

4. Valores bioquímicos sanguíneos de la lisa *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) capturada en el sistema lagunar de Las Grullas Margen Derecha, Ahome, Sinaloa

MARÍA JOSÉ RUELAS CARLÓN¹

APOLINAR SANTAMARÍA MIRANDA²

JUAN PABLO APÚN MOLINA³

MÁXIMO GARCÍA MARCIANO⁴

MAGNOLIA MONTOYA MEJÍA⁵

JESÚS ARTURO FIERRO CORONADO⁶

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.292.04>

Resumen

El perfil bioquímico sanguíneo de vertebrados menores, como los peces, se utiliza con frecuencia para evaluar su estado fisiológico. Conocer dichas variaciones permite detectar alteraciones en la salud, se ha documentado una variación estacional atribuible, principalmente, al estado sanitario, bienestar y condición nutricional de los organismos en el momento del muestreo. En relación con el análisis de glucosa se presentaron diferencias significativas en la estación de otoño con valores de $86 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, las concentraciones de proteínas totales, triglicéridos y lactato fueron más altas en invierno con valores de $50 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$, $15.1 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ y $45 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, respectiva-

¹ Licenciada en Biología. Estudiante de maestría en el CIIDIR, unidad Sinaloa, del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8965-0735>; correo electrónico: mruelas2400@alumno.ipn.mx

² Doctora en Ciencias Marinas y Costeras. Profesora-investigadora en el CIIDIR, unidad Sinaloa, del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8335-1460>; correo electrónico: asantama@ipn.mx

³ Doctor en Ciencias en Biotecnología. Profesor-investigador titular C en el CIIDIR, unidad Sinaloa, del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9006-8882>

⁴ Maestro en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Estudiante del Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico en el Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6530-5954>

⁵ Doctora en Biotecnología. Profesora-investigadora en el Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3406-8308>

⁶ Maestro en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Profesor-investigador en el Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6530-5954>

mente, mientras que los lípidos totales alcanzaron su máximo en otoño con $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$. Estos resultados evidencian una marcada variación estacional y sugieren que en invierno la lisa *M. cephalus* presenta una mejor condición fisiológica en el norte de Sinaloa.

Palabras clave: *indicadores fisiológicos, hematología, bienestar animal.*

Introducción

La lisa *Mugil cephalus* es una especie de pez ampliamente distribuida en aguas costeras y estuarios de todo el mundo. Perteneciente a la familia Mugilidae, habita aguas protegidas, como lagunas costeras, estuarios y bahías, particularmente en fondos lodosos-arenosos. De hábitos mayoritariamente diurnos, los adultos se alimentan de detritos, microalgas y organismos bentónicos (Blaber, 1997; Tung, 1981), mientras que los juveniles consumen zooplancton (Kottelat y Freyhof, 2007). Durante el periodo reproductivo las lisas se desplazan en cardúmenes a la zona pelágica costera para desovar (Ramos-Santiago et al., 2010), en aguas templadas y tropicales (Allen y Robertson, 1998; Robins y Ray, 1986). Se Trata de una especie gonocórica sin dimorfismo sexual visible, alcanzan la madurez entre el cuarto y sexto año de vida (García, 1980). Durante el periodo de reproducción, esta especie presenta un desove total y un desarrollo gonadal sincrónico por cohorte. De acuerdo con McDonough et al. (2003), son organismos muy fecundos; cada hembra puede liberar entre 0.8 y 2.6 millones de huevos en un único desove (McDonough et al., 2005; Tung, 1981).

Esta especie es de gran importancia tanto desde un punto de vista ecológico como económico, pues desempeña un papel clave en los ecosistemas y sostiene pesquerías comerciales y recreativas en numerosas regiones costeras. Su carne es rica en proteínas y en nutrientes esenciales, lo que contribuye a la seguridad alimentaria de las poblaciones locales. Además, al ser un recurso relativamente económico, la pesca de la lisa representa una fuente de ingresos para los pescadores mediante la venta de pescado entero fresco o congelado, debido a su exportación o su uso como carnada en las pesquerías de jaiba, tiburón y huachinango. Se apro-

vechan principalmente su carne y sus gónadas, cuyo producto comercial denominado “hueva de lisa” alcanza precios elevados que pueden triplicar el valor del pescado y generar ingresos significativos para las comunidades ribereñas (Ramos-Santiago et al., 2010). México figura entre los diez países con mayor producción de mugílidos a nivel mundial (FAO, 2009). La lisa ocupa el lugar 18 en volumen de captura, pero en cuanto a valor económico se sitúa en el puesto 30 (SAGARPA, 2021). Desde los años 80 la captura de *M. cephalus* ha mostrado fluctuaciones: entre 1987 y 2000 se obtuvieron en promedio 7009 t anuales, con un máximo de 8738 t en 1990; posteriormente el promedio descendió a 4602 t hasta 2014 (Conapescas, 2014).

