

Análisis de las capturas de charal *Chirostoma chapalae* con redes mangueadoras y atarrayas en el lago de Chapala, México

René Elizondo Garza y José Ignacio Fernández Méndez

Instituto Nacional de la Pesca, Pitagoras No. 1320, Col. Santa Cruz Atoyac. México, D.F. 03310.

ELIZONDO-GARZA, R. 1996. Análisis de las capturas de charal *Chirostoma chapalae* con redes mangueadoras y atarrayas en el Lago de Chapala, Mich., México. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 13.*

Se analizan las capturas de las especies del género *Chirostoma* con redes mangueadoras y atarrayas en un ciclo de muestreos mensuales durante 1991, 1992 e inicios de 1993 de la captura comercial del Lago de Chapala (Jalisco-Michoacán), México, con el propósito de observar el comportamiento de sus patrones morfométricos y contribuir al conocimiento y biológico-pesquero de dicho recurso. *Ch. chapalae* constituye casi la totalidad de las especies del género *Chirostoma* en las capturas de las redes mangueadoras, encontrándose solo dos ejemplares de pescado blanco (*Ch. sphyraena*) en todo el período de estudio.

Se determinó que las medias de parámetros como longitud total y patrón, peso total y factor de condición, muestran un patrón de variación anual definido, aumenta a partir de julio de cada año para descender después de junio del año posterior, lo que indica la predominancia de organismos nacidos en una época de reproducción bien delimitada. Los resultados del análisis del factor de condición y de madurez gonádica indican que la temporada de reproducción se ubica en los meses de marzo y abril. El reclutamiento a la pesquería ocurre alrededor de los 4 cm de longitud total.

Los patrones de variación anual de la relación peso-longitud, la proporción de sexos y de madurez sexual son distintos en las redes mangueadoras y las atarrayas, atribuyéndose a la diferente distribución de los organismos, según el sexo y su etapa dentro del ciclo de vida.

An analysis of the catches of fish of the genus *Chirostoma* in "mangueadora" and "atarraya" nets in lake Chapala, Mexico is presented. This study covers a cycle of monthly sampling of commercial catches during 1991, 1992 and the beginning of 1993. Among the species of this genus, *Chirostoma chapalae* comprises almost the total catches with only two individuals of pescado blanco (*Chirostoma sphyraena*) recorded during the period comprised in the study. The variation of the patterns of biometric characters is examined, trying to contribute to the knowledge of the fisheries and biology of this species in the lake.

It was found that the means of the main characters (total and standard length, total weight and condition factor) show a definite annual variation pattern, which trends to rise from July to descend after next year's June, which seems to indicate the predominance of organisms born after a well defined spawning season. The results of the condition factor and sexual maturity analysis indicate that the spawning season comprises the March-April period. The recruitment lays around 4 cm TL.

The length-weight relationship, sexual maturity and sex ratio annual variation patterns differ in the "mangueadora" and "atarraya" catches, maybe due to different distribution of the organisms, according to sex and life stage.

Introducción.

La red mangueadora es un arte de pesca cuyo uso se remonta a los años cincuenta en Ocotlán, Jal.; sin embargo, no existe información escrita que documente su origen, por lo que se desconoce al artesano creador de la misma. Su empleo alcanza un mayor auge a partir de septiembre de 1985, al prohibirse el uso del chinchorro, surgiendo de ello polémicas y un conflicto social, a pesar de resultar en un aumento considerable de las capturas. Los argumentos en contra de su uso se centraban en la supuesta captura de juveniles de pescado blanco por las redes mangueadoras lo que, se decía, tendría un efecto negativo sobre la especie. De ahí que en el presente estudio se realice un

análisis de las capturas de redes mangueadoras comparándolas con las de las atarrayas.

La pesquería del charal es descrita por Gallardo (1977), quien remarca la importancia que tiene la especie junto con el pescado blanco y el bagre. A partir de 1985, en que se prohíbe el uso del chinchorro por ser dañino al recurso y causar deterioro en las orillas del lago, la utilización de la red mangueadora se incrementa. Las investigaciones sobre este arte de pesca son recientes, Ortíz (1989) la menciona en su estudio de la pesquería del charal. Posteriormente, Rodríguez (1989) incursiona en la dinámica poblacional de cuatro de las principales especies explotadas en ese lago, Elizondo y Rodríguez (1993) proporcionan una descripción general de artes de pesca, embarcaciones utilizadas y el rendimiento obtenido.

