



Bioquímica sanguínea y morfometría en *Ichthyoelephas humeralis* de ecosistemas lóticos, provincia Los Ríos, Ecuador

Yuniel Méndez-Martínez^{1*} ; Mariuxi F. Cevallos-Chevez¹ ; Ana R. Álvarez-Sánchez¹ ;
Aroldo Botello-Leon² ; Danis M Verdecia Acosta³ .

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quevedo, Los Ríos, Ecuador

²Universidad Técnica Luis Vargas Torres (UTE-LVT), Facultad de Ciencias Agropecuarias, San Mateo, Esmeraldas, Ecuador.

³Universidad de Granma (UDG), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bayamo, Granma, Cuba.

*Correspondencia: ymendezm@uteq.edu.ec

Recibido: Septiembre 2020; Aceptado: Junio 2021; Publicado: Diciembre 2021.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar los efectos de la zona de habiudad y sexo en la respuesta bioquímica sérica y morfométrica de *Ichthyoelephas humeralis* en ecosistemas loticos de la provincia Los Ríos, Ecuador. **Materiales y métodos.** Se identificó una de las especies nativas (*I. humeralis*) que más se comercializan en los cantones de Quevedo, Mocache y Fumisa de la provincia Los Ríos. Se capturaron 60 ejemplares por cada zona (180 total). Se realizó el sexado y se determinó el peso vivo, la longitud, el grosor de la cabeza, cuerpo y cola; factor de condición y bioquímica sanguínea (glucosa, colesterol y triglicéridos). **Resultados.** Para los indicadores morfométricos no hubo interacción zona-sexo. Solo existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el efecto del sexo sobre el peso vivo, longitud, grosor de la cabeza, cuerpo y cola, con los mayores valores para los machos (284.98 g; 29.32 cm; 6.77 cm; 14.81 cm y 7.80 cm, respectivamente) excepto para el Factor de condición el cual no mostró diferencias estadísticas. Para la bioquímica sanguínea los resultados más elevados para glucosa y triglicéridos en Quevedo con 162 mg/dL y 320.67 mg/dL, respectivamente mientras que para el colesterol fue de 130 mg/dL para Fumisa. **Conclusiones.** Se evidenció el efecto del sexo sobre los indicadores morfométricos, con los mejores resultados para los machos. Mientras que la bioquímica sanguínea mostró variabilidad con respecto a las zonas con los mayores resultados para Quevedo, producto a las fluctuaciones en condiciones naturales del ambiente y la alimentación.

Palabras clave: Colesterol; glucosa; peces; sexo; triglicéridos; zona (*Fuentes: DeCS*).

ABSTRACT

Objective. Evaluate the effects of the habitat zone and sex on the serum biochemical and morphometric response of *Ichthyoelephas humeralis* in lotic ecosystems of Los Ríos province, Ecuador. **Materials and methods.** One of the native species (*I. humeralis*) that are most commercialized in the cantons of Quevedo, Mocache and Fumisa of Los Ríos Province was identified, 60 specimens were captured for each area (180 total), the sexed and the live weight, length, thickness of the head,

Como citar (Vancouver).

Méndez-Martínez Y, Cevallos-Chevez MF, Álvarez-Sánchez AR, Botello-Leon A, Verdecia-Acosta DM. Bioquímica sanguínea y morfometría en *Ichthyoelephas humeralis* de ecosistemas lóticos, provincia Los Ríos, Ecuador. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(1):e2174. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2174>



©El (los) autor (es) 2021. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

body and tail were determined; condition Factor and blood biochemistry (glucose, cholesterol and triglycerides). **Results.** For the morphometric indicators there was no zone-sex interaction. There were only significant differences ($p < 0.05$) for the effect of sex on live weight, length, thickness of the head, body and tail with the highest values for males (284.98 g; 29.32 cm; 6.77 cm; 14.81 cm and 7.80 cm, respectively) except for the condition factor which did not differ statistically. For blood biochemistry the best results for glucose and triglycerides in Quevedo with 162 and 320.67 mg/dL, respectively while cholesterol was higher with 130 mg/dL for Fumisa. **Conclusions.** The effect of sex on morphometric indicators was evidenced, with the best results for males. While the blood biochemistry showed variability with respect to the areas with the highest results for Quevedo, due to fluctuations in natural conditions of the environment and food.

Keywords: Cholesterol; fish; glucose; sex; triglycerides; zone (*Source: DeCS*).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad son más de 34 725 especies de peces que representan el 50% de todas las especies de los vertebrados (1). América del Sur se caracteriza por ser el continente con mayor diversidad, aproximadamente 8 000 especies registradas, pero aun así la información sobre biología, ecología, morfometría y bioquímica es escasa. En la provincia de Los Ríos del Ecuador se han registrado 951 especies de peces de agua dulce, sin embargo, los estudios sobre estas se han enfocado fundamentalmente en su registro, y se desconocen otros aspectos como el rango óptimo para las diferentes etapas y categorías de los indicadores morfométricos y sanguíneos (2).

Entre las especies de peces registradas en Ecuador se encuentra el bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*), el cual es un pez nativo que habita fundamentalmente en ecosistemas lóticos, con distribución desde Colombia hasta Perú. Es un pez que puede alcanzar un peso vivo de 2.5 kg, y una longitud de 38.5 cm (3,4).

Los primeros estudios sobre esta y otras especies nativas de agua dulces en el Ecuador se condujeron por Ovchynnyk (5), el cual profundizó sobre algunos aspectos biológicos. Cadena (4), realizó un estudio preliminar de la relación longitud-peso y etapas de madurez gonadal de *I. humeralis*, determinando que la longitud total fluctúa entre 155 y 385 mm, en tanto el peso entre 49.7 y 883.5 g. Las etapas de madurez sexual más avanzadas se registraron de enero a mayo y en julio a agosto. Por su parte, Stewart et al (6), registraron 473 especies y 225 géneros en la cuenca del río Napo, de las cuales 250 especies, 100 géneros y ocho familias fueron reportadas por primera vez en el sistema del Napo en los ríos Aguarico, Napo y Curacay.

