hacia el aumento.

Las variaciones estadísticamente significativas

TABLA 17.-Valores temporales del *Kr*, *IHS* e *ITD* para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

FECHA	No.	<i>Kr</i>	Prueba de t-Student		No.	<i>IHS</i>	<i>ITD</i>
			<i>t</i>	<i>P</i>			
MAYO-90	423	0.96	-3.91	0.001	409	13.52	14.58
JUNIO-90	660	1.01	1.46	0.15	655	13.48	14.47
JULIO-90	181	1.07	6.09	0.000	180	13.61	14.37
OCTUBRE-90	1257	1.02	3.73	0.001	1255	13.38	13.34
NOVIEMBRE-90	1475	0.99	-1.98	0.02	1448	13.48	14.43
ENERO-91	197	0.99	-1.63	0.53	193	13.76	14.72
FEBRERO-91	110	1.00	-0.24	0.81	109	13.69	14.62
MARZO-91	233	1.03	3.47	0.003	231	13.76	14.73
ABRIL-91	942	1.03	6.82	0.000	935	13.56	14.52
MAYO-91	955	1.01	1.30	0.19	945	13.66	14.55
JUNIO-91	759	1.06	7.47	0.000	752	13.53	14.53
TOTAL	7,192	1.01	6.89	0.000	7112	13.53	14.49

TABLA 18.-Prueba de comparaciones múltiples para el *Kr*, *IHS* e *ITD* para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

FECHA Prueba	<i>Kr</i> Kruskal-Wallis		<i>IHS</i> Kruskal-Wallis		<i>ITD</i> Kruskal-Wallis	
Mayo a Junio del 90	5.2668	*	0.9812	ns	3.9216	*
Junio a Julio del 90	4.5732	*	2.0956	*	3.1978	*
Julio a Octubre del 90	5.2737	*	4.5222	*	0.4822	ns
Octubre a Noviembre del 90	4.4257	*	3.0863	*	5.3238	*
Noviembre- 90 a Enero-91	0.1581	ns	8.1662	*	9.6656	*
Enero a Febrero del 91	0.3818	ns	1.7936	ns	2.5741	*
Febrero a Marzo del 91	2.6270	*	1.3733	ns	2.9112	*
Marzo a Abril del 91	0.6868	ns	5.7414	*	7.5726	*
Abril a Mayo del 91	4.8979	*	5.1529	*	1.5675	ns
Mayo a Junio del 91	6.7390	*	5.5224	*	0.8687	*

Prueba de Kruskal-Wallis * = $Z > 1.9600$, $P < 0.05$, significativa; ns = no significativa

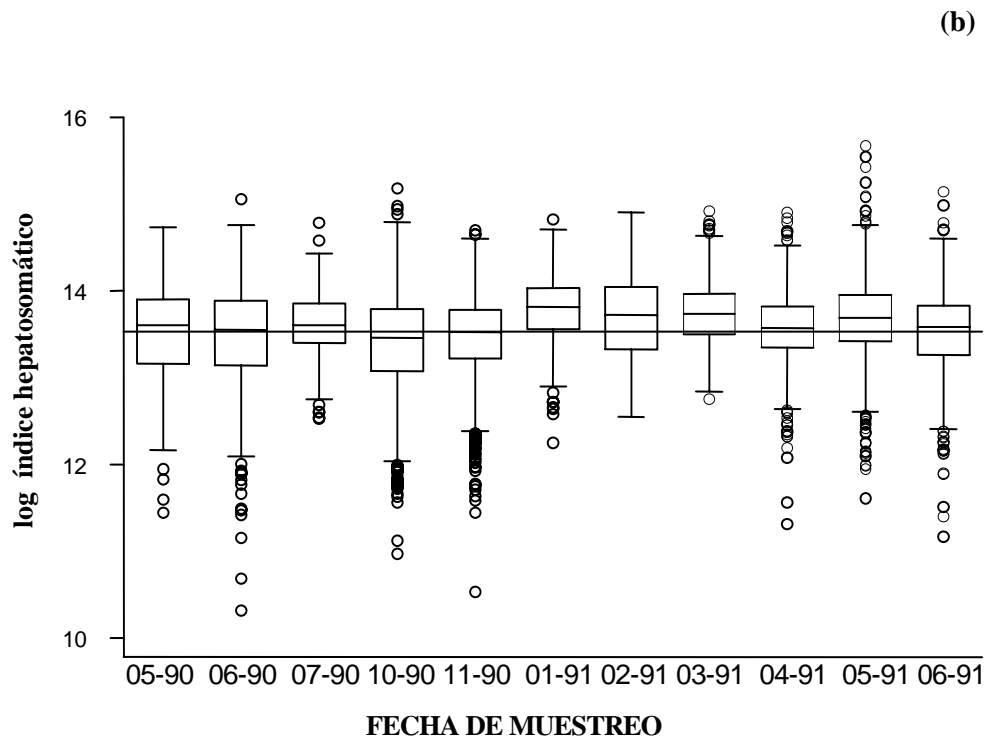
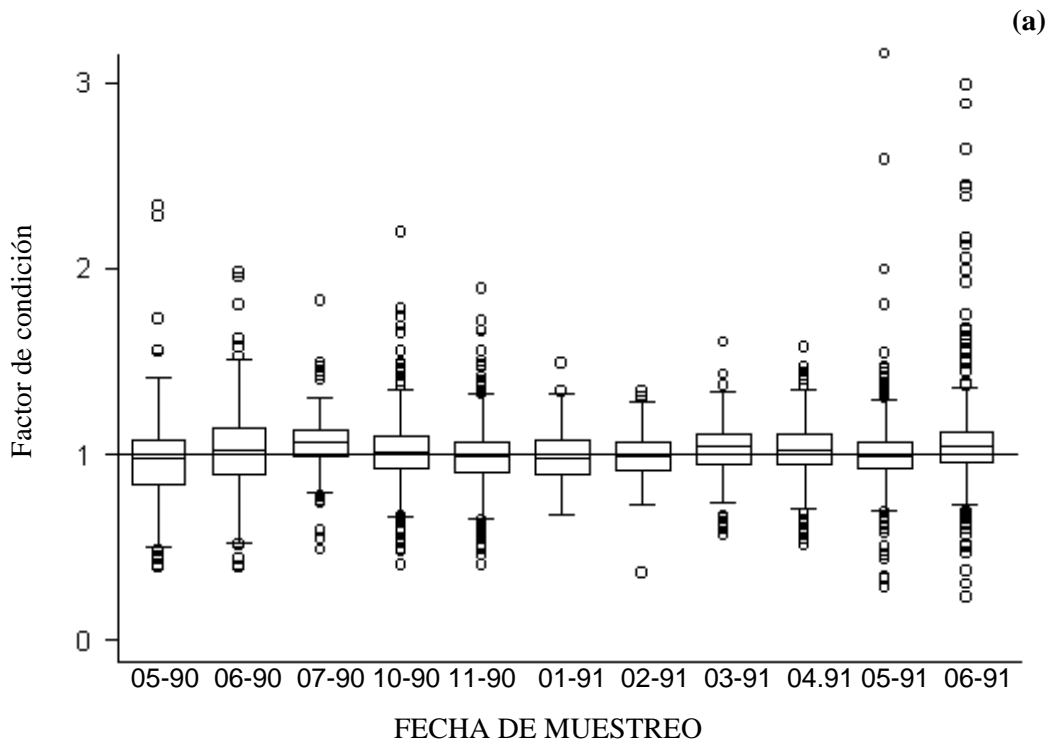


Fig. 41.- Gráficos de cajas del factor de condición relativo (a) e índice hepatosomático (b) para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamacho Ver.

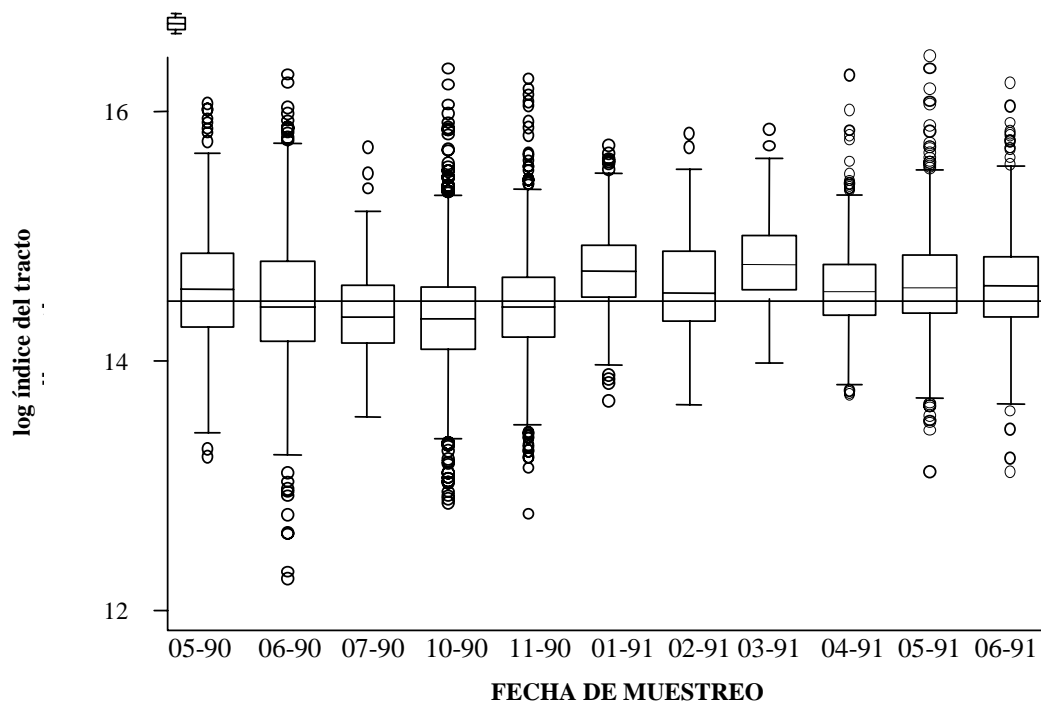


Fig. 42.-Gráficos del índice del tracto digestivo de indeterminados de *Bairdiella chrysoura* en la laguna Tampamacho Ver.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)

Método

Los índices morfométricos (hepatosomático, gonadosomático, etc.) en general están correlacionado con el tamaño de los organismos (largo del cuerpo) y son usados para estimar otros procesos. En este sentido García-Berthou y Moreno-Amich (1993) sugirieron aplicar el análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA), para analizar dichas relaciones, el cual consiste en hacer comparaciones de medias ajustadas, para ello este método utiliza valores del peso de los órganos como variables dependientes, las cuales se hacen covariar con una variable establecida como por ejemplo la longitud del cuerpo. Para llevar a cabo el análisis es conveniente transformar en un paso previo a escalas logarítmicas estas variables, lo cual promueve linealidad y homoscedasticidad requeridos en la aplicación del ANMUCOVA. Los factores en este método pueden ser la fecha de muestreo ó el sexo y se pueden incluir a las interacciones entre sí y con la covariada. Así, el ANMUCOVA facilita la interpretación simultánea de las medias ajustadas y la significancia de sus diferencias (Salgado-Ugarte, 1995).

Para el presente trabajo se utilizaron las transformaciones logarítmicas de las variables consideradas como dependientes: peso eviscerado, peso gonádico, peso del hígado y del tracto digestivo, así como de la longitud patrón considerada como covariada. La fecha de muestreo se considero como factor fijo, siguiendo así las recomendaciones de García-Berthou y Moreno-Amich (1993) y de Salgado-Ugarte (1995). Los valores de peso y longitud fueron multiplicados por una constante (10^6) y (1/6) antes de calcular sus logaritmos neperianos con la finalidad de trabajar con números mayores de cero.

Dicho análisis se llevó a cabo en los programas estadísticos SPSS 10.0 (para Windows) (SPSS Inc., 1989) y MINITAB 13.1 (MINITAB Inc., 2000).

Resultados

Los valores de las medias ajustadas de la gónada, hígado y tracto digestivo para machos, presentaron dos picos a lo largo del período de estudio. El primero fue ligeramente menor registrándose en mayo del 90 (finales de la época de secas) y el segundo de enero a febrero del 91 (finales del período de nortes); los valores mínimos se registraron en un período posterior a cada máximo, es decir a inicios de la época de lluvias (junio del 90) y finales de la época de secas (mayo del 91). Cabe destacar que el peso eviscerado y el hígado presentaron un aumento previo al registrado por el valor máximo de la gónada (enero a febrero del 91) (**Tabla 19 y Figura 43**).

A inicio del período de lluvias se observó una tendencia hacia el aumento de las medias ajustadas de los pesos, el cual se extendió hasta finales del período de nortes.

Tabla 19.-Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para machos de *B. chrysoira*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	Gónada	Hígado	Tracto digestivo
Mayo-90	16.29	10.61	11.82	12.39
Junio -90	16.19	10.19	11.29	12.29
Julio -90	16.15	10.30	11.29	12.15
Octubre -90	16.17	10.46	11.4	12.26
Noviembre-90	16.17	10.6	11.3	12.21
Enero -91	16.21	11.06	11.68	12.49
Febrero - 91	16.13	11.24	11.58	12.65
Marzo - 91	16.19	11.04	11.52	12.36
Abril - 91	16.22	10.79	11.34	12.21
Mayo - 91	16.17	10.13	11.29	12.22
Junio-91	16.25	10.25	11.61	12.22

En la **Tabla 20** se muestran las comparaciones de las medias ajustadas mensuales consecutivas de los pesos, en donde la mayoría de las variaciones no fueron significativas. Si bien, una disminución que fue importante y además estadísticamente significativa se presentó de mayo a junio del 90 en las gónadas y de abril a mayo del 91 en el hígado.

Tabla 20.-Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para machos de *B. chrysoira*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	P	Gónada	P	Hígado	P	Tracto digestivo	P
Mayo a Junio del 90	0.218	ns	0.024	*	0.367	ns	0.925	ns
Junio a Julio del 90	0.000	*	0.250	ns	0.050	ns	0.093	ns
Julio a Octubre del 90	0.021	*	0.298	ns	0.723	ns	0.187	ns
Octubre a Noviembre del 90	0.137	ns	0.013	*	0.011	*	0.281	ns
Noviembre-90 a Enero-91	0.387	ns	0.590	ns	0.235	ns	0.446	ns
Enero a Febrero del 91	0.385	ns	0.758	ns	0.830	ns	0.584	ns
Febrero a Marzo del 91	0.516	ns	0.924	ns	0.885	ns	0.606	ns
Marzo a Abril del 91	0.737	ns	0.266	ns	0.590	ns	0.842	ns
Abril a Mayo del 91	0.698	ns	0.124	ns	0.036	*	0.029	*
Mayo a Junio del 91	0.071	ns	0.418	ns	0.073	ns	0.648	ns

* = $P < 0.05$ significativa; ns= no significativa

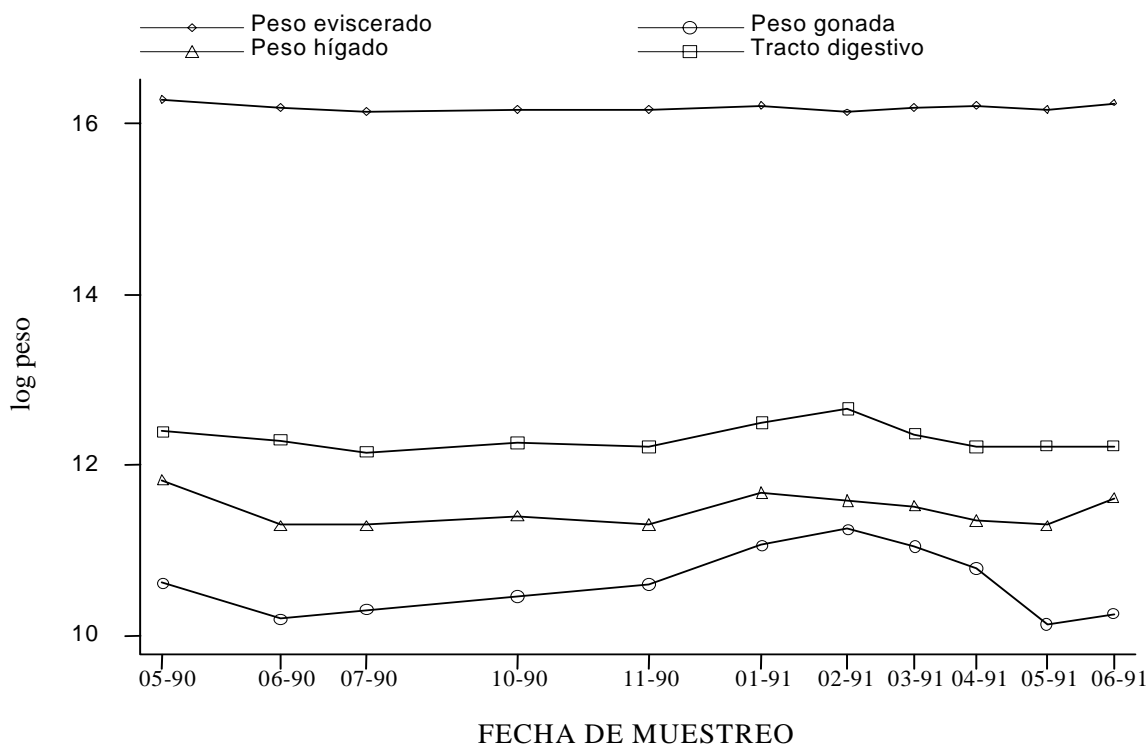


Fig. 43.-Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado, gónada y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para machos de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

En la **Tabla 21** y **Figura 44** se muestra el comportamiento de las medias ajustadas de los pesos para hembras, encontrando que el peso del hígado, gónadas y tracto digestivo se comportaron de forma muy similar entre sí y dicho comportamiento a su vez fue similar al presentado por los machos. Con la diferencia de que los valores del peso de las gónadas fueron ligeramente mayores a la de los machos, además los valores máximos para hembras se registraron durante el final de secas y el periodo de nortes.

Tabla 21.-Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para hembras de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	Gónada	Hígado	Tracto digestivo
Mayo-90	16.33	10.62	11.89	12.58
Junio -90	16.24	10.42	11.42	12.32
Julio -90	16.23	10.46	11.54	12.56
Octubre -90	16.22	10.50	11.41	12.31
Noviembre-90	16.23	10.75	11.40	12.29
Enero -91	16.23	11.48	11.59	12.64
Febrero - 91	16.22	11.83	11.70	12.64
Marzo - 91	16.19	11.41	11.56	12.33
Abril - 91	16.24	11.14	11.40	12.24
Mayo - 91	16.18	10.25	11.38	12.19
Junio-91	16.18	10.74	11.52	12.29

En la **Tabla 22** se muestran las comparaciones de las medias ajustadas mensuales consecutivas de los pesos para hembras de *B. chrysoura*, los cuales mostraron una disminución de mayo a junio del 90 estadísticamente significativa y un aumento del hígado de abril a mayo del 91.

Tabla 22.-Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para hembras de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	P	Gónada	P	Hígado	P	Tracto digestivo	P
Mayo a Junio del 90	0.002	*	0.001	*	0.024	*	0.034	*
Junio a Julio del 90	0.018	*	0.078	ns	0.079	ns	0.781	ns
Julio a Octubre del 90	0.965	ns	0.847	ns	0.931	ns	0.633	ns
Octubre a Noviembre del 90	0.002	*	0.294	ns	0.254	ns	0.795	ns
Noviembre-90 a Enero-91	0.030	*	0.589	ns	0.818	ns	0.543	ns
Enero a Febrero del 91	0.369	ns	0.895	ns	0.708	ns	0.830	ns
Febrero a Marzo del 91	0.600	ns	0.789	ns	0.915	ns	0.878	ns
Marzo a Abril del 91	0.654	ns	0.720	ns	0.748	ns	0.375	ns
Abril a Mayo del 91	0.982	ns	0.793	ns	0.021	*	0.106	ns
Mayo a Junio del 91	0.771	ns	0.615	ns	0.425	ns	0.280	ns

* = $P < 0.05$ significativa; ns= no significativa

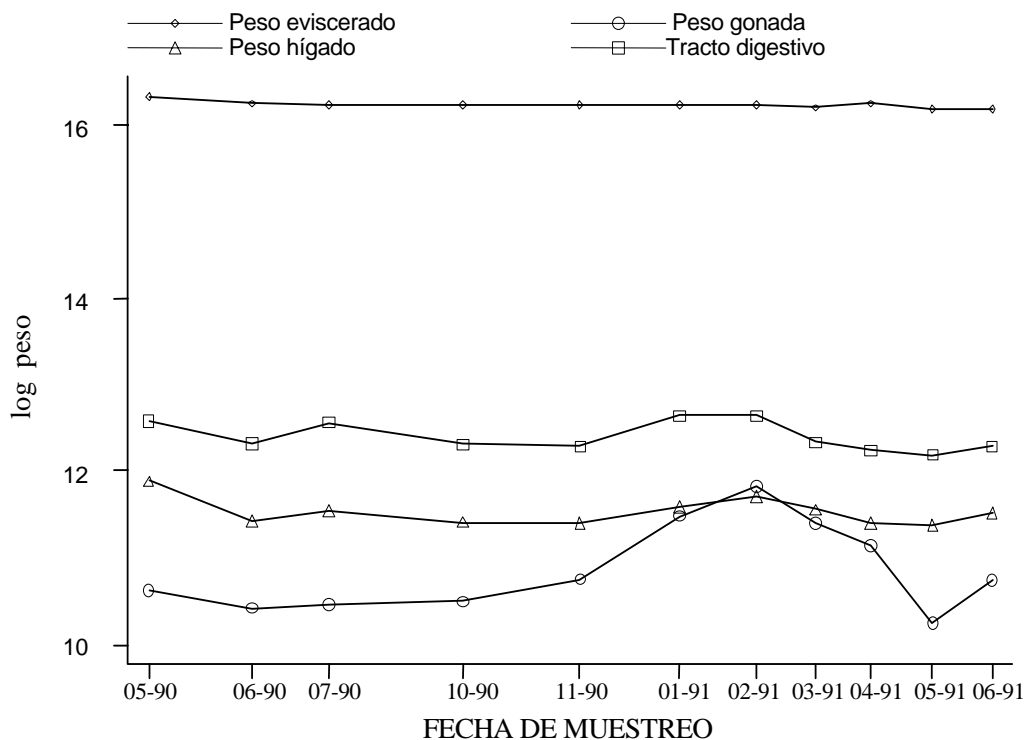


Fig. 44. Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado, gónada y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

En la **Tabla 23** se muestran las medias ajustadas del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo de indeterminados y gráficamente se muestran en la **Figura 45**. En donde el comportamiento del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo fueron similares entre sí, observándose que los valores máximos se registraron a inicio del periodo de lluvias y finales de nortes (junio del 90 y febrero del 91), el tracto digestivo vario únicamente en que este presentó uno de sus máximos un mes antes (enero-91).

En la **Tabla 24** se muestran las comparaciones de las medias ajustadas mensuales consecutivas de los pesos para indeterminados de *B. chrysoira*. La única variación significativa se dio de octubre a noviembre del 90 en la disminución del hígado.

Tabla 23.-Valores mensuales de las medias del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de *B. chrysoira*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	Hígado	Tracto digestivo
Mayo del 90	15.50	10.70	11.78
Junio del 90	15.58	10.94	11.87
Julio del 90	15.41	10.73	11.77
Octubre del 90	15.52	10.79	11.61
Noviembre del 90	15.50	10.62	11.48
Enero del 91	15.45	10.97	11.85
Febrero del 91	15.68	10.98	11.44
Marzo del 91	15.48	10.72	11.69
Abril del 91	15.52	10.64	11.53
Mayo del 91	15.50	10.78	11.74
Junio del 91	15.62	10.88	11.72

Tabla 24.-Valores de significancia de la variación mensual de las medias de los pesos ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de *B. chrysoira*, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Eviscerado	P	Hígado	P	Tracto digestivo	P
Mayo a Junio del 90	0.609	ns	0.751	ns	0.844	ns
Junio a Julio del 90	0.487	ns	0.484	ns	0.201	ns
Julio a Octubre del 90	0.052	ns	0.096	ns	0.977	ns
Octubre a Noviembre del 90	0.066	ns	0.033	*	0.605	ns
Noviembre-90 a Enero-91	0.378	ns	0.655	ns	0.734	ns
Enero a Febrero del 91	0.376	ns	0.721	ns	0.327	ns
Febrero a Marzo del 91	0.460	ns	0.879	ns	0.281	ns
Marzo a Abril del 91	0.470	ns	0.811	ns	0.501	ns
Abril a Mayo del 91	0.786	ns	0.890	ns	0.115	ns
Mayo a Junio del 91	0.053	ns	0.559	ns	0.391	ns

*= $P < 0.05$ significativa; ns= no significativa

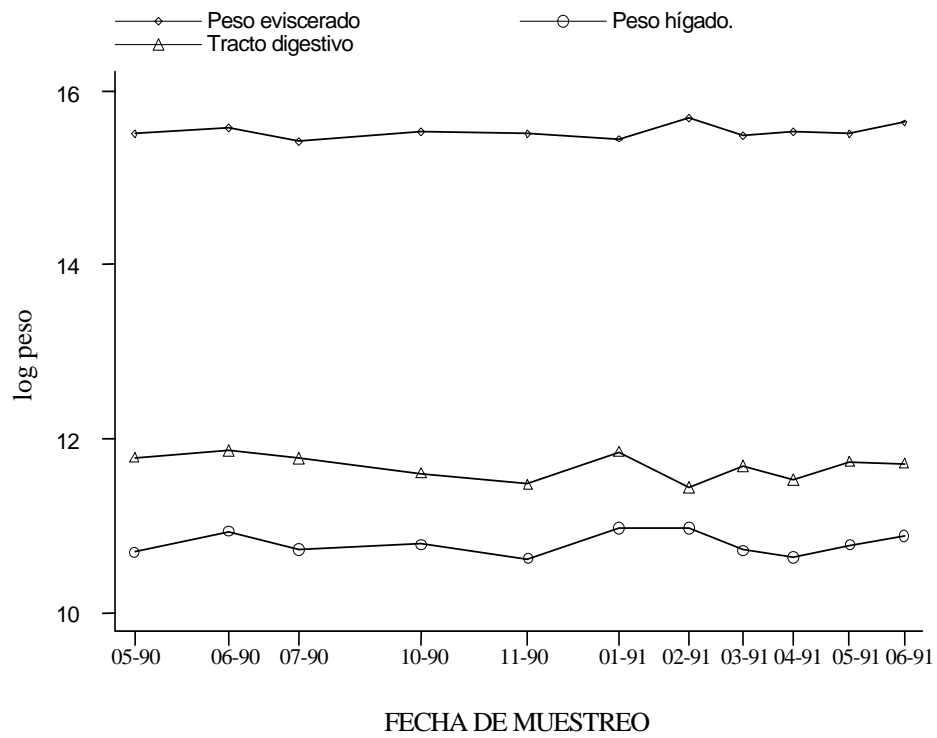


Fig. 45.-Variación mensual de las medias del peso eviscerado, hígado y tracto digestivo ajustadas a la longitud patrón para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

CAPÍTULO 6. CORRELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS (Kr, IGS, IHS E ITD) Y MEDIAS PONDÉRALES AJUSTADAS OBTENIDAS MEDIANTE EL ANMUCOVA

Método

El análisis de correlación nos sirve para establecer el grado de asociación lineal entre dos variables aleatorias.

La medida del grado de relación entre dos variables se llama coeficiente de correlación y se representa universalmente con una ρ . En el modelo de correlación se asume que X y Y varían en una distribución conjunta.

Así, cuando la covarianza es cero, ρ es cero, esto indica que no hay relación entre las variables. Cuando hay covarianza perfecta entre X y Y , y ambas varían en la misma dirección, $\rho = 1$. De manera similar, cuando hay covarianza perfecta, pero X y Y varían en sentidos opuestos, $\rho = -1$ Por otra parte cuando existe cierto grado de covarianza entre X y Y , se tiene:

$$-1 < \rho < 0 \quad \text{y} \quad 0 < \rho < 1$$

$$\text{En general } -1 < \rho < 1$$

(Marques Dos Santos, 2004)

La hipótesis de linealidad que se plantea para determinar si ρ es igual a cero o diferente de cero es la siguiente con un $\alpha = 0.05$:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_a: \rho \neq 0$$

Las hipótesis planteadas para el presente trabajo fueron las siguientes:

Hipótesis nula (H_0) nos plantea que no existe una correlación entre los índices morfométricos y las medias de los pesos ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el (ANMUCOVA) y la hipótesis alterna (H_a) indica que si existe una correlación entre los índices morfométricos y las medias ajustadas (ANMUCOVA).

Para ver si existe una correlación entre los índices morfométricos y el análisis multivariado de covarianza, se utilizaron los valores obtenidos en el capítulo cuatro y cinco, calculado el coeficiente de correlación ρ en el paquete estadístico del Stata (2003).

Resultados

En la **Tabla 25** se muestra el valor de correlación entre los índices morfométricos y las medias de los pesos ajustadas en función de la longitud patrón para machos, observándose una alta correlación positiva entre estos, si bien entre el *Kr* y el peso eviscerado se presentó un menor grado de correlación (**Figuras 46, 47 y 48**).

Tabla 25.-Valores de la correlación de los índice morfométricos (*Kr*, *IHS*, *IGS* e *ITD*) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado, gónadas y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para machos de *B. chrysoira* en la laguna Tampamachoco Ver.

ÍNDICES ANMUCOVA	<i>Kr</i>		log <i>IGS</i>		log <i>HIS</i>		log <i>ITD</i>	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
log peso eviscerado	0.6119	0.0454						
log peso gónada			0.8415	0.0012				
log peso hígado					0.9668	0.000		
log peso tracto digestivo							0.9650	0.000

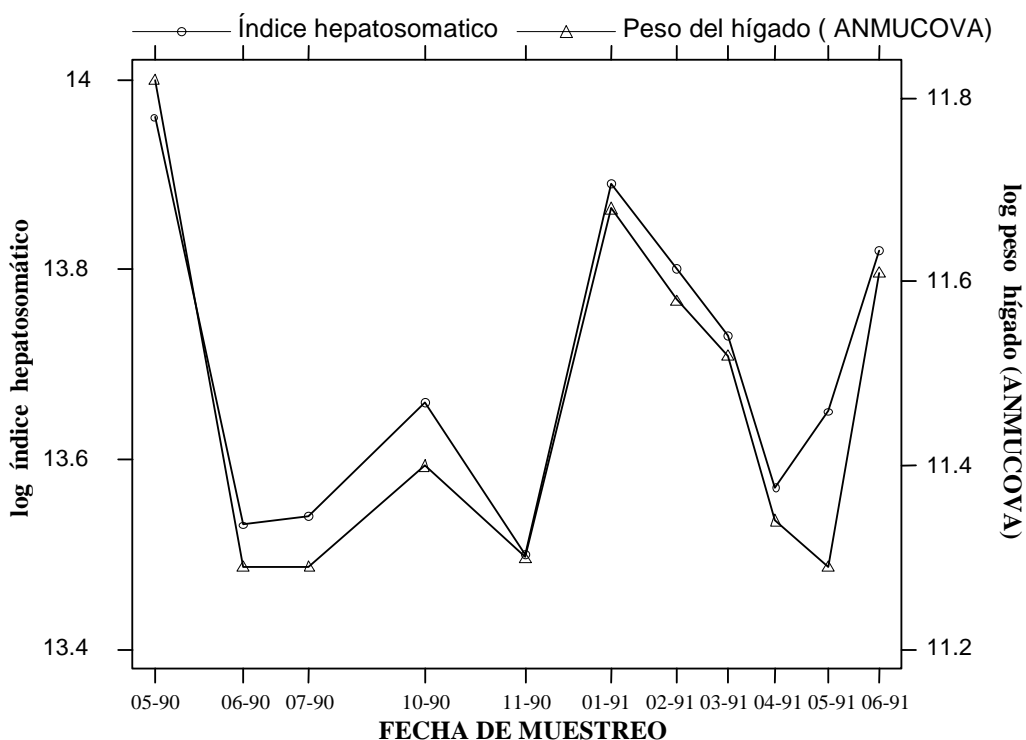


Fig. 46.-Variación mensual de la correlación entre el índice hepatosomático (*IHS*) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón para machos de *B. chrysoira*.