Area de estudio

El Lago de Chapala es un embalse natural que por su tamaño es considerado el más grande del país y el tercero en Latinoamérica (Guzmán, 1995). Se localiza en la meseta central en los estados de Jalisco y Michoacán, entre las coordenadas 20° 07'00" - 20°21'30" Latitud Norte y 102°40'45" - 103°25'30" Longitud Oeste (Fig. 1); tiene una longitud máxima de 82.18 Km, una anchura promedio de 18.8 Km y una extensión aproximada de 1,740.8 Km² (U. de G., 1983). Tiene una profundidad media de 4.5 m y una máxima de 7.0 m; en un lapso de poco menos de un siglo el lago ha disminuido su área de 111,570 a 96,295 Ha (13.7% de recuducción), y su volumen de 6,916 a 3,137 Mm³ (54.4%), consecuencia de azolvamiento provocados por la deforestación, extracción de agua, basura y otros factores (Guzmán, 1995).

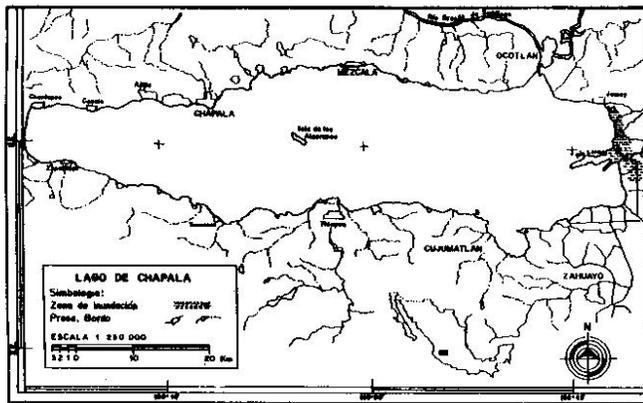


Fig. 1. Localización del lago de Chapala, Jalisco-Michoacán. (Rodríguez, 1989)

Material y métodos

El material biológico se colectó mensualmente desde mayo de 1991 hasta febrero de 1993, excepto diciembre de 1991 y enero de 1993, contando con 15 muestreos con redes mangueadoras y 17 en atarrayas. Los organismos corresponden a las capturas comerciales realizadas en las áreas de pesca de Isla Alacranes, Mezcala, San Juan Tecomatlán, Ojo de Agua e Isla Presidio.

Los datos registrados fueron longitud total y patrón en centímetros, peso total en gramos, altura máxima del cuerpo, así como el sexo y estado de madurez sexual. Además, se registró la localidad y el arte de pesca usados en la captura.

Para el presente estudio se procesaron los datos de mayo, julio, septiembre y noviembre de 1991; enero, abril, mayo, junio, julio, septiembre, noviembre y diciembre de 1992, así como febrero de 1993. En abril de 1992 sólo se tienen datos de atarraya por corresponder al periodo de prohibición del empleo de las redes mangueadoras.

Del total de los ejemplares muestreados, así como de los machos y las hembras por separado, se obtuvieron los estadísticos descriptivos como la media y desviación estándar, así mismo las distribuciones de frecuencia de la longitud total,

longitud patrón, altura media del cuerpo y peso. También se calculó la proporción de sexos así como la de madurez de cada uno de ellos. Se calculó la relación longitud patrón-longitud total, obteniendo el promedio de los estimados en todos los meses examinados de acuerdo con la expresión de Pauly (1984):

$$L_t = a + b L_p$$

donde: L_t = Longitud total L_p = Longitud patrón

a y b = Constantes.

Se obtuvieron los parámetros de la relación peso-longitud

$$W = aL^b,$$

donde: W = Peso, L = Longitud, a y b = Constantes.

Con el fin de linealizar esta expresión se transformó en

$\log W = \log a + b \log L$ y se aplicó una regresión de logaritmo de peso contra logaritmo de longitud, siendo b igual a la pendiente y a igual al antilogaritmo de la ordenada al origen.

Con fines de comparación se calculó el factor de condición (usando la longitud patrón) según Pauly (1984):

$$F_c = 100 W/L^3$$

Resultados

Se obtuvieron 3,200 charales de la especie *Chirostoma chapalae* y dos ejemplares de pescado blanco (*Ch. sphyraena*), representando una fracción insignificante para fines prácticos (0.06%). Por tanto, el análisis que se presenta se refiere exclusivamente a las capturas de charal.

En las figuras 2 y 3 se observa el comportamiento de la media de los datos biométricos (longitud total y peso) a lo largo del periodo de estudio. En estas figuras es clara una tendencia ascendente de las medias de las mediciones, desde julio-septiembre, hasta llegar a un máximo alrededor de junio del año siguiente. Esta tendencia es consistente para ambos sexos en la red mangueadora y para las hembras en la atarraya. Lo anterior se debe posiblemente a la combinación del crecimiento individual, el reclutamiento y la mortalidad. Después del desove máximo (principios de marzo a fines de abril) los organismos reclutados a la pesquería (aparentemente desde julio hasta septiembre) hacen bajar la media de la longitud y el peso, tal vez en combinación con la mortalidad de organismos mayores. La media aumentaría posteriormente por el crecimiento individual de los organismos ya reclutados.

