

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA  
LISA BLANCA *Mugil curema*  
(VALENCIENNES, 1836) (PERCIFORMES:  
MUGILIDAE) DEL SISTEMA ESTUARINO  
DE SAN BLAS, NAYARIT, MÉXICO**

REPRODUCTIVE ASPECTS OF THE WHITE  
MULLET *Mugil curema* (VALENCIENNES,  
1836) (PERCIFORMES: MUGILIDAE) OF THE  
ESTUARINE SYSTEM OF SAN BLAS,  
NAYARIT, MEXICO

Israel Sánchez-Venegas<sup>1</sup>, Iram Zavala-Leal<sup>2</sup>,  
Deivis Palacios-Salgado<sup>2</sup>, Mariana Mena-  
Alcántar<sup>3</sup>, Juan Ramón Flores-Ortega<sup>2</sup>, Jasmín  
Granados-Amores<sup>2</sup>, Juan Manuel Pacheco-  
Vega<sup>2</sup>, Francisco Valdez-González<sup>2</sup> y Juan  
González-Hermoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Maestría en Ciencias Biológico  
Agropecuarias, Universidad Autónoma de  
Nayarit.

<sup>2</sup> Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera.  
Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera  
Los Cocos Km. 12, Bahía de Matanchén, 63740  
San Blas, Nayarit. ziram28@hotmail.com

<sup>3</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Biológico  
Agropecuarias, Universidad Autónoma de  
Nayarit.

Recibido: 03 de marzo de 2018

Aceptado: 27 de mayo de 2018

**RESUMEN**

México es uno de los diez países más productivos de mugílidos en el mundo. Estos se capturan en pesquerías de subsistencia y algunas especies son explotadas por pesquerías comerciales locales y regionales. Para el sistema estuarino de San Blas, Nayarit, no existe estudio actual sobre reproducción de *Mugil curema*. Las muestras utilizadas en el presente estudio fueron obtenidas de la zona

estuarina de San Blas, Nayarit. Se recolectaron un total de 446 organismos, de los cuales 142 fueron hembras, 292 machos y 12 indiferenciados. A lo largo del ciclo de muestreo predominaron los machos y la proporción sexual para la población total fue de 1:045 (M:H). La relación peso-longitud de *M. curema* mostró que tiene crecimiento alométrico negativo. De acuerdo al índice gonadosomático, existen tres periodos de maduración y desove, siendo el mayor en abril. El factor de condición no presentó relación alguna con el índice gonadosomático y el índice hepatosomático.

**Palabras clave:** Reproducción, Índice gonadosomático, proporción sexual, relación peso-longitud, crecimiento alométrico.

**ABSTRACT**

Mexico is one of the ten most productive countries of mugilids in the world. These are caught in subsistence fisheries and some species are exploited by local and regional commercial fisheries. For the estuarine system of San Blas, Nayarit, there is no current study on the reproduction of *Mugil curema*. The samples used in the present study were obtained from the estuarine zone of San Blas, Nayarit. A total of 446 organisms were collected, of which 142 were female, 292 males and 12 undifferentiated. The males predominated throughout the sampling cycle and the sex ratio for the total population was 1: 045 (M: H). The weight-length relationship of *M. curema* showed that it has negative allometric growth. According to the gonadosomatic index, there are three maturation and spawning periods, the highest in April. The condition factor had no relation to the gonadosomatic index and the hepatosomatic index.

**Keywords:** Reproduction, gonadosomatic index, sexual ratio, weight-length ratio, allometric growth.

## INTRODUCCIÓN

Existen aproximadamente 75 especies de mugílidos que habitan en mares cálidos y templados de todo el mundo (Nelson *et al.*, 2016). A nivel mundial México se encuentra entre los diez principales países productores de mugílidos, mientras que a nivel nacional esta pesquería ocupa el lugar número 17 con respecto a la producción total (SAGARPA, 2013). En México las especies de mugílidos que sustentan la pesquería son *Mugil curema* y *M. cephalus*. En el Océano Pacífico la lisa blanca *Mugil curema* se distribuye desde el Golfo de California hasta Chile (Harrison, 1995), en tanto que en Océano Atlántico desde Cabo Cod hasta Brasil (Yáñez-Arancibia, 1976). En las costas del Pacífico mexicano es más abundante al norte del Golfo de California, Sinaloa y Nayarit, mientras que en el Golfo de México es más abundante en Tamaulipas y Tabasco (SAGARPA, 2013). Esta especie pasa la mayor parte de su ciclo biológico en aguas protegidas con fondos lodosos y arenosos (SEPESCA, 1987). Debido a su capacidad eurihalina llega a penetrar aguas continentales (Castro-Aguirre, 1981 y Harrison, 1995) y pueden sobrevivir en agua dulce pero no se reproducen (Eccles, 1992). En la zona costera de San Blas, Nayarit, la lisa blanca *M. curema* ha sido reportada en el estero San Cristóbal, el sistema Pozo-Rey, Bahía Matanchén y cuerpos adyacentes de agua salobre y dulce (Villaseñor-Talavera, 1988). Su dieta se basa en el consumo de microorganismos asociados con detritos del fondo, ingiriendo grandes cantidades de sedimento y filtrándolo en su órgano faríngeo (Yáñez-Arancibia, 1976).