En el humedal Abras de Mantequilla, Florencio et al (7), realizaron estudios bioecológicos, en los que seleccionaron la especie *Ichthyoelephas humeralis* (bocachico), para estudiar la madurez sexual. Revelo y Elías (8) y Revelo (9) investigaron algunos aspectos biológicos y pesqueros de las principales especies de peces del sistema hídrico de la provincia de Los Ríos, donde determinaron el rango de talla de *Brycon alburnus*, que estuvo comprendido entre 14 y 37 cm, mientras que *I. humeralis* entre 13 y 32 cm.

En estudios recientes (10, 11), investigaron sobre la *Cichlasoma festae* en condiciones silvestres y cultivadas; la caracterización de rasgos morfológicos y merísticos, y el rendimiento, parámetros de la pulpa, composición de ácidos grasos en el tejido muscular. Por su parte, Rodríguez et al (12), en la relación alométrica y modelos de crecimiento de juveniles de *Cichlasoma festae* obtuvieron modelos de crecimiento entre la longitud y el peso, los que evitarían estrés por manipulación de los peces; así como riesgos asociados a las patologías.

Mientras que, González-Martínez et al (13) al aplicar análisis multivariante para la caracterización morfométrica y merística del *Dormitator latifrons*, concluyeron que las características morfológicas de esta especie están influenciadas por el sistema de producción, siendo los peces más grandes los provenientes de las piscifactorías, donde la disponibilidad de alimentos es mayor. Además, en este estudio, se mostró dimorfismo sexual, aunque no hubo grandes diferencias significativas en las medidas morfométricas. Los recuentos merísticos tuvieron efecto sobre el sistema de producción y el sexo, con pequeños coeficientes de variación. Estas medidas están vinculadas a la especie y cambian muy poco con el tiempo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, son pocas las investigaciones en la especie en estudio, tanto desde el punto de vista morfométrico como bioquímica sanguínea. Este último indicador en la piscicultura ha mostrado ser una herramienta muy útil en la evaluación y monitoreo del estado de salud tanto de organismos silvestres como cautivos, ya que se trata de valores fisiológicos especie-específicos y dependientes de la edad. Varios factores son los que pueden provocar cambios temporales sobre la bioquímica sanguínea en los peces, entre los que encontramos el ciclo reproductivo, alimentación, temperatura, pH, fotoperiodo, etc. Los indicadores bioquímicos proveen 17 indicadores importante sobre desordenes metabólicos, deficiencias y estrés crónico antes de que estos presenten alguna señal clínica; por lo que es importante conocer cómo es que dichos parámetros pueden cambiar conforme al tiempo (14).

Factores exógenos tales como manipulación de los ejemplares, enfermedades, y estrés provocan cambios significativos en la composición sanguínea. Fluctuaciones en la concentración de cortisol, glucosa y colesterol ha sido detectadas debido a la manipulación y al estrés por hipoxia (15). Los estudios han estado dirigidos a la determinación de hematocritos, hemoglobina, triglicéridos, linfocitos, monocitos, neutrófilos, basófilos, proteínas, glucosa, eritrocitos leucocitos en algunas especies como, *E. maculatum*, *S. minor* y *I. conceptionis* (16); *B. amazonicus* (17) y *A. ocellatus* (18).

Las diferencias fisiológicas entre los sexos están relacionadas con las características sexuales primarias, secundarias y de sus adaptaciones, resultado de diferentes estrategias empleadas para el éxito reproductivo. Se considera que las diferencias en los parámetros sanguíneos, entre hembras y machos se deben al alto metabolismo de estos últimos. Aunque según reporte de Bastardo et al (19) que las hembras poseen mejor comportamiento en este sentido. La variación de los resultados pueden deberse a las diferentes condiciones en las que se encontraban los organismos en cada estudio.

En este sentido se indicó que los factores como la edad, sexo, hábitat, alimentación y migraciones inciden sobre la fisiología de los peces, pudiendo afectar la respuesta inmune y tasa de crecimiento. También se destaca, que están sujetas a la sobreexplotación, contaminación de los ecosistemas acuáticos como

resultado de la urbanización, industrialización, uso indiscriminado de químicos en el sector agropecuario; residuos de insumos agrícolas, restos de vegetales y animales, a ello se suman los efectos del cambio climático, e incremento de presencia de patógenos y enfermedades (20).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los efectos de la zona de hábitat y sexo en la respuesta bioquímica sérica y morfométrica de *I. humeralis* en ecosistemas loticos de la provincia Los Ríos, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Esta investigación se realizó en tres zonas de la provincia de los Ríos, recinto Fumisa, Camarones en 0°43'16" S y 79°27' O; el recinto Pajarito perteneciente al cantón Mocache 1°8'03.92" S, 79°29'07.8" O y Quevedo la ruta del Río 1°2'30" S y 79° 28'30 O (Figura 1). Las condiciones climáticas de cada uno de los lugares se reportan en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones climáticas anuales de tres zonas de la Provincia de Los Ríos, Ecuador.

| Zona | Temperatura Media (°C) | Precipitación (mm) | Clima |
|---------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| Fumisa | 21-31 | 2000-3500 | Tropical |
| Mocache | 20-30 | 1626-3500 | Tropical semi- húmedo |
| Quevedo | 23-31 | 1750-2500 | Tropical húmedo |

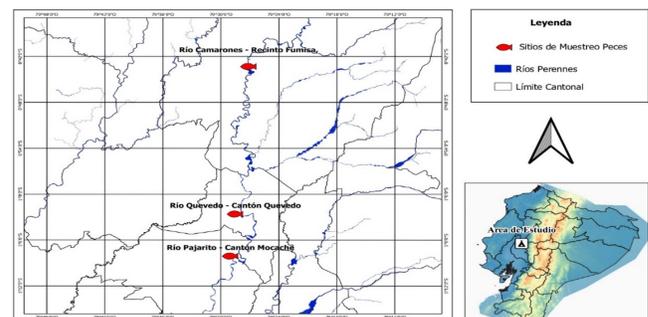


Figura 1. Mapa de áreas de muestreo.