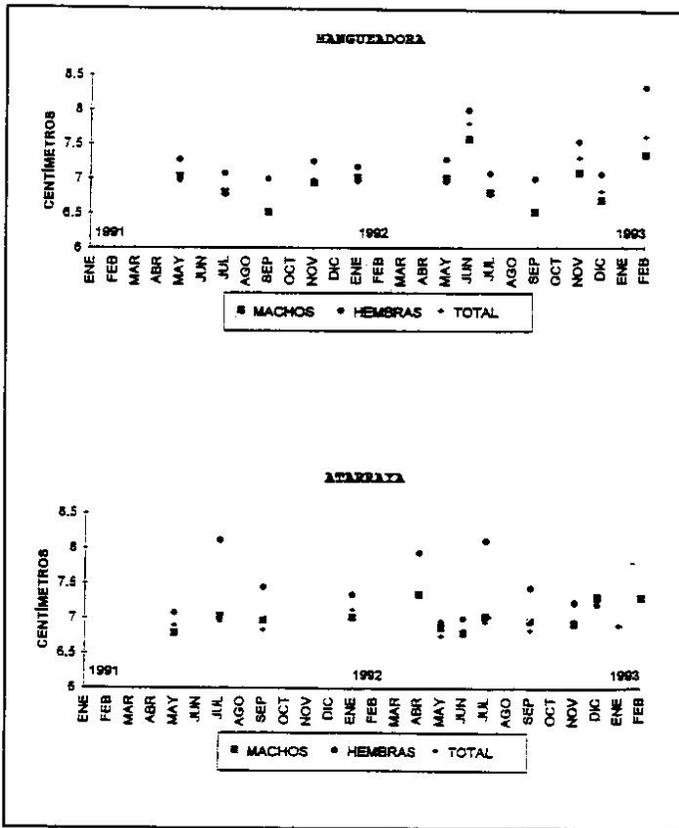


Fig. 2. Variación en el tiempo de la longitud total promedio.

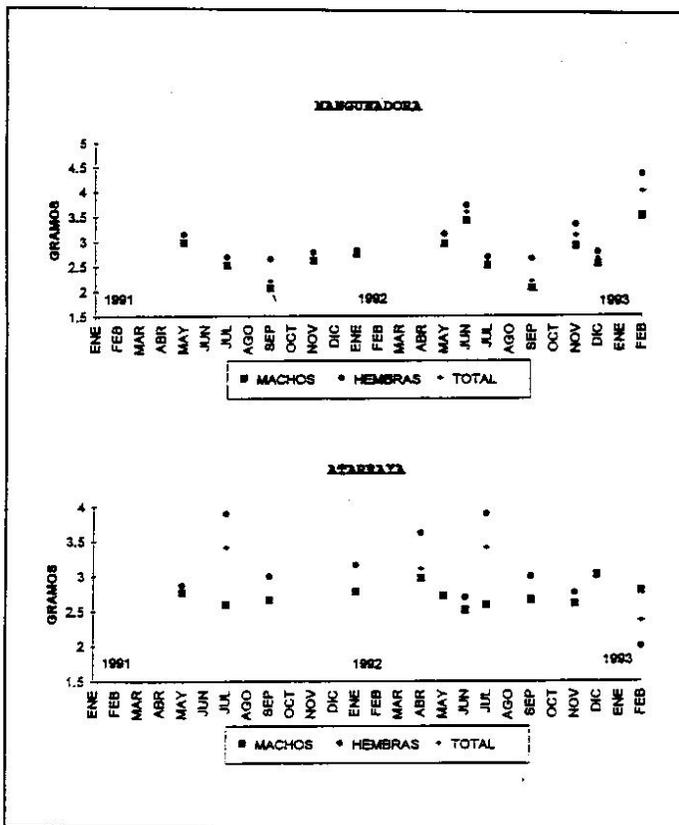


Fig. 3. Variación en el tiempo del peso total promedio.

La longitud mínima de los individuos capturados con redes mangueadoras fue de 4 cm. La talla de reclutamiento fue muy cercana a esa. Las longitudes máximas encontradas fueron cercanas a 10 cm, aunque fueron escasas.

El factor de condición (Fig. 4) tiende a aumentar en los machos hasta mayo, y disminuye en junio, en la red mangueadora. En la atarraya este factor parece disminuir a principios de año para los machos pero la tendencia no es tan clara como en la mangueadora. En las hembras se nota una disminución gradual a fin de cada año en la red mangueadora (señalada por las flechas), mientras que en la atarraya hay un aumento a principios del año siguiente y una posterior disminución en abril. Esto tal vez se encuentra relacionado con el inicio y el máximo de los desoves, así como con la emigración de hembras maduras a las orillas.