Los índices morfofisiológicos han mostrado ser buenos indicadores de los eventos reproductivos en peces y se utilizan con frecuencia para determinar aspectos reproductivos (Abascal *et al.*, 2004; González-Castro y Minos, 2016). El índice gonadosomático es un estimador eficiente del estado fisiológico de las gónadas, su variación mensual se ha empleado con certeza para definir el periodo reproductivo en *Mugil curema* (González-Castro *et al.*, 2011). Estudios realizados sobre aspectos reproductivos de la familia Mugillidae muestran comúnmente que el índice gonadosomático presenta un pico anual y puede ser correlacionado con un solo periodo de desove al año, esto se ha reportado para especies de los géneros: *Liza*, *Valamugil*, *Mugil* y *Rhinomugil* (González-Castro y Minos, 2016). Sin embargo, también se han reportado la presencia de dos picos del índice gonadosomático; lo cual se ha relacionado con ovarios en fases de madurez avanzada, en algunas especies de estos mismos géneros como en *Liza parsia* en Bangladesh (Rhemana *et al.*, 2002), *M. curema* en Brasil (De Oliveira *et al.*, 2011) y *M. liza* en Argentina (González-Castro *et al.*, 2011).

En el sistema estuarino de San Blas, Nayarit, *M. curema* desova de abril a julio de acuerdo con lo reportado por Villaseñor-Talavera (1988). Sin embargo, pescadores de la región manifiestan que esta especie se encuentra enhuevada (ovígera) prácticamente durante todo el año. En ese sentido, el objetivo de este trabajo es describir aspectos reproductivos de la lisa blanca en el sistema estuarino de San Blas, con la finalidad de obtener información actualizada que permitan establecer estrategias de manejo en la captura de esta especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron alrededor de 30 muestras mensualmente durante agosto de 2015 a julio de 2016 de la pesquería comercial que opera en la zona estuarina de San Blas, Nayarit. De cada organismo se determinó la longitud total, longitud patrón, peso total, peso eviscerado, peso de la gónada, peso del hígado y se determinó el sexo de manera macroscópica. Para este estudio se determinaron la proporción sexual, relación peso-longitud y los índices morfofisiológicos.

La proporción sexual se determinó para cada mes de muestreo y para el total de las muestras. Para determinar si esta es diferente a 1:1 se aplicó un análisis de Chi-cuadrada ( $\chi^2$ ). La relación peso-longitud se determinó para el total de la población y por sexos, de acuerdo con la ecuación  $W=aL^b$  (Froese, 2006). Para determinar el tipo de crecimiento se comparó el valor de  $b$  con el valor hipotético de isometría, a través de la prueba *t-Student* (Zar, 1999). Finalmente, se estimaron los índices morfofisiológicos como el índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS) y factor de condición ( $K$ ) de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$IGS = (W_g/W_e) * 100$$

$$IHS = (W_h/W_e) * 100$$

$$K = (W_t/L_t^b) * 100$$

Donde:  $W_g$  es el peso de la gónada (g),  $W_e$  peso del pez eviscerado (g),  $W_h$  peso del hígado (g),  $W_t$  peso total del pez (g),  $L_t$  longitud total (cm) y  $b$  coeficiente de alometría.

Debido a que estos índices sirven como indicadores del grado de desarrollo gonadal, el ciclo reproductivo de la especie fue estimado a través de la variación de estos índices.