Procedimiento. Para esta investigación se estudió una de las especies nativas de agua dulce (*I. humeralis*) que más se comercializan en los cantones de Quevedo, Mocache y Fumisa de la Provincia Los Ríos. Se capturaron 60 ejemplares por cada zona (180 total), y se procedió a realizar

el sexado teniendo en cuenta las características morfológicas (2,21).

Peso vivo e Indicadores morfométricos. Los peces se pesaron de forma individual en una balanza digital ± 0.01 g (PE 3600 Mettler-Toledo, Columbus, OH, USA), la longitud se determinó con la ayuda de un flexómetro (Truper, 3m-Fh, Distrito Federal, MX) midiendo de la punta de boca hasta la aleta de la cola. Para la medición del grosor de la cabeza, el cuerpo y la cola se utilizó un calibrador vernier digital (GT-MA15 Gester, ± 0.001 mm, Xiamen, CN). El Factor de condición se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula: $(\text{peso vivo}/\text{longitud total}^3) \times 100$ (22).

Bioquímica en plasma sanguíneo. Se extrajo 1 mL de sangre a nivel del arco hemal por punción de la arteria caudal, para lo cual se utilizaron jeringas de 3 mL (Bio-In, Guayaquil, EC); las muestras se colocaron en tubos capilares (Isolab, Laborgeräte GmbH, Eschau, DE) con superficie interior heparinizados, luego se centrifugaron (Gemmy, PLC-05, Taipei, TW) a 1200 rpm durante 10 min para obtener el plasma sérico y posteriormente determinar los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos, para lo cual se aplicaron reactivos kit (Human liquidcolor, Wiesbaden, DE); y se incubaron durante 25 min a 37°C (23). Las lecturas de absorbancia (ABS) se realizaron en un espectrofotómetro (SunostIk, SBA-733 Plus, Kunshan Road, CHN) a 510 nm para la glucosa, 500 nm colesterol y triglicéridos. Todos los análisis se realizaron por triplicado, respectivamente.

Diseño y análisis estadísticos. Un diseño completamente aleatorizado se utilizó con arreglo factorial (3x2), tres zonas de habitat y dos sexos (hembras y macho). A los datos obtenidos, se le aplicaron prueba de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) considerando la zona de habitat y el sexo como fuentes de variación. La prueba de Tukey se empleó para la diferencia entre las medias. Se determinó correlación entre el peso y talla de los peces. Todos los procesamientos estadísticos ($p \leq 0.05$) se realizaron con el programa estadístico IBM SPSS. 22.0.

RESULTADOS

Para el sexado (Tabla 2) se encontraron mayor cantidad de hembras en todas las áreas de estudio

(Fumisa, Mocache y Quevedo) con incrementos de 20, 13.34, 40 unidades porcentuales y como promedio para la investigación 24.44 % de hembras por encima en comparación de los machos. En cuanto a los indicadores morfométricos (Tabla 3) no hubo interacción zona-sexo, con mayor variabilidad para los machos. Solo existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el efecto del sexo en el peso, longitud, grosor de la cabeza, cuerpo y cola con los mayores valores para los machos (284.98 g; 29.32 cm; 6.77 cm; 14.81 cm y 7.80 cm, respectivamente) excepto para el Factor de condición el cual no difirió estadísticamente ($p > 0.05$). Mientras que para las zonas de habitat solo este indicador presento diferencias con los mejores resultados 1.15 para Quevedo ruta del río.

Tabla 2. Sexado de *Ichthyoelephas humeralis* en las zonas de habitat de estudio.

| Detalle | % Machos | % Hembras |
|----------|----------|-----------|
| Fumisa | 40.00 | 60.00 |
| Mocache | 43.33 | 56.67 |
| Quevedo | 30.00 | 70.00 |
| Promedio | 37.78 | 62.22 |

Al analizar la relación peso-longitud se observa correspondencia entre el crecimiento y el peso con ajustes de ecuaciones polinómicas de tercer orden para las hembras en las tres zonas (Mocache, Fumisa y Quevedo) y valores de R^2 superiores a 0.64. Mientras que, para los machos en Fumisa y Quevedo se establecieron ecuaciones polinómicas de tercer orden y para Mocache Potencial con R^2 por encima de 0.70. Figuras 2, 3 y 4.

Para la bioquímica sanguínea no se registró interacción zona-sexo, con las más altas fluctuaciones según mínimo y máximos para los machos y solo se presentaron efectos de la zona con los mayores resultados para glucosa y triglicéridos en Quevedo con 162.00 y 320.67 mg/dL; mientras que el colesterol fue mayor con 130.00 mg/dL para Fumisa, aunque sin diferencias significativas con la zona de Quevedo. En el caso de sexo, no se observaron diferencias significativas, pero los resultados fueron numéricamente superiores para las hembras (Tabla 4).