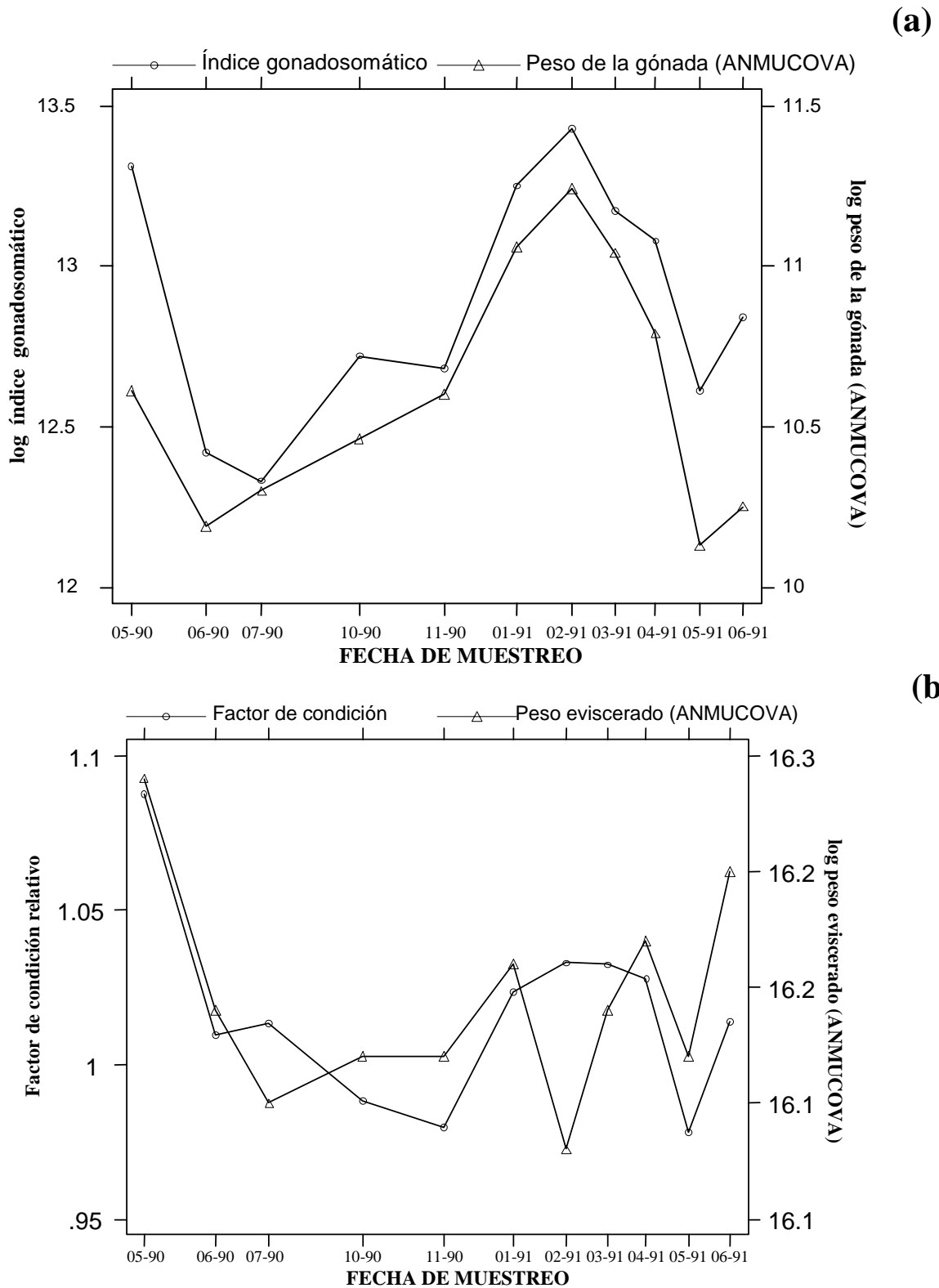


Fig. 47.-Variación mensual de la correlación entre el índice gonadosomático (*IGS*) y el peso de las gónadas ajustada en función de la longitud patrón (a); así como del factor de condición (*Kr*) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (b) para machos de *B. chrysoura*.

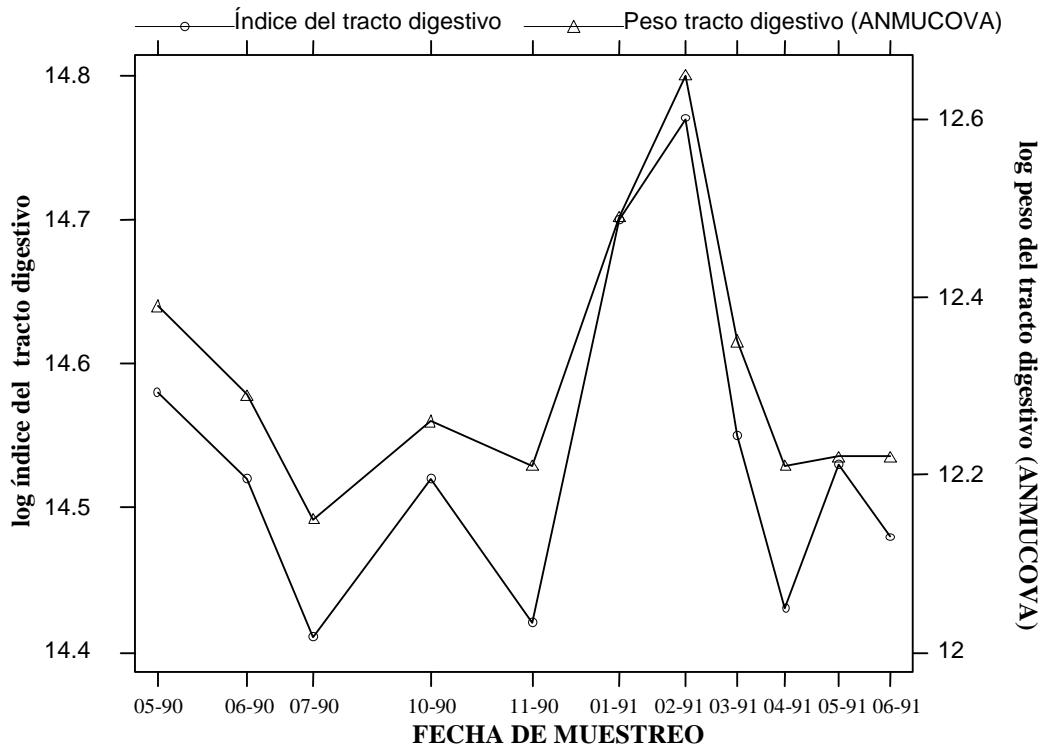


Fig. 48.- Variación mensual de la correlación entre el índice del tracto digestivo (*ITD*) y el peso del tracto digestivo ajustado en función de la longitud patrón para machos de *B. chrysoura*.

En las hembras la correlación entre los métodos fue positiva y ligeramente más baja que en los machos, en donde el *Kr* y el peso eviscerado así como el *IGS* con el peso de las gónadas presentaron un menor grado de variación conjunta (**Tabla 26 y Figuras 49 y 50**).

Tabla 26.-Valores de la correlación de los índice morfométricos (*Kr*, *IHS*, *IGS* e *ITD*) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado, gónadas y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para hembras de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

ÍNDICES	<i>Kr</i>		log <i>IGS</i>		log <i>IHS</i>		log <i>ITD</i>	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
ANMUCOVA								
log peso eviscerado	0.6053	0.0485						
log peso gónada			0.6506	0.0302				
log peso hígado					0.8911	0.002		
log peso Tracto digestivo							0.9194	0.0001

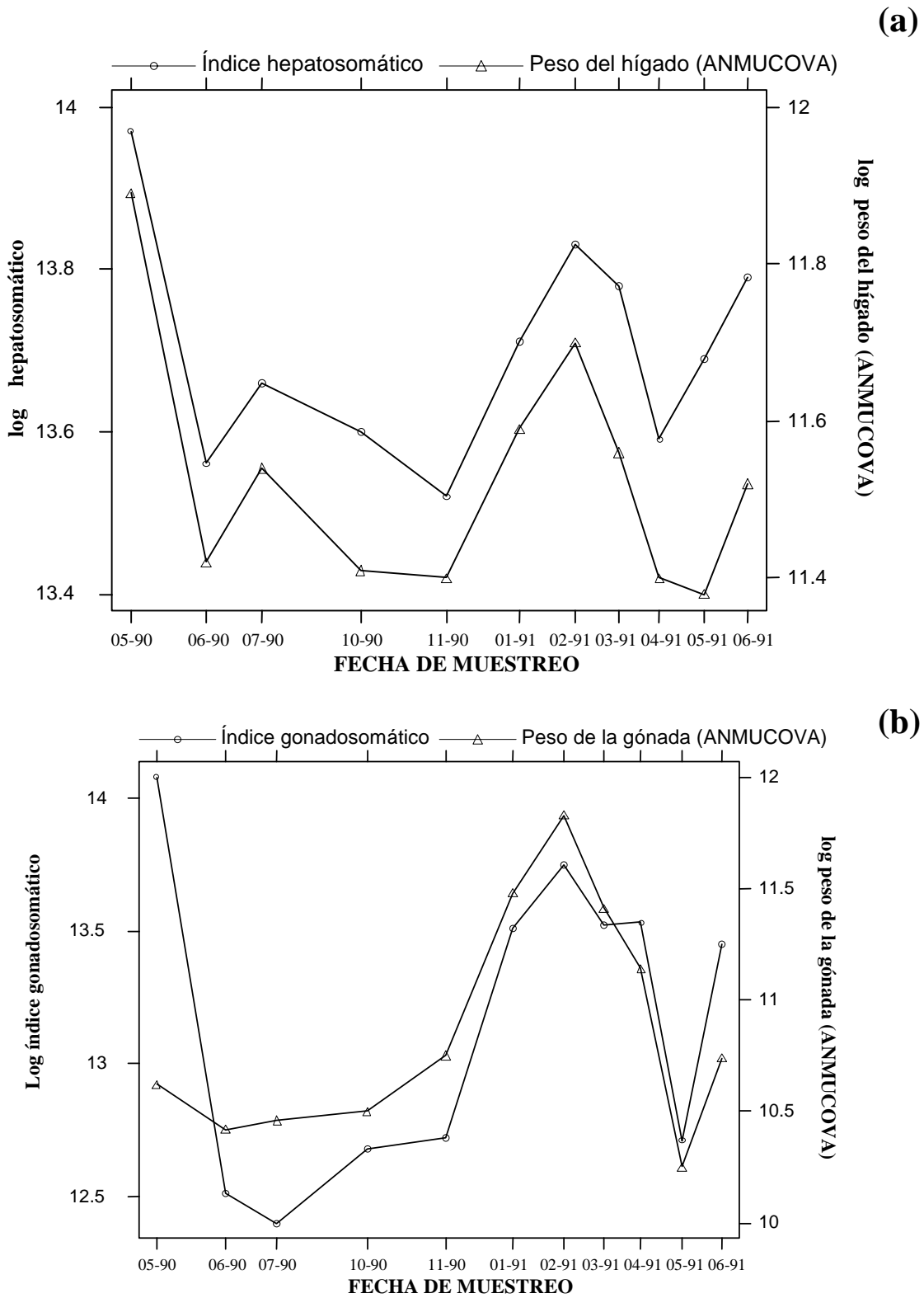


Fig. 49.-Variación mensual de la correlación entre el índice hepatosomático (*IHS*) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como el del índice gonadosomático (*IGS*) y el peso de las gónadas ajustada en función de la longitud patrón (b) en hembras de *B. chrysoura*.

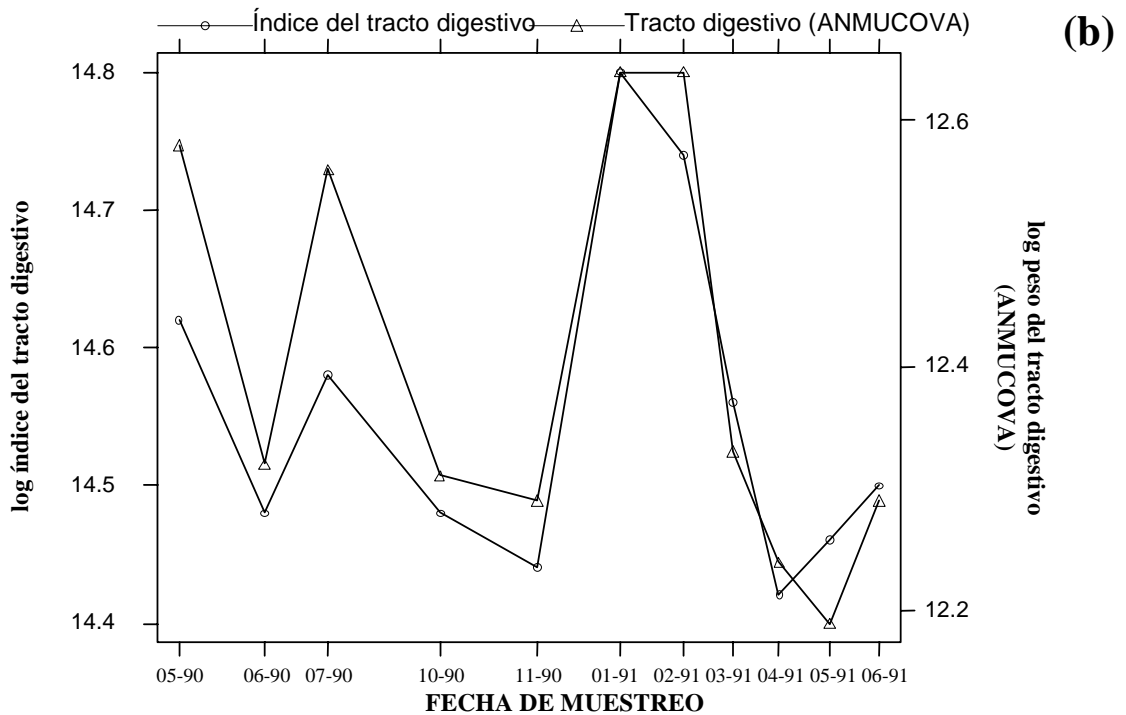
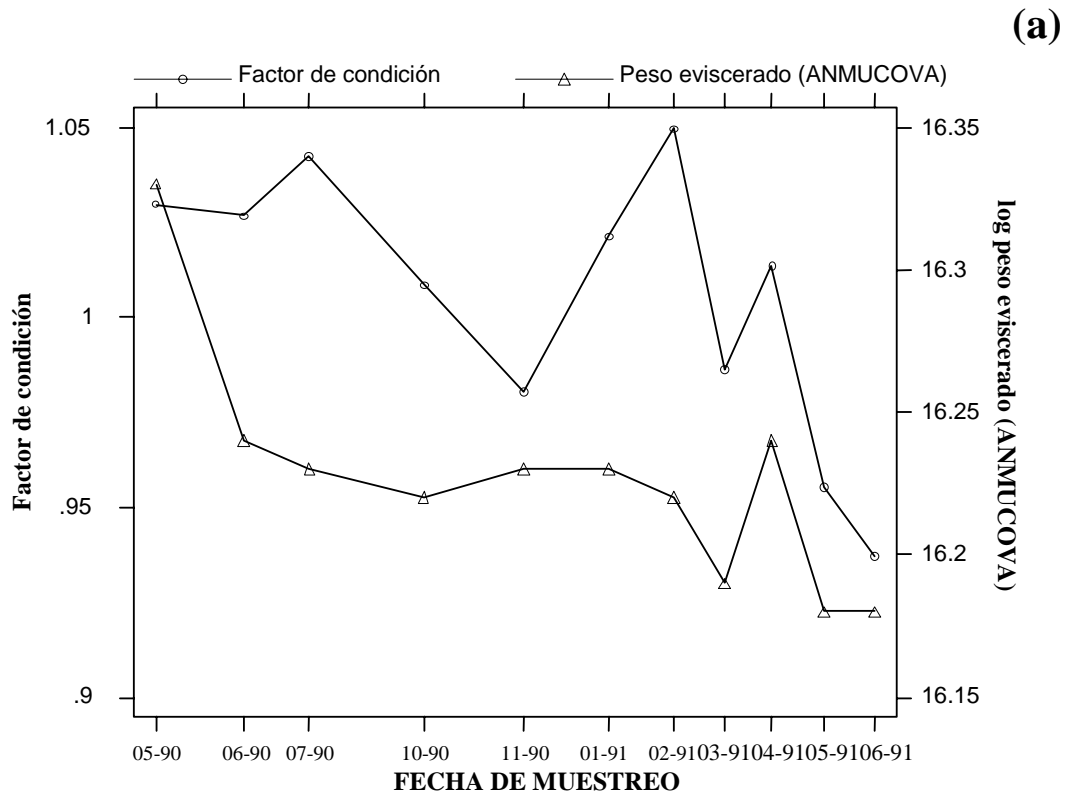


Fig. 50.-Variación mensual de la correlación entre el factor de condición (K_r) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como entre el índice del tracto digestivo (ITD) y el peso del tracto digestivo ajustados en función de la longitud patrón (b) en hembras de *B. chrysoira*

En los indeterminados no hubo correlación entre índices morfométricos y las medias de los pesos ajustados en función de la longitud patrón obtenidos por el ANMUCOVA (Tabla 27 y Figuras 51 y 52).

Tabla 27.- Valores de la correlación de los índice morfométricos (*Kr*, *IHS* e *ITD*) y las medias de los pesos (eviscerado, hígado y tracto digestivos) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el ANMUCOVA para indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

ÍNDICES ANMUCOVA	<i>Kr</i>		log <i>IHS</i>		log <i>ITD</i>	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
log peso eviscerado	-0.0582	0.8649				
log peso hígado			0.2759	0.4114		
log peso Tracto digestivo					0.1730	0.6109

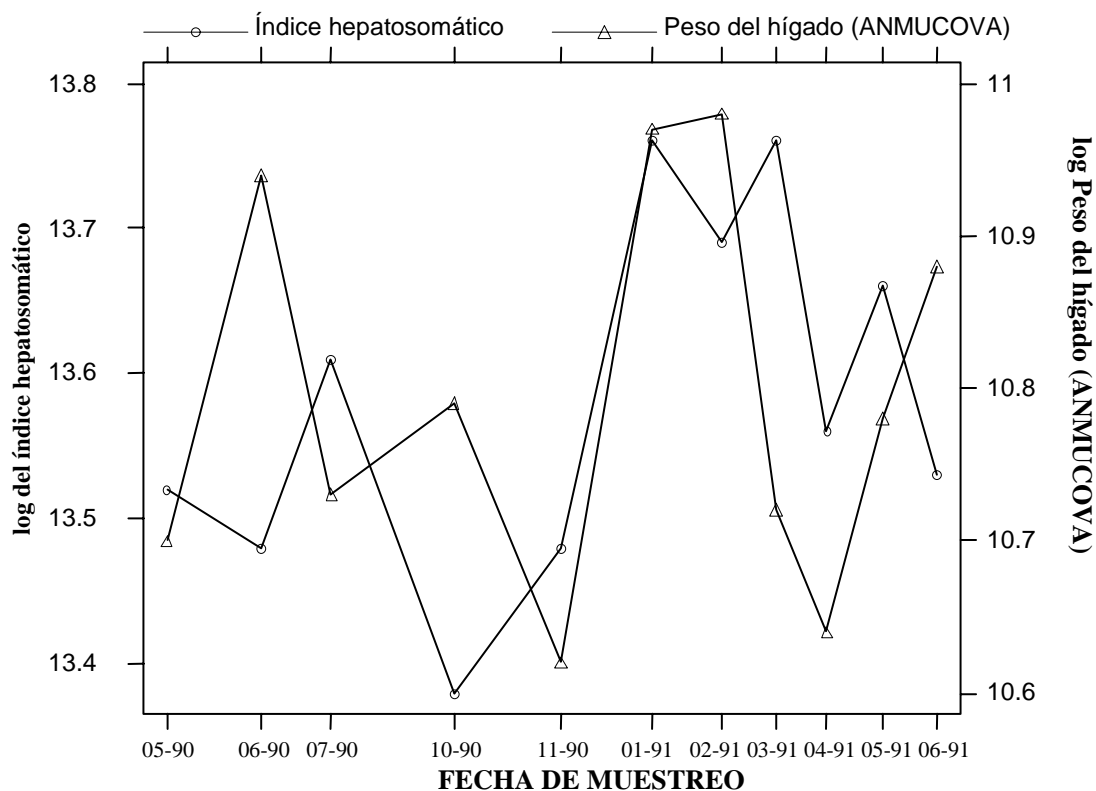


Fig. 51.- Variación mensual de la correlación entre índice hepatosomático (*IHS*) y el peso del hígado ajustado en función de la longitud patrón para indeterminados de *B. chrysoura*.

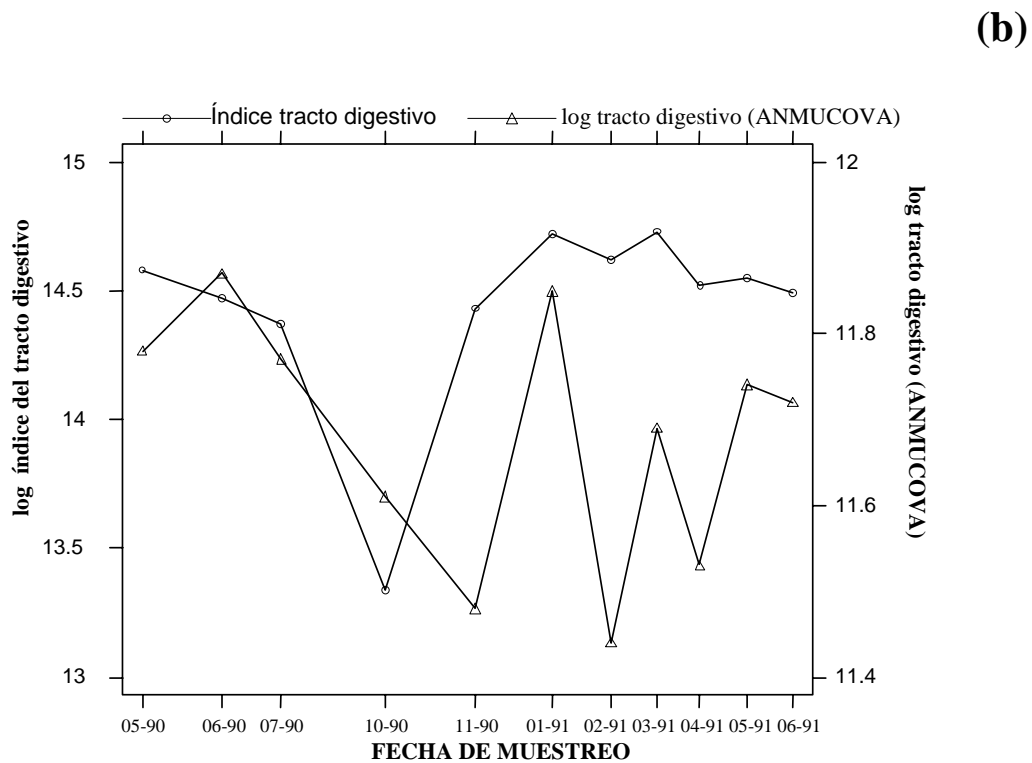
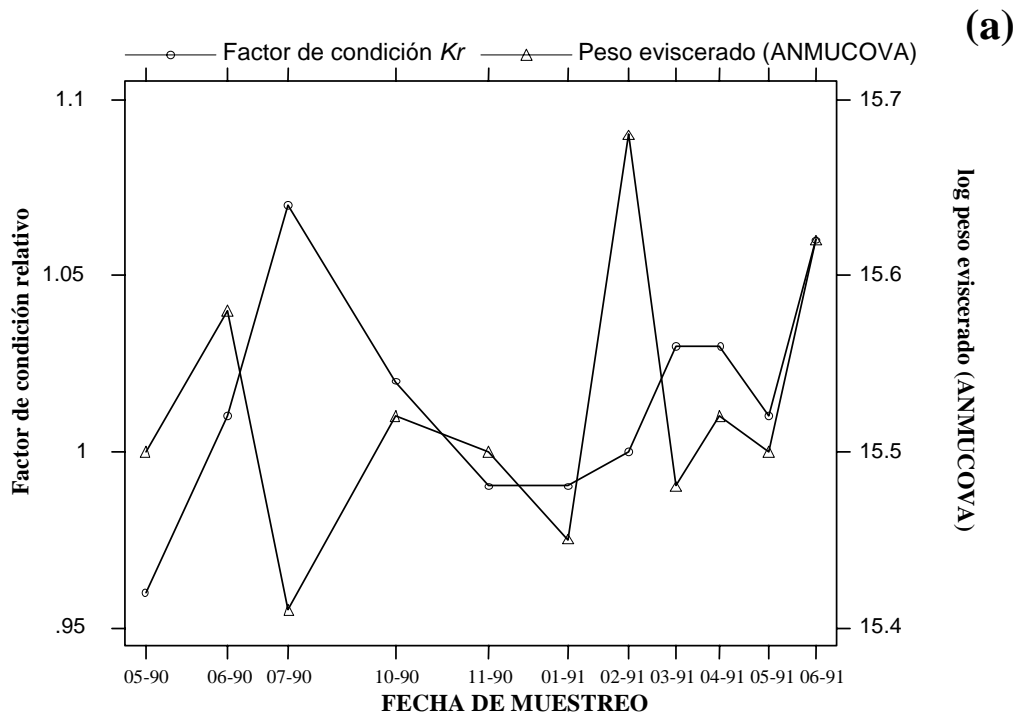


Fig. 52.- Variación mensual de la correlación entre el factor de condición (K_r) y el peso eviscerado ajustado en función de la longitud patrón (a); así como entre el índice del tracto digestivo (ITD) y el peso del tracto digestivo ajustado en función de la longitud patrón para indeterminados de *B. chrysoura*.

CAPÍTULO 7. COMPONENTES GAUSSIANOS Y COHORTES PARA ESTIMAR LA EDAD

Método

La determinación de edad es una importante herramienta en biología pesquera. Datos de edad en conjunción con los pesos y longitud, pueden proporcionar información sobre la composición de la población, edad a la que ocurre la madurez, longevidad, mortalidad y producción (Gómez-Márquez, 1994).

Los métodos que se utilizan para determinar la edad de los organismos pueden ser de dos tipos:

Directos

- 1) Liberación y recuperación de peces marcados.
- 2) Seguimiento de peces de edad conocida ó tamaño en cuerpos de agua experimentales.
- 3) Interpretación y conteo de marcas periódicas depositadas en estructuras duras como:
 - i) Escamas.
 - ii) Otolitos.
 - iii) Opérculos y otros huesos

Indirectos

Estos se basan en el análisis de la distribución de frecuencias de tallas de una población de peces, en el que modas de longitud (ó peso) indican grupos de organismos con edad semejante (cohortes).

Estos agrupamientos de organismos con tallas y edades semejantes ocurren en poblaciones de especies que se reproducen estacionalmente (caracterizadas por aportes regulares de nuevos reclutas), de manera que si se muestran adecuadamente revelan una distribución multimodal que indica la presencia de varios grupos de edad (Gómez-Márquez, 1994).

El análisis de la distribución de frecuencia de longitudes se emplea para la determinación de la edad relativa y el crecimiento de individuos de varios tamaños pertenecientes al mismo stock de peces.

Si se conoce la relación de edad y talla, las frecuencias de tallas se pueden convertir en frecuencias de edades. Existen varias técnicas para separar los grupos de tallas y convertirlos en frecuencias de edad. Sin embargo, los métodos más usados para descomponer una muestra de frecuencia de tallas en grupos de edad de una población de peces se remontan a los métodos basados en las tallas, desarrollados por Petersen (Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998).

Petersen propuso un método gráfico basado en la identificación de las modas que se presentan en una distribución de frecuencia de tallas. Dicho método considera que a cada moda le corresponde una clase de edad la cual tendrá por longitud o peso el valor medio del grupo de edad. Esto se observa a través de un histograma ó polígono de frecuencias.

También existen varios métodos para la identificación y separación de las modas en sus componentes gaussianos, siendo el método gráfico de Bhattacharya (1967) el más utilizado, el cual se basa en la transformación logarítmica de las diferencias de las frecuencias de talla. Estas diferencias al ser graficadas contra las marcas de clase permiten el reconocimiento de componentes gaussianos (correspondientes a un grupo de talla y edad) como puntos que siguen tendencias lineales con pendiente negativa (Gómez-Márquez, 1994; Salgado-Ugarte, *et al.*, 1994). Este método se empleó en la presente investigación.

Una vez identificadas y separadas las modas, como medias de cada componente gaussiano, es posible ajustar a ellas una curva de crecimiento, donde los valores medios de longitud correspondientes a distintas “edades” pueden ser entonces utilizadas para estimar los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) por diferentes métodos (Salgado-Ugarte *et al.*, 2000a).

Las distribuciones multimodales para los datos de longitud patrón de *Bairdiella chrysoura* se analizaron por mes y sexo (machos, hembras, indeterminados, machos e indeterminados y hembras e indeterminados) se empleo el criterio de juntar machos con indeterminados y hembras con indeterminados con la finalidad de agrupar todas las tallas.

Se utilizo el método de Bhattacharya (1967) en los programas de Salgado-Ugarte *et al.* (1994) para el Stata (Stata Corporation, 2003), el cual determina y caracteriza cada uno de los componentes gaussianos individuales en las distintas distribuciones mezcladas (multimodales).

Para el análisis de las frecuencias se utilizaron histogramas mejorados, es decir los estimadores de densidad por kernel (*EDKs*) con amplitud óptima de Silverman y función ponderal (kernel) gaussiana (Salgado-Ugarte *et al.*, 1993, 1995b). Se presentan únicamente los resultados del mes de abril del 91 para machos con indeterminados y hembras con indeterminados, debido a que fueron los tuvieron un ajuste hacia un valor asintótico de talla. Las medias de cada componente se utilizaron para obtener los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (Capítulo 8)

Resultados

En la **Figura 53a** se muestra el estimador de densidad por kernel gaussiano por la amplitud de banda de Silverman (h) para machos con indeterminados del mes de abril del 91. A esta distribución se aplicó el método de Bhattacharya (**Fig. 53b**) encontrándose varios componentes gaussianos sugiriendo cohortes que establecieron la presencia de cinco clases de tallas (**Fig. 54a**). La suma de dichos componentes se muestra en la **Figura 54b**.

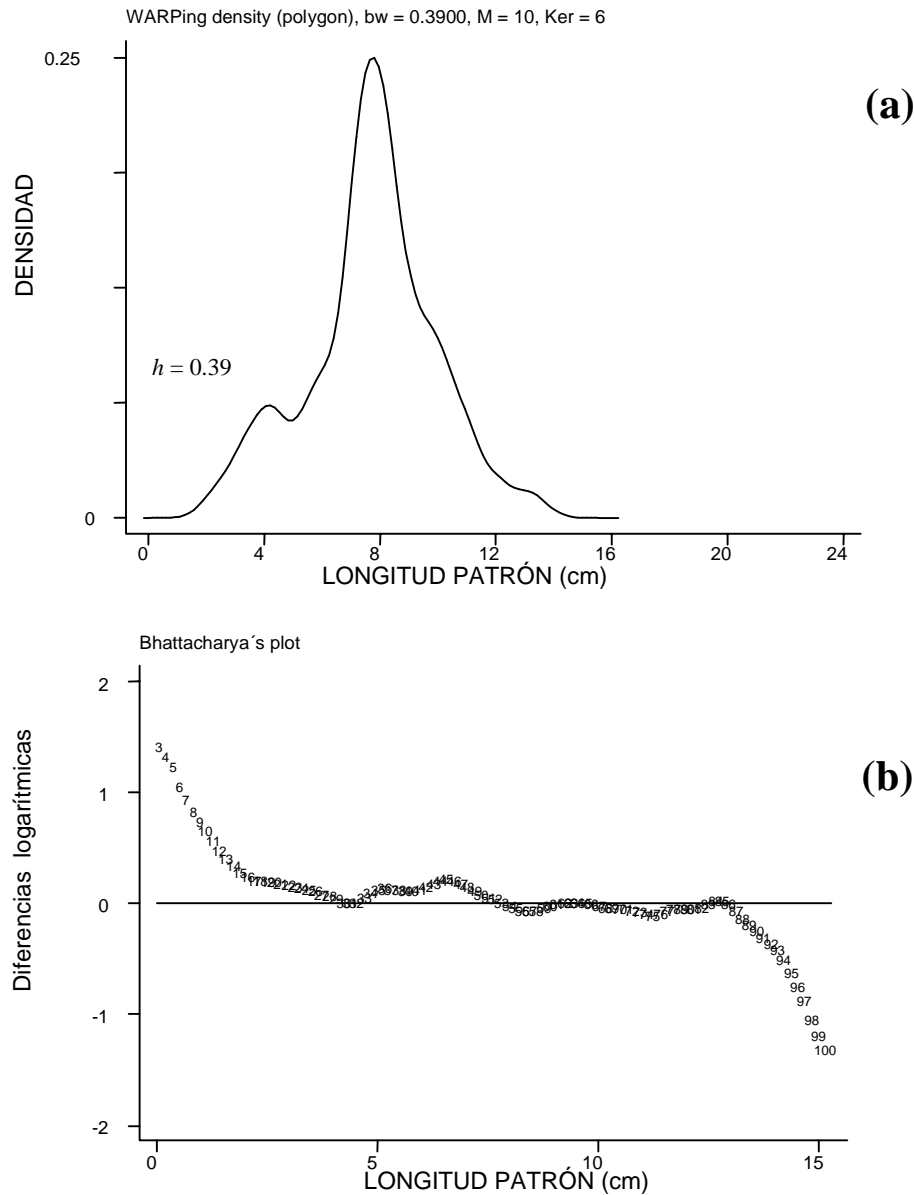


Fig. 53.-Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a) y gráfico de Bhattacharya (b) para la longitud patrón de machos e indeterminados de *B. chrysoura* en abril del 91.