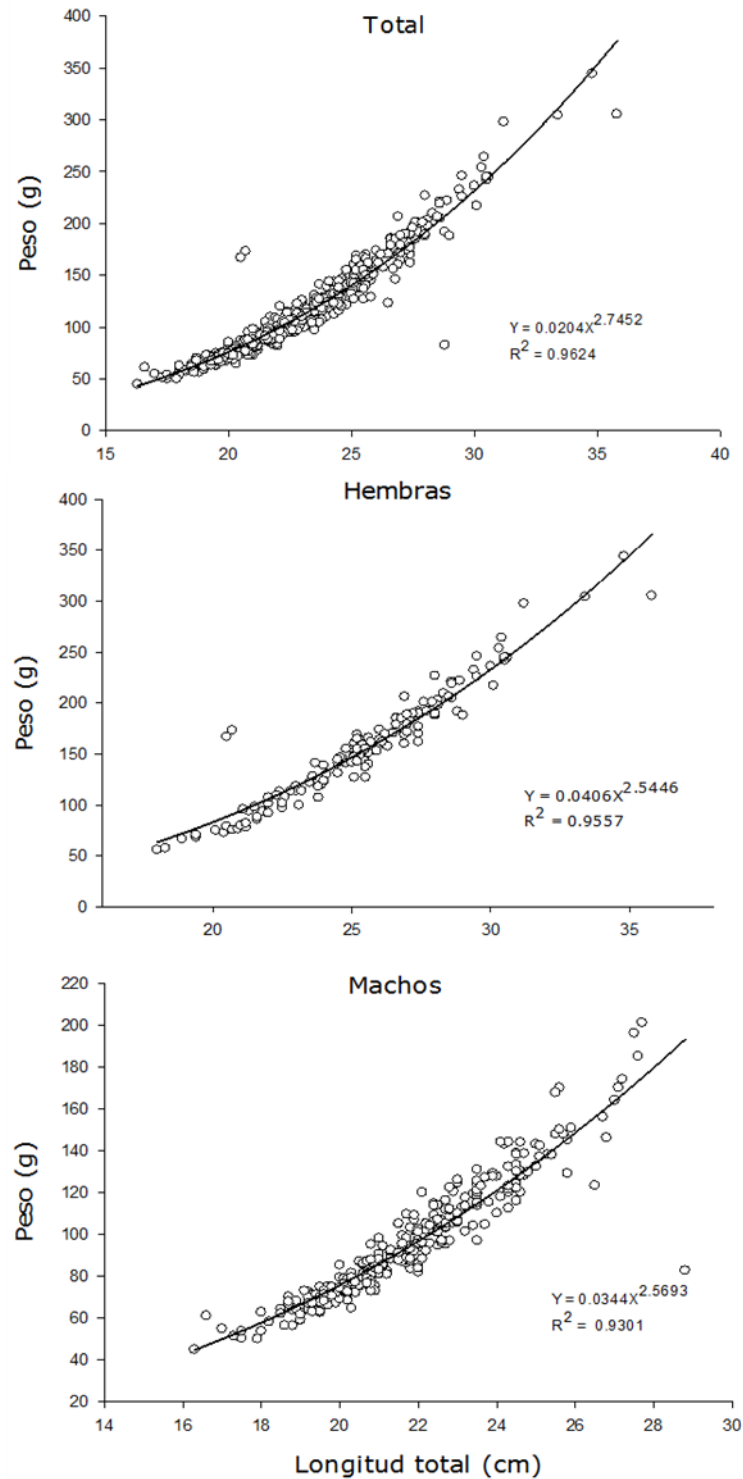
## RESULTADOS

Se analizaron un total de 446 organismos de los cuales 142 fueron hembras, 292 machos y 12 indiferenciados. El intervalo de tallas registradas para hembras fue de 18 a 35.8 cm de longitud total ( $L_t$ ) y de 55.9 a 344.5 g de peso, mientras que para machos fue de 16.3 a 28.8 cm de  $L_t$  y 44.8 a 201 g. De acuerdo a la talla para cada sexo, se observó que las hembras son más grandes ( $p < 0.05$ ). De acuerdo a la proporción sexual se observó mayor cantidad de machos, sin embargo, solo en los meses de diciembre y de febrero a junio la proporción sexual fue diferente de 1:1. La proporción sexual total (1:0.45 M:H) también fue diferente de 1:1 con una  $\chi^2 = 114.35$  y una  $p = 0.000$  (Tabla 1).

**Tabla 1.** Proporción de sexos M:H de lisa blanca *Mugil curema* en el sistema estuarino de San Blas, Nayarit. Hembras (H), machos (M), indiferenciados (I), ji cuadrada ( $\chi^2$ ) y significancia estadística (P).

Meses	M	H	M:H	$\chi^2$	$p$
Ago	13	17	1:1.31	0.533	0.467
Sep	15	13	1:0.87	0.143	0.708
Oct	8	24	1:1.75	1.636	0.2
Nov	12	14	1:1.17	0.154	0.699
Dic	24	8	1:0.33	8	0.005*
Ene	15	13	1:0.87	0.143	0.708
Feb	28	8	1:0.29	11.111	0.001*
Mar	45	9	1:0.20	24	0.000*
Abr	36	17	1:0.47	6.811	0.009*
May	30	5	1:0.17	17.857	0.000*
Jun	45	1	1:0.02	42.087	0.000*
Jul	21	13	1:0.62	1.882	0.17
Total	292	142	1:0.45	60.38	0.000*

La relación peso-longitud mostró un crecimiento de tipo alométrico negativo para el total de las muestras (Fig. 1). El valor de la pendiente ( $b=2.7452$ ) fue estadísticamente menor al valor hipotético de isometría que es igual a 3 ( $t=1.965$ ,  $p=0.017$ ).