Tabla 3. Indicadores morfométricos de *Ichthyoelephas humeralis* en las zonas de habitat según sexo.

| Indicadores | Zonas | | | | | | | Sexo | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|------|---------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|------|------|
| | Mocache | Fumisa | Quevedo | Min | Max | EE± | P | Hembra | Min | Max | Macho | Min | Max | EE± | P |
| Peso (g) | 226.87 | 225.90 | 242.10 | 149.00 | 344.00 | 18.13 | 0.20 | 215.51 ^b | 149.00 | 343.00 | 247.73 ^a | 177.00 | 344.00 | 5.67 | 0.03 |
| Longitud (cm) | 27.76 | 27.79 | 28.73 | 22.50 | 50.00 | 0.66 | 0.50 | 26.86 ^b | 23.00 | 33.50 | 29.32 ^a | 22.50 | 50.00 | 0.54 | 0.00 |
| Grosor Cabeza (cm) | 6.27 | 6.30 | 6.73 | 5.00 | 11.00 | 0.19 | 0.16 | 6.09 ^b | 4.50 | 8.50 | 6.77 ^a | 6.00 | 11.00 | 0.15 | 0.00 |
| Grosor Cuerpo (cm) | 13.98 | 13.93 | 14.81 | 11.50 | 27.50 | 0.35 | 0.15 | 13.67 ^b | 12.00 | 17.20 | 14.81 ^a | 11.50 | 27.50 | 0.29 | 0.01 |
| Grosor cola (cm) | 7.57 | 7.83 | 7.18 | 5.00 | 11.50 | 0.19 | 0.05 | 7.26 ^b | 5.00 | 9.50 | 7.80 ^a | 6.00 | 11.5 | 0.15 | 0.01 |
| FC | 1.06 ^b | 1.07 ^b | 1.15 ^a | 0.74 | 1.73 | 0.04 | 0.02 | 1.12 | 0.74 | 1.73 | 1.07 | 0.74 | 1.68 | 0.03 | 0.29 |

EE±= Error Estándar. ^{ab} Superíndices distintos difieren significativamente (p<0.05), dentro de las filas. Factor de condición = FC.

Tabla 4. Indicadores de bioquímica sanguínea de *Ichthyoelephas humeralis* en las zonas de habitat según sexo

| Indicadores (mg/L) | Zonas | | | | | | | Sexo | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------|--------|------|------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| | Mocache | Fumisa | Quevedo | Min | Max | EE± | P | H | Min | Max | Macho | Min | Max | EE± | P |
| Glucosa | 86.00 ^c | 123.33 ^b | 162.00 ^a | 47.00 | 175.00 | 3.88 | 0.00 | 131.78 | 80.00 | 175.00 | 115.78 | 47.00 | 174.00 | 3.07 | 0.19 |
| Colesterol | 88.00 ^c | 130.00 ^{ab} | 112.33 ^{bc} | 56.00 | 153.00 | 2.66 | 0.04 | 113.78 | 57.00 | 153.00 | 106.44 | 56.00 | 145.00 | 3.71 | 0.56 |
| Triglicéridos | 168.33 ^b | 219.67 ^b | 320.67 ^a | 92.00 | 438.00 | 4.57 | 0.01 | 228.11 | 92.00 | 403.00 | 244.33 | 120.00 | 438.00 | 4.15 | 0.64 |

EE±= Error Estándar. ^{abc} Superíndices distintos difieren significativamente (p<0.05), dentro de las filas.

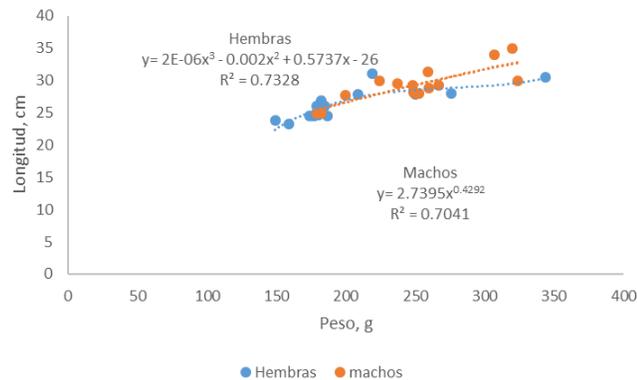


Figura 2. Relación peso-longitud para *Ichthyoelephas humeralis* en la región de Mocache.

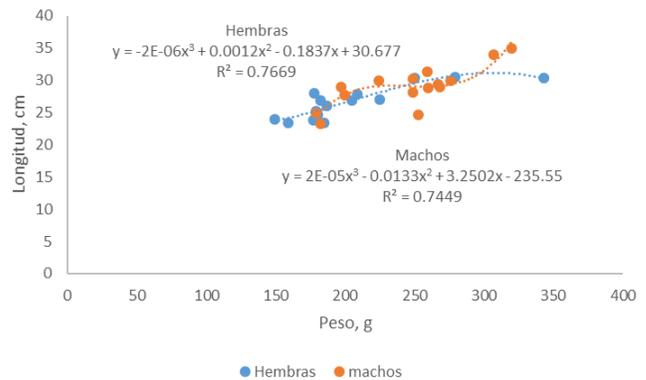


Figura 3. Relación peso-longitud para *Ichthyoelephas humeralis* en la región de Fumisa

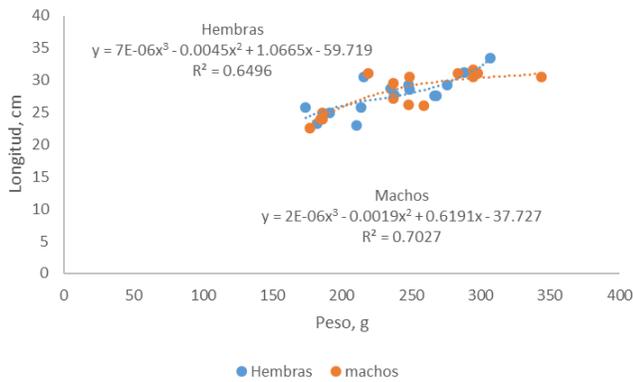


Figura 4. Relación peso-longitud para *Ichthyoelephas humeralis* en la región de Quevedo

DISCUSION

La complejidad y plasticidad en la biología reproductiva de los peces, establece una estructura poblacional en la cual la proporción de los sexos, no siempre es uno a uno, sino que depende de la asignación de recursos y de la selección natural (21).