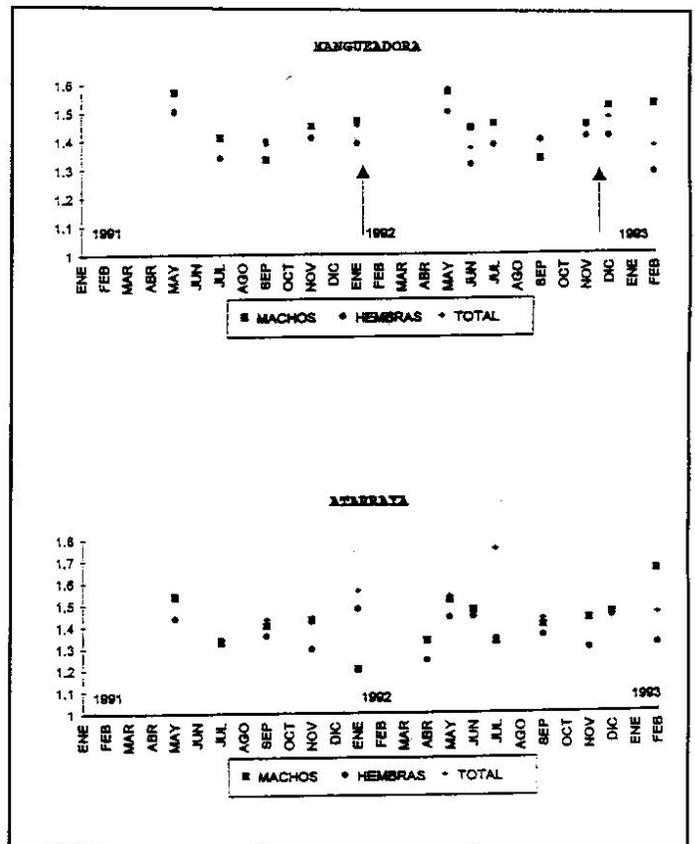


Fig. 4. Variación en el tiempo del factor de condición.

La proporción de sexos (Fig. 5), es variable en la mangueadora, sin poderse distinguir un patrón definido, mientras que en la atarraya existe dominancia de machos aunque es notable un ligero aumento de la proporción de hembras en el segundo trimestre del año, otra vez, posiblemente relacionado con la migración de éstas para el desove.

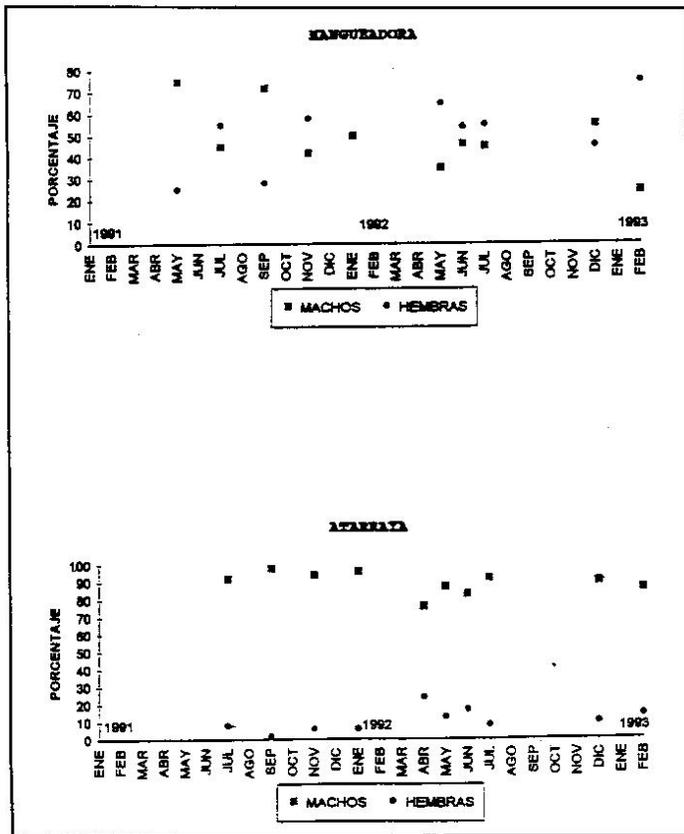


Fig. 5. Variación de la proporción de sexos en las capturas

En cuanto a la madurez sexual (Fig. 6), en la mangueadora la mayor proporción de hembras maduras se encuentra a fin de año e inicios del siguiente, la operación de esta red no es permitida oficialmente durante el máximo periodo reproductivo del charal. En la atarraya la proporción mínima de "madurez" detectada fue en mayo sin una correspondiente disminución en el promedio de longitud, pero sí en el de peso. Esto indica que las hembras grandes presentes ya han desovado.