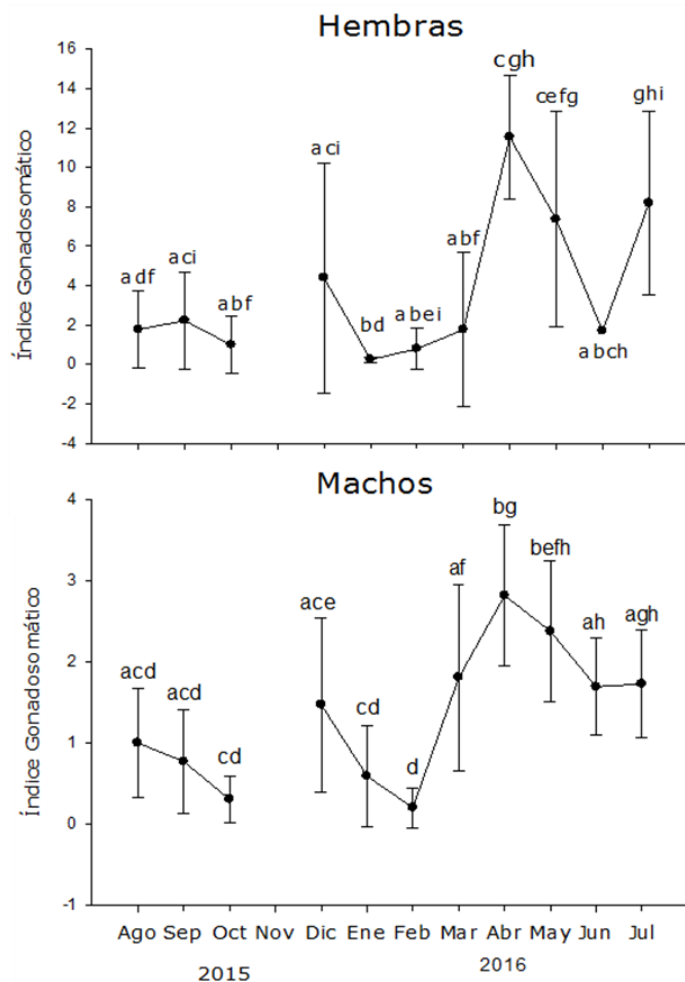


**Figura 1.** Relación peso-longitud de la lisa blanca *Mugil curema* del sistema estuarino de San Blas, Nayarit.

Del mismo modo se observó este tipo de crecimiento en hembras ( $b=2.5446$ ,  $t=1.977$ ,  $p=0.000$ ) y machos ( $b=2.5693$ ,  $t=1.968$ ,  $p=0.007$ ) (Fig. 1).

Los valores más altos del índice gonadosomático en hembras ocurrieron en diciembre, abril, mayo y julio (Fig. 2). De acuerdo al comportamiento del patrón que muestra este índice, se consideraron tres periodos de maduración y desove. El primero

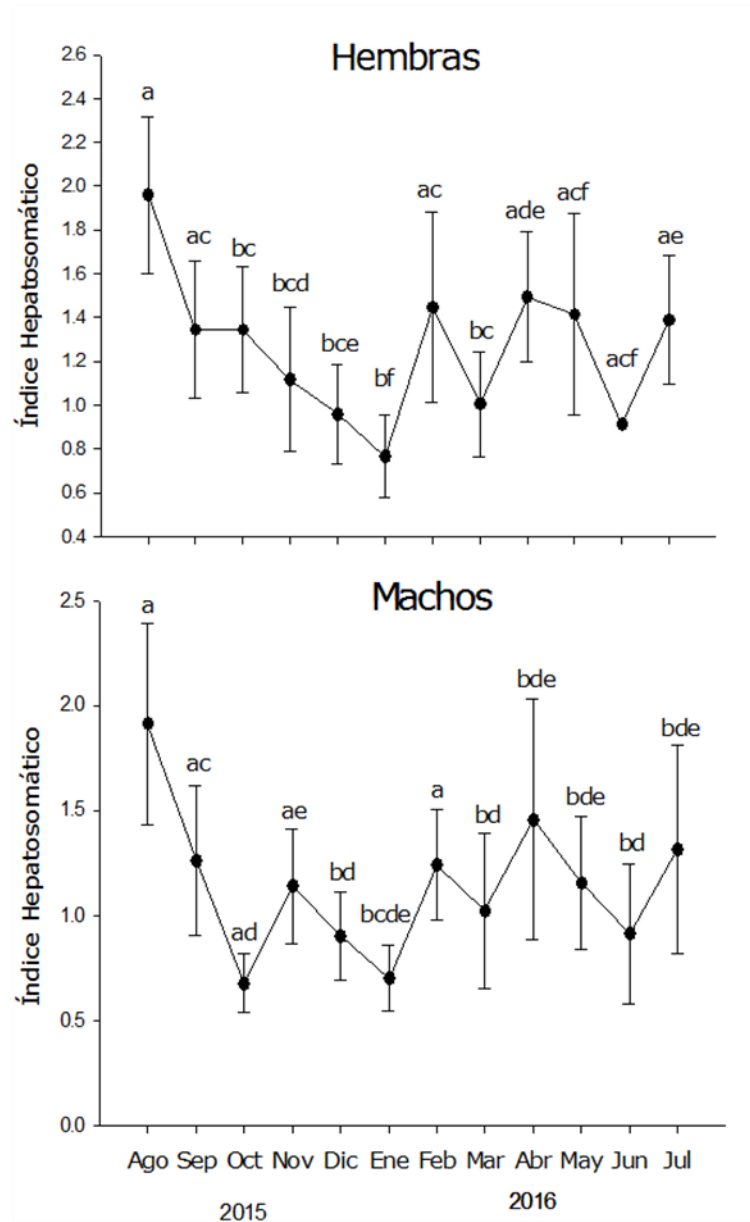
en diciembre, el segundo en abril y mayo, el cual fue el más alto, y el tercero en julio. Los patrones observados para los machos son muy similares a los de las hembras, los valores más altos los obtuvieron en marzo, abril, mayo y junio y un incremento en diciembre (Fig. 2). Se observó que existe una sincronía entre los periodos de maduración de hembras y machos. El periodo de mayor intensidad en términos de madurez sexual se presentó durante marzo, abril y mayo.