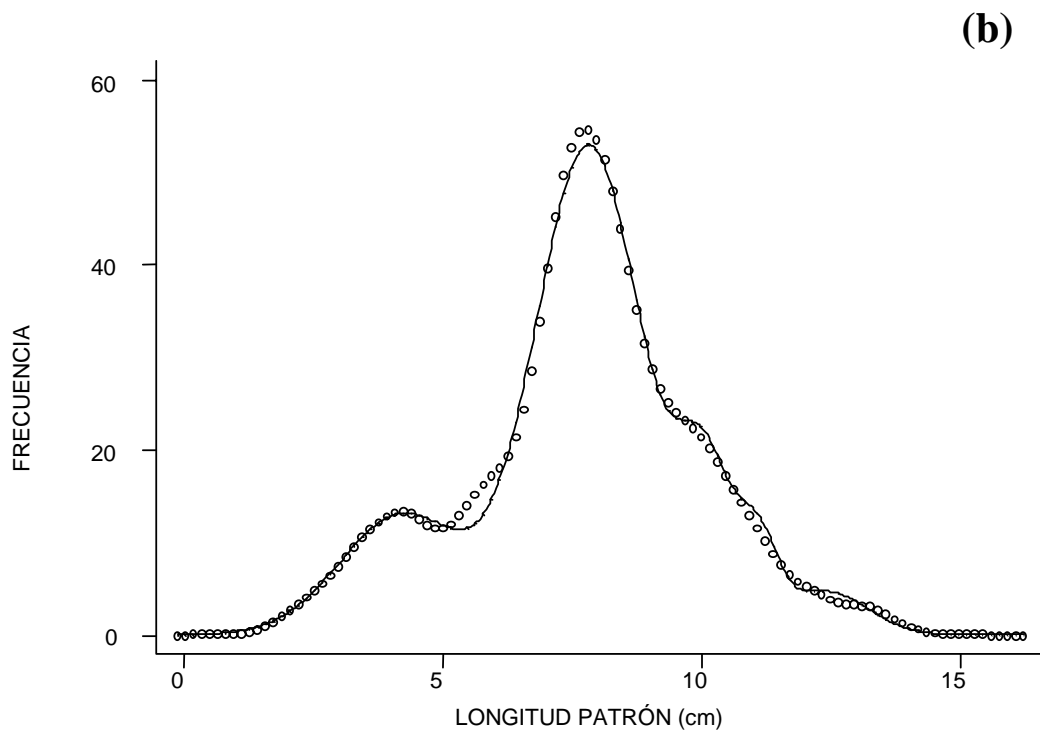
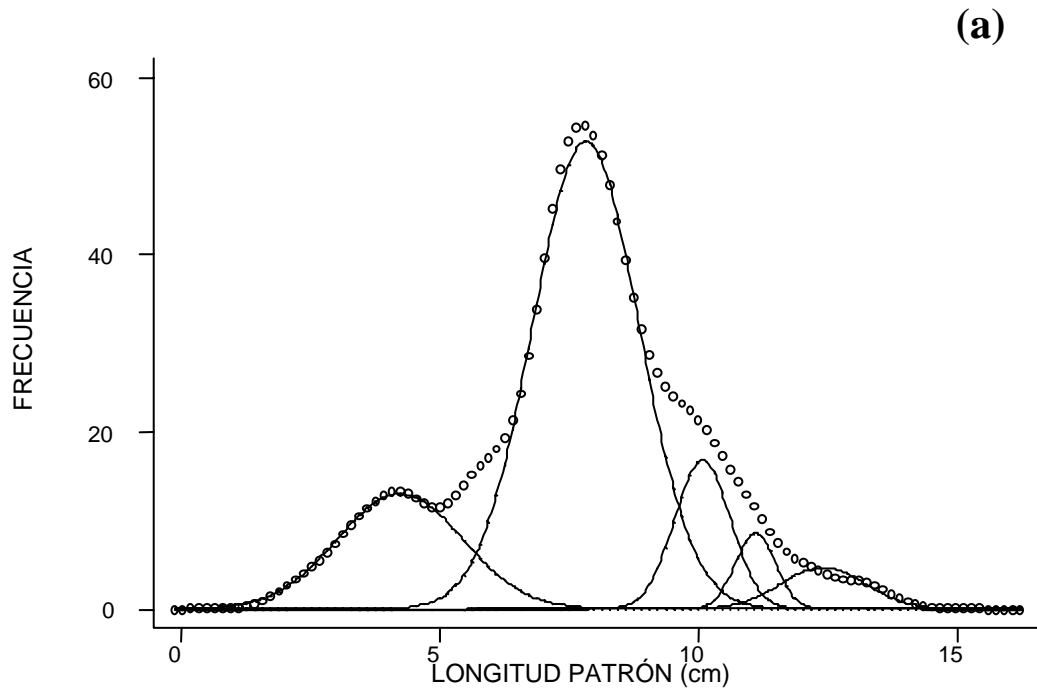


Fig. 54.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), así como la suma de los componentes (b) para la longitud patrón de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en abril del 91.

El estimador de densidad por kernel gaussiano con amplitud de banda de Silverman (h) para hembras con indeterminados del mes de abril del 91, se muestra en la **Figura 55a**. A esta distribución se aplicó el método de Bhattacharya (**Fig. 55b**) se encontró que los componentes gaussianos mostraron varias cohortes indicando la presencia de cinco clases de tallas (**Fig. 56a**). La suma de dichos componentes se muestra en la **Figura 56b**.

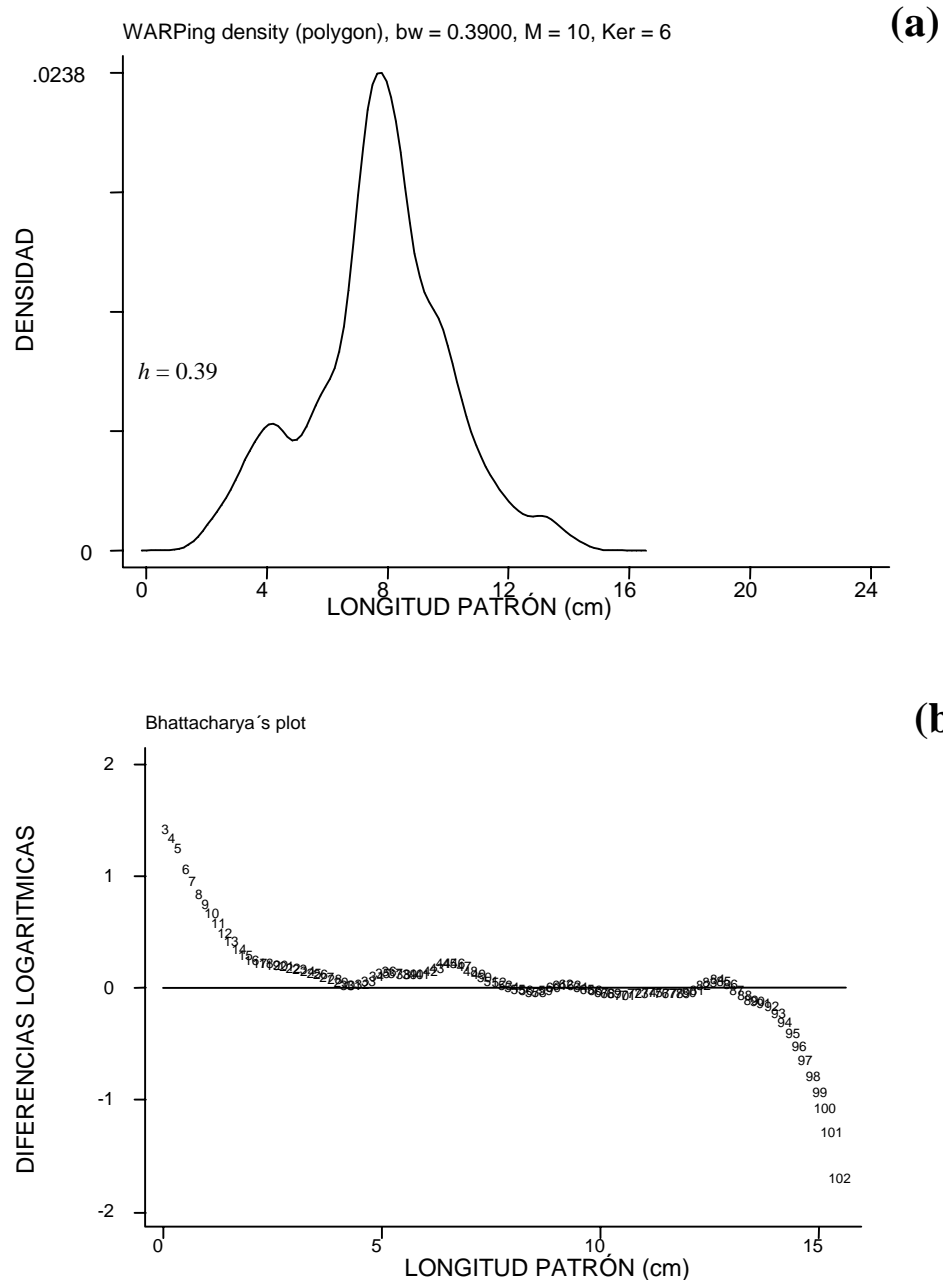
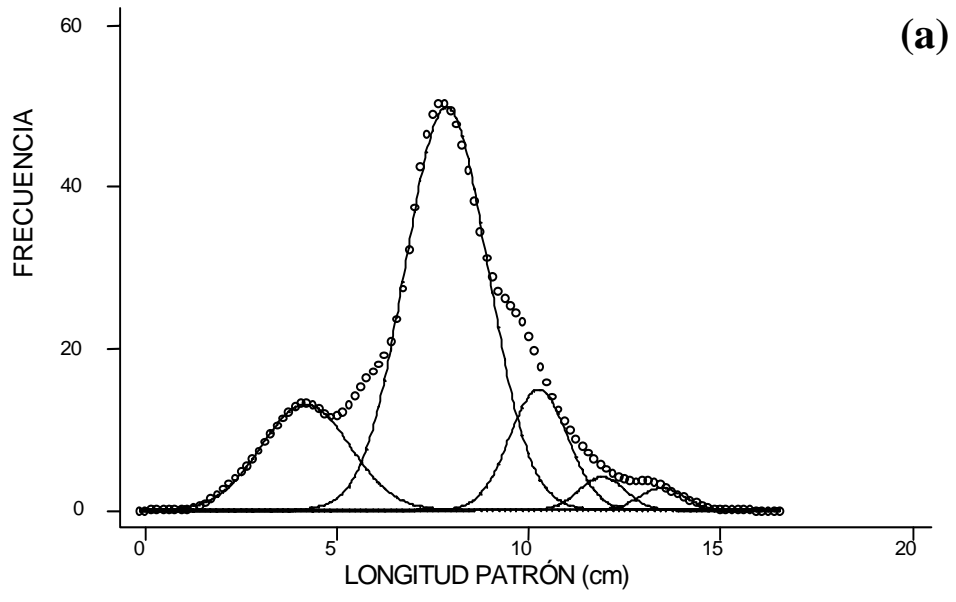
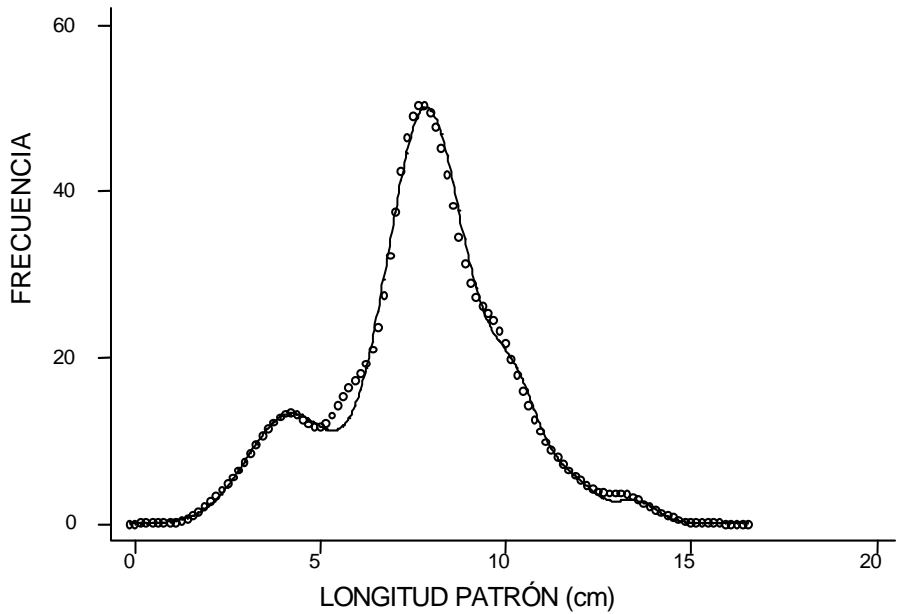


Fig. 55.-Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), gráfico de Bhattacharya (b) para la longitud patrón de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en abril del 91.



(a)



(b)

Fig. 56.- Estimación de la densidad por kernel gaussiano (a), así como la suma de sus componentes (b) para la longitud patrón de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en el mes de abril del 91.

Los resultados obtenidos de cada componente gaussiano para el mes de abril del 91 se presentan en la **Tabla 28** para machos con indeterminados y **Tabla 29** para hembras con indeterminados de *Bairdiella chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Tabla 28.- Valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussianos de machos con indeterminados de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

Componentes	Media (cm)	Desviación estándar	Frecuencia
0	4.2162	1.2131	254
1	7.8187	1.0300	874
2	10.0769	0.5419	146
3	11.1046	0.3858	53
4	12.4076	0.8114	61
Total			1388

Tabla 29.- Valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussianos de hembras con indeterminados de *B. chrysoura*, en la laguna Tampamachoco, Ver.

Componentes	Media (cm)	Desviación estándar	Frecuencia
0	4.1860	1.1506	243
1	7.8552	1.0749	862
2	10.2576	0.7590	182
3	11.9096	0.5903	39
4	13.4714	0.5924	26
Total			1352

CAPÍTULO 8. EDAD Y CRECIMIENTO

Método

Gran parte de la energía de la dieta de los organismos es usada para su mantenimiento y actividades conductuales, menos de un tercio de esta, es ocupada para el crecimiento en talla (King, 1995).

El crecimiento se podría definir como el proceso de incremento gradual o el desarrollo progresivo en el tamaño o peso del organismo con el tiempo.

El crecimiento de acuerdo a distintos autores se puede dividir en varias etapas y se caracteriza por cambios en la estructura o fisiología del organismo. Estos cambios se manifiestan en la forma del cuerpo, variaciones en el peso, longitud y en las etapas de incremento del mismo.

El estudio del crecimiento individual es esencial para la aplicación de los modelos analíticos de las pesquerías. Dicho estudio consiste en estimar la relación que existe entre la talla de los peces y su edad, teniendo como objetivo dos resultados fundamentales:

- 1) Estimar el número de ejemplares de cada clase de edad en la captura.
- 2) Estimar la talla media de los peces de cada edad.

(Gulland, 1971).

Tipos de crecimiento en los organismos acuáticos

Este se presenta de dos formas: el primero es un crecimiento a pasos como en los crustáceos y el segundo es un crecimiento continuo el cual varía cíclicamente con las estaciones del año. Este último proceso se observa principalmente en moluscos y vertebrados.

El crecimiento en la mayoría de los casos es asintótico, esto es, cada especie en cada ambiente tiene un tamaño característico, el cual se aproxima a un máximo de crecimiento a través de su ciclo biológico. El crecimiento de los individuos en la mayoría de los casos es rápido (acelerado) si la fase del ciclo vital es temprana (jóvenes) y se va haciendo más lento conforme avanza la edad de los organismos (Gómez-Márquez, 1994).

Factores que influyen en el crecimiento

- a) *Eventos endógenos*: Desarrollo del embrión, maduración y la senilidad.
- b) *Cambios exógenos*: Son los cambios en el ambiente (cantidad y calidad del alimento disponible, competencia, enfermedades, temperatura, oxígeno y otros factores de la calidad del agua).

Premisas del crecimiento

- 1) Los peces no cesan de crecer, sino que su tasa de crecimiento disminuye hasta hacerse asintótica, donde presentan incrementos mínimos con relación al tiempo. Se considera como crecimiento ilimitado.
- 2) El crecimiento de los peces puede representarse mediante una curva de carácter sigmoideo; en su primera fase es exponencial y en la segunda fase asintótica.

(Gómez-Márquez, 1994).

Expresión matemática

El crecimiento se describe en términos de longitud (*l*) y peso (*p*), teniéndose entonces que se puede calcular con las siguientes formulas:

Incremento periódico absoluto. (1)

$$IL = L_2 - L_1 ; IP = P_2 - P_1$$

Tasa relativa de incremento (Tr). (2)

$$Tr L = L_2 - L_1 / L_1 ; Tr P = P_2 - P_1 / P_1$$

Tasa instantánea de crecimiento (Ti).(3)

$$Ti L = \ln L_2 - \ln L_1 ; Ti P = \ln P_2 - P_1 / P_1$$

La segunda ecuación se expresa usualmente como porcentaje, las ecuaciones (2) y (3) utilizan con mayor frecuencia el peso, la ecuación (3) también se conoce como la tasa instantánea de crecimiento (Gulland, 1971). Este autor divide el resultado de esas ecuaciones entre el tiempo transcurrido ($t_2 - t_1$).

En términos energéticos el crecimiento puede ser expresado como:

$$\frac{\Delta w}{\Delta t} = R - T$$

Donde:

w = Crecimiento.

R = Energía total obtenida de las raciones del alimento consumido.

t = Energía total expandida en el metabolismo durante una unidad de tiempo.

(Gómez-Márquez, 1994).

Modelos de crecimiento

Estos sirven para describir el crecimiento de los peces en forma de una expresión matemática. Para ello, se busca una función que proporcione el tamaño (en longitud o en peso) del pez a una edad determinada cualquiera; esa expresión debe de estar de acuerdo con los datos observados sobre tamaños o pesos a ciertas edades.

Existen dos modelos que se usan ampliamente en trabajos de pesquerías. El primero es aplicado intuitivamente a los datos de peso, ya que este parámetro tiende a incrementarse exponencialmente, el modelo matemático es el siguiente:

$$W_t = w_0 e^{gt}$$

En donde:

W_t = Peso al tiempo t .

w_0 = Peso inicial.

g = Coeficiente de crecimiento.

e = Base del logaritmo neperiano.

Este modelo es adecuado si se considera intervalos de tiempos cortos, por ejemplo para un año o para una temporada de crecimiento. Además, presenta como ventaja la simplicidad de los cálculos para producción y rendimiento. La principal desventaja es que el periodo de vida de los organismos no puede ser tratado todo el tiempo como un crecimiento geométrico.

El coeficiente de crecimiento (g) para un intervalo de tiempo es estimado a través del logaritmo natural del cociente del peso final dividido por el peso inicial para ese periodo de tiempo:

$$g_t = \ln w_t / w_0$$

Everhart y Youngs en 1981, citado en Gómez-Márquez (1994) dice que la longitud da un probable ajuste al modelo si se compara con el que se obtiene con el peso; se sugiere que si la longitud es utilizada, los intervalos de tiempo que se deberán de emplear serán cortos.

El segundo modelo es el propuesto por von Bertalanffy (1938), el cual se utiliza en el presente trabajo ya que este parece ajustarse mejor a los datos sobre el crecimiento de los peces, o al menos para el punto de inflexión en la curva de crecimiento absoluto. Para ello primero se determinaron los componentes gaussianos por el método de Bhattacharya (1967).

La mayoría de los análisis de poblaciones están dirigidos a diferenciar las tasas de crecimiento, es decir, el aumento en peso o en longitud por unidad de tiempo, más que en el tamaño a diferentes edades.

Gulland (1971) establece los requisitos básicos que debe tener un modelo matemático que describa el ritmo de crecimiento, los cuales son:

- a) El trabajo necesario para ajustar a los datos observados no sea mucho.
- b) El número de las constantes utilizadas sea pequeño.
- c) Siempre que sea posible, las constantes deben tener un significado biológico.
- d) Si se extrapola hasta edades más allá de las usadas, al ajustarlas, no lleve a resultados poco razonables.

Es importante que una fórmula describa el crecimiento de un solo pez a lo largo de la mayor parte de su vida, durante la cual pueden existir grandes diferencias en las condiciones de disponibilidad de alimento, esfuerzos reproductivos, etc.

La ecuación de Ludwig von Bertalanffy satisface los criterios que se consideran importantes:

- 1) Se ajusta a la mayoría de los datos observados de crecimiento de peces
- 2) Puede incorporarse fácilmente a modelos para la evaluación de poblaciones.

El modelo de crecimiento de Ludwig von Bertalanffy (1938), se basa en que:

- a) La tasa de crecimiento de un animal se puede expresar como la diferencia que existe entre las tasas de anabolismo y catabolismo.
- b) El crecimiento es el resultado neto de la acumulación y la destrucción de materia celular.

Expresando el crecimiento en longitud, la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) es:

$$l_t = L_\infty [1 - \exp\{-K(t - t_0)\}]$$

Donde:

l_t = Longitud a la edad t .

L_∞ = Longitud asintótica, la cual es la longitud que un organismo alcanzaría a una edad infinita.

K = Parámetro de curvatura (que indica que tan rápido se alcanza la L_∞).

t_0 = Tiempo hipotético a la cual el pez pudo tener longitud igual cero.

(Gómez-Márquez, 1994).

Métodos auxiliares para determinar las constantes de von Bertalanffy

Existen varios procedimientos para la determinación de los parámetros (L_∞ , K y t_0) de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) destacando los siguientes:

Método de Ford-Walford (1946)

Este método consiste en graficar las longitudes medias (modas) correspondientes a las edades t en el eje de las X y las mismas medias pero a la edad $t + I$, en el eje de las Y . De este modo se genera una línea recta y donde esa línea corta a la recta de 45° (pendiente igual a 1 ó bisectriz) se determina el valor de L_∞ (Gómez-Márquez, 1994).

La pendiente de la recta es e^{-K} y la ordenada al origen es $L_\infty (1 - \exp(-K))$ obteniéndose la ecuación siguiente:

$$l_{t+I} = L_\infty (1 - \exp(-K)) + \exp(-K)L_t$$

Método de Gulland (1969)

El método de Gulland se considera como una variación del procedimiento de Ford-Walford. Este método se basa en el uso de un intervalo de tiempo constante Δt . De esta forma se tiene la siguiente versión de la FCVB:

$$l_{t+\Delta t} - l_t = L_\infty (1 - \exp(-K\Delta t)) - l_t (1 - \exp(-K\Delta t))$$

la cual es una expresión lineal con pendiente (b) igual a $1 - \exp(-K\Delta t)$ y ordenada al origen (a) de $L_{\infty} (1 - \exp(-K\Delta t))$. Esto es, una línea recta con pendiente negativa en donde el intercepto con el eje horizontal marca el valor de $L_{\infty} (-a/b)$ y el parámetro de curvatura $K = -(1/\Delta t)\log(1 + b)$ (Gómez-Márquez, 1994; Salgado-Ugarte *et al.*, 2000a).

Método de Beverton y Holt (1957)

Este método se utiliza para estimar K y t_0 dado un valor de L_{∞} , el cual se puede obtener por alguno de los métodos anteriores. Este método requiere como datos de entrada los valores medios de cada componente gaussiano por mes, además el modelo requiere que se especifique el número de grupos de edad identificados en la muestra (Gómez-Márquez, 1994).

Por otro lado, para estimar el crecimiento y edad también se puede utilizar los siguientes métodos:

Método de Regresión no lineal ponderada

Este método estima los parámetros de crecimiento de tal manera que la suma de las desviaciones al cuadrado entre el modelo y las observaciones son minimizadas, es decir, se minimiza la suma con respecto a los parámetros de L_{∞} , K y t_0 . Esta técnica además de utilizar como valores de entrada las medias de cada componente gaussiano, se pondera junto con las frecuencias de cada uno de estos para un tiempo dado (Salgado-Ugarte *et al.*, 2000b).

Análisis de la progresión modal por la rutina ELEFAN I incluida en el paquete FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools)

El paquete fue utilizado para el análisis de la muestra analizada en este trabajo ya que este dispone de algunos gráficos y análisis de rutinas por computadora para separar distribuciones de frecuencias de longitud en sus grupos de componentes, que son asumidos para representar clases de edades separadas. Uno de estos programas es el ELEFAN I (Guyalino, *et al.*, 1989), el cual incluye el método de Bhattacharya y este método separa componentes fuera de lo normal de los datos de frecuencia de longitud. El programa ELEFAN está incorporado en las herramientas del programa FiSAT (Guyalino, *et al.*, 1994).

ELEFAN I, permite extraer mediante un procedimiento numérico los grupos de edad presentes en una distribución de frecuencias de tallas. La rutina ELEFAN también permite la adaptación de curvas más elaboradas que resaltan posibles variaciones en el crecimiento con las estaciones (Gómez-Márquez, 1994; King, 1995).

Por otro lado, se hicieron pruebas multivariadas de razón de máxima verosimilitud y T^2 de Hotelling para comparar los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K y t_0) de la FCVB entre ambas poblaciones (machos con indeterminados y hembras con indeterminados).

Método de estimación de máxima verosimilitud

Muchos procedimientos estadísticos suponen que los datos siguen algún tipo de modelo matemático que se define mediante una ecuación, en la que se desconoce alguno de sus parámetros, siendo éstos calculados o estimados a partir de la información obtenida en un estudio bien diseñado para tal fin. Existen diferentes procedimientos para estimar los coeficientes de un modelo de regresión, o para estimar los parámetros de una distribución de probabilidad. Uno de estos es el método de máxima verosimilitud, las estimaciones de máxima verosimilitud generan como valor estimado aquél parámetro que tiene mayor probabilidad de ocurrir según lo que hemos observado, es decir aquél que es más compatible con los datos observados, siempre suponiendo que es correcto el modelo matemático propuesto.

Este método se utiliza para estimar los coeficientes de un modelo logístico de regresión, en el que se calcula la probabilidad de que ocurra un determinado suceso mediante la siguiente ecuación:

$$p = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i)]}$$

donde p es la probabilidad de que ocurra el suceso de interés y x_i son los posibles factores (factores de riesgo) que se piensa que están relacionados con la probabilidad de que el suceso se produzca.

La función de verosimilitud nos permite comparar modelos en los cuales uno de ellos incluya diferencias con respecto al otro. Las diferencias en la función de verosimilitud se alteran arbitrariamente con la escala de medida, por lo que la forma adecuada de compararlas es mediante cocientes o razón. De ahí que cuando se comparan modelos que han sido estimados mediante este procedimiento se hable de cociente o razón de verosimilitud (Molinero, 2003).

Aplicadas a funciones de crecimiento, estas pruebas establecen el resultado de la hipótesis de dos o más curvas independientes como el caso base contra el cual comparar todas las hipótesis alternativas. En el caso de funciones como von Bertalanffy, las hipótesis alternativas serían: 1) coincidencia de todas las curvas, 2) valores iguales de L_∞ , 3) valores iguales para K , 4) valores iguales para t_0 , 5) Valores iguales de L_∞ y K , 6) Valores iguales de L_∞ y t_0 y 7) Valores iguales de K y t_0 . Si la hipótesis 1 (curvas coincidentes) no se rechaza, no es necesario proceder con las hipótesis alternativas 2 a 7. En el caso de rechazo de 1) será necesario hacer comparaciones pareadas para encontrar que parámetros de la curva difieren (Haddon, 2001; Salgado-Ugarte, *et al.*, 2004).

En la práctica, la realización de las pruebas anteriores es relativamente sencilla. Los parámetros de los varios modelos alternativos se obtienen por algoritmos de minimización de diferencias cuadradas. Estas diferencias constituyen la suma cuadrada de los residuales, que se comparan con el caso base (todos los parámetros diferentes) con la obtenida de postular una sola ecuación para los dos grupos. Si existe diferencia, se deberán probar las otras hipótesis alternativas (Kimura, 1980; Salgado-Ugarte, *et al.* 2004).

El estadígrafo de prueba es:

$$\chi^2_K = -N \times \ln\left(\frac{RSS_\Omega}{RSS_\omega}\right)$$

Donde K son los grados de libertad, N es el número total de observaciones de ambas curvas combinadas, RSS_{ω} es la suma cuadrada total de residuos derivados del ajuste de curvas separadas y RSS_{Ω} es la suma cuadrada total de los residuos derivados del ajuste de curvas con uno de las constricciones supuestas (hipótesis alternativas). La menor suma de cuadrados siempre se obtendrá del caso base RSS_{Ω} puesto que tiene el mayor número supuesto de parámetros independientes (Kimura, 1980; Haddon, 2001; Salgado-Ugarte, *et al.*, 2004).

Prueba de Hotelling (T^2)

En biología pesquera, la función de crecimiento de von Bertalanffy (*FCVB*) es el modelo mas usado que describe cualitativamente el crecimiento de los peces. En la investigación de poblaciones de peces, uno puede terminar con varias expresiones de crecimiento, por ejemplo, uno para machos y otro para hembras. Una cuestión interesante son las diferencias observadas en la expresión de los parámetros si son significativos o no.

Los parámetros L_{∞} (longitud asintótica), K (coeficiente de crecimiento) y t_0 (tiempo en el cual la longitud es cero) de la *FCVB* están correlacionados y no deberían ser estimados de forma independiente. Cuando se comparan dos grupos de peces, las pruebas estadísticas univariadas son inapropiadas debido a las covarianzas de los parámetros cuando las correlaciones de tales parámetros son significativas. Cuando la correlación entre los parámetros evaluados es significativa, el método multivariado de Hotelling T^2 puede ser usado en pruebas de diferencias entre dos grupos. En este método, todas las diferencias de los parámetros evaluados son probadas simultáneamente considerando las covarianzas entre los parámetros (Bernard, 1981; Salgado-Ugarte, *et al.*, 2004).

La prueba T^2 - Hotelling es un estadístico basado en los vectores de los parámetros y sus matrices de varianza – covarianza asumiendo una distribución de probabilidad conjunta multivariada. Los parámetros L_{∞} , K y t_0 de la *FCVB* y las diferencias en los valores de los parámetros observados de los dos grupos de peces son expresados como columnas de vectores.

La T^2 calculada es usada para probar las siguientes hipótesis:

$$H_0: \bar{P}_1 = \bar{P}_2 \quad \text{y} \quad H_a: \bar{P}_1 \neq \bar{P}_2$$

En donde los vectores \bar{P}_1 y \bar{P}_2 para el presente trabajo contienen los parámetros estimados para la *FCVB*:

$$T^2 = \frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2} [\bar{P}_1 - \bar{P}_2] S^{-1} [\bar{P}_1 - \bar{P}_2]$$

Debido a que la T^2 es la generalización de multivariada de la t de Student univariada, es posible utilizar los valores de la F de tablas (con algunas modificaciones) para probar la significancia de las pruebas:

$$T_0^2 = \frac{3(N_1 + N_2 - 2)}{N_1 + N_2 - 4} F_{\alpha:3, N_1 + N_2 - 4}$$

Donde F es obtenida de una tabla impresa de valores (o calculada con la formula correspondiente incluida en hojas de cálculo o paquetes estadísticos) teniendo 3 y $N_1 + N_2 - 4$ grados de libertad. N_1 y N_2 son los números de organismos en cada grupo.

Cuando el estadístico T^2 es significativo (H_0 es rechazada), es posible calcular simultáneamente los intervalos de confianza alrededor de las diferencias entre los parámetros evaluados para encontrar que parámetros contribuyen mas con la significancia estadística. Para evaluar la significancia relativa entre los parámetros, se calculan los valores de F necesarios para originar que los intervalos simultáneos de confianza sean iguales a cero. Esto son los llamados valores críticos de F (F_0), los cuales indican diferencias si su valor es alto (Bernard, 1981; Salgado-Ugarte, *et al.* 2004).