Las estimaciones de los parámetros de la relación Longitud patrón-Longitud total, tomando en conjunto la atarraya y la mangueadora son:

	Media	Error Estandar	Coefficiente de Variación (%)	Amplitud del Intervalo de confianza 95%. (media±)
a	.3137	.01707	5.44	.04381
b	1.16	.0210	1.8	.1520

Es notable que el Coeficiente de Variación de la constante *a* (alrededor de 5%) es mayor al de la constante *b* (1.8%). Los valores del coeficiente de correlación r^2 nunca bajaron de 0.9090.

En lo referente a la relación peso-longitud, los valores del exponente *b* varían desde menos de 1.55 hasta 3.1 y la constante *a* desde valores superiores a 0.17 hasta 0.0113. Sin embargo, el coeficiente de correlación (r^2) de la regresión de la expresión linealizada llegaba a tener valores tan bajos como 0.1, que indica una relación casi nula entre las variables.

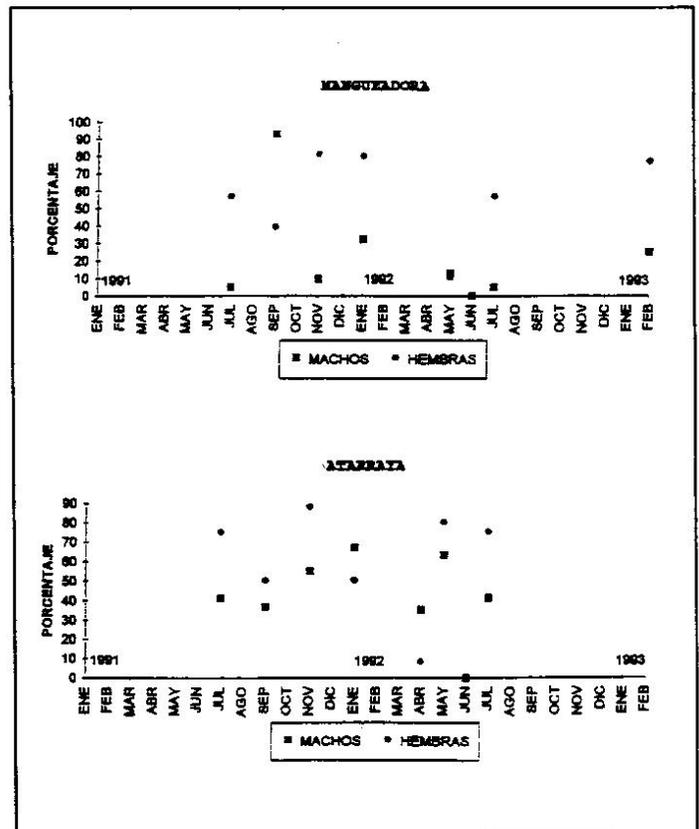


Fig. 6. Variación en el tiempo de la proporción de organismos maduros sexualmente.

Una explicación a lo expuesto puede ser que al tratarse de organismos de crecimiento rápido y al aumentar notablemente su peso en la época de maduración, tal vez se diera una situación como la que se muestra en la figura 7 en la que dentro de un intervalo reducido de tallas se tienen animales que se ajustan a una relación peso-longitud dada (Fig. 7a). Al incluir intervalos más amplios de longitud se abarcan ejemplares que se ajustan mejor a dos o más relaciones diferentes y, al incluirlos en una sola regresión, el coeficiente de correlación baja, la pendiente se hace mayor y la constante *a* se hace más pequeña.

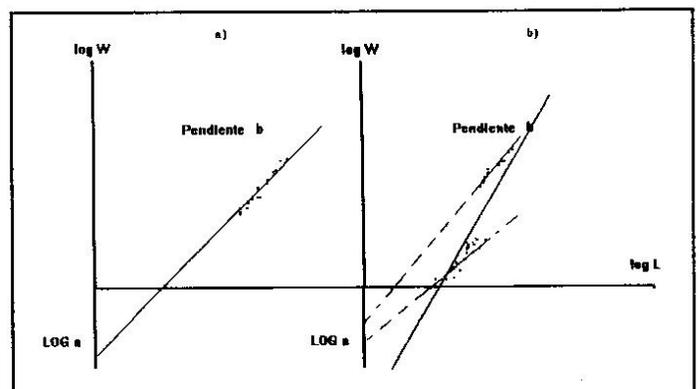


Fig. 7. Comparación de la relación peso-longitud, entre a) Organismos dentro de intervalos de longitud pequeños. y en b) Intervalos de longitud más amplios