En estudios de *Colossoma macropomum* Pineda-Santis et al (24) notificaron con 73.71% de hembras y 26.09 para los machos. Por otra parte, Pacheco-Bedoya (25) en al evaluar aspectos biológicos y pesqueros de especies capturadas en el río Babahoyo y afluentes de en el cantón Samborondón; así como Álvarez-León (26) en el río Bogotá encontraron en las especies *A. rivulatus*, *H. microlepis*, *I. humeralis* y *E. mutisii* porcentajes de hembras-machos de 49.30-50.70%; 58.40-41.60%; 73.80-26.20%; 61.40-38.60% y 81.82-18.18%, respectivamente. Variabilidad que pudo estar dada época de reproductiva y desove, que en la especie en la actual investigación ocurre en la época de invierno diciembre-marzo; otros factores como la distribución, mortalidad, alimentación, pH y temperatura del agua. De esta manera, las gónadas embrionarias partiendo de un rudimento común, conformado por células somáticas de la cresta gonadal y células primordiales gonadales, pueden desarrollarse en dos órganos adultos distintos, ovarios o testículos, afectando la estructura demográfica de la población (27).

Para identificar el sexo de *Cichlasoma festae* según la variación morfométrica Vivas-Moreira et al (28), capturaron 500 ejemplares (peso en 20-50 g) en el embalse Daule Peripa y sus afluentes; los ríos Peripa, Toachi y Baba. Para los cuales

no encontraron diferencias entre los lugares o zonas de capturas; mientras que, las relaciones entre variables (peso, longitud total y longitud de la cabeza) teniendo en cuenta el sexo fueron altas con $r=0.90-0.94$. Esta variabilidad en los indicadores morfométricos asociados al sexo, probablemente esté fuertemente vinculado con estrategias defensivas o de supervivencia de la especie. Por ejemplo, hembras más grandes y pesadas pueden albergar huevos más grandes y garantizar una mejor defensa en el momento en que sean más vulnerables como ocurre durante la puesta. Por otro parte, una menor talla en los machos podría significar una menor inversión energética en crecimiento pero un incremento en capacidad de movilidad. Además, esta condición incrementa la capacidad de localizar hembras, facilidad de cortejo e inseminación forzada.

Resultados de los indicadores morfométricos (tabla 3) coinciden con los obtenidos por Caez et al (29), al evaluar en condiciones de cultivo y silvestres *A. rivulatus* en el Río de Quevedo, donde se seleccionaron 52 peses por cada una de formas de producción, se obtuvieron pesos entre 90-228 g, longitud total 14.8-21.8 cm y longitud de la cabeza de 3.4-6.6 cm. Por tanto, han utilizado características morfológicas y merísticas para identificar procesos de adaptación en la naturaleza y poblaciones cultivadas de la misma especie (30).

Por otra parte, Moreno et al (22) en el capitán de agua (*Eremophilus mutisii*) al analizar los indicadores morfométricos utilizaron 33 ejemplares capturados en el río Bogotá, de los cuales 27 eran hembras y los restantes machos, reportaron 222.7 y 181.1 g; 28.6 y 28.1 cm; 3.0 y 2.1 cm del ancho del cuerpo; 3.2-3.1 y 0.9 y 0.8 de Factor de condición para hembras y machos, respectivamente. Con mejor comportamiento desde el punto de vista numérico para las hembras resultados que difieren con los encontrados en nuestra investigación donde los machos presentaron los mayores valores, este comportamiento puede deberse a que las diferencias entre poblaciones son muy difíciles de explicar, pero se conoce que los caracteres morfométricos pueden tener variabilidad en respuestas a las condiciones ambientales, consistentes con la hipótesis evolutiva donde se plantea que los hábitats divergentes impulsan la diversificación fenotípica interespecíficas, los que son importantes para predecir respuestas adaptativas de especies de peces de agua dulce a zonas diferentes y modificación de corrientes

antropogénicas. Estas diferencias morfológicas entre poblaciones de una especie pueden estar relacionadas con las condiciones del hábitat como temperatura, turbidez, disponibilidad de alimentos, profundidad y flujo del agua (31,32,33).

En este sentido González et al (10) y González-Martínez et al (13), al evaluar las variaciones morfométricas entre dos poblaciones (silvestres y cultivadas) de las especies *Cichlasoma festae* y *Dormitator latifrons* notificaron para el caso de *C. festae* incrementos del 22.78 g, 0.61 y 2.26 cm para el peso, Factor de condición y la longitud total; mientras que, para *D. latifrons* solo se reportaron diferencias para el peso con aumentos de 2.71 g. La introducción y mestizaje de una especie de pez (especialmente los silvestres) conduce a una alta adaptación a una amplia gama de localizaciones geográficas, lo que conduce a variaciones fenotípicas con respecto al stock puro (cepas) de los reproductores. De ahí que, la causa de la variación en los caracteres morfométricos puede ser atribuido en parte a la variabilidad interespecíficas, que está bajo la influencia de parámetros ambientales donde los peces para adaptarse rápidamente cambian los caracteres morfológicos necesarios. Por tanto, las diferencias entre ambos sistemas de producción podrían explicarse por la disponibilidad de más alimento para los peces en las piscifactorías que en los ríos, dependiendo este último más de las condiciones climáticas (34). Es por eso que al no haber grandes fluctuaciones de estas condiciones en las diferentes regiones donde se realizó nuestra investigación no se produjeron diferencias entre las zonas.