Comprender su biología y fisiología es esencial para la gestión sostenible de sus poblaciones y la conservación de los ecosistemas acuáticos. En Sinaloa, la lisa constituye el tercer recurso pesquero artesanal en valor económico a nivel nacional. Por ello, resulta de suma importancia contar con indicadores de condición biológica que permitan evaluar la estructura y función de sus órganos y tejidos, el estado de salud, la adaptación al medio y la respuesta a factores externos. Estos indicadores pueden obtenerse mediante análisis bioquímicos sanguíneos, los cuales facilitan el monitoreo del funcionamiento de sus órganos y la evaluación del impacto ambiental sobre el metabolismo.

El objetivo de este trabajo fue conocer el estado de salud de las lisas mediante parámetros bioquímicos sanguíneos obtenidos en dos campañas de muestreo (otoño e invierno) en el sistema lagunar Las Grullas Margen Derecha, Sinaloa, México. Se muestrearon dos sitios: playa La Robalera (25° 55' N, 109° 25' O) y bahía El Perro (25° 47' N, 109° 23' O), capturándose 40 organismos en la primera campaña y 33 en la segunda. Una vez capturados los peces, se les realizó la extracción de sangre mediante la punción directa al corazón, y las muestras se transportaron al Laboratorio de Diagnóstico Patológico y Fisiológico y Calidad Reproductiva de Peces, Moluscos y Crustáceos del Instituto Politécnico Nacional (CIDIIR Sinaloa). En el laboratorio se separaron el plasma, las proteínas, se cuantificaron mediante el método de Bradford (1976), y los triglicéridos, glucosa, lactato y lípidos mediante kits comerciales RANDOX®. Los datos se expresaron como media $\pm$ error estándar y se analizaron con ANDEVA ($\alpha = 0.05$); cuan-

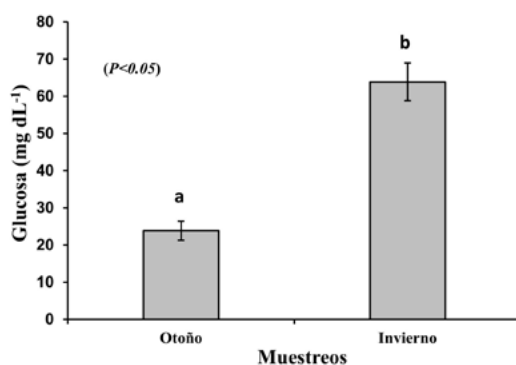
do procedió, se aplicó la prueba de Tukey HSD para la comparación de medias en el software Statistica v. 7.

Resultados y discusiones

Los análisis bioquímicos realizados, que incluyeron glucosa, proteínas, triglicéridos, lactato y lípidos, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las estaciones climáticas, registrándose valores más altos en invierno, excepto los lípidos, que mostraran mayor concentración en otoño. Al respecto Román (2013) menciona que este comportamiento se debe a las altas reservas lipídicas, las cuales se sugiere están acumulándose para la actividad reproductiva en hembras y machos, mientras que en organismos inmaduros, estas reservas se destinan principalmente al crecimiento somático.

La mayor concentración de glucosa observada en invierno (gráfica 4.1) sugiere un nivel de estrés más elevado en los peces. Román (2013) reportó para *Lutjanus peru*, en el Pacífico sur de México, un promedio anual de $60 \pm 2.70 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$, lo que indica un índice de glucosa relativamente bajo. En contraste, otros estudios en especies como *Piracutus mesopotamicus* Tavares (1999) informan medias cercanas a $90 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$; por tanto, los valores registrados para *M. cephalus* confirman una glucemia plasmática comparativamente elevada.

Gráfica 4.1. Concentración plasmática de glucosa ($\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$) en la lisa *M. cephalus* durante las estaciones de otoño e invierno, registrada en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)

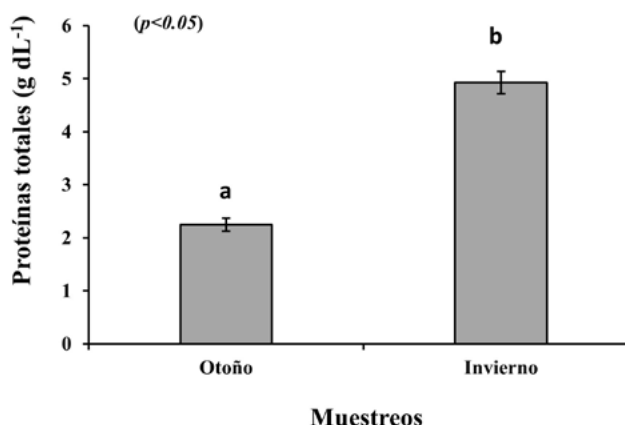


Nota: Letras distintas sobre las barras indican diferencia de la prueba de ANDEVA ($\alpha = 0.05$).