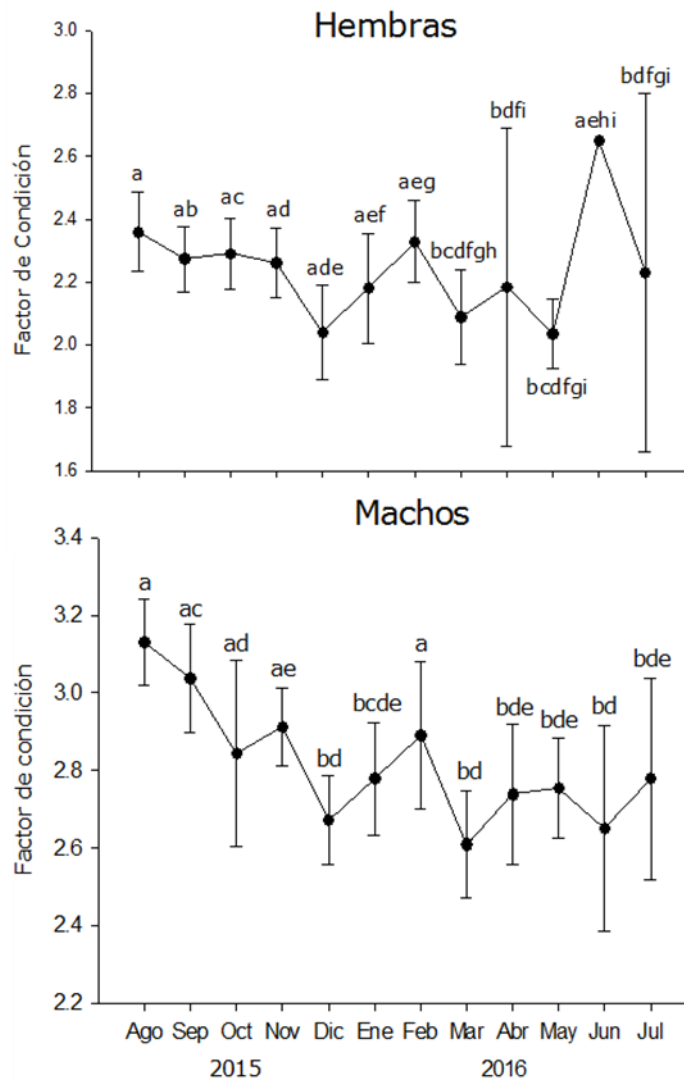
**Figura 2.** Índice gonadosomático de la lisa blanca *Mugil curema* del sistema estuarino de San Blas, Nayarit. Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p<0.05$ ).

El índice hepatosomático presentó un patrón de comportamiento muy similar entre sexos, con los valores más altos en agosto, febrero abril y julio (Fig. 3). Sin embargo, estos valores altos del IHS solo se relacionan con índice gonadosomático en los meses de abril y julio

(Fig. 4). El factor de condición ( $K$ ) presentó grandes variaciones a lo largo del muestreo. Entre sexos presentó un patrón medianamente similar. Sin embargo, no se observó alguna relación clara con respecto a los otros índices.



**Figura 3.** Índice hepatosomático de la lisa blanca *Mugil curema* del sistema estuarino de San Blas, Nayarit. Letras diferentes, indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).



**Figura 4.** Factor de condición de la lisa blanca *Mugil curema* del sistema estuarino de San Blas, Nayarit. Letras diferentes, indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

En cuanto a la talla por sexos, se observó que las hembras presentan mayor longitud total y peso que los machos al igual que en otros sistemas costeros. Esta característica se ha reportado como común en mugílidos (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 2004; Albieri, 2009; De Oliveira *et al.*, 2011). Esta misma estrategia ha sido observada en diferentes especies. Nikolsky (1963), sugiere que las hembras alcanzan mayor longitud como una estrategia reproductiva debido a que esto les permite producir una mayor cantidad de huevos.