Ochoa-Ubilla et al (30), al estudiar la relación peso-talla de especies (*Ichthyoelephas humeralis*, *Leporinus ecuadoriensis*, *Brycon spp*, *Rhamdia cinerascens*, *Andinoacara rivulatus*, *Hoplias microlepis*, *Pseudocurimata spp.*) de valor económico capturadas en humedal Abras de Mantequilla, Ecuador; obtuvieron para el crecimiento de todas las especies ecuaciones potencial, pero *I. humeralis*, *A. rivulatus* y *P. spp* con crecimiento alométrico negativo, mientras *H. microlepis*, *L. ecuadoriensis*, *Brycon sp* y *R. cinerascens* con crecimiento isométrico. Las diferencias entre los crecimientos pudieran estar relacionado a muchos factores, como el tamaño de las muestras, rangos de tallas, aspectos genéticos ente grupos de especies y condiciones ambientales. Además, la relación peso-longitud puede comportarse de manera diferente no solo entre especies, también dentro de poblaciones

de una misma especie, ya que el crecimiento depende de las variaciones ambientales, nutricionales y genéticas.

El Factor de condición se relaciona con la condición corporal y estado reproductivo de los peces. Aspectos que explican los resultados obtenidos por Moreno et al (22), donde este parámetro fue superior para las hembras en maduración con más de 172 g, seguido por las desovadas, las que están en maduración de menos de 172 g y los machos. Resultados similares para el Factor de condición se han descrito previamente para el bagre pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, con valores cercanos a 1,19 para hembras en maduración, 1.15 para hembras desovadas y 1.1 para machos en diferentes estados de maduración gonadal. La disminución en el Factor de condición de las hembras durante el desove se debe a que los animales pierden peso sin disminuir su talla (35).

Por su parte, Moreno et al (22) al evaluar la relación longitud total-peso vivo de *Eremophilus mutisii* en hembras y machos en maduración, ecuaciones potenciales con R^2 superiores a 0.88 ($p < 0.05$) donde el coeficiente alométrico de la relación longitud total -Peso vivo fue superior para las hembras ($p < 0.05$). Lo anterior, indica que el incremento en peso en función del tamaño es mayor en hembras que en machos, sobre todo durante la maduración gonadal, lo cual puede estar relacionado con las diferencias que existen en el peso de las gónadas, donde el índice gonadosomático fue superior para las hembras.

El estudio de los parámetros sanguíneos en peces nativos (Tabla 4) es muy limitado. La bioquímica sérica en peces puede valorar la respuesta del animal frente a agentes como estrés, enfermedades, desbalances nutricionales. Los trastornos que se puedan dar de estos factores dependen de la especie, edad, fase fisiológica. La concentración de cortisol, glucosa y colesterol se pueden ver afectados por un estrés hipóxico, por lo tanto, estos parámetros son fundamentales para conocer el estado en el que está el animal (18,36).

En parámetros séricos de reproductores de *Brycon amazonicus* y *Astronotus ocellatus* Van der Laan (3) encontró niveles de glucosa y colesterol de 64.39 mg/dL y 253.4 mg/dL, cifras dentro de los niveles normales para esta especie (14.7-155.3 mg/dL y 78 a 397 mg/dL, respectivamente) (17), los resultados reportados en este estudio son superiores (162

mg/dL en la glucosa en la zona de Quevedo) e inferiores para el colesterol 130 mg/dL. Las variaciones encontradas en estos parámetros bioquímicos pueden ser a causa de factores inter o intraespecíficas como variación genética, edad maduración gonadal, hábito alimenticio, estrés, hábitat y clima; los niveles ligeramente alto de glucosa están íntimamente relacionados con el estado nutricional, la dieta y la temperatura a la que estén sujetos los peces, pudiendo causar disminución en el crecimiento, aumento de glucógeno en el hígado y eventualmente puede ocasionar la muerte (37).

En *T. natans* evaluaron Hernández-Cuadrado et al (38), el efecto ecofisiológico en la bioquímica sanguínea en ejemplares capturados en cinco puntos de la ciénaga La Bahía, Complejo Lagunar de Malambo, Atlántico, Colombia; donde se establecieron dos estudios paralelos en condiciones de cultivo y de manera silvestre, los resultados arrojaron la no existencia de diferencias significativas entre los diferentes hábitat natural y estanques de cría para colesterol 280.00 y 281.00 mg/dL; mientras que, en la glucosa los peces en cautiverio no difirieron con 120.60 mg/dL, solo este indicador para los peces en estado natural presentaron estadísticamente diferencia con sus valores más elevado de 140.20 mg/dL. Los mayores niveles de glucosa se deben al elevado requerimiento energético en el hábitat natural. Este gasto puede estar relacionado con la disponibilidad de espacio y posiblemente porque el proceso gluconeogénico puede ser más acentuado, proceso especialmente importante para el sistema nervioso central y los hematíes que necesitan de un continuo suministro de dicho azúcar, aspectos fundamentales en agua con contaminante. Se ha comprobado que agentes contaminantes como el naftaleno pueden afectar

los niveles plasmáticos de glucosa de algunos peces como *Oncorhynchus mykiss* en estadios iniciales de desarrollo (39). Por otra parte, la falta de correlación encontrada en este estudio entre el sexo y los parámetros sanguíneos contrasta con la tendencia general entre los vertebrados donde es común que los machos presenten niveles ligeramente superiores respecto de las hembras (40).

En conclusión, en este estudio quedó evidenciado el efecto del sexo sobre los indicadores morfométricos, con los mejores resultados para los machos. Mientras que la bioquímica sanguínea mostró variabilidad con respecto a las zonas con los mayores resultados para Quevedo, producto a las fluctuaciones en condiciones naturales del ambiente y la alimentación.

Conflicto de intereses

Declaramos todos los autores que durante la realización y elaboración de este trabajo no existió ningún tipo de conflicto de interés.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Don Quirola, presidente de la asociación de pesca artesanal Bella Vista por su apoyo en la captura de los organismos. Agradecemos a Wendy Hidalgo por el apoyo técnico en el procesamiento de las muestras. La investigación estuvo respaldada por: Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Proyecto de soporte de la convocatoria FOCYCYT-7ma, proyecto PFOC7-48-2020.