Resultados

Los valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussianos para el mes de abril del 91 de machos con indeterminados (mencionados en el capítulo siete), se utilizaron en primera instancia para estimar L_{∞} y K de la *FCVB*, mediante los métodos tradicionales de Ford-Walford y Gulland (**Fig. 57**)

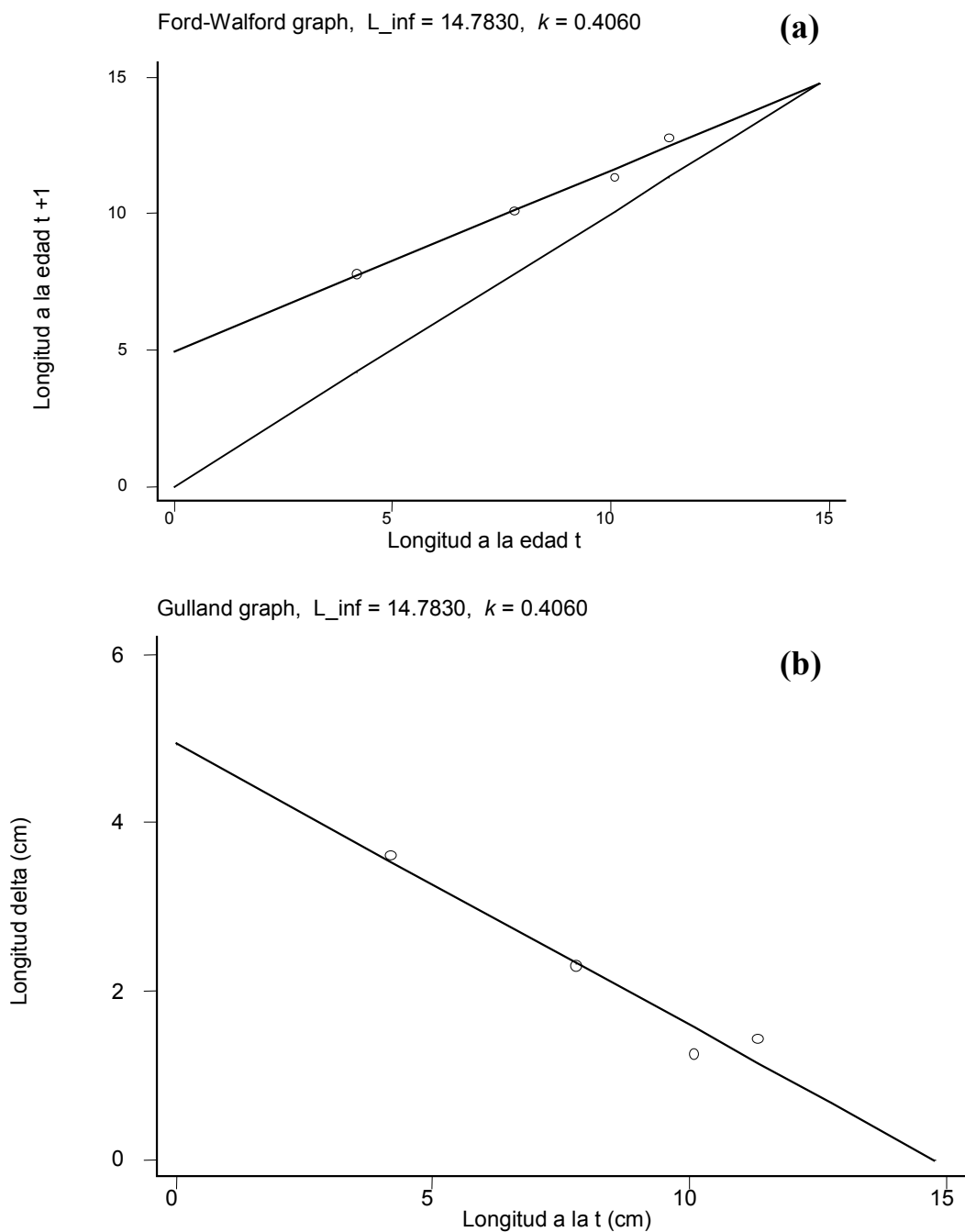


Fig. 57.-Gráficos de Ford-Walford (a) y Gulland (b) para los valores medios de longitud patrón estimados por el método de Bhattacharya en el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de *B. chrysoira* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Sabiendo que cada componente gaussiano representa un grupo de peces con edad similar y conociendo la L_{∞} calculada con los métodos anteriores, se estimó un mejor valor de K y t_0 , a través del método de Beverton-Holt (Fig. 58).

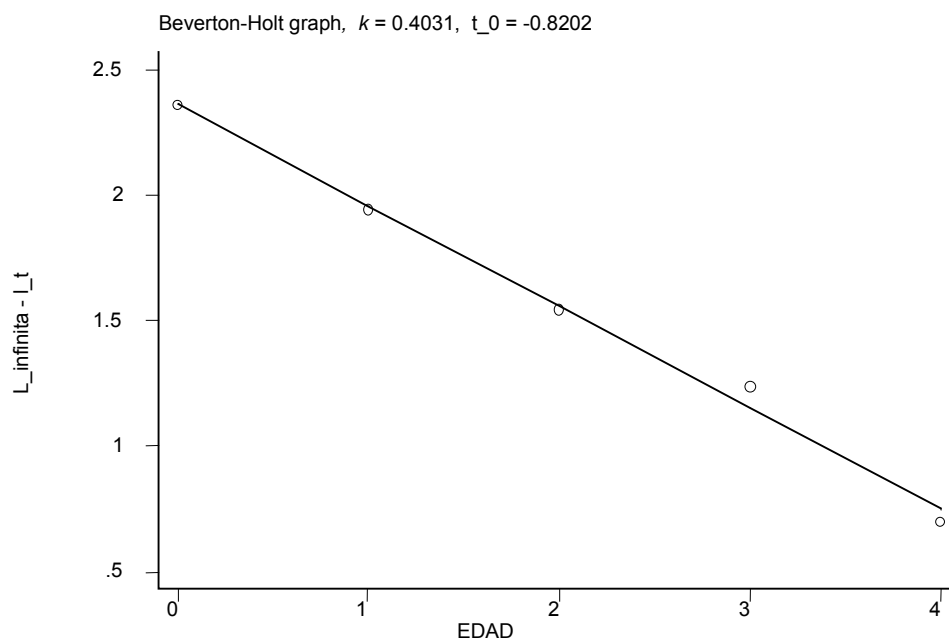


Fig. 58.- Gráfico de Beverton-Holt (B-H) para la estimación de K y t_0 de la FCVB para abril del 91. Valores de longitud patrón de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Para la estimación de los parámetros L_{∞} , K y t_0 de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) se utilizó también el método de regresión no lineal ponderada (RNLP) (Tabla 30).

Tabla 30.-Valores de los parámetros L_{∞} , K y t_0 de FCVB por regresión no lineal ponderada (RNLP) para el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Parámetros	Valor	Error estándar	t	$P > t $	Intervalo de confianza al 95%.		No de obs = 1,376 $r^2 = 0.9999$
L_{∞}	14.36523	0.0183447	783.07	0.000	14.32924	14.401210	
K	0.4351155	0.0012774	340.62	0.000	0.4326096	0.4376214	
t_0	-0.795506	0.001871	-425.19	0.000	-0.7991763	0.7918358	$r^2\text{-ajus}=0.9999$

A partir de los valores de los parámetros de la FCVB obtenidos por el método de Beverton-Holt (B-H) y la técnica de RNLP se obtuvieron las curvas de crecimiento del mes de abril del 91 para machos con indeterminados. Dichas curvas se comportaron de forma similar. Las medias observadas de la longitud patrón en el componente 3 presentaron una ligera disminución y en el componente 4 un ligero aumento con respecto a las medias de B-H y RNLP (Fig. 59).

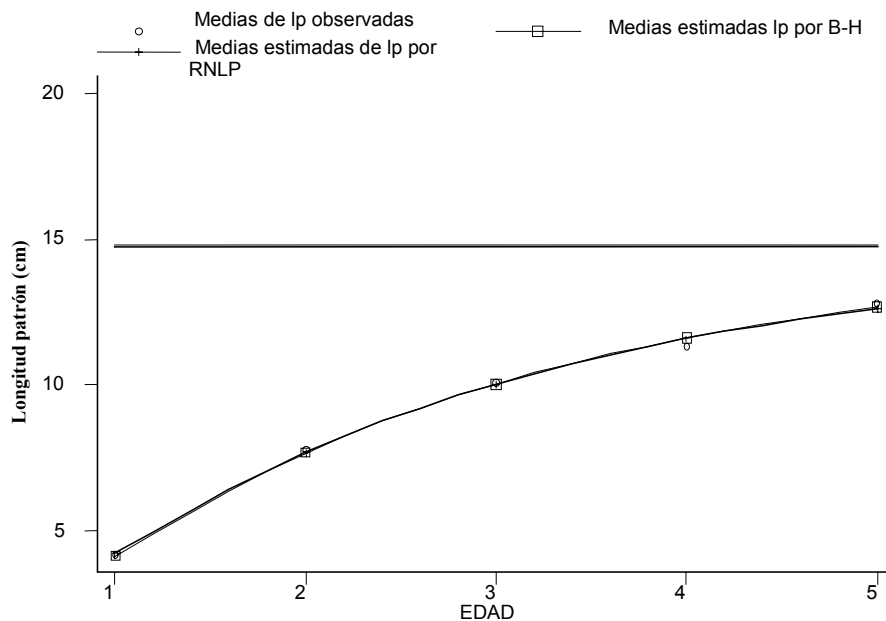


Fig. 59. Medias observadas de la longitud patrón (l_p) y estimadas según el modelo de Beverton-Holt (B-H) y regresión no lineal ponderada (RNLP) para abril del 91 de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Los valores obtenidos de los parámetros L_∞ , K y t_0 por los métodos antes mencionados de machos con indeterminados se resumen en la **Tabla 31** y los valores medios de longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNLP y Bhattacharya en la **Tabla 32**.

Tabla 31.-Valores de L_∞ , K y t_0 obtenidos por los métodos de Ford-Walford, Gulland, Beverton-Holt y RNLP para el mes de abril del 91 de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Parámetros	Ford-Walford	Gulland	Beverton-Holt	RNLP
r^2	0.9860	0.9465	0.9940	0.9999
r^2 -ajustada	0.9790	0.9198	0.9920	0.9999
Intercepto	4.9330	4.9330	2.7657	-
Pendiente	0.6663	-0.3337	-0.4031	-
L_∞ cm	14.7830	14.7830	14.7800	14.36523
K	0.4060	0.4060	0.4031	0.4351155
t_0	-	-	-0.8202	-0.795506

Tabla 32.-Valores medios de longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNLP y Bhattacharya de machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

EDAD	Medias Beverton-Holt (B-H)	Medias regresión no lineal ponderada (RNLP)	Medias del modelo de Bhattacharya
0	4.161208	4.203043	4.2162
1	7.684134	7.788364	7.8187
2	10.03828	10.10875	10.0769
3	11.61141	11.61048	11.1046
4	12.66263	12.58238	12.4076

Para hembras con indeterminados, se utilizaron los valores medios de la longitud patrón de cada componente gaussiano para el mes de abril del 91 (mencionados en el capítulo siete), en primera instancia para estimar L_{∞} y K de la *FCVB* mediante los métodos tradicionales de Ford-Walford y Gulland, (**Figuras 60 y 61**).

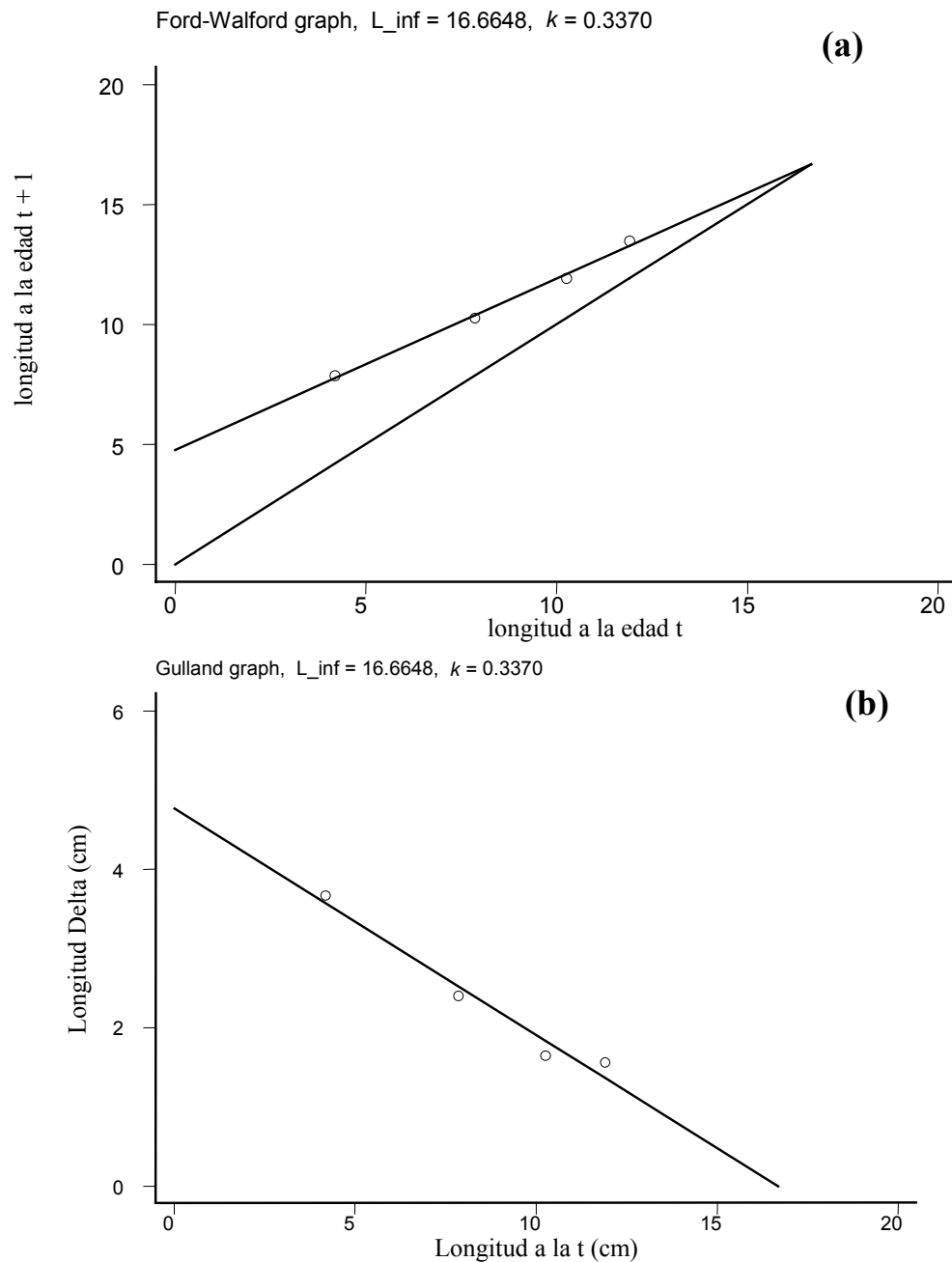


Fig. 60.- Gráficos de Ford-Walford (a) y Gulland (b) para los valores medios de longitud patrón estimados por el método de Bhattacharya para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

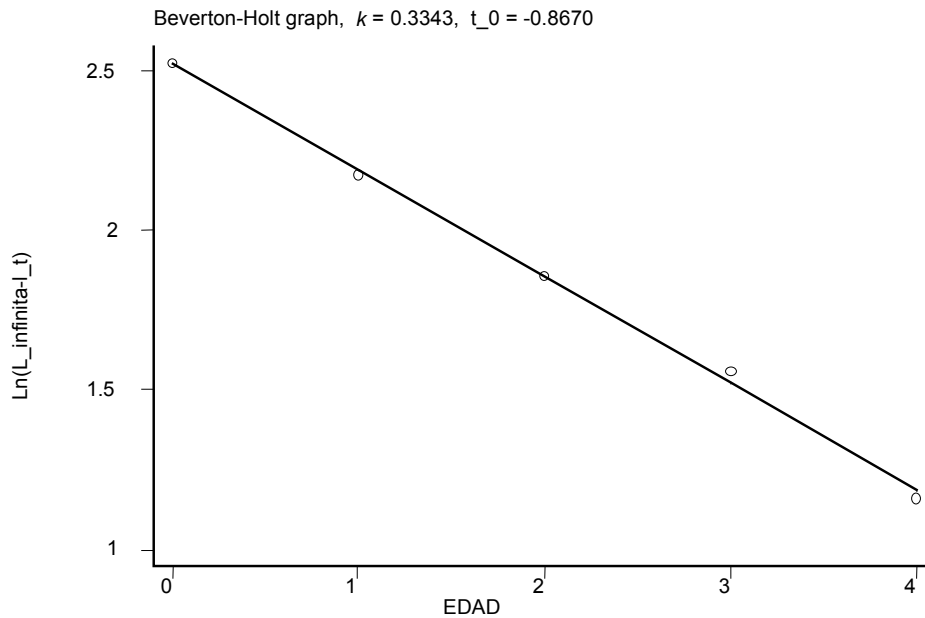


Fig. 61.-Gráfico de Beverton-Holt para la estimación de K y t_0 de la FCVB para abril del 91. Valores de longitud patrón de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Para la estimación de los parámetros K , L_{∞} y t_0 de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) se utilizó también el método de regresión no lineal ponderada (RNLP) en hembras con indeterminados (**Tabla 30**).

Tabla 33.- Valores de los parámetros K , L_{∞} y t_0 de FCVB por regresión no lineal ponderada (RNLP) para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Parámetros	Valor	Error estándar	T	$P > t/ $	Intervalo de confianza al 95%.	No obs = 1352
L_{∞}	15.77887	0.0237061	665.60	0.000	15.73236 , 15.82537	$r^2 = 1.0000$
K	0.3765883	0.0011658	323.03	0.000	0.3743013 , 0.3788753	$r^2\text{-ajus}=1.0000$
t_0	-0.8242783	0.0017972	-458.65	0.000	-0.8278039 , -0.8207527	

A partir de los valores de los parámetros de la FCVB obtenidos por el método de Beverton-Holt (B-H) y la técnica de RNLP se generaron las curvas de crecimiento del mes de abril del 91 para hembras con indeterminados. En donde las curvas de crecimiento estimadas por el método de B-H y RNLP se comportaron de forma similar a las observadas (**Fig. 62**).

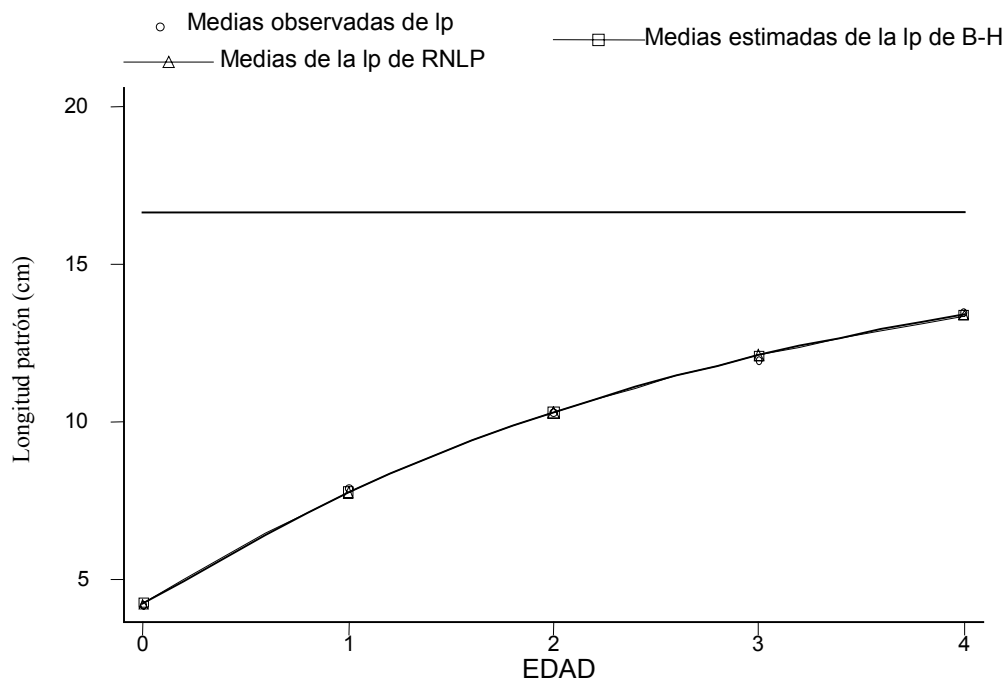


Fig.62.- Medias observadas de longitud patrón (l_p) y estimadas según el modelo de Berveton-Holt y regresión no lineal ponderada (RNL) para abril del 91 de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Los valores obtenidos de los parámetros L_∞ , K y t_0 por los métodos antes mencionados de hembras con indeterminados se resumen en la **Tabla 34** y los valores medios de longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNL y Bhattacharya en la **Tabla 35**.

Tabla 34.-Valores de los parámetros L_∞ , K y t_0 obtenidos por los métodos de Ford-Walford, Gulland, Beverton-Holt y RNL para el mes de abril del 91 de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Parámetros	Ford-Walford	Gulland	Beverton-Holt	RNL
r^2	0.9944	0.9659	0.9979	1.0000
r^2 -ajustada	0.9915	0.9488	0.9972	1.0000
Intercepto	4.7674	4.7674	2.5232	-
Pendiente	0.7139	-0.2861	-0.3343	-
L_∞ cm	16.6648	16.6648	16.6600	15.77887
K	0.3370	0.3370	0.3343	0.3765883
t_0	-	-	-0.8670	-0.8242783

Tabla 35.-Valores medios de la longitud patrón obtenidos por el método de B-H, RNL y Bhattacharya de hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

EDAD	Medias Beverton-Holt (B-H)	Medias regresión no lineal ponderada (RNL)	Medias del modelo de Bhattacharya
0	4.192173	4.210691	4.19
1	7.735236	7.840803	7.86
2	10.27144	10.33178	10.26
3	12.08692	12.04108	11.91
4	13.38648	13.21401	13.47

Mediante la utilización del método de razón de verosimilitud se determinaron las diferencias significativas de L_{∞} , K y t_0 de la *FCVB* obtenidas por regresión no lineal, entre machos con indeterminados y hembras con indeterminados. Estas pruebas mostraron que únicamente la longitud asintótica (L_{∞}) mostró diferencias numéricamente significativas. Por lo tanto L_{∞} , es el parámetro que más peso tuvo en la diferencia de las ecuaciones de crecimiento de las dos poblaciones (**Tabla 36**).

Tabla 36.- Valores de las pruebas de máxima verosimilitud para machos con indeterminados (M-I) y hembras con indeterminados (H-I) de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver.

Contraste	Modelos equivalentes	Sexo	SCR	RV	gl	P
	$l_{1j} = 16.64 [1-\exp\{-0.333 (t_{1j} - 0.118)\}]$	H-I	0.1467			
	$l_{2j} = 14.71 [1-\exp\{-0.403 (t_{2j} - 0.160)\}]$	M-I				
$L_{\infty 1} = L_{\infty 2}$	$l_{1j} = 15.76 [1-\exp\{-0.380 (t_{1j} - 0.193)\}]$	H-I	0.24	4.92	1	0.026
	$l_{2j} = 15.76 [1-\exp\{-0.377 (t_{2j} - 0.051)\}]$	M-I				
$K_1 = K_2$	$l_{1j} = 16.05 [1-\exp\{-0.364 (t_{1j} - 0.174)\}]$	H-I	0.1806	2.08	1	0.15
	$l_{2j} = 15.25 [1-\exp\{-0.364 (t_{2j} - 0.94)\}]$	M-I				
$t_{01} = t_{02}$	$l_{1j} = 16.48 [1-\exp\{-0.341 (t_{1j} - 0.14)\}]$	H-I	0.15	0.214	1	0.643
	$l_{2j} = 14.83 [1-\exp\{-0.393 (t_{2j} - 0.14)\}]$	M-I				
$L_{\infty 1} = L_{\infty 2}$ $K_1 = K_2$ $t_{01} = t_{02}$	$l_{1j} = 15.63 [1-\exp\{-0.366 (t_{1j} - 0.138)\}]$		0.565	13.49	3	0.037

SCR= suma de los cuadrados de los residuos; RV = Razón de verosimilitud gl = grados de libertad

La prueba de Hotelling (T^2) también detectó diferencias significativas entre las ecuaciones de ambas poblaciones, encontrando a L_{∞} como el parámetro que más influyó en dichas diferencias (**Tabla 37**).

Tabla 37.- T^2 -Hotelling; para probar diferencias de ecuación de crecimiento de von Bertalanffy entre machos con indeterminados y hembras con indeterminado de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Prueba multivariada para comparar la función de crecimiento de von Bertalanffy entre dos poblaciones, (machos con indeterminados y hembras con indeterminados), (basado en Bernard, 1981).

Matriz de covarianza(S)				Matriz de covarianza inversa				
	.66226804	-.03996368	-.06193361		17.4677259	326.01618	-39.7278613	
		.00269156	.00451618			7706.51015	-1486.59853	
			.00982955				534.434472	
		-1.9338	0.0708	0.0421		= [P1 - P2]'		
$T^2 =$	33.1142	$T^2_{.05: 3,6} =$	19.0283	$F_{.05: 3,6} =$	4.7571			
Confidence intervals of 95 %				Critical F				
	-4.1789	<=	L_inf1 - L_inf2	<=	0.3114	3.5290		
	-0.0724	<=	K1 - K2	<=	0.2139	1.1626		
	-0.2314	<=	t_o1 - t_o2	<=	0.3156	0.1127		

Estimación del crecimiento de Bairdiella chrysoura por medio del FiSAT, analizada con la rutina ELEFAN I.

Después de obtener las frecuencias mensuales para ambas poblaciones, estos se introdujeron en el paquete FiSAT, analizándose por medio de la rutina ELEFAN I. Posteriormente se llevaron a cabo varios ensayos para estimar las curvas de crecimiento, utilizando los valores máximos reportados de longitud (L_{∞}) que alcanza *B. chrysoura* (25 a 30 cm). Para machos con indeterminados y hembras con indeterminados en el periodo de mayo del 90 a junio del 91.

En la **Tabla 38** se muestran los valores de L_{∞} , K y Rn , así como el número de curvas de crecimiento obtenidas por la rutina ELEFAN I para machos con indeterminados y en la **Tabla 39** para hembras con indeterminados. Las curvas de crecimiento con un L_{∞} de 30 cm y una K de 0.350 tuvieron un mejor ajuste en machos con indeterminados (**Figura 63b**), mientras que para las hembras con indeterminados el mejor ajuste se dio a una L_{∞} de 25 cm y una K de 0.300 (**Figura 65b**).

Tabla 38.- Valores de L_{∞} , K y Rn para machos con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Parámetros	Fig. 63 (a)	Fig. 63 (b)	Fig. 64 (a)	Fig. 64 (b)
L_{∞} de LP en (cm)	30.00	30.00	25	25
K	0.300	0.350	0.400	0.350
Rn	0.125	0.104	0.122	0.088
No. de curvas	3	3	4	4

Tabla 39.- Valores de L_{∞} , K y Rn para hembras con indeterminados de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco, Ver.

Parámetros	Fig. 65 (a)	Fig. 65 (b)	Fig. 66 (a)	Fig. 66 (b)
L_{∞} de LP en (cm)	25	25	30	30
K	0.300	0.300	0.350	0.350
Rn	0.094	0.098	0.118	0.095
No. de curvas	4	4	3	3

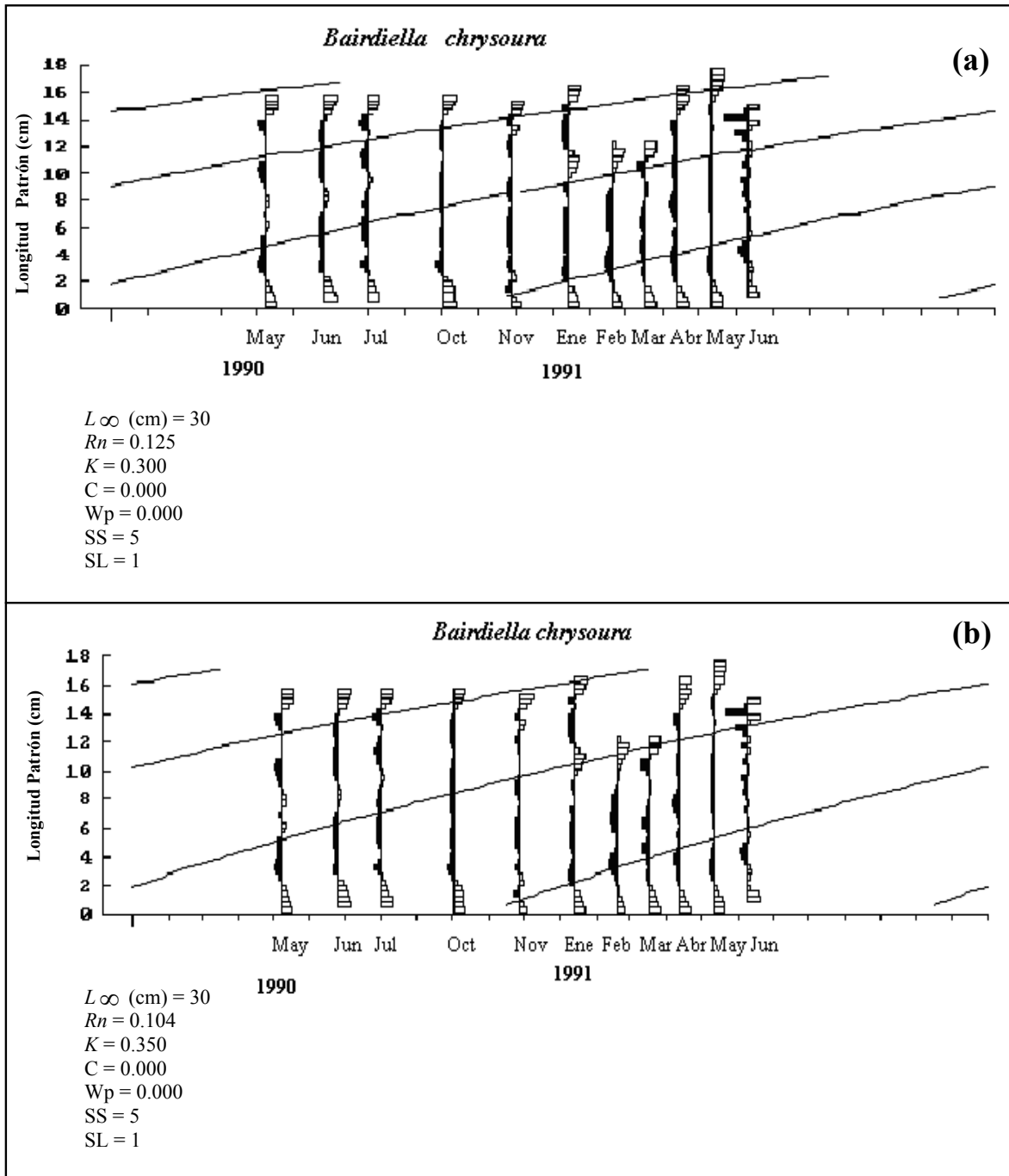


Fig. 63.- Ensayos de las curvas de crecimiento de machos con indeterminados con una L_{∞} de 30 cm, por la rutina ELEFAN I de *B. chrysoura* para el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.

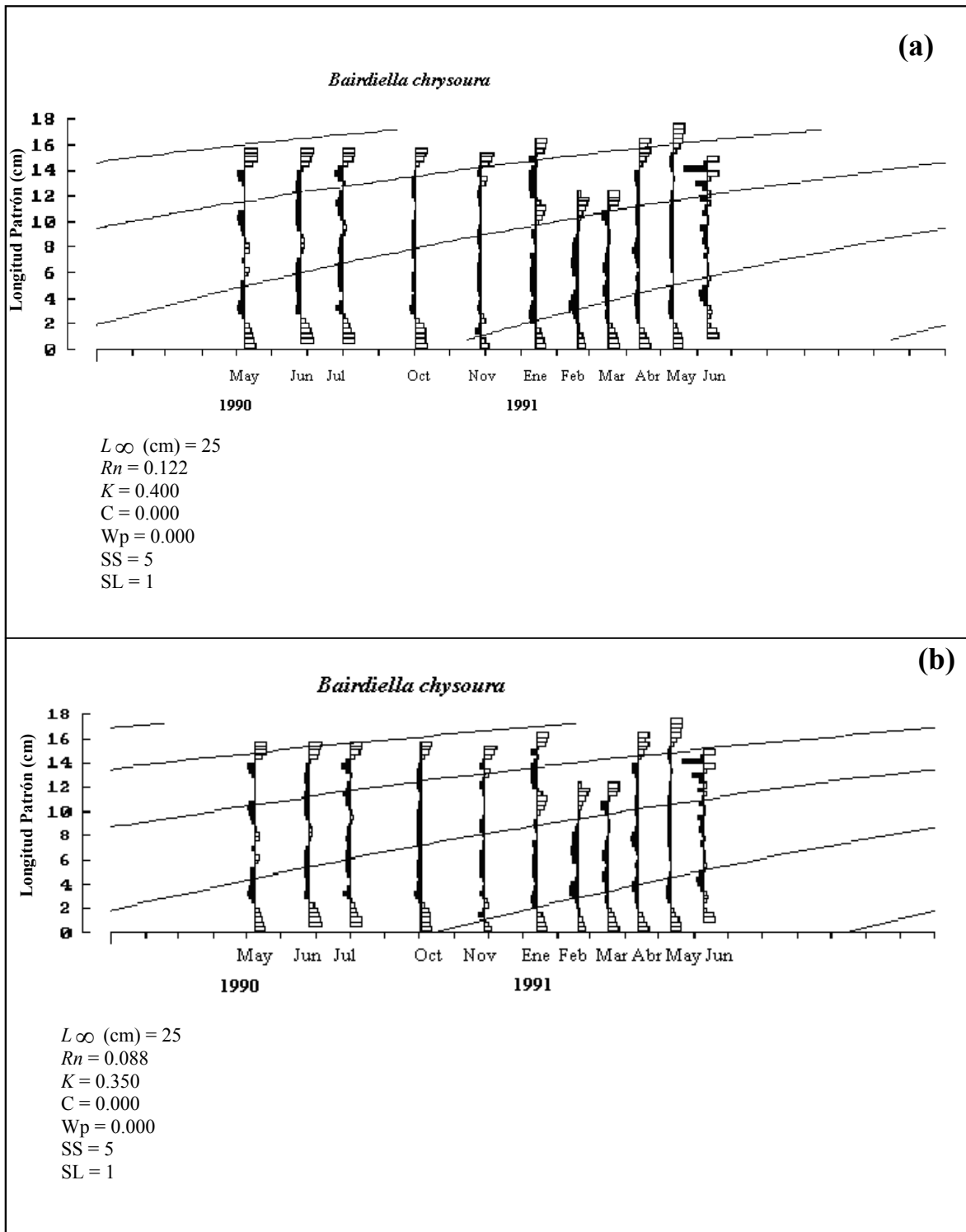


Fig. 64.- Ensayos de las curvas de crecimiento para machos con indeterminados con una L_{∞} de 25 cm, por medio de la rutina ELEFAN I de *B. chrysoura* para el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.