La proporción sexual puede variar considerablemente entre especies, pero en la mayoría de ellas la tendencia es de 1:1, aunque también se pueden presentar diferencias entre poblaciones (Nikolsky, 1963). Para esta misma especie se ha reportado una mayor cantidad de hembras que de machos en diferentes zonas. Villaseñor-Talavera (1988) reportó una proporción sexual de 1:1.58 M:H. En la zona de San Blas, Nayarit. Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello (2004) en el Golfo de México determinaron una proporción de 1:1.4 H:M. Lucano-Ramírez y Michel-Morfín (1997), reportaron una proporción sexual de 1:1.6 H:M. Mientras que Cabral-Solís *et al.* (2010) reportaron una proporción sexual de 0.63:1 M:H y Molina-Arenas (2014) reportó una proporción sexual de 0.29:1 M:H. En el presente trabajo la proporción de *Mugil curema* fue de 1:0.45 M:H para la población total. Nikolsky (1963) menciona que se pueden encontrar diferencias en cuanto a la proporción sexual entre poblaciones, o bien, la proporción sexual puede variar durante el ciclo de vida por cambios de factores ambientales, disponibilidad de alimento, mortalidad, entre

otros, los cuales actúan de manera diferente en los individuos de cada sexo.

El análisis de la relación longitud-peso permite medir variaciones en un pez o grupos de peces, como indicador de las condiciones alimentarias y el desarrollo gonadal (Sparre y Venema, 1997; Márcano *et al.*, 2002). Además, describe el crecimiento relativo en peso (Gómez y Guzmán, 1998). En el presente trabajo se observó que los organismos presentaron un crecimiento de tipo alométrico negativo. Lo cual coincide con Gil-López *et al.*, (2006) y Ramos-Santiago *et al.*, (2010) que estimaron un crecimiento tipo alométrico negativo para *M. cephalus* en Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, resultados diferentes fueron reportados por Hernández-Montaño *et al.*, (2006) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca y por Briones-Ávila (1998) en el sistema lagunar de Agua Brava, Nayarit. Las diferencias en cuanto al tipo de crecimiento pueden estar relacionadas con la variabilidad ambiental y la disponibilidad de alimento en las lagunas costeras, deltas de ríos y áreas de manglares estuarinos, que han sido identificadas como factores importantes que determinan el crecimiento y el reclutamiento de organismos juveniles de las especies de la familia Mugilidae (Yáñez-Arancibia 1976; Baumar *et al.*, 2003).

De manera general se han empleado los índices morfofisiológicos como indicadores cuantitativos para caracterizar la actividad reproductiva. Dentro de estos, el índice gonadosomático es el más utilizado. Este se basa en la relación entre el peso de la gónada con respecto al peso total del organismo (Bolger y Connolly, 1989).



Debido a que existe una relación directa con el grado de desarrollo gonádico, su máximo valor ocurre inmediatamente antes del desove (Arellano-Martínez y Ceballos-Vázquez, 2001; Barcellos *et al.*, 2002; Saborido, 2004). La mayor actividad reproductiva se asocia con los valores más altos del índice, mientras que los valores mínimos se relacionan con épocas de reposo (Htun-Han, 1978). En el presente trabajo el índice gonadosomático para ambos sexos presentó un patrón similar, lo que sugiere que el proceso de maduración y desove está en sincronía en ambos sexos, a su vez el índice gonadosomático presentó los valores más altos en abril y mayo. Molina-Arenas (2014) reporta que en la Laguna Barra de Navidad (sur de Jalisco) los valores más altos se presentan en abril y noviembre. Lucano-Ramírez y Michel-Morfín (1997), reportaron valores pico en marzo y julio en la Laguna Agua Dulce (norte de Jalisco), mientras que Cabral-Solís *et al.* (2010) en la laguna de Cuyutlán (Colima) afirman que los valores máximos del índice gonadosomático ocurrieron en febrero y agosto. En la laguna de Tamiahua, Veracruz, los máximos valores del IGS se presentaron en febrero y mayo (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 2004). Con lo anterior se puede inferir que la temporada de reproducción de la especie depende de las condiciones climáticas de la región, latitud, entre otros factores.

El IH y K se han utilizado para evaluar la condición de los peces y a la vez, para relacionar esta condición con el ciclo reproductivo. Diversos estudios han utilizado estos índices en conjunto con el IG, para evaluar la capacidad reproductiva (Abascal *et al.*, 2004; Kanak y Tachihara, 2008), debido a que la vitelogenesis y la gametogénesis

movilizan la energía y grasa corporal (Abascal *et al.*, 2004; Kanak y Tachihara, 2008). El índice hepatosomático (IH) indica la relación porcentual del peso del hígado con el peso eviscerado del pez. En el presente estudio los valores más altos del índice se aprecian en agosto, septiembre, noviembre, febrero, abril y julio para ambos sexos, esto sugiere que en los meses antes mencionados representa mejor bienestar del pez. En cuanto al periodo de mayor grado de reproducción, se observó que el IH coincide con el IG principalmente en el mayor pico del evento reproductivo que es entre los meses de abril y mayo. Del mismo modo, Albieri y Araújo (2010) reportan una relación positiva entre el IH y el IG. Esto es atribuido a que, durante la maduración sexual, los oocitos en las gónadas incrementan en volumen y peso por la incorporación de vitelogenina, la cual se sintetiza y posteriormente se moviliza desde el hígado (Wootton, 1990).