En la *figura 8* se amplía la explicación de esta situación, observándose en la sección 1 de la misma que sólo se tienen individuos menores e inmaduros, una regresión resulta en un coeficiente de correlación alto; en la sección 2 los individuos más largos de la población han llegado a la madurez y han tenido un aumento rápido de peso, moviéndose en el gráfico en la dirección señalada por las flechas, al existir organismos maduros e inmaduros en la misma muestra el coeficiente r^2 baja. En la sección 3 todos los organismos están en intervalos altos de peso y longitud con un coeficiente de correlación alto. En la sección 4 se observa el efecto ya explicado sobre la línea de regresión por la incorporación de nuevos reclutas. Los parámetros de la ecuación de la relación peso-longitud varían en la forma mostrada al lado derecho de la figura. Esto indicaría que en los momentos cuando se presentan los coeficientes de correlación más altos, las características de los individuos de la muestra son más homogéneas. Entonces, para la evaluación sólo se consideraron los periodos de muestreo cuando se obtuvieron los coeficientes de correlación más altos. Cuando, al procesar las muestras, se obtuvieron los coeficientes (r^2) más altos (mayores a 0.8), el valor de la constante a y el exponente b se comportaban como se muestra en la tabla 1. En la *figura 9* se observa que el coeficiente de correlación tiende a bajar en la red mangueadora al avanzar en el tiempo, a partir de julio (que es cuando se da la disminución y posterior incremento de las medias de los datos morfométricos, como se mencionó anteriormente) hasta septiembre-noviembre, particularmente en los machos, hasta alcanzar un punto alto otra vez a partir del inicio del año siguiente. En la atarraya se observa la tendencia justamente opuesta.

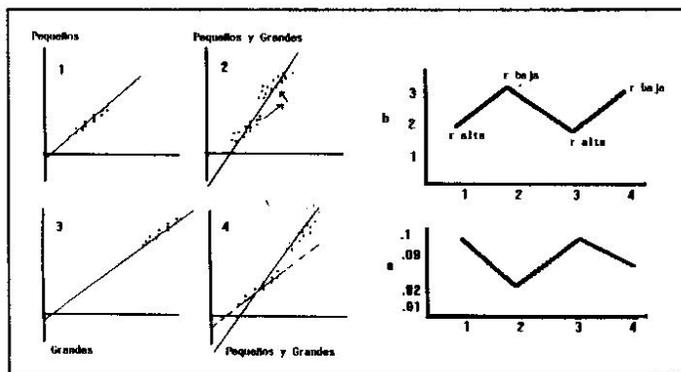


Fig. 8. Efecto del aumento rápido de peso de animales mayores en los parámetros de la relación peso-longitud estimada a partir de las muestras. A la izquierda, presencia de animales de diferentes tamaños. A la derecha, parámetros de la relación peso-longitud.

El exponente b (fig. 10) aumenta, más marcadamente en las hembras, a partir de julio de alrededor de 2.5 hasta llegar (en septiembre-octubre) alrededor de 3. El valor baja posteriormente hasta llegar a un mínimo, cercano o inferior a 2, en abril-mayo (después del periodo de desove máximo). La tendencia recíproca se presenta con los valores de la constante a

Tabla 1. Variación de las estimaciones de los parámetros de la relación peso-longitud y del coeficiente de correlación.

Coefficiente de Correlación (R^2)	a	b	Mes	Sexo	Red
0.926	0.1326	1.75	May-91	M	Mangueadora
0.903	0.1267	1.79	May-91	H	Mangueadora
0.9014	0.0395	2.41	Jul-91	H	Mangueadora
0.8976	0.0385	2.42	Jul-91	H	Atarraya
0.806	0.012	3.05	Sep-91	H	Mangueadora
0.827	0.029	2.71	Nov-91	H	Mangueadora
0.873	0.023	2.64	Nov-91	H	Atarraya
0.895	0.151	2.92	Jun-92	M	Mangueadora
0.916	0.0672	2.12	Jun-92	H	Mangueadora
0.86	0.047	2.16	Feb-93	M	Mangueadora
0.87	0.0633	1.96	Feb-93	H	Mangueadora

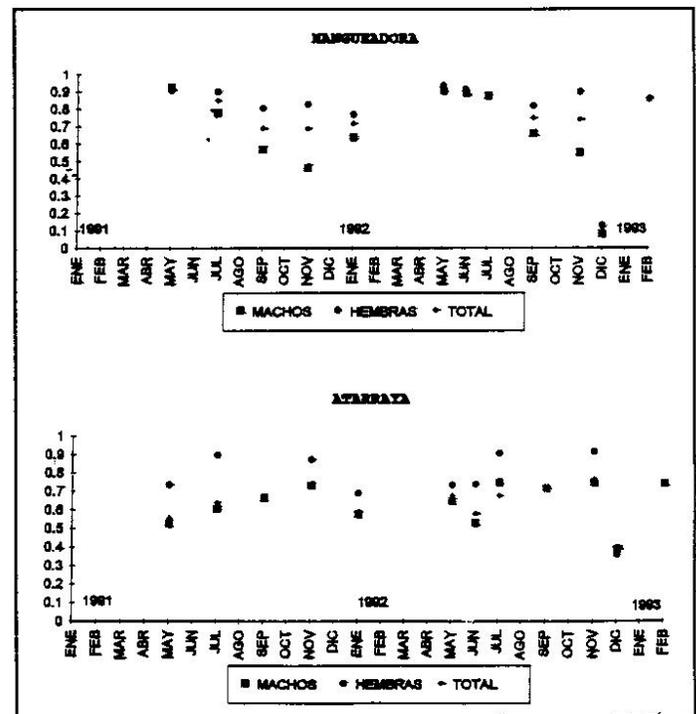


Fig. 9. Variación en el tiempo del coeficiente de determinación R^2 , relación P.L. (LP-PT).