REFERENCIAS

1. Calderón-Peralta G, Ayora-Macías G, Solís-Coello P. Variación espacio-temporal de larvas de peces en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. Bol Investig Mar. 2020; 49(1):135-156. <http://dx.doi.org/10.25268/bimc.invemar.2020.49.1.778>
2. Nugra F, Anaguano-Yancha F, Arízaga C, Zárate E, Brito J. Leucismo en el pez *Lebiasina bimaculata* (Characiformes: Lebiasinidae) en Guayas, Ecuador. Bio Colomb. 2018; 19(2):133-139. <http://dx.doi.org/10.21068/c2018.v19n02a12>

3. Van der Laan R. Family-group names of Fossil fishes. *European J Taxon.* 2018; 466:1-167. <https://doi.org/10.5852/ejt.2018.466>
4. Cadena M. Estudio preliminar de la relación longitud-peso y etapas de madurez gonadal de bocachico *Ichthyoelephas humeralis*. *Rev Cien Mar Limn.* 1981; 1(1):83-86. <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/08/7.Estudio-Preliminar.pdf>
5. Ovchynnyk M. Peces de agua dulce del Ecuador y sus perspectivas para desarrollar su cultivo. Latin American Studies Center: Michigan State University: USA; 1971.
6. Stewart D, Barriga R, Ibarra M. Ictiofauna de la cuenca del río Napo, Ecuador oriental: Lista anotada de especies. *Politécnica.* 1987; 12(4):9-63. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5066>
7. Florencio A, Cadena M, Moya O, Villamar F. Aspecto bioecológicos en el humedal Abras de Mantequilla de *Ichthyolephas humeralis* (bocachico). *Revista Ciencias del Mar y Limnología.* 1993; 3(1): 173-181. <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/08/Estudio-bioecologico-de-la-laguna.pdf>
8. Revelo W, Elías E. Aspectos biológicos de los principales recursos de aguas continentales, durante febrero y marzo del 2004 en la provincia de Los Ríos. Instituto Nacional de Pesca: Guayaquil, Ecuador; 2004. <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Resumen-aspectos-biol%C3%B3gicos-de-la-provincia-de-Los-R%C3%ADos.pdf>
9. Revelo W. Aspectos biológicos y pesqueros de los principales peces de del sistema hídrico de la provincia de Los Ríos durante 2009. *Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. Boletín Científico Técnico.* 2010; 21(7):53-84. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/4790/2.%20PUBLICACION%202009%20AGUA%20DULCE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. González MA, Rodríguez JM, Angón E, Martínez A, García A, Peña F. Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of *Cichlasoma festae*, a species native to tropical Ecuadorian rivers. *Arch Anim Breed.* 2016; 59:435-444. <http://dx.doi.org/10.5194/aab-59-435-2016>
11. González MA, Angón E, Rodríguez J, Moya A, García A, Peña F. Yield, flesh parameters, and proximate and fatty acid composition in muscle tissue of wild and cultured Vieja Colorada (*Cichlasoma festae*) in tropical Ecuadorian river. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 2017; 15(3):e0604. <https://doi.org/10.5424/sjar/2017153-10271>
12. Rodríguez J, Angón E, González M, Perea J, Barba C, García A. Allometric relationship and growth models of juveniles of *Cichlasoma festae* (Perciforme: Cichlidae), a freshwater species native in Ecuador. *Revista de Biología Tropical.* 2017; 65(3):1185-1193. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i3.26173>
13. González-Martínez A, Lopez M, Molero HM, Rodríguez J, González M, Barba C, García A. Morphometric and Meristic Characterization of Native Chame Fish (*Dormitator latifrons*) in Ecuador Using Multivariate Analysis. *Animal.* 2020; 10(1805):1-19. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10101805>
14. Enayat-Gholampour T, Fadaei-Raieni R, Pouladi M, Larijani M, Pagano M, Faggio C. The Dietary Effect of Vitex agnus-castus Hydroalcoholic Extract on Growth Performance, Blood Biochemical Parameters, Carcass Quality, Sex Ratio and Gonad Histology in Zebrafish (*Danio rerio*). *Applied Science.* 2020; 10(1402):1-10. <http://dx.doi.org/10.3390/app10041402>
15. Canham R, González-Prieto AM, Elliott JE. Mercury Exposure and Toxicological Consequences in Fish and Fish-Eating Wildlife from Anthropogenic Activity in Latin America. *Integr Environ Assess Manag.* 2021; 17(1):13-26. <http://dx.doi.org/10.1002/ieam.4313>
16. Sáez G, Chero J, Cruces C, Minaya D, Rodríguez C, Suyo B, et al. Parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea en diez especies de peces marinos capturados por pesquería artesanal en la Bahía del Callao, Perú. *Rev Inv Vet Perú.* 2018; 29(4):1161-1177. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15204>
17. Gonzales A, Curto G, Fernández-Mendez C. Parámetros hematológicos de reproductores de *Brycon amazonicus* (Bryconidae) en cultivo. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 2019; 30(1):133-142. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14935>