La mayoría de los estudios reportan valores máximos del factor de condición (K) que coinciden con la mayor presencia de individuos con gónadas maduras. Los valores máximos de K se observaron en los periodos de desove avanzados para *Mugil curema*, esto ha sido observado por Albieri *et al.* (2010a) y Albieri *et al.* (2010b). Cabral Solís *et al.* (2010) mencionan que los factores de condición de Fulton y Safran, incrementaron de diciembre a marzo, al final de la época de desove, en el tiempo en que la fatiga física es mayor y el peso y las reservas de ácidos grasos disminuyen. En la presente investigación, el factor de condición no está asociado con el índice gonadosomático. Esto puede sugerir que la reproducción no afecta a la condición del organismo.

De acuerdo al patrón observado del índice gonadosomático en el sistema estuarino de San Blas, Nayarit, *Mugil curema* presenta tres periodos de maduración y desove al año.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en marco del proyecto SEP-CONACyT "Biología y Diversidad Funcional de la Ictiofauna del Sistema Estuarino de San Blas Nayarit. México.

### REFERENCIAS

- Abascal, F. J., Megina, C. y Medina, A. (2004). Testicular development in migrant and spawning bluefin tuna (*Thunnus thynnus* (L.)) from the eastern Atlantic and Mediterranean. *Fishery Bulletin*, 102:407-417.
- Albieri, R. J. (2009). Biología reproductiva da *tainha* *Mugil liza* Valenciennes e do parti *Mugil curema* Valenciennes (Actinopterygii, Mugilidae) na baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Tesis de Maestría, Universidade Federal Rural Do Rio de Janeiro. Instituto de Biología., Brasil.
- Albieri, R. J y Araújo, F. G. (2010). *Reproductive biology of the mullet Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoología*, 27(3):331-340.
- Albieri, R. J., Araújo, F. G. y Ribeiro, T. P. (2010a). Gonadal development and spawning season of white mullet *Mugil curema* (Mugilidae) in a tropical bay. *Journal of Applied Ichthyology*, 26:105-109.
- Albieri, R. J., Araújo, F. G. y Uehara, W. (2010b). Differences in reproductive strategies between two co-occurring mullets *Mugil curema* Valenciennes 1836 and *Mugil liza* Valenciennes 1836 (Mugilidae) in a tropical bay. *Tropical Zoology*, 23:51-62.
- Arellano-Martínez, M. A y Ceballos-Vázquez, B. P. (2001). Reproductive activity and condition index of *Holocanthus passer* (Teleostei: Pomacanthidae) in the Gulf of California, México. *Revista Biología Tropical*, 49(3):865-869.
- Barcellos, L. J. G., Wassermann, G. F., Scott, A. P., Woehl, V. M., Quevedo, R. M., Itzés, I., Krieger, M. H. y Lulhier, F. (2002). Plasma steroids concentrations in relation to the reproductive cycle of culture male *Rhamdia quelen*. *Journal Fishery Biology*, 61:751-763.
- Baumar, J. M. E., Quintero, A., Bussière, D. y Dodson, J. J. (2003). Reproduction and recruitment of white mullet (*Mugil curema*) to a tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. *Fisheries Bulletin*, 101 (4):809-821.
- Bolger, T. y Connolly, P. L. (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal Fishery Biology*, 34:71-182.
- Briones-Ávila, E. (1998). Biología y pesquería de *Mugil cephalus* en la Laguna de Agua Brava, Nayarit, durante 1992-1994. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa., México. 67 pp.
- Cabral-Solís, E. G., Gallardo-Cabello, M., Espino-Barr, E. y Ibáñez-Aguirre, L. (2010). Reproduction of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from the Cuyutlán lagoon, in the Pacific coast of México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 14(3):19-32.
- Castro-Aguirre, J. L. (1981). Especies de la familia Scyliorhinidae (Elasmobranchii: Galeoidea), de la costa occidental de México, con especial referencia a *Cephalurus cephalus* (Gilbert). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 24:71-93.