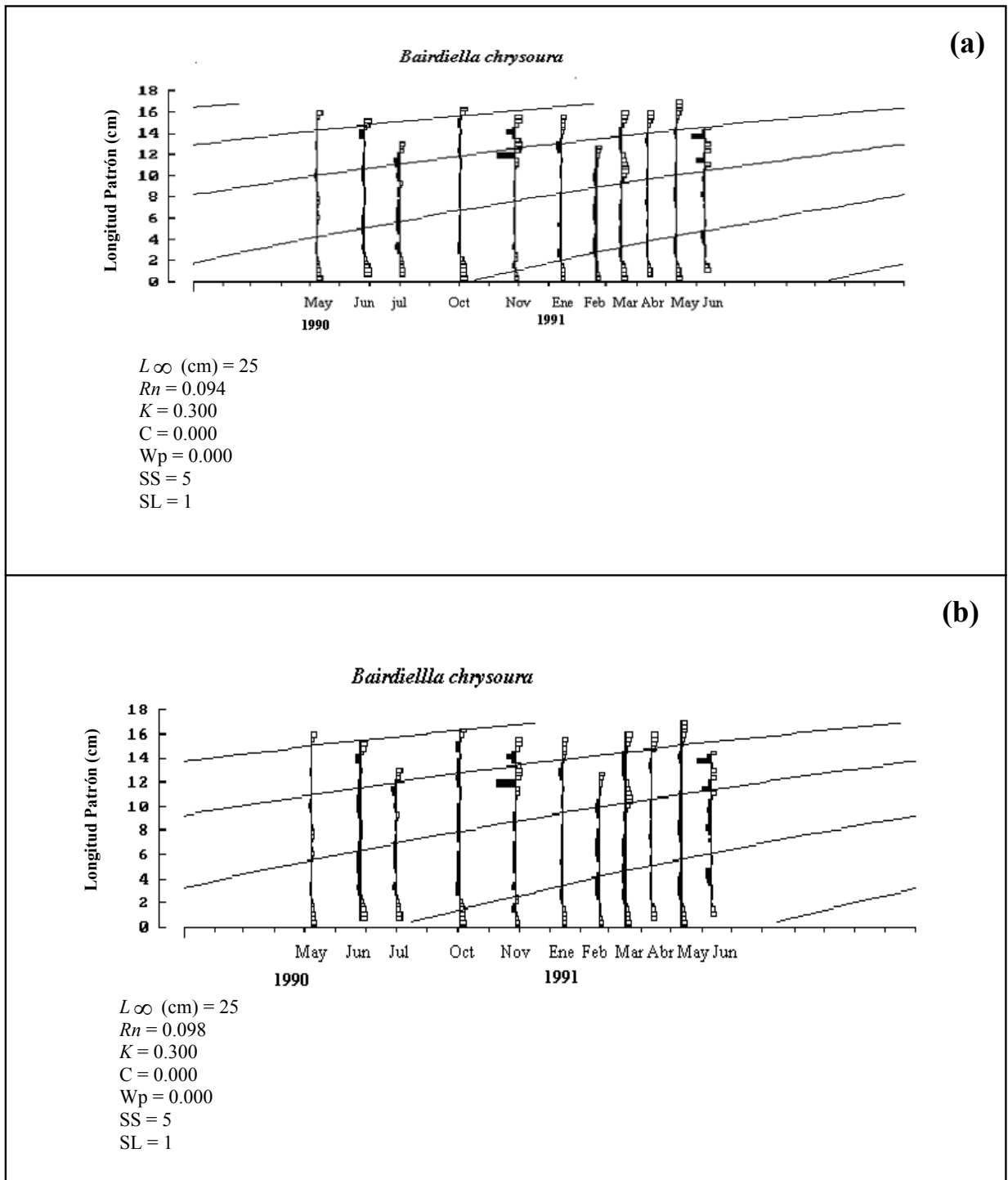


Fig. 65.- Ensayos de la curvas de crecimiento para hembras con indeterminados de *B. chrysoura* con una L_{∞} de 25 cm, por medio de la rutina ELEFAN I en el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.

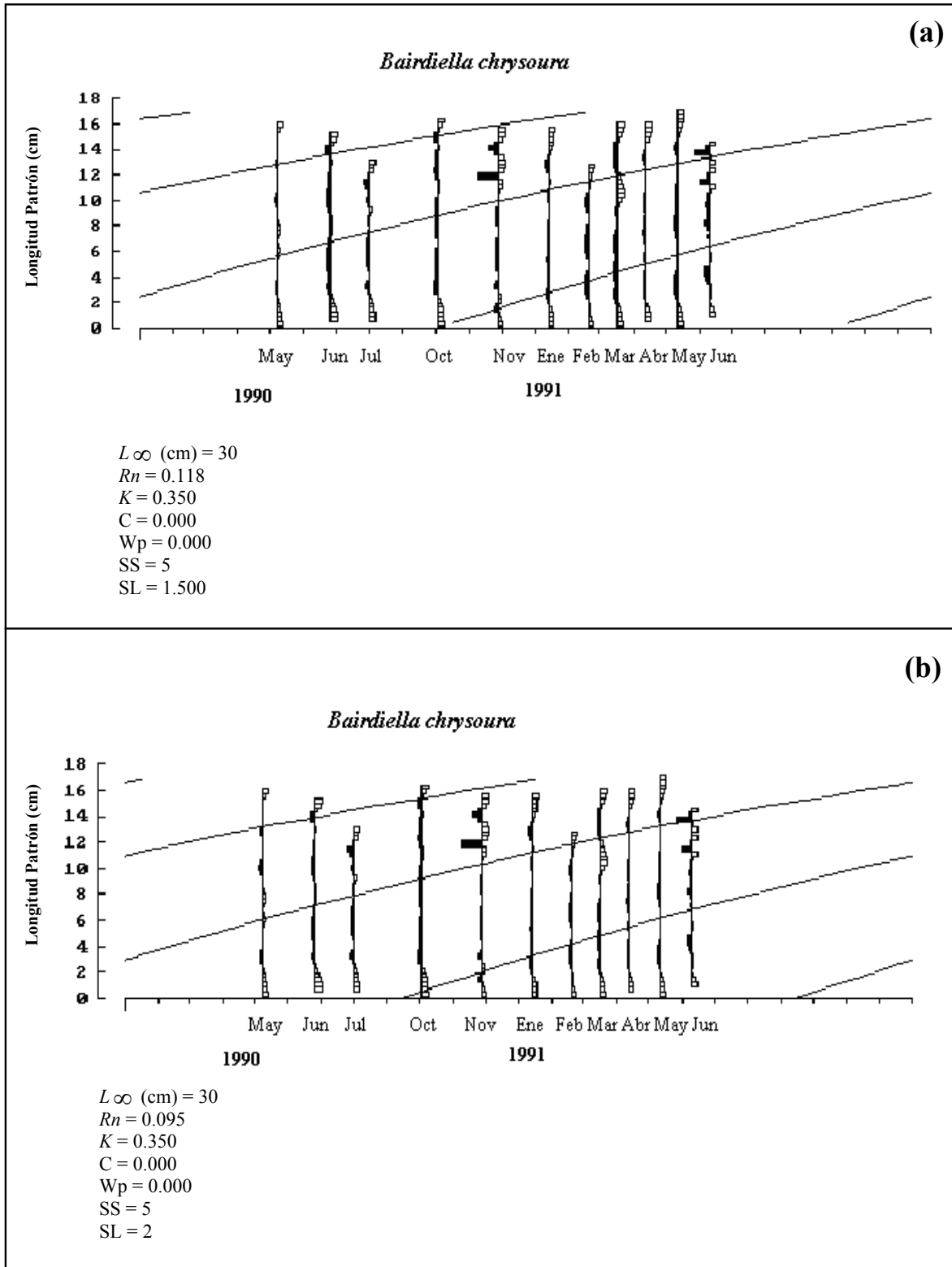


Fig. 66.- Ensayos de las curvas de crecimiento para hembras con indeterminados de *B. chrysoura* con una L_{∞} de 30 cm, por medio de la rutina ELEFAN I en el periodo de mayo del 90 a junio del 91 en la laguna Tampamachoco Ver.

CAPÍTULO 9. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y FACTORES FISICOQUÍMICOS.

Método

Los procesos biológicos y ecológicos de los peces son muy complejos ya que pueden estar afectados por muchos factores, dentro de los que destacan el conductual, el fisiológico, el nutricional y el ambiental (Gómez-Márquez, 1994).

Las condiciones hidrológicas (temperatura, salinidad, pH, profundidad, oxígeno, nutrimentos, circulación, corrientes y mareas) de una cuenca lagunar, se encuentran en función de factores latitudinales y regionales que, consecuentemente consideran al clima, aportes fluviales, tasas de evaporación y precipitación; así mismo, rasgos geológicos como topografía y batimetría y de aquellos del mar adyacente. De la interacción de dichos factores se delimitaran ambientes o zonas de distribución y abundancia de la biota animal y vegetal, que a su vez modificarán la geomorfología de estos sistemas (De la Lanza Espino, 1981).

Temperatura

Por la poca profundidad y la amplia extensión de estuarios y lagunas costeras, la temperatura del agua es similar a la atmosférica; por ello se originan variaciones más marcadas que en la zona marina adyacente y en la continental. Estas fluctuaciones se minimizan conforme una de las dos masas de agua domina sobre el sistema. En México, emplazado en la región tropical, estas variaciones de temperatura son leves, al menos espacialmente; estacionalmente se establecen dos épocas de origen climático, cuya temperatura mínima es de unos 19 °C y máxima de unos 32 °C (Contreras, 1985).

La temperatura juega un papel importante ya que esta se asocia al crecimiento de los organismos, debido a que la tasa de crecimiento se acelera con los incrementos de la temperatura que se registra en los sistemas acuáticos, así mismo la temperatura también induce a cambios estacionales en el crecimiento, desde el momento en que esta afecta el metabolismo y el consumo de alimento.

Se ha observado que las temperaturas óptimas para lograr un rápido crecimiento son aquellas que coinciden con un apetito alto y requerimientos de mantenimiento bajo, mientras que el crecimiento mínimo ocurre a temperaturas intermedias, cuando los requerimientos de mantenimiento son elevados porque el pez es más activo (Gómez Márquez, 1994).

Salinidad

La salinidad se define como la concentración total de iones disueltos por kilogramo de agua y su variación esta influenciada por procesos físicos como la evaporación, precipitación y mezcla de masas de agua. La salinidad desempeña un papel importante, principalmente en dos procesos: la osmoregulación y el transporte de iones; ambos requieren de energía. Cada especie tiene su intervalo óptimo de salinidad, fuera de este intervalo, el animal gasta energía en la osmorregulación.

Además la salinidad influye en la distribución de los organismos y a nivel funcional en la reproducción (gametogénesis), nutrición y crecimiento, con diferencias entre especies (Córdova, 1998).

Las lagunas muestran considerables variaciones en su salinidad, tanto en el espacio como en el tiempo, ya que la mayoría de ellas reciben afluentes de ríos cuyo volumen

cambia en cada estación. En lagunas someras (1.0 a 1.5 m de profundidad) llegan a aparecer estratificaciones salinas muy locales, pero en lagunas de más de dos metros de profundidad, es común la estratificación por densidad, ocasionada por la salinidad y la temperatura, aunque se sujeta a la variación estacional.

Las diferencias de salinidad se manifiestan también en gradientes horizontales y se observan propiedades oligohalinas cercanas a la desembocadura del río, mesohalinas en la zona de mezcla y eurihalinas en la comunicación con el mar (Contreras, 1985).

Córdova (1998) clasifica a las masas de agua de acuerdo al contenido de sales:

Categoría	Intervalo (‰)	
Limnítico	<0.5	0.5
Oligohalino	0.5	5.0
Mesohalino	5.0	18.0
Polihalino	18.0	30.0
Eurihalino	30.0	40.0
Hiperhalino	40.0	>40.0

Los sistemas costeros pueden presentar un gradiente salino espacial y temporal variable, dependiente de la latitud, el clima y la morfología local. En climas húmedos con aportes fluviales regulares, la salinidad tenderá a mantenerse oligohalina; en latitudes tropicales en época de lluvias se puede registrar el gradiente de agua dulce a la marina, siempre y cuando las bocas se mantengan abiertas, pero durante la sequía, por las altas tasas de evaporación y aislamiento de masas de agua, se incrementa la salinidad heterogéneamente con la influencia de la batimetría. En ambos casos, la salinidad puede fluctuar diaria o mensualmente en función de la marea y estacionalmente por el caudal de los ríos (Córdova, 1998).

Oxígeno

En ambientes naturales la concentración de este gas está en constante cambio, dependiendo de factores fisicoquímicos como la temperatura y la salinidad y de factores biológicos como la fotosíntesis y la respiración. La fuente principal de oxígeno en el agua es la atmósfera, en la interfase entre este ambiente y el agua no se alcanza totalmente el equilibrio debido a los factores ya señalados, además de la turbulencia regida por el viento. La dirección de difusión entre ambos medios depende de las diferencias de presión gaseosa; durante la noche se presenta un déficit de oxígeno disuelto que permite un flujo de gas atmosférico hacia el agua, contrario a lo que sucede por la mañana, debido a que la fotosíntesis mantiene un excedente de oxígeno en el agua, que se transporta a la atmósfera o que se consume por respiración (Córdova, 1998).

El gran contenido de materia orgánica en las lagunas costeras hace oscilar notablemente las variaciones diarias del oxígeno disuelto. Por la elevada productividad, frecuente en estos sistemas, la depositación de materia orgánica hacia los sedimentos es considerable y esta requiere de mucho oxígeno para su descomposición. La buena mezcla de agua en las lagunas ofrece volúmenes suficiente de este elemento, aunque los sedimentos son anóxicos inmediatamente de bajo de la capa superficial.

Valores superiores al 100 % de saturación de oxígeno son dominantes a lo largo del ciclo en algunas lagunas costeras (Contreras, 1985).

Tanto la temperatura como el oxígeno son factores importantes en los sistemas acuáticos, primero porque controlan el metabolismo a través de reacciones bioquímicas, y el segundo porque las limita. Estos factores rigen el movimiento y la distribución de peces en su hábitat. Los organismos acuáticos requieren de un medio favorable que no debe de contener menos del 70 % de saturación de oxígeno disuelto. Los organismos requieren concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto para su supervivencia y adecuado crecimiento.

pH

Esta variable se define como el logaritmo negativo base 10 de la concentración de iones hidrógeno. En una escala de 0 al 14, el número 7 es la neutralidad; valores inferiores corresponden a la acidez y superiores a lo básico o alcalinidad. En aguas naturales el intervalo es de 4 a 12; en áreas volcánicas con influencia de ácidos minerales o en ambientes ricos en materia orgánica, se registraron niveles menores a 4. El agua del mar registra un pH ligeramente alcalino próximo a 8.5 por la predominancia de los carbonatos; en el caso de las lagunas puede detectarse bajo ciertas circunstancias de mezcla de aguas dulces y marinas, un gradiente espacial desde la cabecera del estuario (ácido) hasta la boca marina (alcalino). En ambientes costeros la variación diurna puede señalar un ciclo en función de la respiración nocturna (pH ácido) y la fotosíntesis matutina (pH alcalino) (Córdova, 1998).

La composición química de las lagunas es el resultado de la combinación de elementos ácidos o básicos. Algunos de los elementos ácidos pueden salir del interior de la tierra y las bases pueden ser obtenidas de las reacciones acuosas con rocas primarias.

En los sistemas lagunares este parámetro es considerablemente variables, justificado por la tierra que aportan los ríos, la constante agitación de los segmentos, la influencia mareal, los procesos de descomposición en las zonas profundas y los asentamientos humano e industriales (Contreras, 1985).

La mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9 que normalmente se presenta en ambientes acuáticos. Niveles extremos como condiciones ácidas de 5 y alcalinas de 9, pueden causar mortalidad de las fases juveniles. Condiciones ácidas o alcalinas reducen la natación, debido tal vez a la acumulación de amoníaco y la imposibilidad del transporte de oxígeno. Los cambios de pH influyen también en el balance de CO_2 en las agallas (Córdova, 1998).

El pH es de importancia ya que gobierna las tasas de reacción al influir en el estado de activación molecular de los componentes de la cadena metabólica (Gómez-Márquez, 1994).

Gómez-Márquez (1994) basado en Brett (1979) agrupa a los factores ambientales en cuatro categorías en función del tipo de efecto sobre los organismos:

- 1) *Factores controladores*. Son aquellos que gobiernan las tasas de reacción al influir en el estado de activación molecular de los componentes de la cadena metabólica. Operan a todos los niveles del factor ambiental en cuestión y son principalmente la **temperatura** y el **pH**.
- 2) *Factores limitantes*. Estos operan para restringir el suministro o remoción de los materiales en la cadena metabólica. Llegan a ser operacionales a un nivel articular del factor ambiental y dentro de estos se consideran a la **luz** y el **oxígeno**.

- 3) *Factores enmascaradores*. En este caso el factor considerado como tal es la **salinidad**, la cual influye en la regulación de la tasa metabólica de los organismos, ya que modifica o previene el efecto del factor ambiental.
- 4) *Factores directos*. Son aquellos que proveen la señal para que un organismo seleccione o responda a características ambientales particulares. Posiblemente operen a través del sistema hormonal y el factor que es considerado como tal es la **luz**.

En el estudio del crecimiento de los peces se debe tomar en cuenta por lo menos a la temperatura que es el factor controlador principal, la ración alimenticia que obviamente es la fuerza motriz y el peso del animal que es el factor de ajuste de las tasas de consumo, gasto y utilización de la biomasa del individuo en un momento dado.

Por lo tanto, los factores directamente relacionados al crecimiento son aquellos que estando dentro del intervalo de tolerancia del animal, provocan variaciones en su tasa, en función de sus propios cambios. Dentro de estos están: la temperatura, el alimento (cantidad, calidad, frecuencia y distribución), edad, sexo, madurez gonádica, factores genéticos, factores hormonales, densidad de población y actividad del organismo (Gómez-Márquez, 1994).

Los factores ambientales también se ven afectados por algunos parámetros, tales como: la profundidad, lluvias, entre otros, ya que estos pueden traer alteraciones en el comportamiento del sistema lagunar. En México, los regímenes climáticos de estiaje y lluvia propician en las lagunas cambios drásticos en la salinidad, aumentando la concentración de esta en la época de mayor evaporación, además provoca una reducción de la superficie acuática. En la época de lluvias, el volumen lagunar aumenta, se reduce la concentración o también puede provocar que la laguna tenga contacto con el mar.

La profundidad es de suma importancia en la circulación lagunar, la cual trae consigo diferencias de temperatura y salinidad (Contreras, 1985); además esta puede sugerir en términos generales, el origen y el estado trófico aunque es importante reforzar este aspecto a través de estudios limnológicos de caracterización del ambiente (De la Lanza, 1981).

Todos los factores fisicoquímicos al sufrir alteraciones traen consigo cambios en la distribución y abundancia de los organismos que habitan en las lagunas.

De esta manera la abundancia se entiende como el número de individuos de una especie por unidad de superficie y por distribución la dispersión espacial de los organismos en áreas determinadas. Así, uno de los problemas de la ecología es establecer las causas de la distribución y la abundancia de los organismos. Cada uno de estos últimos vive en una matriz de espacio y tiempo a la que se puede considerar como una unidad. En consecuencia estos dos conceptos de distribución y abundancia guardan relación estrecha, aunque a primera vista parecieran ser muy distantes. Lo que se observa para muchas especies es lo siguiente:

- 1) Ausencia de organismos.
- 2) Densidad promedió baja.
- 3) Densidad moderada.
- 4) Alta densidad.

De esta manera, es posible representar la densidad promedio de cualquier especie como un plano topográfico, siempre y cuando se modifique este último con el tiempo (Krebs, 1978).

Para el presente estudio se evaluó el comportamiento de la variación mensual de algunos parámetros ambientales (temperatura, profundidad, oxígeno, salinidad y pH) de la laguna, así como de la precipitación pluvial (proporcionada por la Comisión Nacional del Agua) y su posible influencia sobre la distribución y abundancia. Los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron de Pérez-Hernández *et al.*, (1994).

Para determinar la densidad y biomasa se emplearon las siguientes expresiones matemáticas;

$$D = N / A$$

Donde:

D = Densidad en individuos por metros cuadrados (Ind/m²)

N = Número de individuos.

A = Área muestreada.

$$B = P / A$$

Donde:

B = Biomasa en gramos / metros cuadrados (Ind/m²)

P = Peso total de los organismos.

A = Área muestreada.

(Fernández Galicia, 1992).

Resultados

Bairdiella chrysoura fue una de las especies dominantes en el período de estudio en las cinco localidades de muestreo, por lo que se puede considerar una especie típica de las áreas con vegetación sumergida.

La corvina se registró a intervalos de profundidad de 0.30 a 1 m; temperatura de 17.5 a 35 °C; salinidad de 12.63 a 40.83 ‰; pH de 6.52 a 9.01; oxígeno de 2.27 a 10.67 ml/L y precipitación mensual de 8.3 a 181.3 mm³ (**Tabla 40**).

Tabla 40.-Valores mínimos y máximos registrados para el período de mayo del 90 a junio del 91, en la laguna Tampamachoco, Ver.

Valores	Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	pH	Oxí. (ml/L)	PP (mm ³)
Máximos	1	35	40.83	9.01	10.67	181.3
Mínimos	0.30	17.5	12.63	6.52	2.27	8.3
Promedio	0.65	26.25	26.73	7.77	6.47	94.8

Prof. = profundidad, Temp. =Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, PP= precipitación pluvial

La variación mensual de la abundancia presentó dos picos, el primero abarcó de octubre a noviembre del 90 en donde la densidad varió de 0.207 a 0.244 Ind/m² y la biomasa de 1.155 a 1.257 g/m². Además en este periodo se registraron las tallas más pequeñas (**Fig. 33 del capítulo 3**), lo que nos indica que hay una gran cantidad de organismos juveniles que aportan poco peso a finales de la época de lluvias e inicio de nortes. El siguiente pico se presentó en abril del 91 en donde la densidad fue 0.239 Ind/m² y la biomasa de 2.839 g/m² (secas), este ultimo periodo coincidió con el de las tallas mayores (**Fig. 31 y 32 del capítulo 3**).

Lo anterior nos indica que durante el periodo de lluvias e inicio de nortes son abundantes los organismos juveniles y en el período de secas hay una proporción similar de individuos pero de organismos más pesados (adultos) (**Tabla 41 y Fig. 67**).

Los grupos de abundancia mostraron cierta asociación a las variaciones de las condiciones ambientales, las cuales a su vez pudieron ser determinadas por la influencia de la precipitación a lo largo del periodo (**Fig. 68f**).

De esta forma y de acuerdo a la variación mensual de los parámetros ambientales (**Fig. 68a a la 68e**), los juveniles fueron más comunes a mayores profundidades (0.66 a 0.77 m) menores temperaturas (28.14 a 27.74 °C), salinidades (18.74 a 28.78 ‰) y pH (6.85 a 7.25), el oxígeno disuelto no presentó un claro patrón de asociación, sin embargo su concentración fue ligeramente mayor (4.08 a 6.86 ml/L) en comparación con los valores observados donde se encontraron los organismos adulto (secas).

Por otra parte, durante el período de nortes e inicio de secas (enero a marzo del 91) se registró la menor abundancia de organismos tanto de juveniles como de adultos, siendo posiblemente la temperatura y profundidad los factores que influyeran en esta ausencia de organismos, debido a que se registraron los promedios mensuales más bajos de temperatura y profundidad registrados para todo el periodo de estudio. Con respecto a la concentración de oxígeno y pH no se presentó un claro patrón, sin embargo fueron relativamente mayores (**Tabla 41**).

Tabla 41.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoura* y de los parámetro fisicoquímico considerados en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/L	N Ind	PT (g)	PP (mm ³)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.49	25.50	29.90	8.16	4.02	524	4195.270	8.3	0.070	0.559
Junio-90	0.58	29.56	30.16	8.28	4.77	878	6880.220	151	0.117	0.917
Julio-90	0.53	31.62	23.19	8.28	3.32	339	1993.790	111.7	0.045	0.266
Octubre-90	0.77	28.14	18.74	6.85	4.08	1556	8660.460	181.3	0.207	1.155
Noviembre-90	0.66	27.74	28.78	7.25	6.86	1833	9424.200	29.1	0.244	1.257
Enero-91	0.4	17.74	31.10	7.13	6.49	229	1008.210	35.2	0.031	0.134
Febrero-91	0.45	21.98	32.13	8.73	5.77	131	516.060	12.1	0.017	0.069
Marzo-91	0.4	27.24	35.39	8.74	5.16	267	1150.180	17.2	0.036	0.153
Abril-91	0.56	31.56	34.38	8.35	5.05	1794	21293.380	48.1	0.239	2.839
Mayo-91	0.56	33.68	37.15	8.36	7.08	1160	9067.940	40.8	0.155	1.209
Junio-91	0.51	33.62	38.72	8.46	5.61	794	2720.590	122.1	0.106	0.363

Prof = profundidad, Temp. = Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, N = Individuos, PT. = Peso total, PP= precipitación
Den.= Densidad y Bio. = Biomasa

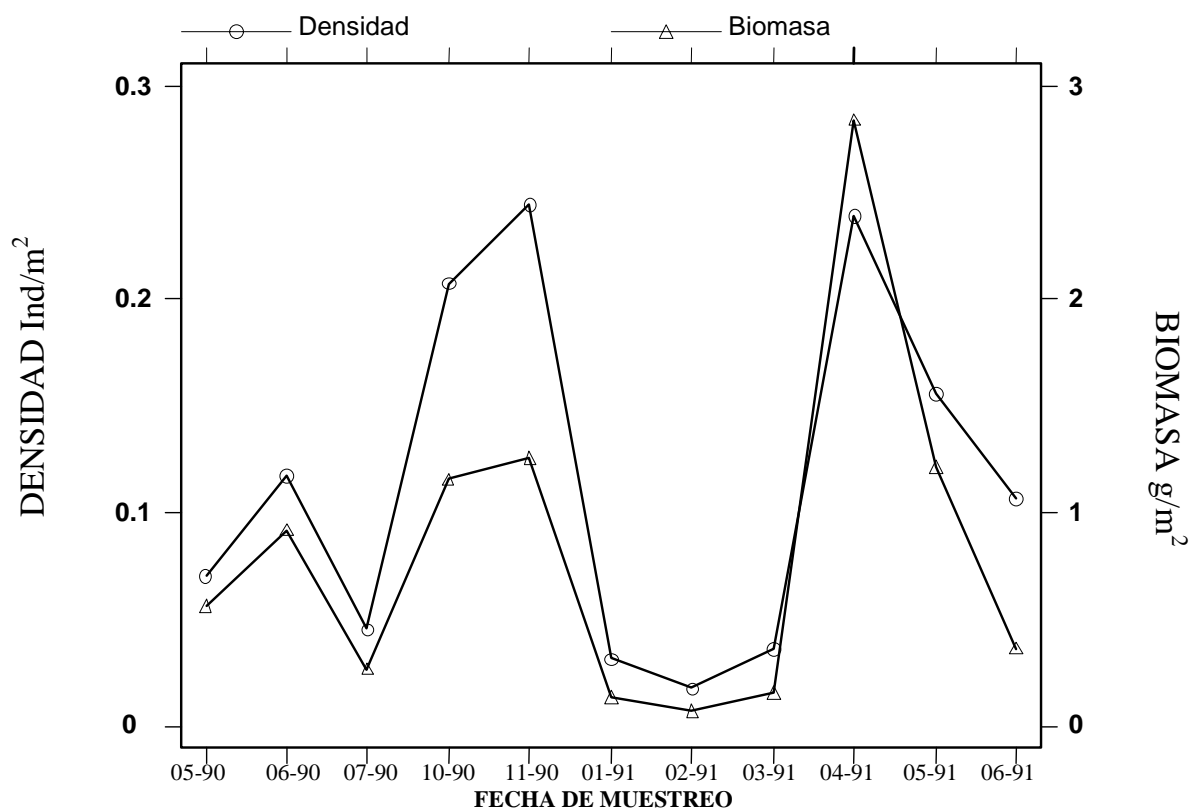


Fig. 67.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoura* en la laguna Tampamachoco Ver., de mayo del 90 a junio del 91.

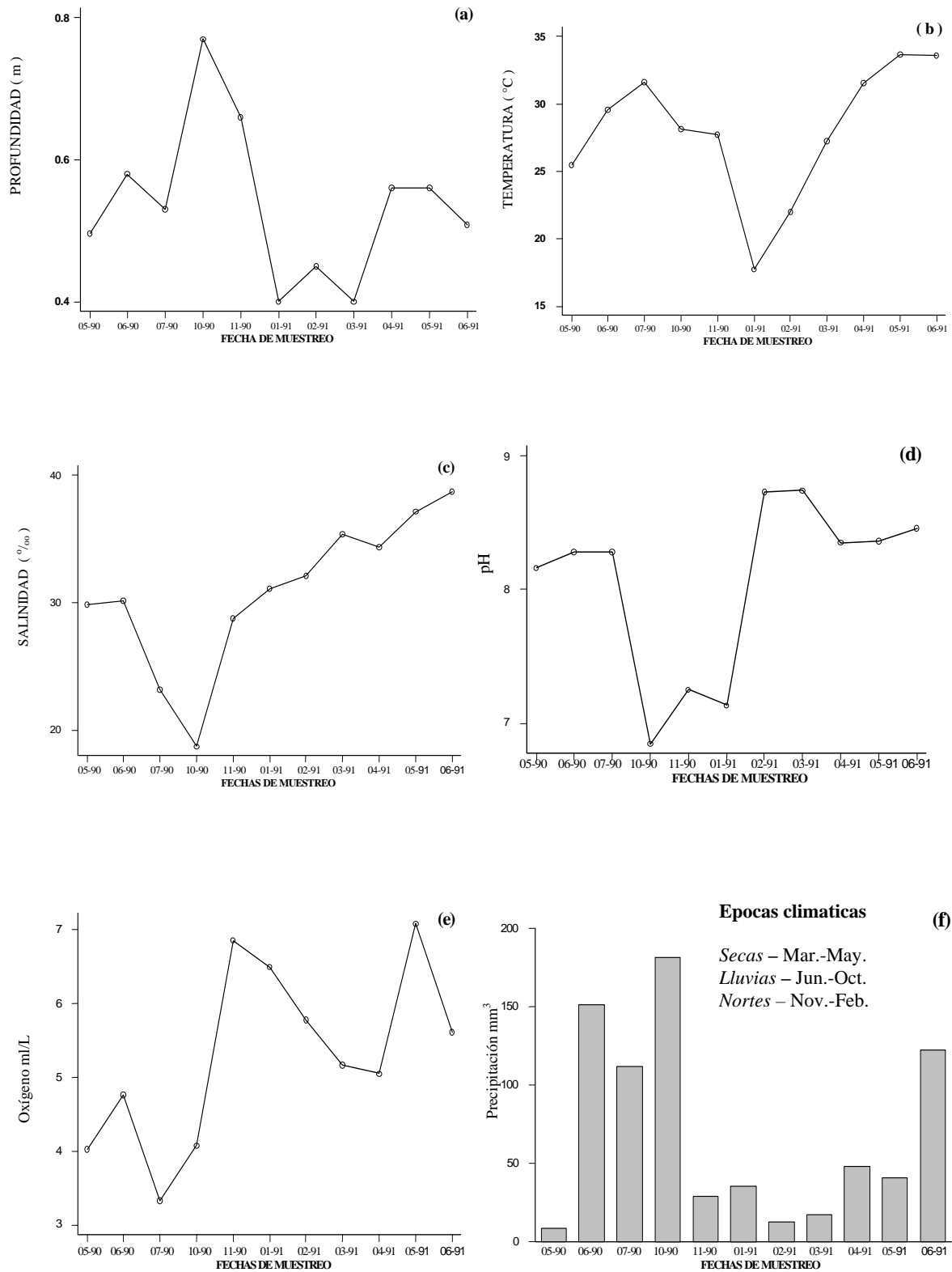


Fig. 68.-Variación mensual de la profundidad (a), temperatura (b) salinidad (c), pH (d), oxígeno (e) y precipitación (f) en la laguna Tampamachoco Ver.

En la **Tabla 42** se muestran los promedios totales de la densidad y biomasa, así como de los parámetros fisicoquímicos por estación de colecta. En donde se pudo ver que la mayor abundancia de organismos se presentó en el Boquerón así como en Paso Daniel (**Fig. 69, 70a y 70b**), a demás se pudo notar que los parámetros fisicoquímicos entre estas dos zonas presentaron muy poca variación por lo que se puede decir que tuvieron un comportamiento similar.

La menor densidad se registró en laguna Martínez con un valor de 0.04 g/m². La menor biomasa se presentó en Oro Negro con un valor de 0.298 g/m² (**Fig. 70b**).

Lo anterior indica que el mayor número de organismos más pesados y grandes (adultos) prefieren las zonas expuestas a las corrientes de la marea, mientras que en menor grado la zona más protegida y alejada de las corrientes maréales. Por otro lado los organismos menos pesados (juveniles) y poco numerosos se encontraron en una zona intermedia (Oro Negro).

No obstante que la variación promedio de los parámetros ambientales no mostraron variaciones importantes entre estaciones de colecta, aunque los valores más altos de densidad y biomasa se asociaron con los valores menores de profundidad y salinidad y con los valores mayores de temperatura, pH y oxígeno disuelto (**Fig. 70c, 71a, 72a, 72b, 72c y 73**).