18. Gonzales-Flores A, Huanuiri K, Vasquez J, Guerra F, Fernández-Méndez C. Caracterización hematológica de *Astronotus ocellatus* (Cichliformes: Cichlidae): especie de importancia económica en la Amazonía peruana. *Rev Inv Vet Perú* 2020; 31(2):e17827. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17827>
19. Bastardo H, Guedez C, León M. Características del semen de trucha arcoíris de diferentes edades, bajo condiciones de cultivo en Mérida, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 2004; 22(3). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692004000300006
20. Morante-Carriel L, Canchignia HF, Morante-Carriel J, Romero-Meza R, Moreria AC, Abasolo-Pacheco F. Bacterias con potencialidades para la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados de Quevedo, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas.* 2018; 6(3):1-8. <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/257/322>
21. Rodríguez-Pulido JA, Mira-López TM, Cruz-Casallas PE. Determinación, diferenciación sexual y pubertad en peces. *Orinoquia.* 2018; 22(1):80-91. <http://dx.doi.org/10.22579/20112629.487>
22. Moreno JM, Aguilar FA, Boada NS, Rojas JA, Prieto C. Análisis morfométrico e índices corporales del capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). *Rev Med Vet Zoot.* 2019; 66(2):141-143. <http://dx.doi.org/10.15446/RFMVZ.V66N2.82433>
23. Trinder P. Determination of Glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann Clin Biochem.* 1969; 6:24-27. <http://dx.doi.org/10.1177/000456326900600108>
24. Pineda-Santis H, Restrepo LF, Olivera-Ángel M. Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. *Rev Col Cienc Pec.* 2004; 17(4):24-29. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323956/20781136>
25. Pacheco-Bedoya JL. Aspectos biológicos y pesqueros de las principales especies capturadas en el río Babahoyo y afluentes en el cantón Samborondón de la provincia del Guayas. Instituto Nacional de Pesca: Ecuador; 2018. <http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Aspectos.-Biol%C3%B3gicos-y-Pesqueros-R%C3%ADo-Babahoyo-y-Afluentes-Cant%C3%B3n-Samborond%C3%B3n-2015-2.pdf>
26. Álvarez-León R. Registros de los hallazgos originales de peces dulceacuícolas de Colombia, entre 2010 y 2019. *Bol Cient Mus Hist Nat.* 2019; 23(2):259-279. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v23n2/0123-3068-bccm-23-02-00259.pdf>
27. Castro RMC, Polas CNM. Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. *Biota Neotropica.* 2020; 20(1):e20180683. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0683>
28. Vivas-Moreira R, González-Veliz M, Rodríguez-Tobar J, Torres-Navarrete Y. Identificación del sexo en vieja colorada (*Cichlasoma festae*) en base en la variación morfométrica. *Centrosur.* 2020; 1(6):1-10. <http://dx.doi.org/10.37959/cs.v1i6.27>
29. Caez J, González A, González MA, Angón E, Rodríguez JM. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of wild and cultured populations of Vieja Azul (*Andinoacara rivulatus*). *Turk J Zool.* 2019; 43:1-15. <http://dx.doi.org/10.3906/zoo-1903-31>
30. Ochoa-Ubilla BY, Mendoza-Nieto KX, Vivas-Moreira R, Undánigo-Zambrano J, Ferrer-Sánchez Y. Estructura de tallas de captura y relación longitud-peso de peces nativos en el humedal Abras de Mantequilla, Ecuador. *Cienc Tecn UTEQ.* 2016; 9(2):19-27. <https://dx.doi.org/10.18779/cytuteq.v9i2.19.g8>
31. Gutiérrez X, Aguilera A, Aatland A. Aprendiendo Acuicultura: Calidad del agua en la producción de smol. *Salmonexpert.* 2015; 5:28-36. <https://www.salmonexpert.cl/article/calidad-de-agua-en-la-produccion-de-smolt/>
32. Rodríguez J, González A, Angón E, Vivas R, Barba C, González MA, et al. Efecto del tamaño de las reproductoras en la producción de alevines de *Cichlasoma festae* en condiciones semicontroladas en Ecuador. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria.* 2019; 20:1-13. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2019.021>
33. Foster K, Bower L, Piller K. Getting in shape: habitat-based morphological divergence for two sympatric fishes. *Biological Journal of the Linnean Society.* 2015; 114: 152-162. <https://academic.oup.com/biolinnean/article/114/1/152/2416061>

34. Kelley JL, Davies PM, Collin SP, Grierson PF. Morphological plasticity in a native freshwater fish from semiarid Australia in response to variable water flows. *Ecology and Evolution*. 2017; 7:6595–6605. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.3167>
35. Rodrigues RM, Febré NN, Amadio SA, Tuset VM. Plasticity in the shape and growth pattern of asteriscus otolith of black prochilodus *Prochilodus nigricans* (Teleostei: Characiformes: Prochilodontidae) freshwater Neotropical migratory fish. *Neotropical Ichthyology*. 2018; 16(4):e180051. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20180051>
36. Vargas M. Parámetros hematológicos y bioquímicos del capitán de la sabana en diferentes sistemas de explotación. *Zoociencia*. 2019; 6(1):1-6. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/1283>
37. Ahmadniaye-Motlagh H, Sarkheil M, Safari O, Paolucci M. Supplementation of dietary apple cider vinegar as an organic acidifier on the growth performance, digestive enzymes and mucosal immunity of green terror (*Andinoacara rivulatus*). *Aquaculture Research*. 2020; 51:197–205. <http://dx.doi.org/10.1111/are.14364>
38. Hernández-Cuadrado EE, Vargas-Zapata CL, Rodríguez-De la Vega AJ. Bioquímica sanguínea e inferencias ecofisiológicas en *Typhlonectes natans* (Amphibia: Gymnophiona) de la región caribe colombiana. *Rev Acad Colomb Cienc*. 2011; 35(134):13-22. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082011000100002&script=sci-abstract&tlng=es>
39. Tintos A, Gesto M, Álvarez R, Míguez JM, Soengas JL. Interactive effects of naphthalene treatment and the onset of vitellogenesis on energy metabolism in liver and gonad, and plasma steroid hormones of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative biochemistry and Physiology*. 2006; 144:155-165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2006.07.009>
40. Veetil C, Chidambaran K. Acute toxicity of triclosan on the native freshwater fish, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792): behavioral alterations and histopathological lesions. *Int J of Life Sciences*. 2018; 6(1):166-172. <http://oaji.net/articles/2017/736-1520621653.pdf>