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a proteínas totales, la concentración fue significativamente mayor en invierno ($429.5 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) y menor en otoño ($214.3 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) ($p < 0.05$) (gráfica 4.2). Este patrón coincide con lo reportado por Román (2013), quien registró los valores más altos de proteínas totales para *Lutjanus peru* en primavera e invierno, y señaló que los requerimientos proteicos tienden a disminuir conforme aumentan la talla y la edad de los peces.

Gráfica 4.2. Concentración plasmática de proteínas totales en la lisa *M. cephalus* durante otoño e invierno en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)



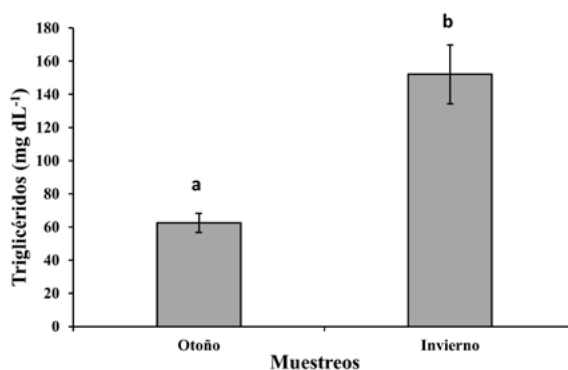
Nota: Letras superiores en las barras indican diferencia de la prueba de ANDEVA ($\alpha = 0.05$).

Fuente: elaboración propia.

La concentración de triglicéridos fue significativamente mayor en invierno ($152.1 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) que en otoño ($62.4 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) ($p < 0.05$) (gráfica 4.3). Los triglicéridos se relacionan con el bienestar fisiológico y la condición nutricional de los peces antes y después del periodo reproductivo, pues representan una forma clave de almacenamiento de energía (De Pedro et al., 2005).

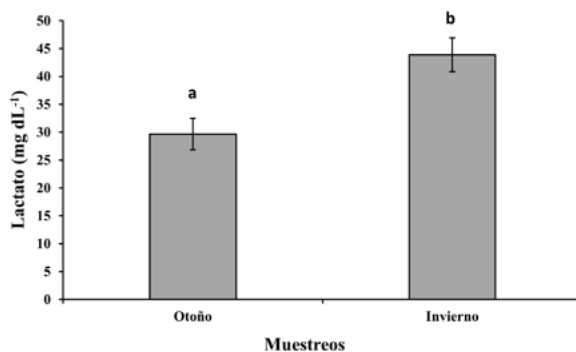
En el análisis de lactato plasmático se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$); la concentración fue mayor en invierno ($43.8 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) y menor en otoño ($29.6 \text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) (gráfica 4.4). Flores (2022) reportó para la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* concentraciones entre 2.66 y 3.47 mmol L^{-1} , valores que —convertidos a $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ — resultan inferiores a los observados en el presente estudio.

Gráfica 4.3. Concentración plasmática de triglicéridos en la lisa *M. cephalus* durante otoño e invierno en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)



Nota: Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas en la prueba de ANDEVA.
Fuente: elaboración propia.

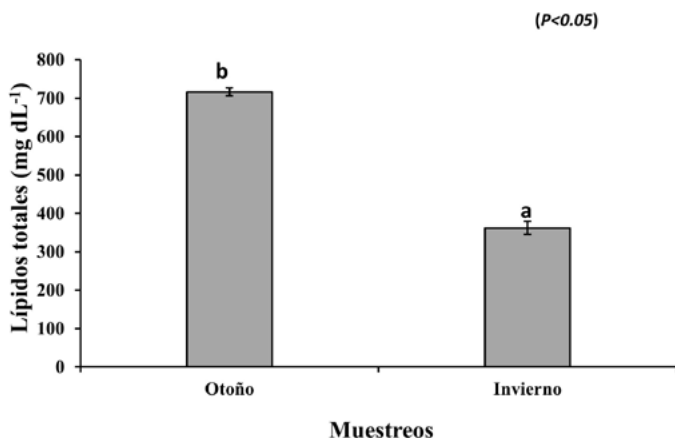
Gráfica 4.4. Concentración plasmática de lactato en la lisa *M. cephalus* durante otoño e invierno en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)



Nota: Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas en la prueba de ANDEVA ($\alpha = 0.05$).
Fuente: elaboración propia.