(Fig. 11). Ésto es consistente con el comportamiento del factor de condición.

En la atarraya los máximos del exponente b se presentan alrededor de mayo y los mínimos alrededor de septiembre. Esta es la tendencia opuesta a la mangueadora e implicaría que los animales más robustos en la atarraya se encuentran en mayo, pero con una mayor heterogeneidad ("robustos" junto con "delgados") lo que se explicaría con la presencia de organismos listos para la reproducción junto a individuos que ya la

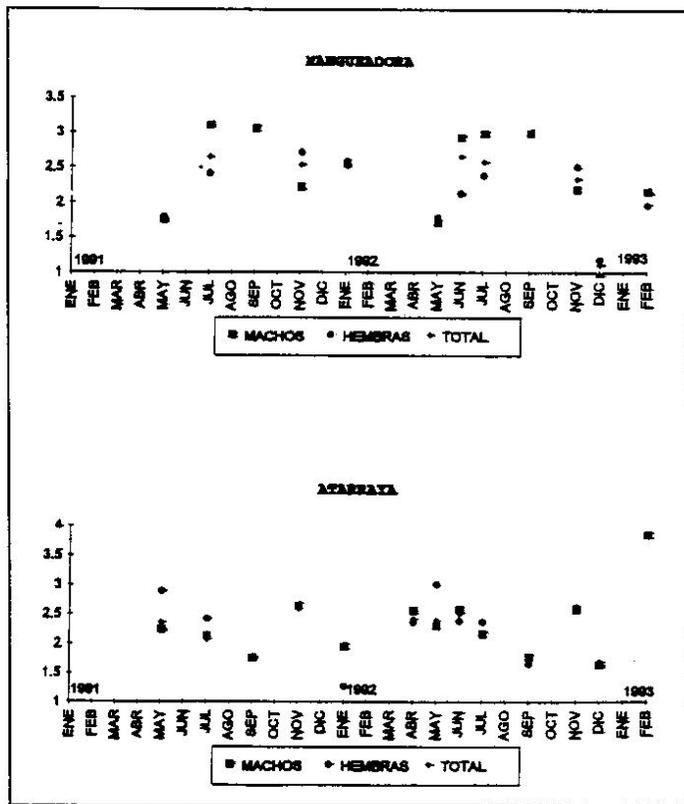


Fig. 10. Variación en el tiempo del coeficiente B; relación P.L. (LP-PT).

realizaron. Los organismos menos robustos y con distribución de características morfométricas más uniforme se encuentran en septiembre.

Discusión

El comportamiento de las medias de los datos morfométricos se deben posiblemente a la combinación del crecimiento individual, el reclutamiento y la mortalidad, después del desove máximo (principios de marzo a fines de abril) los organismos reclutados a la pesquería (aparentemente desde julio hasta septiembre) hacen bajar la media de los datos morfométricos, tal vez en combinación con la mortalidad de organismos mayores. La media aumentaría posteriormente por el crecimiento individual de los organismos ya reclutados.

La variación a lo largo del año del factor de condición tal vez se encuentra relacionado al inicio de los desoves, la emigración de hembras maduras a la orilla y el desove (que, como se mencionó alcanza su máximo en marzo-abril).

El comportamiento variable de la proporción de sexos muy posiblemente está relacionado con la migración de las hembras hacia la orilla para el desove.

Como se dijo, la manguadora no es operada durante la época de máxima reproducción del charal, de ahí la ausencia de muestras durante ese periodo. La proporción de hembras en las capturas por atarraya en mayo y sus características morfométricas indican que las hembras grandes presentes ya