Tabla 42.- Promedio total de la densidad y biomasa de *B. chrysoura*, en relación a los parámetros fisicoquímicos para estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
L. Martínez (1)	0.51	26.83	31.46	7.96	4.01	660	5608.55	0.04	0.340
El Boquerón (2)	0.48	27.88	31.39	7.98	5.0	4396	23549.55	0.266	1.427
Oro Negro (3)	0.5	28.45	30.51	8.23	7.0	738	4913.24	0.045	0.298
Punta Rica (4)	0.63	28.39	30.26	8.06	5.11	1789	15114.41	0.108	0.916
Paso Daniel (5)	0.57	28.63	30.76	8.04	5.35	1922	17724.55	0.116	1.074

Prof. = Profundidad, Temp. = Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, Ind. = Individuos, PT. = Peso total, Den. = Densidad y Bio. = Biomasa

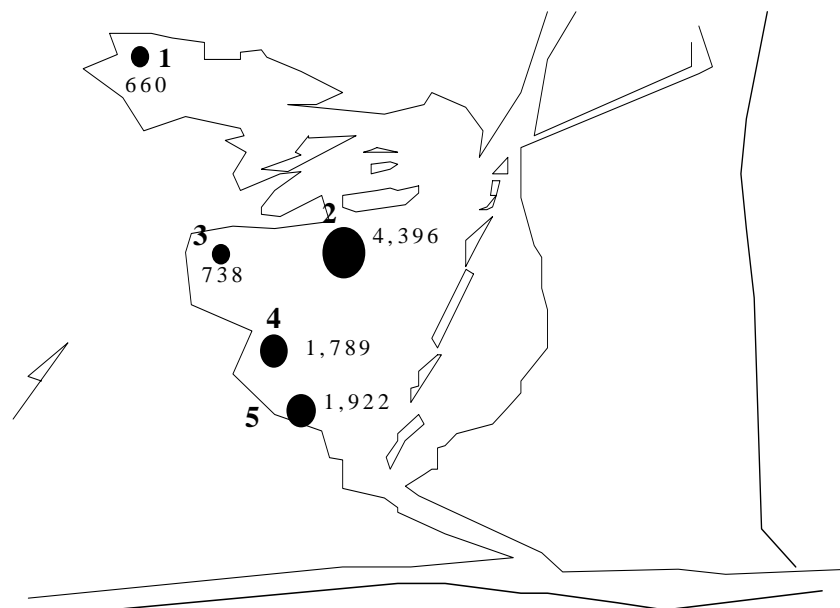


Fig. 69.- Número total de organismos por estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

Anexo A(9+2)

Anexo A(9+3)

Espacialmente en la estación laguna Martínez, la densidad y biomasa fueron variantes a lo largo del período de estudio, encontrándose un solo pico de mayor abundancia en el mes de junio del 90, en donde la densidad y biomasa fueron de 0.156 Ind/m² y 1.551 g/m² respectivamente (**Tabla 43 y Fig. 72a**).

Lo anterior nos indica que el mayor número de organismos y de alto peso (adultos) se registró a inicios del período de lluvias.

La mayor abundancia se registró a una menor profundidad (0.50 m), oxígeno (3.52 ml/L) y mayor temperaturas (29.10 °C), salinidad (31.00 ‰) y pH (8.64), con respecto a donde se registro la menor abundancia (noviembre del 90) (**Figs. 73a, 74a, 75a, 76a, 77a**).

Durante el período de nortes el número de organismos estuvo reducido y llego a ser nulo, en este tiempo se presentaron los valores más bajos de temperatura, profundidad registrados para el periodo de estudio (**Tabla 43**).

Además, laguna Martínez fue la estación que reportó el mayor número de meses en donde no se presentaron organismos.

Tabla 43.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoura* y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Laguna Martínez, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.40	24.10	29.50	8.10	3.20	72	205.84	0.048	0.137
Junio-90	0.50	29.10	31.00	8.64	3.52	234	2327.79	0.156	1.551
Julio-90	0.60	30.50	24.13	7.97	3.00	126	932.5	0.084	0.622
Octubre-90	0.55	27.20	12.63	6.52	2.27	197	1967.07	0.131	1.311
Noviembre-90	0.60	26.50	28.93	7.11	5.93	10	43.18	0.007	0.029
Enero-91	0.45	17.90	32.90	7.14	8.02	-	-	-	-
Febrero-91	0.40	20.50	31.94	8.59	2.83	10	78.55	0.007	0.052
Marzo-91	0.40	26.60	35.58	8.91	4.82	-	-	-	-
Abril-91	0.55	29.50	35.69	8.20	2.70	11	53.62	0.007	0.036
Mayo-91	0.65	32.00	40.08	8.10	4.56	-	-	-	-
Junio-91	0.54	31.20	43.72	8.27	3.21	-	-	-	-

Prof = Profundidad, Temp. = Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, N = Individuos, PT. = Peso total, Den.= Densidad y Bio. = Biomasa

En el Boquerón, se presentó el mismo comportamiento que el observado temporalmente para la muestra en general (antes descrita), en donde se observaron dos picos de mayor abundancia: el primero de octubre a noviembre del 90 y el segundo de abril a mayo del 91. Esto nos indica que, el mayor número de organismos de bajo peso (juveniles) se presentó a finales del período de lluvias e inicio de nortes y un número similar de organismos pero más pesados (adultos) se registró en el período de secas (**Tabla 44 y Fig. 72b**).

La mayor abundancia se presento a una mayor profundidad (0.53 m), temperatura (33.10 °C), salinidad (38.86 ‰), oxígeno (5.53 ml/L) y pH (8.32) con respecto a donde se presento la menor abundancia (febrero del 91) (**Figs. 73b-77b**).

El Boquerón fue la única estación en donde se capturaron organismos durante todo el período de muestreo (**Tabla 44**).

Tabla 44.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoura* y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación el Boquerón, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.45	25.32	30.00	8.08	3.82	55	54.83	0.037	0.037
Junio-90	0.50	29.20	31.20	8.10	3.95	282	1090.44	0.188	0.727
Julio-90	0.50	31.20	23.52	7.94	3.87	173	712.26	0.115	0.475
Octubre-90	0.60	28.80	18.88	6.84	4.04	316	1524.84	0.210	1.017
Noviembre-90	0.60	27.70	28.93	7.03	4.61	844	3447.39	0.562	2.298
Enero-91	0.35	17.70	28.52	7.29	8.33	40	117.29	0.026	0.078
Febrero-91	0.30	21.70	32.99	8.70	6.00	7	4.72	0.005	0.003
Marzo-91	0.40	27.50	36.83	8.86	4.93	181	704.96	0.121	0.470
Abril-91	0.55	31.20	34.71	8.32	5.40	775	5869.71	0.517	3.913
Mayo-91	0.53	33.10	38.86	8.32	5.53	1122	8744.16	0.748	5.829
Junio-91	0.50	33.30	40.83	8.35	4.52	601	1278.95	0.401	0.853

Prof = Profundidad, Temp. =Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, N = Individuos, PT. = Peso total, Den.= Densidad y Bio. = Biomasa

En la estación Oro Negro la variación de la abundancia de *B. chrysoura* registró dos picos: el primero se presentó en junio del 90 en donde hubo más organismos con mayor peso (adultos); el segundo se registró en noviembre del 90, cuando el número de organismos fue ligeramente menor al de junio del 90, pero los organismos fueron ligeramente menos pesados (juveniles), por lo que los individuos pequeños se presentan a inicio del período de nortes y los más pesados (adultos) aparecen a inicio de lluvias (**Tabla 45 y Fig. 72c**).

La menor abundancia registro un descenso gradual de enero a marzo del 91 (finales de nortes e inicio de secas) y un valor mínimo se registro en junio del 91 (inicio de lluvias) en la primera época los parámetros fisicoquímicos registraron los valores más bajos del período de estudio a diferencia de donde se presento el valor mínimo ya que sucedió lo contrario, es decir, los parámetros registraron los valores más altos, excepto la profundidad la cual estuvo en el promedio (**Figs. 73c-77c**).

La variación de los valores ambientales con respecto a la mayor abundancia presentó un comportamiento similar al descrito en la estación 1 (**Tabla 45**).

Tabla 45.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoira* y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Oro Negro, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.53	25.50	30.00	8.21	4.99	82	76.77	0.055	0.051
Junio-90	0.60	29.50	29.50	8.25	5.08	212	2205.19	0.141	1.470
Julio-90	0.35	32.00	22.37	8.62	3.50	-	-	-	-
Octubre-90	0.70	28.90	18.48	7.10	5.36	122	760.1	0.081	0.507
Noviembre-90	0.50	28.50	28.18	8.00	9.98	185	1046.69	0.123	0.698
Enero-91	0.40	17.50	30.83	6.95	6.33	48	220.46	0.032	0.147
Febrero-91	0.40	22.50	32.95	9.01	8.50	28	59.3	0.019	0.040
Marzo-91	0.40	27.80	35.42	8.78	5.74	6	6.56	0.004	0.004
Abril-91	0.55	32.50	33.55	8.45	7.65	16	213.63	0.011	0.142
Mayo-91	0.52	34.20	36.49	8.47	9.12	38	323.78	0.025	0.216
Junio-91	0.55	34.10	37.81	8.73	10.67	1	0.76	0.001	0.001

Prof = Profundidad, Temp. =Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno N = Individuos, PT. = Peso total, Den.= Densidad y Bio. = Biomasa

En la estación Punta Rica (**Tabla 46**) la densidad y biomasa presentó un comportamiento similar al del Boquerón, observándose dos picos de mayor abundancia: el primero de octubre a noviembre del 90 y el segundo en abril del 91 (**Fig. 72d**).

La menor abundancia se presentó de enero a marzo del 91 (finales de la época de nortes e inicio de secas) cuando la temperatura (17.5 y 27.1 °C) y profundidad (0.4 m) registraron sus valores más bajos de todo el periodo de estudio de estudio (**Figs. 73d-77d**).

La variación de los parámetros ambientales con respecto a la mayor y menor abundancia, describieron el mismo patrón que en las estaciones anteriores.

Tabla 46.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoira* y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Punta Rica, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.50	25.35	30	8.19	4.20	304	3782.23	0.203	2.521
Junio-90	0.70	30	29.10	8.19	5.64	150	1256.8	0.100	0.838
Julio-90	0.70	32.20	21.78	8.24	2.62	40	349.03	0.027	0.233
Octubre-90	1	28.80	19.50	6.89	4.42	293	1217.16	0.195	0.811
Noviembre-90	0.90	28.10	29.32	6.98	7.58	344	1845.83	0.229	1.231
Enero-91	0.40	17.50	30.61	7.30	5.29	73	260.98	0.049	0.174
Febrero-91	0.60	22.50	31.46	8.65	6	33	41.32	0.022	0.028
Marzo-91	0.40	27.10	34.82	8.95	5.61	31	127.29	0.021	0.085
Abril-91	0.70	32.10	33.72	8.52	3.29	344	4806.39	0.229	3.204
Mayo-91	0.50	34.10	35.87	8.34	6.55	-	-	-	-
Junio-91	0.50	34.50	36.71	8.46	5.01	177	1427.38	0.118	0.952

Prof = Profundidad, Temp. =Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, N = Individuos, PT. = Peso total, Den.= Densidad y Bio. = Biomasa

Por último, en la estación Paso Daniel (**Tabla 47**) también se presentaron dos pulsos de mayor abundancia como en las estaciones anteriores, a diferencia de que en esta localidad se presentó la menor y mayor biomasa de las cinco estaciones en el periodo de lluvias y secas respectivamente, lo que nos indica que en Paso Daniel se encontraron los organismos más pequeños y los más grandes de la población analizada. La menor biomasa y densidad se presentó en el periodo de nortes e inicio de secas (enero a marzo del 91) en donde la temperatura y profundidad registraron los valores más bajos para el periodo de estudio (**Fig. 72e**).

Los organismos juveniles se registraron a una mayor profundidad (1 m) y a una menor temperatura (27 °C), salinidad (24.19 ‰), pH (6.88) y oxígeno (4,29 ml/L) a diferencia de donde se registraron los adultos (**Figs. 73e-77e**).

Tabla 47.-Variación mensual de la densidad y biomasa de *B. chrysoira* y los valores de los parámetros fisicoquímicos para la estación Paso Daniel, en la laguna Tampamachoco Ver.

Fecha	Prof. m	Temp. °C	Sal. ‰	pH	Oxí. ml/l	N Ind.	PT (g)	Den. (Ind/m ²)	Bio. (g/m ²)
Mayo-90	0.60	27.25	30	8.23	3.90	11	75.6	0.007	0.050
Junio-90	0.60	30	30	8.24	5.64	-	-	-	-
Julio-90	0.50	32.20	24.13	8.64	3.62	-	-	-	-
Octubre-90	1	27	24.19	6.88	4.29	628	3191.29	0.419	2.128
Noviembre-90	0.70	27.90	28.55	7.14	6.19	450	3041.11	0.30	2.027
Enero-91	0.40	18.10	32.64	6.99	4.49	68	409.48	0.045	0.273
Febrero-91	0.55	22.70	31.32	8.71	5.54	53	332.17	0.035	0.221
Marzo-91	0.40	27.20	34.30	8.22	4.72	49	311.37	0.033	0.208
Abril-91	0.45	32.50	34.24	8.27	6.2	648	10350.03	0.432	6.900
Mayo-91	0.60	35	34.44	8.59	9.64	-	-	-	-
Junio-91	0.45	35	34.55	8.50	4.62	15	13.5	0.010	0.009

Prof = Profundidad, Temp. = Temperatura, Sal. = Salinidad, Oxí. = Oxígeno, N = Individuos, PT. = Peso total, Den. = Densidad y Bio. = Biomasa

Анехо А(9+4)

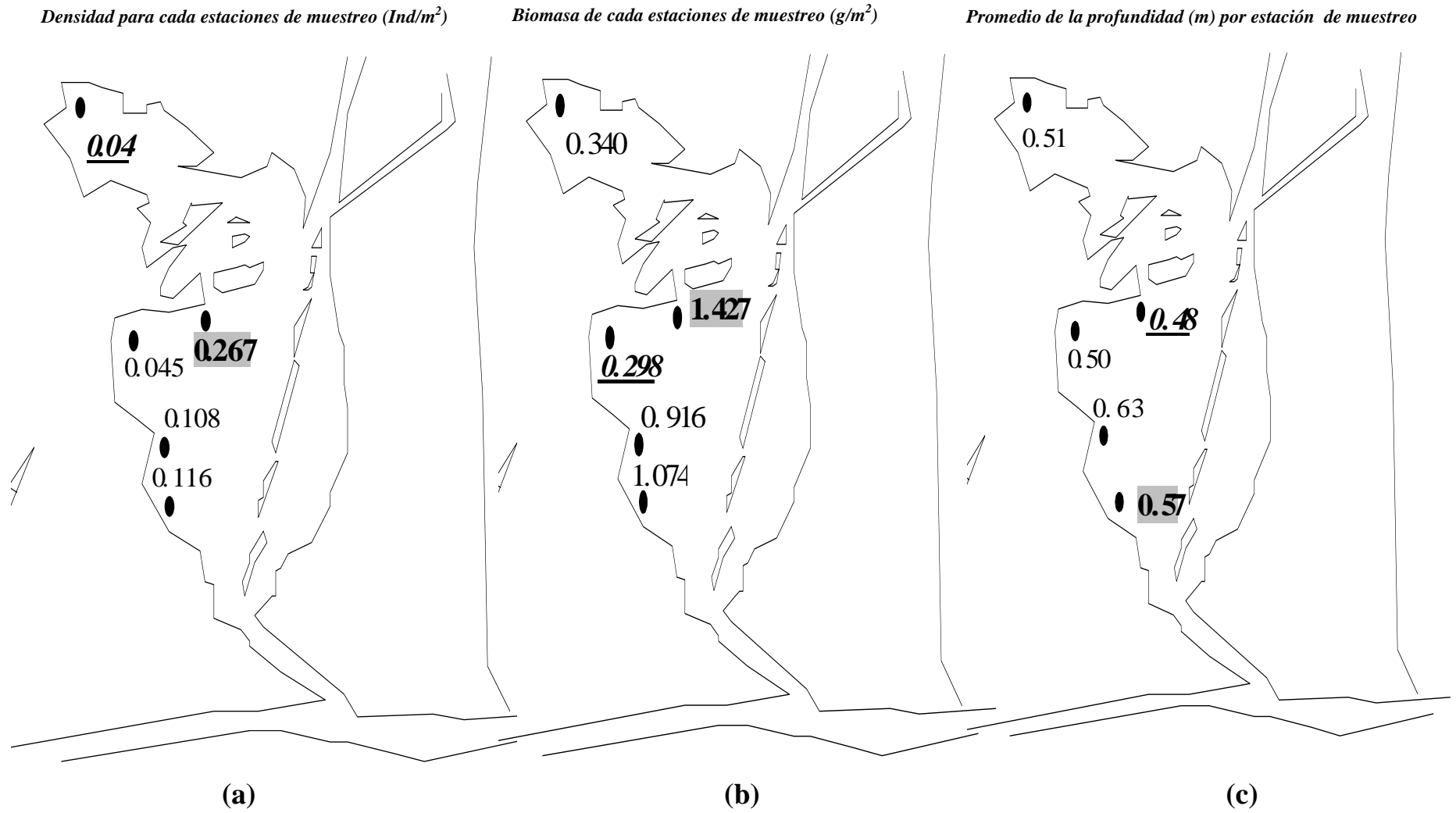


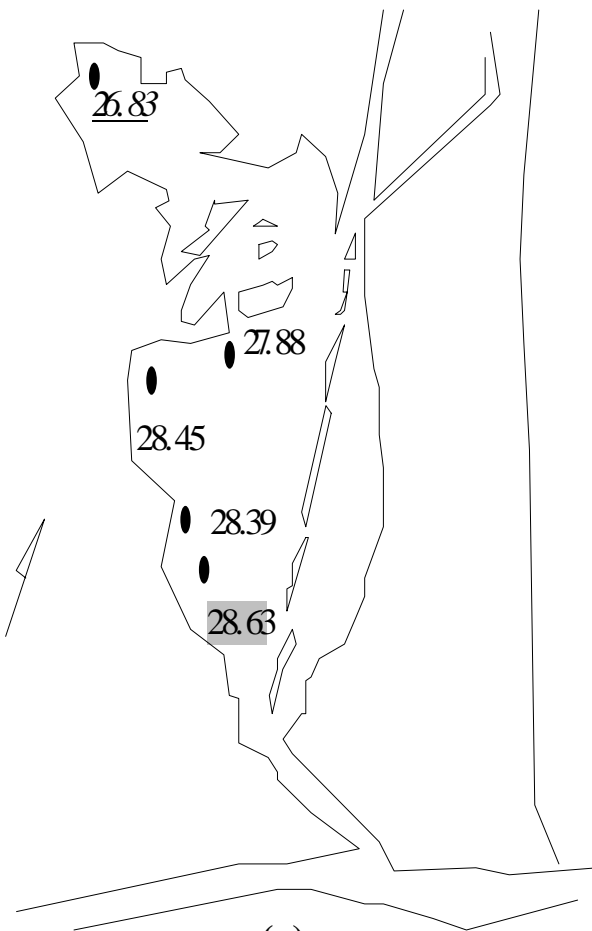
Fig. 70.- Promedio de la Densidad (a) y biomasa (b) de *B. chrysoura*, por estación de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

Promedio de la temperatura (°C) por estación de muestreo

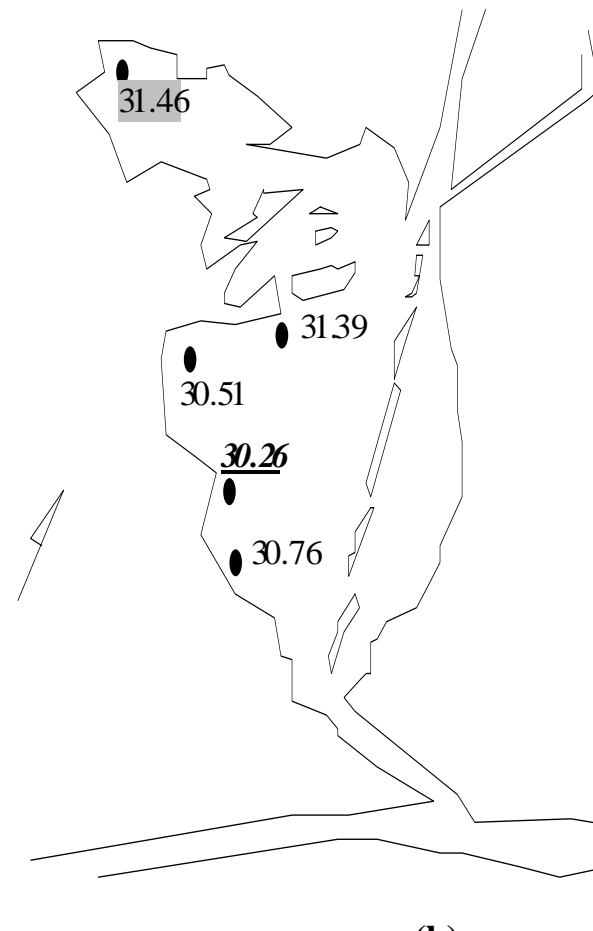
Promedio de salinidad por estación de colecta

Promedio de pH por estación de colecta

129



(a)



(b)



(c)

Fig. 71.- Promedio por estación de colecta de la temperatura (a), salinidad (b) y pH (c) en la laguna Tampamachoco Ver.

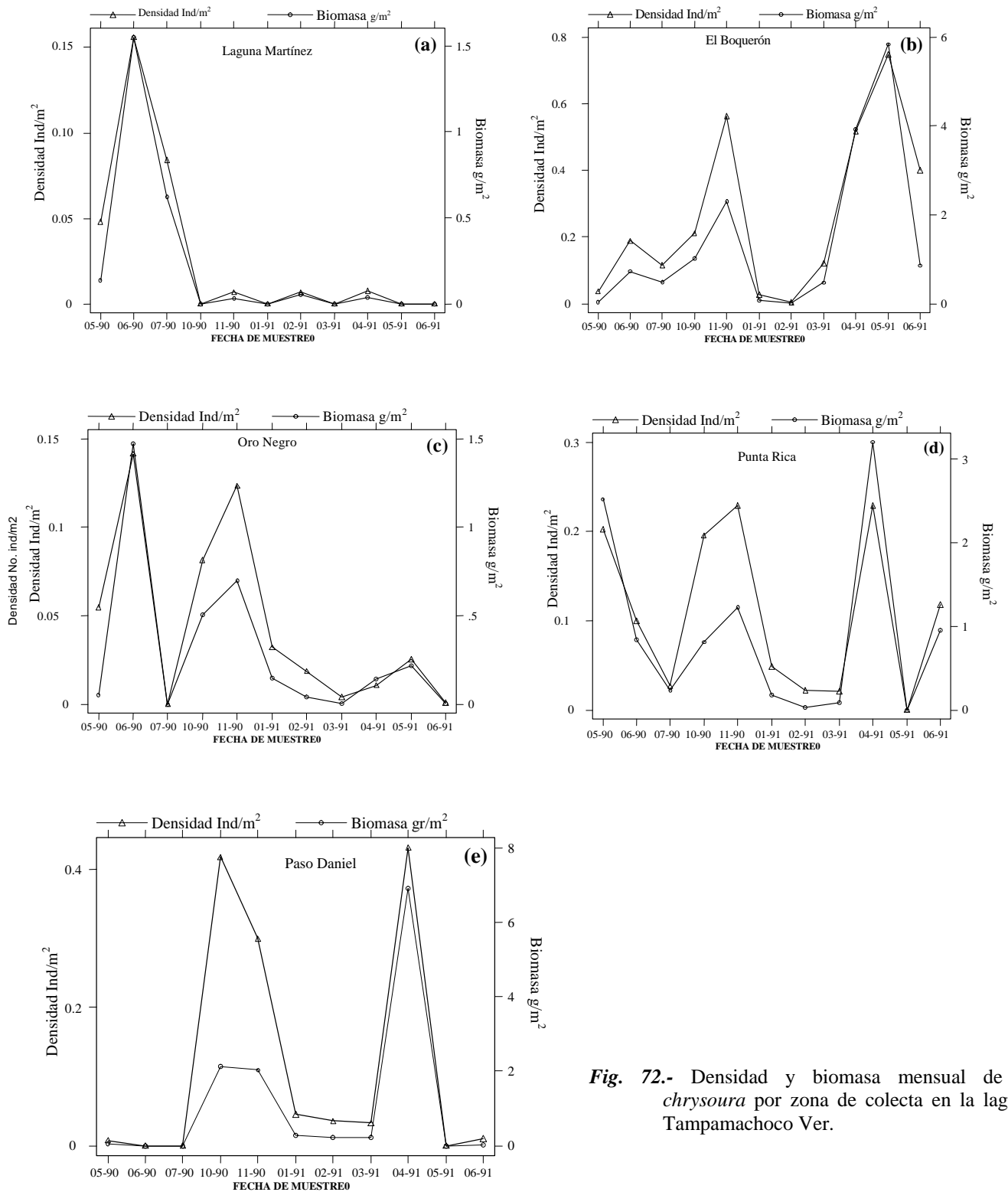


Fig. 72.- Densidad y biomasa mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

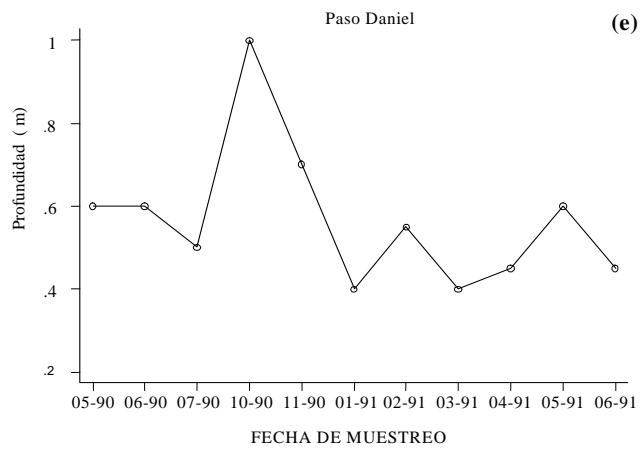
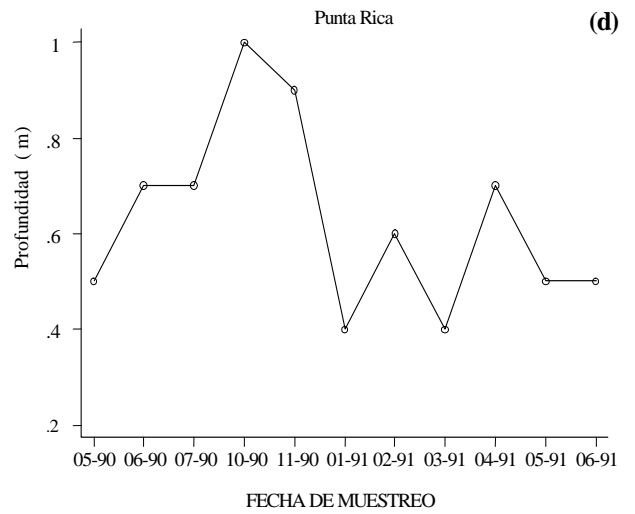
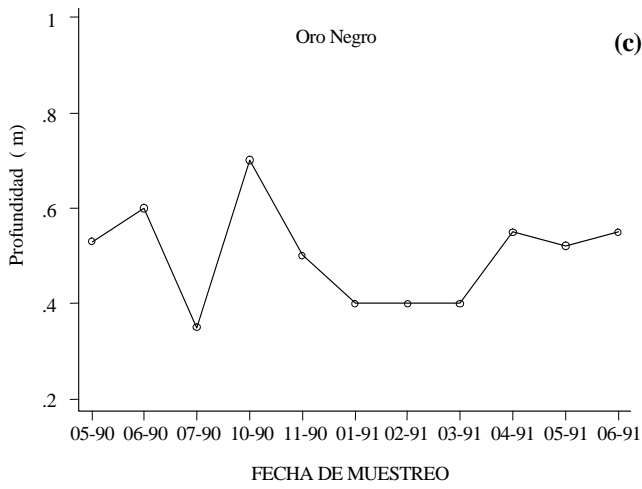
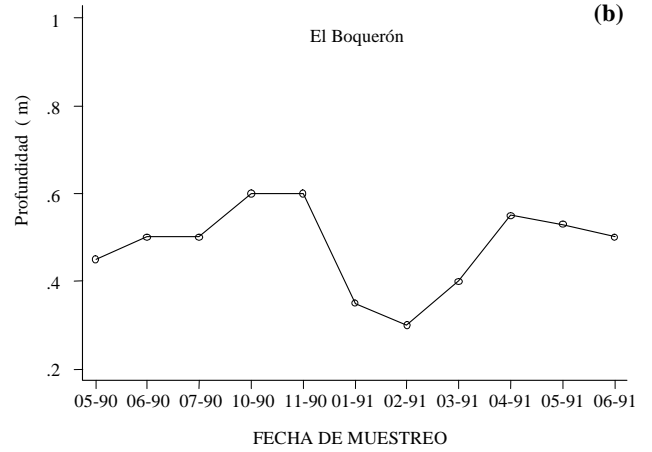
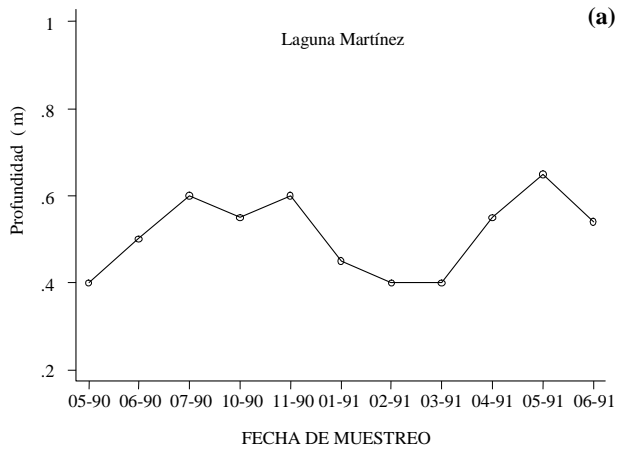


Fig. 73.-Profundidad mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta de en la laguna Tampamachoco Ver.