Los lípidos plasmáticos mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), con la concentración máxima en otoño ($898.6 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$) y la mínima en invierno ($267.9 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$) (gráfica 4.5). Román (2013) informó valores promedio de $2.29 \pm 0.18 \text{ g} \cdot \text{dL}^{-1}$ y señaló que los peces incrementan sus reservas lipídicas en otoño para afrontar el invierno, cuando la disponibilidad de alimento disminuye y la temperatura desciende.

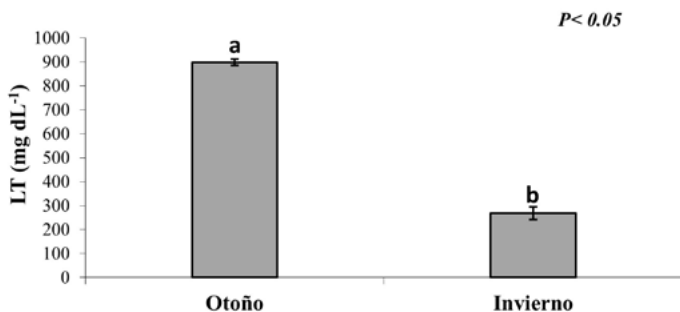
Gráfica 4.5. Concentración plasmática de lípidos en la lisa *M. cephalus* durante otoño e invierno en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)



Nota: Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas en la prueba de ANDEVA ($\alpha = 0.05$).
Fuente: elaboración propia.

Los perfiles de química sanguínea pueden emplearse como bioindicadores rápidos del estado fisiológico, el diagnóstico de patologías y la detección de estrés en peces, ya que responden con sensibilidad a perturbaciones fisiológicas o ambientales (Albanesi et al., 2021). Los valores aquí presentados constituyen el primer registro de referencia para la lisa *Mugil cephalus* en la región.

Gráfica 4.6. Concentración plasmática de lípidos totales (LT) en la lisa *M. cephalus* durante otoño e invierno en el sistema lagunar Las Grullas (margen derecha)



Nota: Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas en la prueba de ANDEVA ($\alpha = 0.05$).
Fuente: elaboración propia.

Referencias

- Albanesi, C., González-Castro, M. y López-Mañanes, A. (2021). Entendiendo los estadios ontogenéticos tempranos de *Mugil liza* (Mugilidae): Rasgos morfológicos y perfil digestivo/metabólico de prejuveniles tras el reclutamiento. *Journal of Fish Biology*, 98 (3), 643-654.
- Allen, G. R. y Robertson, D. R. (1998). *Peces del Pacífico oriental tropical*. Conabio / Agrupación Sierra Madre / CEMEX.
- Blaber, S. J. (1997). *Peces y pesquerías en estuarios tropicales* (vol. 22). Springer Science, Business Media.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca [Conapesca]. (2014). *Ordenamiento pesquero de lisa* (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) y *lebrancha* (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) en Tamaulipas y Veracruz. Conapesca
- De Pedro, N., Guijarro, A. I., López-Patiño, M. A, Martínez-Álvarez, R. y Delgado, M. J. (2005). Variaciones diarias y estacionales de los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos en la tenca, *Tinca tinca* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*, 36 (12), 1185-1196.
- Flores, J. S. O. G. (2022). *Efecto de la temperatura de aclimatación en el crecimiento, perfil sanguíneo y composición de ácidos grasos de la trucha arcoíris* (*Oncorhynchus mykiss*) [Tesis de Maestría]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- García, S. (1980). *Contribución al estudio de la pesquería de lisa* (*Mugil cephalus* L) en la laguna de Tamiahua, Ver., México [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kottelat, M. y Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes* (vol. 13). Kottelat.
- McDonough, C. J., Roumillat, W. A. y Wenner, C. A. (2003). Fecundity and spawning season of striped mullet (*Mugil cephalus* L.) in South Carolina estuaries. *Fishery Bulletin*, 101(4). 822-834.
- McDonough, C. J., Roumillat, W. A. y Wenner, C. A. (2005). Sexual differentiation and gonad development in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) from South Carolina estuaries. *Fishery Bulletin*, 103(4), 601-619.
- Ramos-Santiago, E., Gil-López, H., 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, 79-91.
- Robins, C. R. y Ray, G. C. (1986). *Una guía de campo para los peces de la costa atlántica: América del Norte* (vol. 32). Houghton Mifflin Harcourt.
- Román Vega, M. A. (2013). Valores hematológicos y bioquímica sanguínea de la población silvestre del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en el Pacífico Sur de México.

- Saleh, M. A. (2009). *Pesca y acuicultura*. FAO. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mugil_cephalus/es
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2021). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>
- Tung, I. H. (1981). On the fishery biology of the grey mullet *Mugil cephalus* in Taiwan. *Report of the Institute of Fishery Biology of Ministry of Economic Affairs and National Taiwan University*, 3, 38-101