- De Oliveira, M. R., Dos Santos Costa, E. F. y Chellappa, S. (2011). Ovarian development and reproductive period of White mullet, *Mugil curema* in the coastal waters of Northeastern Brazil. *Animal Biology*, 2 (4):199-212.
- Eccles, D. H. (1992). FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the freshwater fishes of Tanzania. Prepared and published with the support of the United Nations Development Programme (project URT/87/016). FAO, Rome. 145 pp.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22,241-253
- Gil-López, H. A., Náfate-Sarmiento, S. y Labastida-Che, A. (2006). Evaluación de la pesquería de escama (*Mugil cephalus*, *Cynoscion phoxocephalus* y *Micropogonias ectenes*) en el Sistema Lagunar Huave del estado de Oaxaca. Informe de Investigación (documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur. Instituto Nacional de la Pesca. 49 pp.
- Gómez, G y R. Guzmán. (1998). Relación longitud-peso y talla de madurez de la petota *Umbrina coroides*, en el norte del Estado Sucre, Venezuela. FONAIAPCIAE Sucre Nueva Esparta. *Zoología Tropical*, 16 (2):267-276
- González-Castro, M. y Minos, G. (2016). Sexuality and reproduction of mugilidae. In: *Biology, ecology and culture of grey mullets (mugilidae)*. Crosetti D. y Blaber, S. Eds. CRC Press. 523 pp.
- González-Castro, M., Macchi, G. J. y Cousseau, M. B. (2011). Studies on reproduction of the mullet *Mugil platanus* Günther, 1880 (Actinopterygii, Mugilidae) from the Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina: Similarities and differences with related species. *Italian Journal of Zoology*, 78 (3):343-353.
- Harrison, I. J. (1995). Mugilidae lisas: Guía FAO para identificación de especies para los fines de la pesca. En *Pacífico Centro-Oriental*. FAO, Rome, Vol. 3, pp. 1293-1298.
- Hernández-Montaño, D., Gil-López, H. A., Martínez-Magaña, V. H., Morales-Pacheco O., Labastida-Che A., Martínez-Morán, N. A. y Ramírez-Gutiérrez J. M., (2006). Bases técnicas y sociales para la implementación del plan de manejo de las especies de escama y jaiba del Sistema Lagunar, Mar Muerto, Oaxaca y Chiapas, México. Informe de Investigación (documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera Salina Cruz, Oaxaca.132pp.
- Htun-Han, M. (1978). The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L) in the North Sea: gonadosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *Journal Fishery Biology*, 13:369-378.
- Ibáñez-Aguirre, A. L. y Gallardo-Cabello, M., (2004). Reproduction of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae) from coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 75(1):37-49.
- Kanak, M. K. y Tachihara, K. (2008). Reproductive biology of common silver biddy *Gerres oyena* in Okinawa Island of southern Japan. *Fishery Science*, 74:265-275.
- Lucano-Ramírez, G y Michel-Morfín, J. E. (1997). Ciclo reproductivo y aspectos poblacionales de *Mugil curema* (Valenciennes 1836) (Pisces:Mugilidae) en la laguna costera Agua Dulce, Jalisco, México. *Oceanología*, 1(3):105-115.

- Marcano, L., Alió, J. y Altuve, D. (2002). Biometría y talla de primera madurez de la tonquicha, *Cynosción jamaicensis*, de la costa norte de la península de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Zoología Tropical*, 20 (1):83-109
- Molina-Arenas E. G. (2014). Biología reproductiva de la lisa *Mugil curema* (Mugiliformes: Mugilidae) en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. Tesis licenciatura, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara., México.
- Nelson, J. S., Grande T. C. y Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World* (5th edition). John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, 752 pp.
- Nikolsky, G. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press. New York. 185-187 pp.
- Ramos-Santiago, E., Gil-López, H. A., Labastida-Che, A. y Gómez-Ortega, R. (2010). Reproducción y madurez gonádica de la lisa *Mugil cephalus* en las costas de Oaxaca y Chiapas. *Ciencia Pesquera*, 18:79-89.
- Rheman, S., Islam, M. L., Shah, M. M. R., Mondal, S. y Alam, D. M. J. (2002). Observation on the fecundity and gonadosomatic index (GSI) of grey mullet *Liza parsia* (Ham.). *Online Journal Biology, Science*. 2:690-693.
- Saborido, F. (2004). *Ecología de la Reproducción y Potencial Reproductivo en las Poblaciones de Peces Marinos*. Instituto de Investigaciones Marinas., 71 pp.
- SAGARPA. (2013). *Anuario Estadístico Pesquero*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. Disponible en: <http://www.conapesca.sagarpa>.
- SEPESCA, (1987). *Pesquerías Mexicanas*, estrategias para su administración. Secretaría de Pesca, México. 1160 pp.
- Sparre, P. y Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. FAO Documento Técnico de Pesca 306.1 Rev. 2, Santiago, 420 pp.
- Villaseñor-Talavera, R. (1988). *Biología pesquera de Mugil curema, Valenciennes (Pisces: Mugilidae) y perspectivas tecnológicas de captura en la zona estuarina y marina adyacente a San Blas Nayarit, México*. Tesis Licenciatura, Escuela Superior de Ingeniería Pesquera, Nayarit. 233 pp.
- Wootton, R. J. (1990). *Ecology of teleost fishes*. Department of Biological Sciences, University College of Wales. Chapman y Hall press, London. 404 pp.
- Yáñez-Arancibia, L. A. (1976). *Observaciones sobre Mugil curema Valenciennes, en áreas naturales de crianza, alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas*. *Anales Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 3(1):211-243.
- Zar, J. H. (1999). *Bioestatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, EU. 663p.