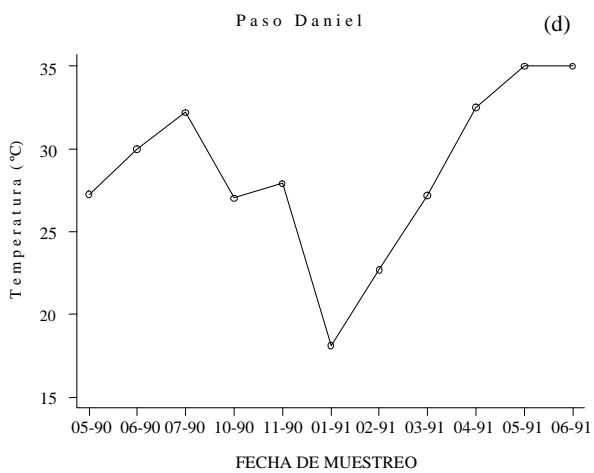
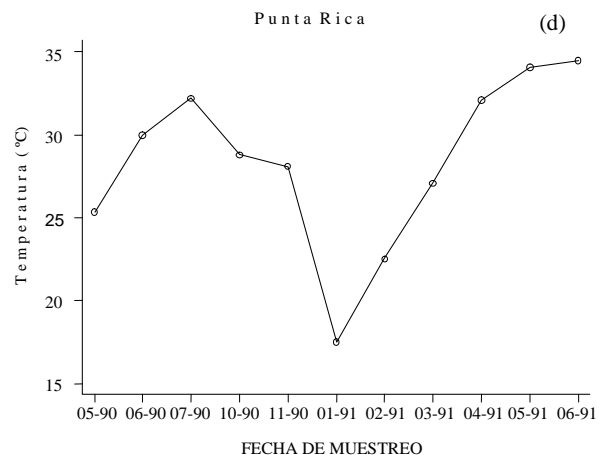
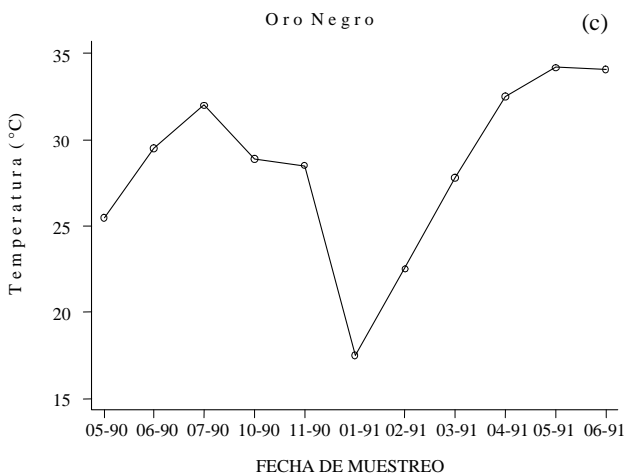
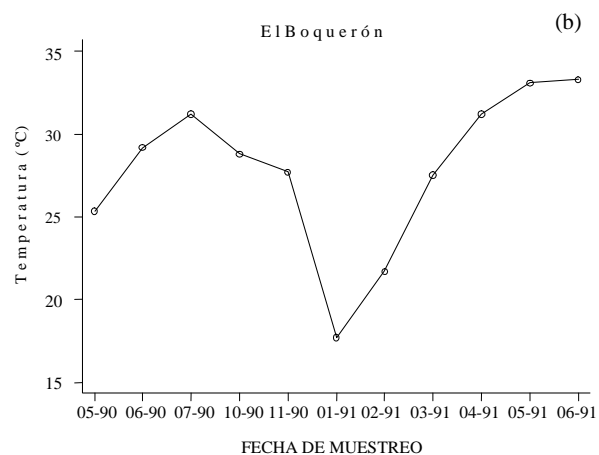
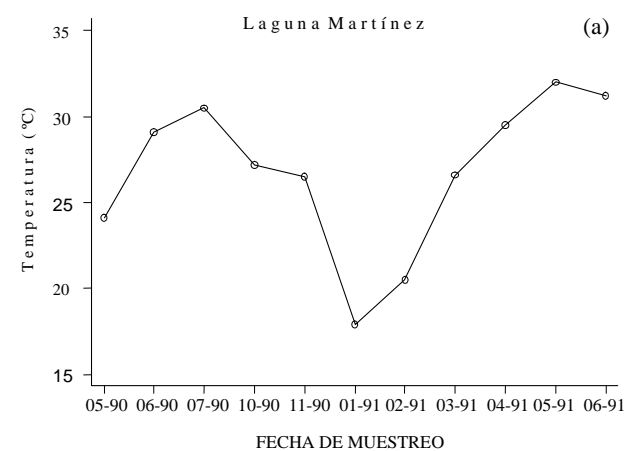


Fig. 74.-Temperatura mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

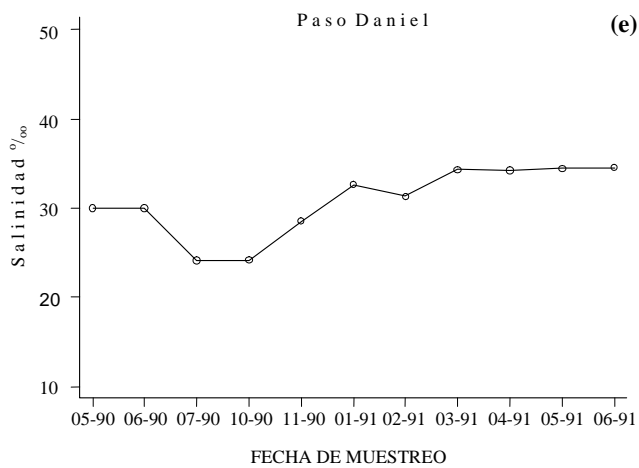
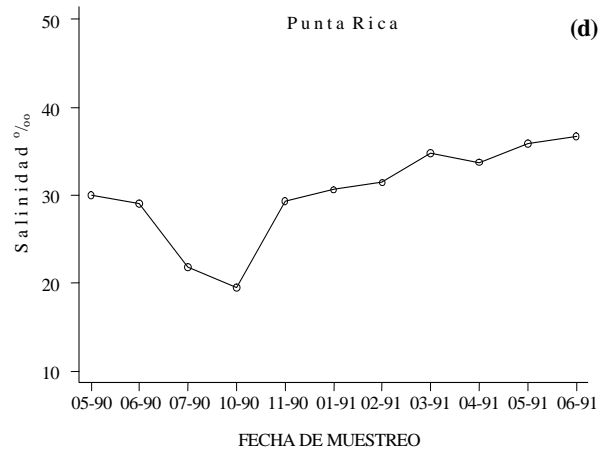
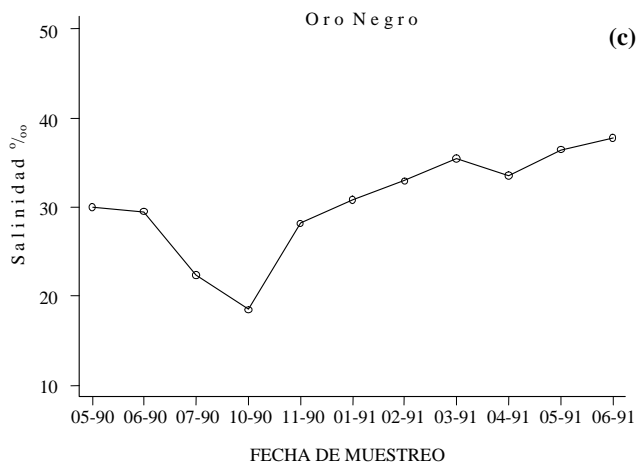
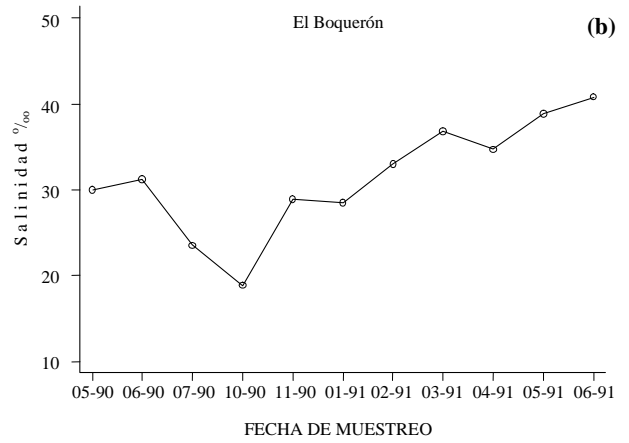
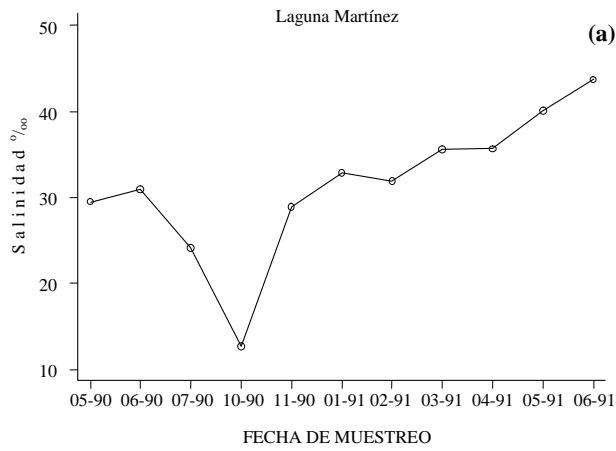


Fig. 75.-Salinidad mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

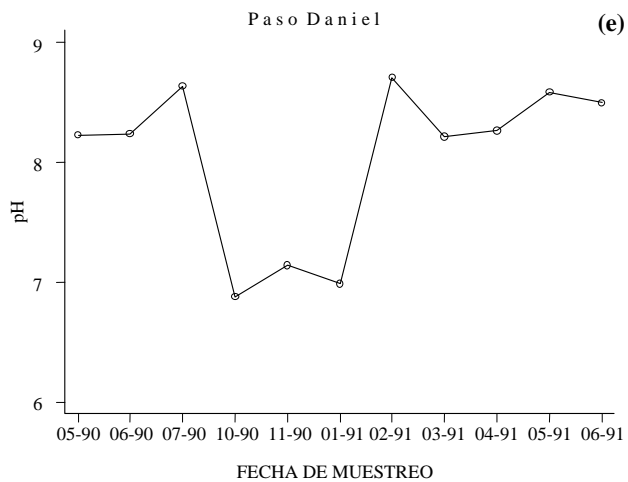
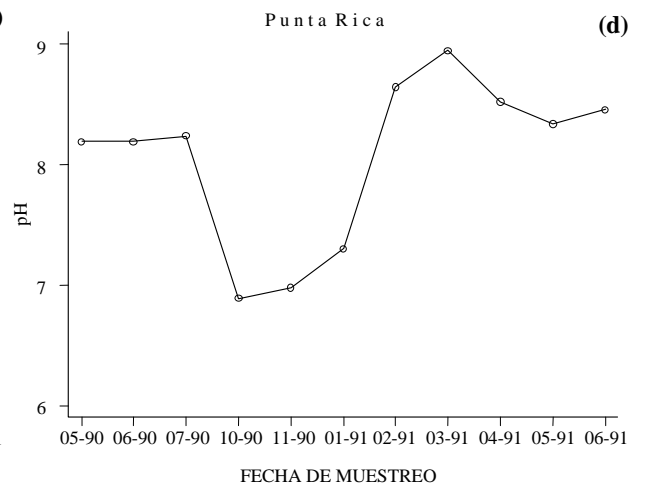
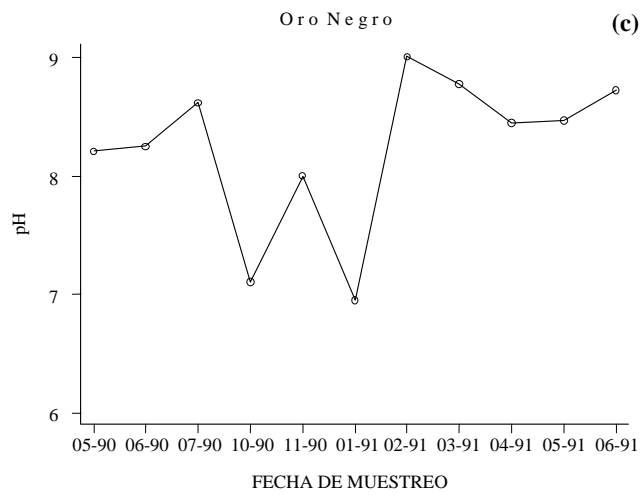
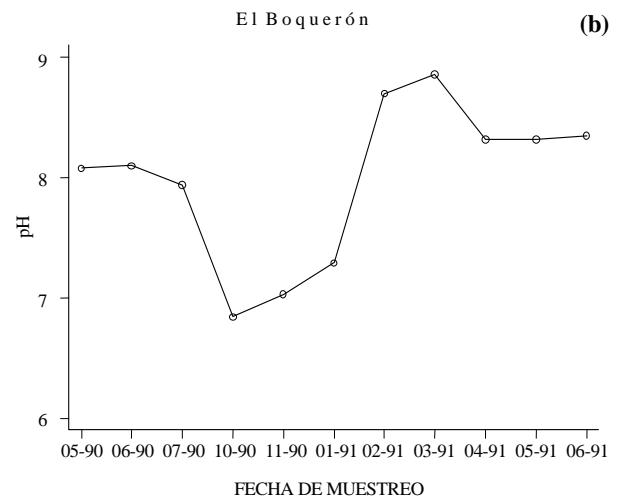
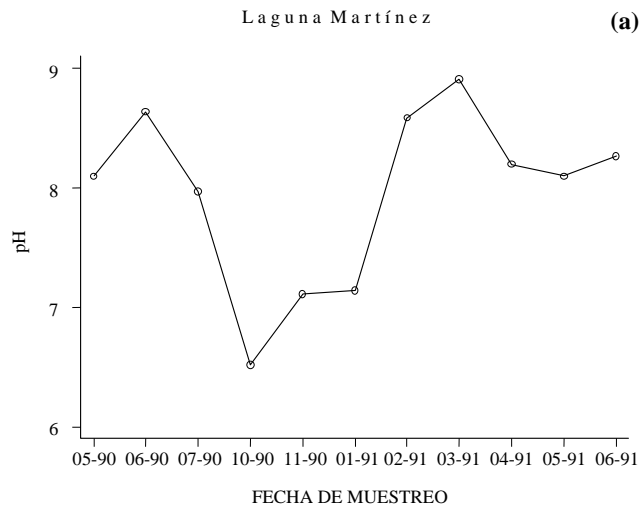


Fig. 76.-pH mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

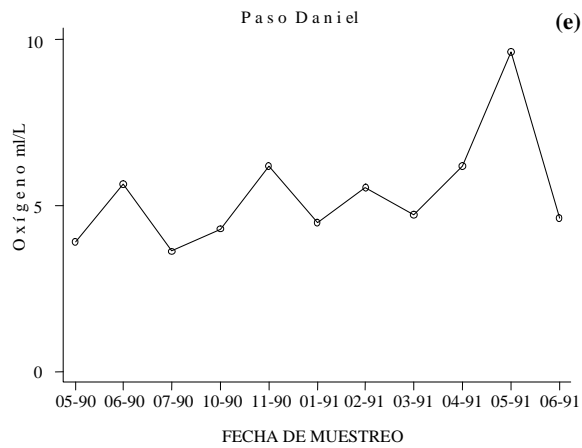
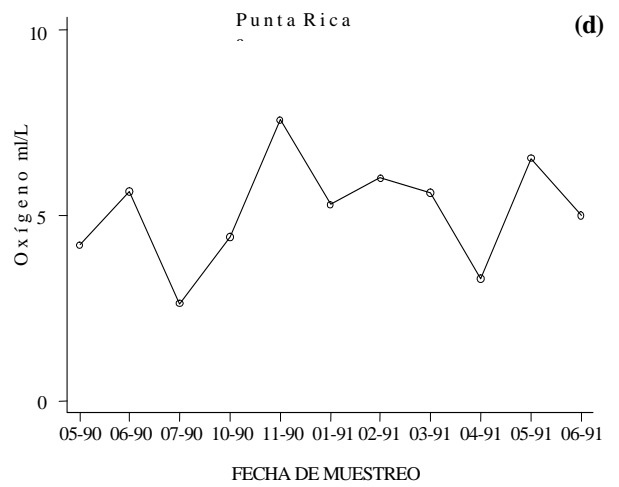
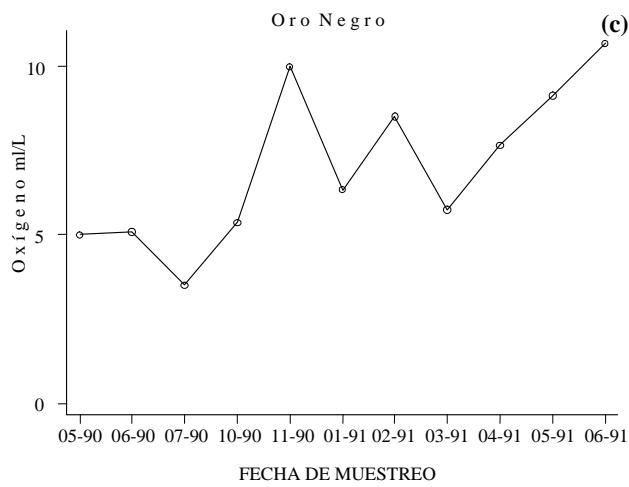
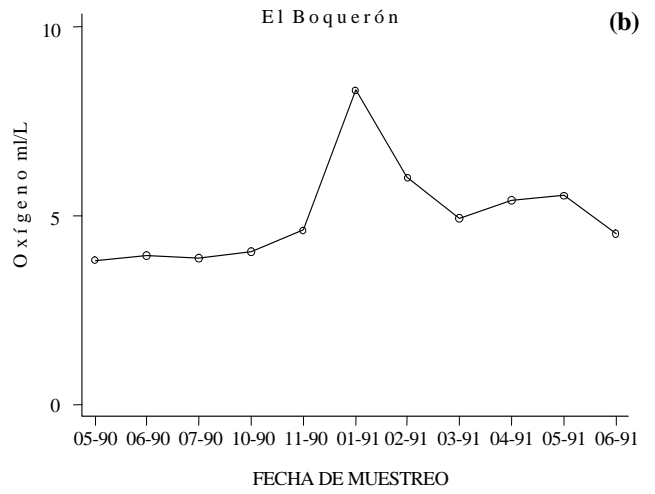
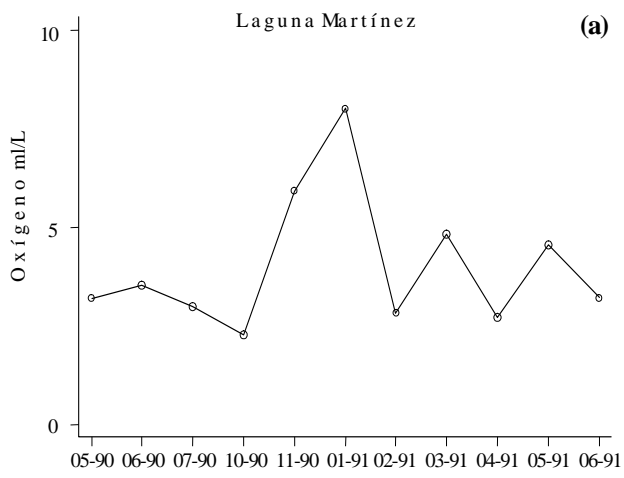


Fig. 77.-Oxígeno mensual de *B. chrysoura* por zona de colecta en la laguna Tampamachoco Ver.

DISCUSIÓN

De las 84 especies de peces colectadas en el área marginal poniente con vegetación sumergida de la laguna Tampamachoco, Veracruz en el período mayo de 1990 a junio de 1991, la corvina, *Bairdiella chrysoura* fue la especie dominante (Pérez-Hernández *et al.*, 1994). Lo anterior difiere de lo reportado para la misma laguna por Chávez (1972), Sánchez-Rueda (1989) y Castro-Aguirre (1986), quienes encontraron al bagre (*Cathorops melanopus*) y al lenguado (*Cytharichthis spilopterus*) como especies dominantes, en muestras obtenidas en áreas más profundas y desprovistas de vegetación (canal de navegación, estero y estuario). Por lo anterior, se puede afirmar que la corvina es típica de las áreas con pastos marinos y juega junto con otras especies de peces dominantes en otros microhábitats de la laguna un papel muy importante dentro de la dinámica ecológica del sistema en su conjunto.

Composición y proporción

La muestra colectada de *B. chrysoura*, estuvo compuesta en su mayor proporción por organismos indeterminados, seguidos en orden descendente, por los machos y las hembras (**Fig. 9**). Una de las principales causas que pueden explicar este tipo de estructura poblacional, es el hecho de que las áreas con vegetación sumergida representan un hábitat de crianza y protección para los juveniles, lo cual ha sido ampliamente documentado para zonas estuáricas y lagunares de México y el mundo (Ayala-Castañares, 1963; Humphries *et al.*, 1992). Otro factor que pudo haber incidido en el gran número de individuos inmaduros presentes fue que la captura se realizó con un arte de pesca relativamente selectivo (chinchorro playero 0.01m de luz de malla), por lo que los organismos de tallas mayores pudieron haberse excluido en cierta proporción. No obstante, los bajos valores reportados para la abundancia de la especie con base en muestras obtenidas con redes de arrastre en otras áreas de la laguna, indican que los organismos adultos de *B. chrysoura*, no son muy importantes fuera de las zonas con pastos.

Nikolsky (1963) menciona que la proporción de sexos en la mayoría de las poblaciones ícticas es uno a uno (1:1), si bien varía ampliamente a lo largo del año, de especie a especie, favoreciendo casi siempre a las hembras. *B. chrysoura* presentó un comportamiento contrario ya que la proporción sexual de los organismos diferenciados fue de 1 hembra por cada 2 machos (1:2), la diferencia en el número de las muestras fue estadísticamente significativo ($\chi^2_{cal} = 129.92$, $P < 0.001$); probablemente dicha proporción sexual sea el reflejo de una segregación espacial dada por un patrón de migración diferencial entre sexos y a su vez dicha segregación implica que posiblemente la especie utiliza como estrategia reproductiva la poliandria (una hembra tiene más de una pareja reproductiva), aumentando la probabilidad de encontrar un macho biológicamente reproductivo.

Yañez-Arancibia *et al.*, (1983) encontraron que la proporción sexual de la misma especie en laguna de Términos favoreció a las hembras, señalando que éstas realizan movimientos migratorios asociados a la reproducción a mayor escala que los machos, lo que indica que posiblemente parte de los eventos reproductivos se realizan fuera de las zonas con pastos sumergidos de Tampamachoco.

La mayor cantidad de organismos indeterminados se presentó a finales de lluvias e inicio de nortes, mientras que durante el período de secas se incrementó el número de organismos diferenciados sexualmente. Lo anterior indica que la reproducción, si llega a presentarse dentro de las áreas con pastos, llevándose a cabo durante este último período.

Espacialmente laguna Martínez presentó un poco menos de la mitad del periodo de estudio en donde la presencia de organismos fue nulo, caso contrario sucedió en el Boquerón donde en todos los meses se registraron individuos. La proporción sexual fue variante por estación de colecta, sin embargo se siguió un comportamiento similar al presentado de forma total, es decir 1:2 hembra-macho, registrándose el mayor número de machos por hembra durante el periodo de lluvias y como un caso aislado el mayor número de hembras por macho se presentó en mayo del 91 en la estación el Boquerón. Lo anterior indica que los movimientos migratorios de la especie se dan también de una localidad a otra dentro de los pastos sumergidos. Esto también nos sugiere que la zona con menor influencia mareal y más alejada de la boca de la laguna es en menor grado habitada por la especie, en cambio la zona con mayor grado de exposición a las mareas registra la mayor ocurrencia de organismos.

Relación peso-longitud

Las constantes alométricas de las ecuaciones de la regresión peso-longitud para machos y hembras mostraron en general, un comportamiento isométrico, por lo que los organismos diferenciados sexualmente crecen proporcionalmente siguiendo la ley del cubo, mientras que los indeterminados presentaron alometría negativa indicando una mayor intensidad de crecimiento en longitud. Bagenal y Tesch (1978), afirman que las constantes alométricas pueden variar dentro de una especie por diversos factores, entre ellos la madurez gonádica. Ricker (1975) afirma que la relación peso-longitud proporcionan un conjunto de información biológica referente al crecimiento alométrico, cambios alimenticios y madurez gonádica, que afectan en conjunto al estado fisiológico del pez.

Lo anterior puede explicar las diferencias encontradas temporalmente en el presente análisis, en donde las hembras registraron un coeficiente de alometría positivo es decir, una mayor ganancia de peso que de talla en el período de lluvias e inicio de nortes (período en donde empieza la madurez gonádica). El hecho de que los juveniles incrementen su longitud corporal (aunque no su peso) indica probablemente que su ingreso a estas zonas está determinado por una estrategia tanto de protección como de alimentación, al término de lluvias e inicio de nortes. Tanto machos como hembras presentaron constantes alométricas negativas durante los meses de secas, lo cual puede interpretarse como una pérdida de peso debido a la liberación de productos sexuales por la actividad reproductiva. Yáñez-Arancibia *et. al.*, (1983) reportan que el coeficiente de alometría se comportó de forma inversa al ciclo reproductivo, dicho comportamiento no fue similar al del presente trabajo.

La relación longitud total-longitud patrón se utiliza para convertir cualquier longitud patrón incluida en el presente trabajo a longitudes total para compararlos con los que pudiesen encontrarse en la literatura. Esto fue útil para hacer comparaciones de lo aquí reportado con lo citado por otros estudios. En **Tabla 12** se observó que *B. chrysourea* incrementa más es su longitud total (Lt) que su longitud patrón (Lp), entendiéndose como la longitud total la que abarca desde la boca del pez hasta donde termina la aleta caudal, por el contrario la longitud patrón no considera la aleta caudal (**Fig.4**)

Composición de tallas por estimadores de densidad por kernel

La composición por tallas de la muestra analizada por estimadores de densidad por kernel, sugirió distribuciones multimodales en la mayoría de los meses, con un mínimo de dos modas; lo anterior significa que, por un lado, la muestra fue relativamente significativa al abarcar diferentes tamaños (y grados de desarrollo) y por otro, que la especie presenta un período reproductivo más o menos definido, lo cual determina un reclutamiento temporal reflejado en muestras con varias modas; Nelson (1981) menciona que la consecuencia de un proceso de reproducción constante origina reclutamiento continuo que no permite distinguir clases modales en las muestras.

Temporalmente, las tallas mayores de los organismos sexualmente diferenciados se registraron durante el período de secas (abril del 91), mientras que las tallas menores de indeterminados (3.0 cm) se registraron a finales de la época de secas y finales del período de lluvias (mayo-90 y 91 y octubre-90), lo anterior nos indica que el reclutamiento de juveniles a la zona con pastos sumergidos se dio en un periodo inmediato al de los organismos adultos (tallas mayores). Este comportamiento muy probablemente sea el resultado del evento reproductivo durante el inicio del período de secas, cuando la temperatura aumenta y estimula los procesos fisiológicos que disparan la reproducción (Gómez-Márquez, 1994).

Espacialmente las tallas más pequeñas de hembras y machos, así como las tallas mayores de indeterminados se presentaron en la estación del Boquerón (área más alejada de la boca de la laguna), por lo que se piensa que en esta zona los peces encuentran condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo. Por otra parte, en la estación de Paso Daniel (área más cercana a la boca), coincidieron los juveniles más pequeños con las hembras y machos más grandes por lo que en esa zona pudo haberse presentado actividad reproductiva. Esta diferencias en la distribución también podrían estar indicando que los organismos adultos se agregan más hacia zonas con mayor influencia mareal que los juveniles.

Los organismos sexualmente definidos presentaron en promedio ligeras diferencias en talla, siendo más grandes las hembras que los machos (15 y 14.4 cm de longitud patrón, respectivamente), lo cual nos indica que el desarrollo entre sexos es diferente.

Factor de condición y ciclo reproductivo

El análisis conjunto de los índices morfométricos como el factor de condición relativo (Kr), el índice hepatosomático (IHS), el índice gonadosomático (IGS) e índice del tracto digestivo (ITD), puede ser una buena herramienta para entender la dinámica de la asignación energética y por ende los patrones generales de crecimiento y desarrollo influidos por factores biológicos y ambientales (Collins y Anderson, 1995); por ejemplo, la variación en el volumen o peso del tejido muscular es indicadora de la energía asignada y almacenada (como lípidos y proteínas) que puede ser metabolizada para enfrentar períodos de reducción en el aprovisionamiento alimenticio o de inanición. Por su parte las variaciones del Kr , IHS e IGS permiten reconocer los períodos de mayor o menor asignación al crecimiento, al desarrollo o a la maduración gonadal, al establecerse una interacción entre el período reproductivo y el estado nutricional (González-Ciro, 2002).

El factor de condición relativo fue ligeramente mayor al promedio es decir $Kr= 1.01$ por lo que la población en general se encontró en buen estado. Por lo anterior, *B. chrysoura* encuentra en los pastos sumergidos condiciones favorables de alimentación y acumulación de masa

El incremento del *IGS* en mayo el 1990 y febrero del 1991, señala dos pulsos de maduración reproductiva a lo largo del período de muestreo; el hecho de que en esta última fase (abril), el *IGS* aumentara mientras que el *IHS* y el *Kr* disminuyeran, indica una mayor intensidad en asignación de energía (proveniente de hígado y tejido somático) a la producción de gametos durante ese período. Se consideran dos períodos reproductivos ya que el muestreo empezó a la mitad del año de 1990 y terminó a mediados del siguiente año (1991), por lo que el primer pulso representaría el remanente del evento reproductivo de ese año, en cambio el registrado de abril a mayo del 91 podría parecer todo el evento reproductivo de 1991, por lo que se considera que *B. chrysoura* se reproduce una vez al año, fundamentalmente durante el periodo de secas, destinándose el resto del año para la recuperación de los reproductores y la maduración y crecimiento de los juveniles. El incremento del *IHS* y el *ITD* a finales del período de lluvias y durante los nortes, puede deberse a un aumento del alimento disponible en la laguna originado por el enriquecimiento de nutrientes durante las lluvias previas, cuando además de los elementos autóctonos se suman los provenientes del arrastre terrígenos por los ríos (Contreras, 1985).

Los meses reproductivos de *B. chrysoura* registrados en el presente trabajo se encuentran incluidos dentro de los períodos reportados por diferentes autores; Sánchez-Iturbide y Flores-Coto (1985) reportaron desoves de la especie en pastos sumergidos en laguna de Términos de enero a octubre de 1980, con máxima intensidad de mayo a julio; Johnson (1978) con base en reportes para varias localidades en las costas de E.U., observó un incremento del período reproductivo en función de la ubicación latitudinal de la localidad, siendo más corto durante el verano en las zonas más al norte y templadas (New-Jersey) y prácticamente todo el año hacia el sur en zonas más tropicales (Florida).

Análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA)

La variación de las medias del peso eviscerado, hígado, gónadas, y tracto digestivo ajustadas en función de la longitud patrón durante el periodo de estudio, mostró la existencia de un remanente del evento reproductivo de mayo a junio del 90, así como todo el periodo reproductivo del siguiente año (febrero a mayo del 91). Lo cual confirma que efectivamente *B. chrysoura* se reproduce una vez al año de forma cíclica.

Además, en los machos se pudo observar la demanda de energía de las gónadas sobre el hígado y la masa muscular para el evento reproductivo de febrero a mayo del 91, no así en las hembras en donde la variación de del peso muscular y somático se comportaron de forma similar al peso de la gónada.

Por otra parte durante el periodo de lluvias y el de nortes se observaron aumentos del peso del tracto digestivo en la población, asociado a una mayor cantidad de alimento disponible durante esos periodos climáticos.

Correlación entre los índices morfométricos y el análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA)

Las medias de los pesos (eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el análisis de multivariado de covarianza (ANMUCOVA) se compararon con los índices morfométricos (Kr , IGS , IHS e ITD) es decir, con los valores medios sin ajuste por longitud por medio del análisis de correlación. Esta comparación mostró elevadas correlaciones entre los valores de hembras y machos y nula para los valores de indeterminados. Lo anterior, denota que una vez diferenciado el sexo, la dinámica fisiológica cambia, a diferencia de los organismos no definidos sexualmente (indeterminados o juveniles) los cuales tuvieron una longitud patrón menos homogénea que los de sexo definido. Así, las diferentes formas de cómo analizar un mismo patrón por cada método hicieron que no existiera una correlación lineal, ya que el ANMUCOVA estima los valores medios a una misma longitud. En cambio, los métodos tradicionales pueden ser influidos por la predominancia de individuos grandes ó pequeños en una muestra mensualmente, tomando solo en cuenta el peso, sin considerar el tamaño de dichos organismos. El ANMUCOVA presentó un patrón de variabilidad mensual más claro y definido a comparación de los métodos tradicionales, por lo cual se facilitó la interpretación de los resultados.

La población de indeterminados presentó una menor homogeneidad en tamaños, lo cual influyó en los índices morfométricos, ya que estos consideran solo el peso, sin tomar en cuenta el tamaño de los organismos, encontrándose que en el período de lluvias y nortes se observó una disminución del Kr y un aumento del IHS e ITD . En cambio el ANMUCOVA estima los valores medios de los pesos a un mismo tamaño del organismo, encontrándose que la masa muscular aumenta en el periodo de lluvias-nortes al igual que el peso del hígado y del tracto digestivo. Por lo anterior podemos considerar el análisis de por que es más confiable considerar los resultados obtenidos por el ANMUCOVA.

Componentes gaussianos y cohortes para estimar la edad.

Los componentes gaussianos mostraron varias cohortes que determinaron la existencia de 5 clases de tallas por el método de Bhattacharya en el mes de abril del 91 para machos con indeterminados y hembras con indeterminados. En ambos sexos (machos y hembras) los componentes mostraron un comportamiento similar, encontrando la mayor frecuencia de organismos en el componente 1. Además, y considerando la distancia entre los picos modales, a partir del componente dos el crecimiento se va haciendo más lento (distancias modales cada vez más cortas), tanto en machos como en hembras; el valor modal de longitud de las hembras del componente 4 fue mayor que el correspondiente de los machos. Se tuvo por tanto que los valores medios de la longitud patrón de dichos componentes tuvieron un ajuste hacia un valor asintótico de talla. Las medias de cada componente se utilizaron para obtener los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Edad y crecimiento

Por su parte, las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy evidenciaron un valor menor del parámetro de curvatura ($K=0.3370$) y una longitud mayor ($L_{\infty}=16.66$) en hembras, mientras que en los machos el comportamiento fue inverso ($K=0.4060$ y $L_{\infty}=14.78$); la aplicación de las pruebas multivariadas de T^2 –Hotelling y de Máxima Verosimilitud aplicadas a las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy de machos y hembras mostraron diferencias significativas, indicando que L_{∞} fue el parámetro que más influyó en las diferencias de ambas poblaciones. Lo anterior reafirma que para evaluar el crecimiento en peces no sólo se requiere de realizar evaluaciones considerando a los sexos por separado, sino que además es necesaria la aplicación de procedimientos estadísticos más robustos que permitan la detección de diferencias más sutiles.

Las diferencias en tallas confirman un dimorfismo sexual en el tamaño a favor de las hembras, el cual se debe a un patrón de desarrollo diferencial. Dicho comportamiento puede ser interpretado como una diferencia en los procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y la maduración gonadal entre machos y hembras; por un lado, esto implica que los machos alcancen su talla máxima de desarrollo a un ritmo más acelerado, trayendo como consecuencia una menor duración de su ciclo de vida y una reproducción más temprana a diferencia de las hembras.

Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983) obtuvieron los valores de $L_{\infty} = 16.3$ cm de longitud total para *B. chrysoura* sin considerar el sexo, comparándose con los resultados obtenidos en el presente estudio una vez transformada la longitud patrón en longitud total los valores de L_{∞} fueron de 24.39 cm y 18 cm para hembras y machos respectivamente, es decir valores mucho más altos.

Distribución, abundancia y factores fisicoquímicos

Los patrones de distribución y abundancia de *B. chrysoura* mostraron variaciones temporales y espaciales que denotan el tipo de uso de las áreas con vegetación sumergida asociado al proceso de crecimiento y reproducción y a la variación de las condiciones ambientales. Temporalmente, la menor abundancia de la población se registró a finales de nortes e inicio del período de secas (enero a marzo del 91), asociada a las temperaturas más bajas registradas dentro de todo el período de muestreo y a menor profundidad, mientras que las mayores abundancias se presentaron durante finales de lluvias y principio de nortes (octubre y noviembre del 90) y durante el período de secas (abril del 91).