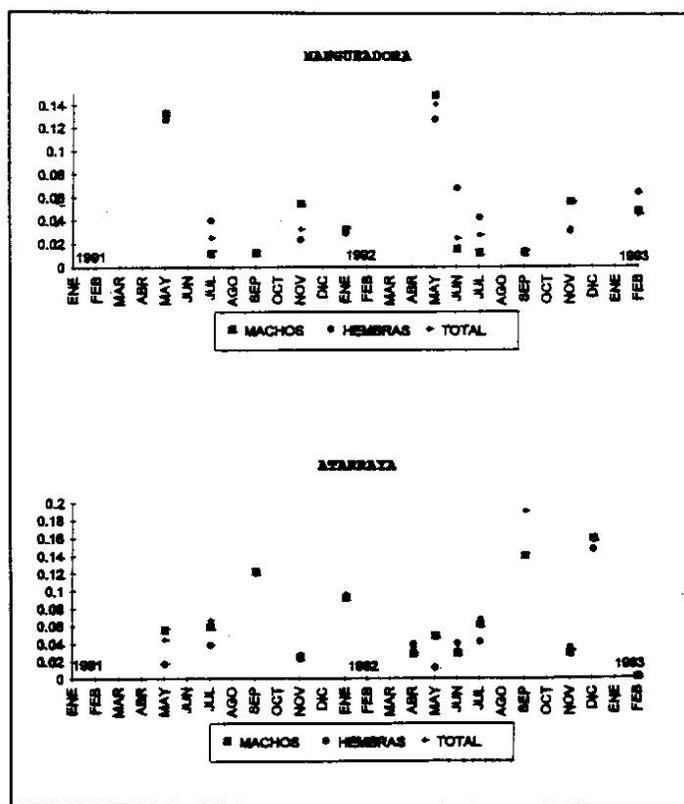


Fig. 11. Variación en el tiempo del coeficiente B; relación P.L. (LP-PT).

han desovado. La reproducción en marzo y abril, implica que las capturas con atarraya se componen, en su mayoría de organismos que ya han cumplido su función reproductora.

Algo que es notable es la diferencia de la homogeneidad de las características morfométricas en los machos en relación con la de las hembras (reflejada en los coeficientes de correlación, Fig 9) a lo largo del tiempo. Esto pudiera ser resultado, entre otras causas, de diferentes características de crecimiento y maduración o diferencias en los patrones de movimiento dentro del lago entre los sexos. Esto último es altamente probable si se considera las proporciones de sexos entre la manguadora y la atarraya mencionadas arriba.

Con base en lo anterior, se ve que si se asignara un solo valor de b a la relación peso longitud se podrían cometer errores en evaluaciones que involucraran conversión de longitud a peso o que incluyeran dicho exponente (como la ecuación de crecimiento en peso, que sirve de base a evaluaciones de rendimiento por recluta, por ejemplo). Incluso, podría pensarse que el crecimiento en peso de esta especie se ajustaría difícilmente a una ecuación de von Bertalanffy en peso, con un exponente b constante.

En el caso de este estudio, sería muy difícil hacer una evaluación del crecimiento que fuera algo más que aproximada. En los datos está representado un intervalo reducido de tallas y el reclutamiento más o menos continuo no ofrece grupos diferenciados que pudieran ser seguidos fácilmente a través del

tiempo. Esto dificultaría la utilización de métodos indirectos, basados en la longitud.

Agradecimientos

Se hace especial reconocimiento al Técnico Ranulfo Diego Bautista por su actividad en el trabajo de campo. Se agradece a las M. C. Ma. Teresa Gaspar Dillanes y Araceli Orbe Mendoza por su revisión y comentarios.

Referencias bibliográficas

- ARREDONDO FIGUEROA, J.L. y C. Aguilar Díaz, 1987. Bosquejo Histórico de las investigaciones limnológicas realizadas en lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. En: Gómez Aguirre, S. y V. Arenas F. (Eds), *Contribuciones en Hidrobiología*. UNAM. México 91-133 p.
- ELIZONDO GARZA, R. y A.E. Rodríguez Paez, 1993. Análisis sobre capturas comerciales y su relación con las artes de pesca en el lago de Chapala (Jalisco-Michoacán). *Ciencia Pesquera*, 9: 33-48.
- GALLARDO CABELLO, M., 1977. Contribución al estudio del charal (*Ch. chapalae*), Atherinidae, Mugiliformes. *Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM*. 89 p.
- GUZMAN ARROYO, M., 1995. El Lago de Chapala. En: De La Lanza Espiño, G. y J.L. García Calderón (Compiladores). *Lagos y Presas de México. Centro de Ecología y Desarrollo. México* pp: 129-145.
- ORTIZ M., J. M., 1989. Contribución al estudio de la pesquería del charal *Chirostoma* spp en la laguna de Chapala, Jalisco, México. *Tesis profesional. U.A.N. Esc. Sup. de Ing. Pesq.* 69 p.
- PAULY, D., 1984. Fish Population Dynamics in tropical waters, a manual for use with programmable calculators. *ICLARM. Manila, Filipinas*.
- RODRÍGUEZ PAEZ, A.E., 1989. Evaluación de las Pesquerías de Tilapia, Carpa, Bagre y Charal en el Lago de Chapala, Jalisco-Michoacán, en el periodo de julio de 1986 a julio de 1987. *Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México*. 132 p.
- UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, 1983. Lago de Chapala. Investigación Actualizada 1983. *U. de G., Instituto de Geografía y Estadística. Inst. de Astronomía y Meteorología. México*. 67 p.