Es importante destacar que durante el primer pulso de abundancia (octubre-noviembre del 90) la relación entre el número de individuos y su biomasa, indicó un menor peso por individuo en comparación con el segundo pulso (abril del 91), en donde el peso por individuo fue mayor. Esta diferencia indica que las áreas con pastos son pobladas principalmente por estadios juveniles hacia finales de lluvias en condiciones de mayor profundidad (0.66-0.77 m), temperaturas relativamente menores (27-28 °C), salinidades más bajas (18-28 ‰) y pH tendiente a la acidez (6.85 a 7.25). Posterior al descenso de la abundancia de invierno, se presentó un repoblamiento de los pastos por organismos con un estado de desarrollo más avanzado, los cuales se registraron bajo la salinidad y temperatura, menor profundidad y pH tendiente a la alcalinidad.

Los promedios de densidad y biomasa total por sitio de colecta, mostraron que el Boquerón y Paso Daniel fueron las estaciones con mayor, a diferencia de laguna Martínez la cual presentó la menor abundancia. Esto indica que el mayor número de organismos más pesados prefieren la zona expuesta e intermedia a las corrientes mareales. En cambio son pocos los organismos que prefieren la zona protegida a las corrientes de las mareas (laguna Martínez) y más alejada del estuario. Los parámetros fisicoquímicos no presentaron una gran variación entre las áreas muestreadas (**Tabla 42**).

De acuerdo a lo anterior se puede pensar que a nivel global, la población de *B. chrysoura* es regulada en su abundancia por la variación mensual de la temperatura y que la diferencia en la estructura poblacional de los dos pulsos de abundancia es determinada fundamentalmente por la variación de la precipitación y su interacción con la influencia mareal, determinando un patrón de distribución por sitio de colecta diferencial.

Dado la categorización ecológica de *B. chrysoura* como una especie eurihalina del componente marino (Castro-Aguirre *et al.*, 1999) y las condiciones ambientales bajo las que fue registrada en el presente estudio, la especie en las áreas con vegetación sumergida, tiene cierta relación con el ambiente estuarino, con la dependencia de la estrategia asociada con la protección, reproducción y el aprovechamiento de alimento disponible. En donde la temperatura influye en la variación de la abundancia de toda la población a lo largo de los meses así como posiblemente la influencia mareal la distribución espacial de juveniles y adultos.

B. chrysoura es un componente íctico de gran importancia en la laguna de Tampamachoco, no sólo por su carácter dominante dentro de las áreas con vegetación sumergida, sino que además, debido a su conducta migratoria asociada a sus patrones de crecimiento y desarrollo, puede estar funcionando como un enlace energético fundamental entre la laguna y el mar adyacente, lo cual determina en gran medida la dinámica y estructura del ecosistema en su conjunto.

CONCLUSIONES


- *Bairdiella chrysoura* es una especie típica marina-eurihalina importante dentro de la comunidad íctica de la laguna Tampamachoco, Veracruz y lleva a cabo parte importante de su ciclo de vida dentro de las áreas marginales con vegetación sumergida.
- La corvina fue una especie dominante en estas áreas, tanto en número como en frecuencia en el período de mayo de 1990 a junio de 1991, por lo que juega un papel importante dentro de la dinámica ecológica de la laguna.
- La población estuvo mejor representada por indeterminados, por lo que las áreas con vegetación sumergida son utilizadas por la especie como zonas de protección, alimentación y desarrollo para dichos organismos.
- El número de machos fue mayor al de hembras, tanto espacial como temporal, con una relación en general 1:2 hembra-macho, indicando posiblemente que existe una segregación espacial por sexos, dada por un patrón de migración diferencial.
- La relación peso-longitud patrón mostró diferencias significativas en los coeficientes de alometría entre sexos e indeterminados por el análisis de covarianza (ANDECOVA), indicando un cierto dimorfismo sexual en tamaño a favor de las hembras.
- La relación peso-longitud patrón para hembras y machos fue de tipo isométrico, indicando que su crecimiento no varió sustancialmente la forma del cuerpo, mientras que para indeterminados el coeficiente de alometría negativo, indicó un mayor crecimiento en longitud que en peso; en general las hembras registraron mayor peso y longitud.
- Los estimadores de densidad por kernel, presentaron multimodalidad para machos, hembras e indeterminados con más de 2 modas, por lo que en los pastos sumergidos la población se encuentra compuesta por más de una talla y su correspondiente estado de desarrollo.
- Las hembras alcanzaron tallas mayores a la de los machos (15 cm y 14.4 respectivamente), registrándose estas a finales del período de secas e inicio de lluvias. Las tallas más pequeñas de indeterminados (3 cm) aparecieron a finales del período de secas y durante el período de lluvias.
- En la estación de colecta Paso Daniel, la cual se encuentra más cercana a la boca de la laguna, se encontraron las tallas más pequeñas de juveniles (época de lluvia) y las tallas mayores de los organismos sexualmente definidos (época de secas); lo que indicando que posiblemente *B. chrysoura* utilice esta zona principalmente para llevar a cabo parte de sus eventos reproductivos de forma más intensa que en las otras áreas de muestreo.

- En el Boquerón que es una de las zonas más alejada de la boca de la laguna en comparación con Paso Daniel, se pudieron observar las tallas más grandes de juveniles junto con las tallas pequeñas de machos y hembras, por lo que los peces utilizan esta área principalmente como zonas de desarrollo y crecimiento.
- La corvina se reproduce durante el final del período de nortes y secas (febrero a mayo del 91), fundamentalmente en la época de secas.
- Durante el período de lluvias y nortes (julio a febrero del 91) los organismos inmaduros crecen y se diferencian, mientras que los adultos se recuperan del evento reproductivo.
- El factor de condición (Kr) y el índice hepatosomático (IHS) se comportaron de forma similar al IGS durante la mayor parte del año, por lo que en ese período los procesos de diferenciación sexual y maduración gonadal no demandan la movilización de energía del hígado y tejido muscular, excepto en el mes de abril del 91, en donde suponemos la mayor intensidad reproductiva.
- La condición de *B. chrysoura* en general tendió a ser significativamente mayor a la unidad ($Kr > 1$ y $P < 0.005$) lo cual implica que en la mayoría de los meses mostraron una condición óptima. No obstante, la variación mensual de este índice mostró un período más largo de buena condición para los machos. La condición de la población presentó ligeros descensos hacia inicio del período de nortes (noviembre del 90).
- El índice del tracto digestivo (ITD) presentó un aumento durante el período de lluvias extendiéndose hasta los nortes (octubre-90 a febrero del 91), indicando que posiblemente en este tiempo se presentó una mayor disponibilidad de alimento o probablemente se incrementó la actividad alimenticia de los organismos.
- El análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA) aplicado a las medias de los pesos (eviscerado, gónadas, hígado y tracto digestivo) y los índices morfométricos (Kr , IHS , IGS e ITD) presentaron una correlación en los organismos sexualmente diferenciados, mientras que en los indeterminados no hubo una correlación entre métodos, por lo que se reveló que la heterogeneidad de las tallas en los organismos indeterminados no corresponde proporcionalmente con la variación del peso muscular, del hígado y tracto digestivo.
- Aplicando el método de Bhattacharya a las muestras mensuales, solo en abril del 91 en machos con indeterminados y hembras con indeterminados se detectó la mayor cantidad de clases de talla (5), lo que indica que durante el período de secas la población es más heterogénea en cuanto a su composición de edades en las áreas con vegetación sumergida.
- Las hembras con indeterminados presentaron una mayor longitud asintótica ($L_{\infty} = 16.66$) y un valor de la constante de crecimiento más bajo ($K = 0.3370$), en


comparación con los machos e indeterminados con una $L_{\infty} = 14.78$ y un valor de $K = 0.4031$, indicando que los machos se desarrollan de forma más acelerada pero alcanzando menor longitud.

- La longitud asintótica (L_{∞}) fue el parámetro de la *FCVB* que más influyó en las diferencias de ambas poblaciones según las pruebas multivariadas de T^2 -Hotelling y la razón de máxima verosimilitud, lo que confirma un dimorfismo sexual en el tamaño a favor de las hembras.
- La longitud máxima reportada para la especie (30 y 25 cm) se analizó en el programa FiSAT por la rutina ELEFAN I, el cual dio valores de la constante de crecimiento (K) similares a los obtenidos para la función de crecimiento de von Bertalanffy (*FCVB*) en el presente estudio. Lo que indica que probablemente las hembras a distintas tallas siguen teniendo una velocidad de crecimiento menor a la de los machos, por lo que requieren de un mayor tiempo para su desarrollo, afectando directamente su longevidad
- La corvina se encontró en las áreas con vegetación sumergida a una profundidad de 0.30 a 1m; 17.5 a 35 °C; salinidad 12.63 a 40.83 ‰; pH 6.52 a 9.01, oxígeno de 2.27 a 10.67 ml/L.
- La variación mensual de la proporción entre el número de organismos y su biomasa indicó una preferencia de hábitat oligohalina (mayor profundidad y menor salinidad, temperatura, oxígeno y pH) por parte de los juveniles y una marina de los adultos (menor profundidad y mayor salinidad, temperatura, oxígeno y pH).
- El pulso de mayor abundancia de organismos juveniles se presentó a finales de lluvias, cuando existe la mayor disponibilidad de alimento en las áreas muestreadas, mientras que la mayor presencia de individuos de tallas más grandes se registró en el periodo de secas es decir cuando la temperatura se incrementa, así la variación climática del área (principalmente la temperatura) y la alimentación juega un papel determinante en la estructura de la población y en las variaciones de la abundancia.
- Aunque el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua fueron similares entre las áreas de muestreo, los organismos de tallas mayores fueron más abundantes en la zona con mayor influencia de las corrientes marinas, mientras que las tallas pequeñas fueron más abundantes en las áreas más alejadas de las corrientes.
- De acuerdo a la categorización de *B. chrysoura* como especie eurihalina del componente marino y las condiciones ambientales bajo las que fue registrada en el presente estudio, se puede afirmar tiene cierta relación con el ambiente estuarino y en mayor grado con una estrategia asociada con la protección, reproducción y el aprovechamiento del alimento.

BIBLIOGRAFÍA

- Arat-Espinoza, G. (1946). Investigaciones ostrícolas en la laguna de Tampamachoco. Veracruz. *Anales del Instituto de Ciencias de Mar y Limnología*, UNAM. México.
<http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1991-2/articulo397.html> 
- Arat-Espinoza, G. (1948). El ostión de Tampamachoco. *Rev. Gral. Marina* (3): 5-7.
- Ayala-Castañares, A. (1963). Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la laguna de Términos, Campeche, México. *Bol. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. México*. 67(3): 1-130
- Bagenal, T.B. and F.W. Tesch (1978). Age and Growth. In: T.B. Bagenal (Ed.). *Methods for Assessment of Production in Freshwater*. 3era Ed. Blackwell Scientific Publication. Oxford. U.K.
- Bernard D R. (1981). Multivariate analysis as a means of comparing growth in fish population. U.K. *Ministry of Agriculture and Fisheries Investigations* (Ser. 2) 19 p.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish Invest., Lond., Ser. II.*, 19: 533 p.
- Bhattacharya, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Bonilla B.J., J. Z. Morales G. y M. G. Pastor (1989). Estudio florístico-ecológico del manglar de la laguna de Tampamachoco, Ver. *Res. Coloq. Invest. Hidrobiol. Tampamachoco*. UAM-Xochimilco.
- Botello, V.A., V.G. Ponce, y G. Díaz. (1993). Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's) en Áreas del Golfo de México. *Hidrobiológica*. 3(1-2):1-15.
- Bulit C. y M. Signoret (1987).. Biomasa fitoplanctónica y producción de oxígeno en la laguna de Tampamachoco Veracruz. VII. Congreso. Nacional. Oceanografía.
- Bulit C. y M. Signoret (1988). Phytoplankton distribution and tidal currents in a tropical coastal lagoon. 23rd European Marine Biology Symposium. Poster abstract.
- Camacho, E., M. R. Palacios, J. M. Cortina, J. E. Aguilar, H. Zamudio y H. E. García (1980). Resultados preliminares al cultivo del ostión en la laguna de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco, Veracruz. Mem. 2o. Simp. Latinoamer. Acuicultura. ii. Depto. de Pesca. 897-942 p.
- Carr W. E. y A. Adams (1973). Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River. Florida. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102 (3): 511-540.

- Castellan J.N. y S. Sydney (1995). *Estadística no paramétrica*. 3a edición. Ed. Trillas. México, 432 p.
- Castro-Aguirre, J. L. (1978). *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Dir. Gral. Inst. Nal. Pesca. México. Serie Científica. No. 19: 1-298 p.
- Castro-Aguirre, J. L., B. Torres, A. Ugarte A. y A. Jiménez. (1986). Estudios ictiológicos en el sistema estuarino-lagunar Tuxpan–Tampamachoco, Veracruz. I. Aspectos ecológicos y elenco sistemático. *An. Esc. Nal. Cienc. Biól., IPN*. México, 30: 155-170.
- Castro-Aguirre J. L., H. P. Espinoza y J. J. Schmitter (1999). *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Colección de Textos. Serie. Biotecnologías. Ed. Limusa. México. 381-383.
- Collins, A.L y T. A. Anderson (1995). The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. *J. Fish Biol.* 47:1004-1015
- Contreras, F. (1983). Variaciones en la hidrología y concentraciones de nutrientes del área estuarino-lagunar de Tuxpan, Tampamachoco, Veracruz, México. *Biótica*. 8 (2): 201-213.
- Contreras F. (1985). *Las lagunas Costeras Mexicanas*. Ed. Centro de Ecodesarrollo Secretaria de Pesca. México, D.F. 253 p.
- Contreras F. (1985b). Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Univ. y Ciencia* 2(3); 47-56
- Contreras F., O. Castañeda, García-Nagaya y F. M. Gutiérrez (1995). Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas 1. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAMI) Depto. de Hidrobiología. México, D.F. 11 p.
<http://rbt.ots.ac.cr/revistas/44-2/contr.htm>
- Contreras, F., O. Castañeda L., E. Barba M. Y M.A. Pérez H. (2002). *Caracterización e importancia de las lagunas costeras*. En: Guzmán, A. P, C. Quiroga B., C. Díaz L., D. Fuentes C, C.M. Contreras Y G. Silva-López (Eds.). pp: 32-43. La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo. SAGARPA-INP-Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- Córdova M. L. R. (1998). *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT Editor, S.A. México. 619 p.
- Chao L. N. y J. A. Musick (1977). Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile sciaenidae fishes in the York River estuary, Virginia. *Fish. Bull.*, 75 (4): 657-702.

- Chávez, E. A. (1969). Estudio ecológico parcial de un sistema estuárico en la costa oriental de México. Tesis profesional (Biol), Esc. Nal. Cienc. Biol. IPN. México. 162 p.
- Chávez, E. A. (1972). Notas acerca de la ictiofauna del Río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y salinidad. IV. Congreso nacional de Oceanografía.. México. 177-199
- Darnell R. M. (1958). Food habits of fishes and larger invertebrates of lake Pontchartrain, an estuarine community. *Publ. Inst. Mar. Sci. Tex.*, 5 : 353-416.
- De la Lanza Espino, G. (1981). Importancia de la materia orgánica de la laguna de Huizache- Caimanero, Sinaloa, México. En: Gómez-Aguirre S. y V. Arenas-Fuentes (Eds) *Contribuciones en hidrobiología*, (1987). Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 269 p.
- Díaz-Ruíz, S., M.A. Pérez-Hernández. y A. Aguirre-León (2003). Characterization of fish assemblages in atropical coastal lagoon in the northwest Gulf of México. *Ciencias Marinas*. 29(4B): 631-644.
- Esquivel-Herrera A. (1986). Análisis de la afinidad ecológica del zooplacton de la laguna de Tampamachoco, Veracruz (abril-1979 a junio-1980). *Res. I Colq. de Plancton y Fertilidad de las Aguas*. Soc. Mex. Planctología.
- Esquivel-Herrera A. (1989). Características de las comunidades del zooplancton de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. *Res. Coloq. Invest. Hidrobiol. Tampamachoco*. UAM-Xochimilco.
- Fernández-Galicia S. (1992). Composición, distribución y abundancia de las familias Carangidae y Stromatidae en las comunidades de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, con algunos aspectos biológicos de las especies dominantes. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Fisher, R.A. (1932). *Statistical methods for research workers*. Cuarta edición. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Fisher, R.A. (1958). *Statistical methods for research workers*. XIII edición Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Flores-Coto y L. Álvarez Cadena. (1980). Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol*. Univ. Nal. Autón. México. 7(2): 67-78
- Flores-Coto C. y M. Pérez-Argudín (1991). Efectos de las mareas en paso de larvas de Sciaenidos (Pisces) en Boca del Carmen, laguna de Términos, Campeche. *Anales del Instituto de Ciencias de Mar y Limnología*, UNAM. México. 19 p.
<http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1994-1-2/articulo445.html> 

- Flores-Verdugo, F., F. González-Farías, O. Ramírez-Flores, F. Amezcua-Linares, A. Yáñez-Arancibia, M. Alvarez-Rubio and J. Day Jr. (1990). Mangrove ecology, aquatic primary productivity and fish community dynamics in the Teacapan-Agua Brava lagoon-estuarine system (Mexican Pacific). *Estuaries*. 13(2): 219-230.
- Ford-Walford L. A. (1946). A New graphic method of describing the growth of animals. *Biology Bulletin* 90 (2): 141-147.
- Fox, J. (1990). Describing univariate distribution. In: *Modern methods of data analysis*, eds. J. Fox J.S. Long, 58-125. Newbury Park, CA: Sage publications.
- Gallardo-Cabello M. (1987). Análisis de la frecuencia y hábitos alimenticios de la "Cigala" *Nephrops norvegicus* (Linneo, 1758) en el mediterráneo occidental (Crustacea: Nephropsidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Contribución 614. 16 p.
- García E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Offset Larios. México. D.F., 252 p.
- García-Berthou, E. y R. Moreno-Amich (1993). Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of the reproductive cycle. *Canadian journal of fisheries and Aquatic Science* 50:1394-1399
- Gómez-Márquez J. L. (1994). *Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos*. FES-Zaragoza, UNAM. México D.F. 89 p.
- González Paola. y Ciro Oyarzún (2002). Variabilidad de índices biológicos en *Pinguipes chilensis Valenciennes* 1833 (Perciformes, Pinguipedidae): ¿Están realmente correlacionados?. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile. *Gayana* 66 (2): 249-253.1
- González S. A. E. (1981). Histología de los ovarios durante el ciclo biológico de *Arius melanopus* y *Bairdiella ronchus* en Tampamachoco, Veracruz México. VII Simp. Latinoamer. Oceanog. Biol.. Acapulco, Guerrero, México.
- Guerra-Sierra Á. y J. L. Sánchez-Lizaso (1998). *Fundamentos de exploración de recursos vivos marinos*. Edit. Acribia, S. A. Zaragoza (España). 135 p.
- Gulland, J. A. (1969). *Manual of Methods for Fish Stock Assessment, Part I. Fish Population Analysis*. FAO Manual Fisheries Science.
- Gulland J. A. (1971). *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces*. Ed. Acribia-FAO. Zaragoza. 164 p.
- Gulland J. A. y A. A. Rosenberg (1992). *Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces*. Edit. FAO. Roma. 114 p.

- Gunter G. (1945). Studies on marine fishes of Texas. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas.*, 1 (1):1- 90.
- Guyalino, F.C., Jr., M. Soriano. y D. Pauly (1989). *A draft guide to the compleat ELEFAN, ICLARM Software*. International Center for living Aquatic Resources Management, Manila Philippines,2
- Guyalino, F.C., Jr., P.Sparre, y D. Pauly (1994). *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools FiSAT User's guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No. 7. Rome, FAO. 124 p
- Guzmán del Proo. S. (1989). Hábitos alimenticios de la ictiofauna de Tampamachoco. *Colq. de Investigaciones hidrológicas*. UAM-Xochimilco.
- Hildebrand (1958). Estudios biológicos preliminares sobre la laguna madre de Tamaulipas. *Ciencia. Méx.* 17 (79): 151-173.
- Haddon, M. (2001) *Modeling and quantitative methods in fisheries*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 404 p
- Humphries, P., I.C. Porter, and N.R. Lorenagan (1992). The fish community in the shallows of a temperate Australian estuary: Relationships with the aquatic macrophyte *Ruppia megacarpa* and environmental variables. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 34: 325-346.
- Johnson G. D. (1978). *Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. IV. Carangidae through Ephippidae*. U. S. Fish and Wildl. Serv. Biol. Serv. Progr. FWS/OBS78/12. 314 p.
- Kimura, D.K. (1980). Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin*, 77(4); 756-776.
- King Michael. (1995). *Fisheries Biology, assessment and management*. Fishing News Books, USA. 79-235 p.
- Kobelkowsky D. A. (1981). Estudio de los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. VII Simp. Latinoamer. Oceanog. Biol.. Acapulco, Guerrero México.
- Kobelkowsky D. A. (1985). Los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biótica*, 10: 145-156
- Kobelkowsky D. A. y A. Reséndez. (1991). Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México. *Universidad y Ciencia*. 8: 91-110
- Krebs J. C. (1978). *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia*. 2ª ed. Harla. México, 743 p.

- Lagler, K. F., (1978). *Freshwater fishery biology*. Wm. C. Brown Co. Ichthyology. 2nd. Ed. John Wiley & Sons, Nueva York, 506 p
- Levene, H. (1960). Robust test for equality on variance. In: I. Olkin, S. G. Ghurye, W. Hoeffding, W.G. Madow y H. B. Mann (Eds.), *Contributions to probability and statistics*, Stanford University Press. California: 278-292.
- Levine S. J. (1978). Gut contents of forty-one lake pontchartrain fish species. Mimeografiado. 78 p.
- López I.M.E. (1983). Estudio biestratigráfico de la formación Tuxpan es su localidad tipo. Tesis profesional, ENEP-Iztacala, UNAM.
- López-López E., M. Salgado y P. Guzmán (1991). Un análisis estacional de la ictiofauna de la laguna de Tampamachoco, Veracruz., y sus hábitos alimentarios. *An. Esc. Nal. Cienc. Biól.*, México. 34: 81-107
- Marques Dos Santos Ma. J (1991). *Probabilidad y estadística para ciencias Químico-Biológicas*. McGRAW-HILL. México. 657 p.
- Marques Dos Santos Ma. J. (2004). *Probabilidad y estadística para ciencias químico biológicas*. 2a. Edición. Universidad Nacional Autónoma de México FES Zaragoza: 337-340.
- Méndez M. N. (1989). Anélidos poliquetos en sedimentos de la laguna de Tampamachoco Veracruz, México. Res. VII. Congr. Nal. Zool. 119 p.
- MINITAB Inc. (2000). *MINITAB reference manual..* Release 13.1. Data Tech Industries, Inc. Valley Forge.
- Molinero M. L. (2002). Análisis de varianza. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión.
www.seh-lelha.org/pdf/anova.pdf
- Molinero M.L (2003). Que es el método de estimación de máxima verosimilitud y como se interpreta. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión.
www.seh-lelha.org/maxverosim.htm
- NCSS, (2000), *NCSS for windows*. Release 7. Stat System. USA.
- Nikolsky, G.V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press, Nueva York, 352 p.
- Odum W. E. y E. J. Helad. (1972). Trophic analysis of an estuarine mangrove community. In: Cronin, E. L. (Ed.). *Estuarine Research. Chemistry, Biology and The Estuarine System*. Academic Press Inc., Nueva York, 1: 265- 286.

- Pérez-Hernández M.A., M. A. Castillo-Rivera, y A. Kobelkowsky (1988). Estudio de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*. 5 (10): 69-84.
- Pérez-Hernández M.A., F. Contreras E., A. García N. y E. Docoing C. (1994). Ictiofauna, hidrología, productividad y algunos parámetros de la contaminación en la laguna de Tamachoco, Veracruz. Informe final del proyecto de investigación. Documento interno. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. UAM-Iztapalapa. México D.F.
- Pérez-Hernández M.A, I.H. Salgado-Ugarte y P.S. Cárdenas-Luna (1994a). Estimación del crecimiento de *Bairdiella chrysoura* por medio del análisis de la frecuencia de tallas usando estimadores de densidad por kernel en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. IV Congreso Nacional de Ictiología. Morelia, Michoacán.
- Pérez-Hernández M.A, P.S Cárdenas y E. Peralta Aguilera. (1994b). Distribución y abundancia de *Anchoa mitchilli* (Cuvier & Valenciennes 1848) en áreas marginales con vegetación sumergida de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. IV Congreso Nacional de Ictiología, Facultad de Biología, UMSNH-SIMAC. Morelia Michoacán
- Pérez-Hernández, M.A., P.S. Cárdenas-Luna y E. Peralta-Aguilera. (1994c). Estructura de las asociaciones de peces que habitan áreas someras con vegetación sumergida de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. IV Congr. Nal. De Ictiología. Morelia, Mich. 22-26 noviembre. 1994. Memorias. Pp. 84
- Pérez-Hernández M. A., Torres-Orozco B. R. (2000). Evaluación de la Riqueza de Peces en las Lagunas Costeras Mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 48 (2/3): 425-438.
- Quiroga-Brahms, C., A. Valdéz-Guzmán, P. Guzmán-Ayala y M. García-Gómez. (2002). En: Guzmán, A. P, C. Quiroga B., C. Díaz L., D. Fuentes C, C.M. Contreras y G. Silva-López (Eds.). pp: 155-166. *La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de Desarrollo*. SAGARPA-INP-Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- Quintana Molina J. y M. Mulia. (1981). Estudio de las poblaciones bentónicas del sistema estuarino Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz, México. VII Simp. Latinoamer. Oceanogr. Biol. Acapulco, Guerrero México.
- Reguero Martha y A. García-Cubas (1986). Moluscos de la laguna Tampamachoco, Veracruz, México: sistemática y ecología. *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol.* UNAM. <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1991-2/>
- Ricker, W. (1958). Handbook of computation for biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Bd. Bull Canada*. No. 119: 300p
- Ricker , W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 382p

- Rodríguez Gutiérrez M. (1992). *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en Peces*. AGT Editor S.A. México. 3-10: 79 p.
- Rome Peebles D. (1998). *The silver Perch, Bairdiella chrysoura*. Courtesy of Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Division of Marine Fisheries.
- Rossenblum, M.; Pudney, J.; Callard, I. (1987). Gonadal morfology enzyme histochemistry and plasma steroid leves during the annual reproductive cycle of male and femanle brown bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus*. *Lesueur. J. Fish Biol.* 31 : 325-341 *et al.* (1987)
- Rosado-Solórzano R. (1995). Modelo de la Dinámica trófica en la laguna Tampamachoco Veracruz México. Tesis Profesional. IPN. 44 p.
- Salgado-Ugarte I.H. (1985). Algunos Biológicos del Bagre *Arius melanapus* Günther (Osteichthyes: Ariidae) en el sistema lagunar de Tampamachoco Veracruz. Tesis Profesional ENEP-Zaragoza, UNAM. México. 108 p.
- Salgado-Ugarte I.H. (1992). *El análisis exploratorio de datos biológicos*. Marc ediciones y ENEP Zaragoza, México, 243 p.
- Salgado Ugarte I.H y M. Shimizu y T. Taniuchi (1993). Snp6:Exploring the shape of univariate data usisng kernel density estimators. *Stata Technical Bulletin* 16: 8-19. Reprinted in *Stata Technical Bulletin Reprints*, vol 3, 155-173
- Salgado-Ugarte, I.H., M. Shimizu. y T. Taniuchi (1994). Semi-graphical Determination of Gaussian Components in Mixed Distributions. *Stata Technical Bulletin*, 18:15-27
- Salgado Ugarte I.H. (1995). Nonparametric Methods For Fisheries Data Analysis And Their Application In Conjunction With Other Statistical Techniques To Study Biological Data of The Japanese Sea Bass *Lateolabrax japonicus* In Tokyo Bay. Tesis Doctoral. Tokio Japón: 239-268.
- Salgado-Ugarte, I.H., M. Shimizu. Y T. Taniuchi (1995a). ASH, WARPing, and kernel density estimation for univariate data. *Stata Techical Bulletin*, 27: 2-10.
- Salgado-Ugarte, I.H., M. Shimizu. Y T. Taniuchi (1995b). Practical rules for bandwidth selection in univariate density estimation. *Stata Techical Bulletin*, 27: 5-19.
- Salgado-Ugarte I.H., J. Martínez-Ramírez, J.L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza (2000a). Some programs for growth estimation in fisheries biology. *Stata Technical Bulletin*. 53: 35-47
- Salgado-Ugarte I.H., M. Shimizu, T. Taniuchi y K. Matsushita (2000b). Size frequency analysis by averaged shifted histograms and kernel density estimators. *Asian Fisheries Science*, 13: 1-12.

- Salgado-Ugarte I.H. (2002). *Suavización no paramétrica para análisis de datos*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, U.N.A.M. México. 139 p.
- Salgado-Ugarte I.H, M.A. Pérez-Hernández, J.L. Gómez-Márquez y B. Peña Mendoza. (2004). Pruebas multivariadas y de máxima verosimilitud para comparación de funciones de crecimiento de peces. IX Congreso Nacional de Ictiología, 13 al 16 de septiembre, Villahermosa Tabasco. 242 p
- Sánchez-Iturbide A. y C. Flores-Coto (1985). Estimación de la biomasa de *Bairdiella chrysoura* por medio del censo de huevos y algunos aspectos de sus primeros estadíos, laguna de Términos, Campeche (Pisces: Sciaenidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limno*. Universidad Nacional Autónoma de México. Contribución 477. 21 p.
<http://biblioweb.Degesca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-2/articulo221.html>
- Sánchez-Rueda P. (1989). Contribución al conocimiento de la ictiofauna del sistema estuarino-lagunar Tuxpan-Tampamachoco, Veracruz, México (1983-1984). Tesis profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 102p.
- Sánchez-Santillán L. (1994). Influencia cualitativa y cuantitativa de los factores climáticos que inciden en la salinidad y temperatura del agua de la laguna Tampamachoco Veracruz (1979-1986) México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias. UNAM. 64 p
- Scott D.W. (1979). On optimal and data-based histograms. *Biometrika*, 66: 605-610.
- Scott D. W. (1992). *Multivariate Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Silverman, B.W. (1986). *Density estimation for statistics and data analysis*. London: Chapman & Hall.
- Springer J. G. y T. Woodburn. (1960). An ecological Study of the fishes of Tampa Bay area, Fla. *St. Bd. Prof. Pap. Serv.*, 1: 1-104.
- SPSS inc. (1989). *SPSS-X user's guide*. SPSS Inc., Chicago III. 476-551
- Stata Corporation (2003). *Stata Statistical Software: Intercooled Stata 8.0 for Windows*. College Station, Texas. USA.
- Strickland, J. D. H. y T. R. Parsons (1972). A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. Res. Board Can. Bull.
- Subrahmanyam C. B., y S. H. Drake. (1975). Bull, Studies on the animal communities in two north Florida salt marshes. Part III L Fish communities. *Mar. Sci., Bull.* 25(4): 445-465.
- Torres-Barba J. F. y Sánchez-Robles (1981). Abundancia, distribución y estructura de la comunidad ictioplanctonica, en la laguna de Tamiahua, Veracruz, a través de un ciclo anual. Tesis profesional. Fac. Cienc. Univ. Nal. Autón. México. 57 p.

- Torres-Castro L., A. Santos-Matínez y P. Acero (1999). Reproducción de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. 1-7 p. <http://rbt.ots.ac.cr/revistas/47-3/torres.html>
- Vázquez-Botello A. (1978). Presencia de hidrocarburos fósiles en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.*, 26 (1): 135-151.
- Vázquez-Botello A. (1979). Niveles actuales de hidrocarburos fósiles en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. UNAM. México, *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.* 6 (1): 7-14.
- Vázquez-Botello A. y A. F. Mandelli (1980). Organic carbon isotope ratios of recent sediments from coastal lagoons of the Gulf of México. *Geochem.* 44: 557-559.
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* 10: 181-243.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amescua-Linares y J.W. Day Jr. (1980). Fish community structure and function in Terminos lagoon, a tropical estuary in the Southern Gulf of México. In: Kennedy, V. (Ed.). *Estuarine Perspectives*. Academic. Press., Nueva York: 465-482.
- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, I. Vargas-Maldonado, P. Chavance, F. Amescua-Linares, A. Aguirre-León y S. Díaz-Ruíz (1982). Ecosystem dynamics and nichthemeral and seasonal programming of fish community structure in a tropical estuarine inlet, México. In: Lasserre, P. and H. Postma (Eds.). *Coastal Lagoons*. Oceanologica Acta. 5(4): 417-429.
- Yáñez-Arancibia, D. F. Hernández., y F. L. Amescua (1983). Ecología, biología y dinámica de las poblaciones de *Bairdiella chrysoura* en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México. (Pisces: Sciaenidae). *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol.* UNAM. 11:123-162.

Citas sin autor ni año

Anova un factor y Kruskal-Wallis.

www.e-pfb.com/ebiometria/pfb_teb/tecnicas_y_casos/te14.pdf

La longitud y el peso.

http://www.riograndedexuvia.com/La_longitud_y_el_peso.htm