

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**ACTUALIZACIÓN DEL LISTADO Y DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD DE
PECES ÓSEOS DULCEACUÍCOLAS DE LAS PRINCIPALES CUENCAS
HIDROGRÁFICAS DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

PRESENTADO POR:

CALEB ABDÍAS MORALES CABALLERO C.I.P. 4-799-1731

ISIDRO NODIER MORALES CABRERA C.I.P. 4-793-83

ASESOR PRINCIPAL

M. SC. GÉMINIS A. VARGAS J.

CO – ASESORES:

M. SC. ANGÉLICA M. RODRÍGUEZ C.

M. SC. OSIRIS D. MURCIA C.

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN
BIOLOGÍA**

DAVID, CHIRIQUÍ, 2026

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, quien nos otorga la vida y quien, a lo largo de este estudio, me brindó la fuerza, la gracia, la voluntad, la sabiduría y el entendimiento necesarios para culminar con éxito esta investigación.

A mi madre, Dora Caballero, por ser el mayor apoyo de mi vida; quien me ha inculcado el amor a Dios y siempre ha dado todo por mí, esforzándose en gran manera para hacer posible este logro. A mi padre, José “Mister” Morales, quien también ha estado presente, orientándome siempre a hacer lo correcto y compartiendo conmigo sus experiencias de vida, las cuales han sido de gran provecho para mi formación personal. Agradezco a ambos por haberse propuesto formar hijos ejemplares y dedicados en todo lo que hacen; lo que soy hoy en día es gracias a ustedes.

A mis hermanos Zirelys, Arialys, Arahon y Jeremy, así como a sus familias, por estar siempre para mí en todo momento y por su apoyo durante toda la carrera.

A mi sobrino Luccas, quien fue un gran soporte emocional de principio a fin en esta investigación.

Al profesor Alexander Serrano Q.E.P.D., por inspirar en mí el interés por la investigación y por compartir su conocimiento con pasión, humildad y dedicación.

Que este logro sea también una muestra de gratitud hacia quienes formaron parte de mi camino y contribuyeron, de una u otra manera, a la persona que soy hoy.

Caleb Morales

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Isidro Morales y Lourdes Cabrera, por todo su apoyo y comprensión a lo largo de mi vida, por siempre brindarme su tiempo, sus enseñanzas y motivarme a seguir adelante.

A mis hermanas, Lizzi y Yaritza, por sus palabras de ánimo y por demostrarme que podía lograr mis metas en esta etapa de mi vida.

A mis sobrinas, como inspiración para que también luchen por cumplir cada uno de sus objetivos personales y nunca dejen de creer en sí mismas.

A todos los profesores que me guiaron durante mi carrera, ya que de cada uno de ellos aprendí algo valioso que contribuyó a mi formación académica y personal.

A nuestras asesoras, por siempre dedicarnos su tiempo y orientarnos en cada corrección y mejora de esta tesis.

Y, por último, pero no menos importante, a Dios, por brindarme la fortaleza y el apoyo espiritual necesarios para alcanzar esta meta.

Isidro Morales

Agradecimientos

Agradecemos a Dios, por permitirnos culminar el reto que afrontaba esta investigación.

A nuestras familias y a nuestro amigo Jan Bethancourt por su apoyo incondicional a lo largo de nuestras carreras.

A la profesora Géminis Vargas por asesorarnos con su conocimiento en toda la investigación y brindarnos la oportunidad de realizar dicho trabajo en colaboración al Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados, el cual nos aportó el equipo necesario para las colectas y asesoramiento a lo largo del proyecto.

A las profesoras Angelica Rodríguez y Osiris Murcia, por su tiempo y su valioso asesoramiento en la investigación.

Agradecemos al exalcalde Abel Quintero, Arnulfo Morales, Jose Lozada y al H.R. Freddy Lozada por su apoyo económico. Y al equipo de la Junta Comunal de Santa Gallo, Rodrigo Cerceño y Emilio Fuentes que nos apoyaron con la movilización a ciertos ríos.

Agradecemos a Olmedo “Mello” Carrasco, Mónica Sánchez, José Morales, Yusseff Aguirre y Tomás Ríos por su colaboración en campo; a Jorge Sánchez por su colaboración en el río Chico y pescadores lugareños del río Estí por permitirnos fotografiar un espécimen no colectado.

A Marcos Ponce y Rigoberto González por su ayuda en la identificación taxonómica.

Y finalmente a Frank y Wayne quienes nos abrieron las puertas de Cabañas Río Encantado, para la colecta correspondiente al río Caldera.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	xii
Abstract	xiv
CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Importancia	4
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	5
2.1 Diversidad ictiológica y el rol ecológico de Panamá en el Corredor Mesoamericano	5
2.2 Diversidad, evolución y relevancia ecológica de los peces	5
2.3 Panamá y sus provincias ictiológicas: revisiones históricas y propuestas recientes	6
2.4 Clasificación de los peces dulceacuícolas en Panamá y su diversidad y distribución	7
2.5 Amenazas para los ecosistemas acuáticos: efectos de la actividad humana en los ríos y humedales	7
2.6 El efecto de los factores fisicoquímicos sobre la ecología y fisiología de los peces dulceacuícolas	8
2.7 Cuencas hidrográficas y su importancia en Panamá	10
2.8 Historia de la categorización de las cuencas hidrográficas	10
2.9 Gestión y división de los recursos hídricos panameños	11
2.10 Zonas de vida y su clasificación en Panamá	11
CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Área de estudio	13

3.2 Características generales de las principales cuencas de la provincia de Chiriquí.....	14
3.2.1 Características de la cuenca del Río Chiriquí Viejo (102)	14
3.2.2 Características de la cuenca del Río Chico (106).....	14
3.2.3 Características de la cuenca del Río Chiriquí (108)	15
3.2.4 Características de la cuenca del Río Fonseca (110).....	16
3.2.5 Características de la cuenca del Río San Félix (112)	16
3.2.6 Características de la cuenca del Río Tabasará (114).....	17
3.3 Determinación de parámetros ambientales y geográficos.....	17
3.4 Proceso de captura	18
3.5 Procesamiento de la muestra en campo y transporte	18
3.6 Determinación taxonómica, preservación y fijación de las muestras	19
3.7 Análisis estadístico	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Listado de familias y especies.....	22
4.2 Comparación con el estudio realizado por Batista & Garúz (1999)	24
4.3 Calidad del hábitat y parámetros fisicoquímicos	28
4.3.1 Parámetros fisicoquímicos.....	29
4.4 Índices de diversidad	34
4.4.1 Riqueza	34
4.4.2 Índice de Simpson	34
4.4.3 Índice de Shannon-Weaver	35
4.4.4 Equitatividad.....	35
4.5 Índice de abundancia relativa	35
4.6 Índices de similitud comparados por estudios, cuencas y ríos	38

4.7 Cobertura de muestreo (SC)	40
4.8 Curvas de rarefacción y extrapolación de riqueza de especies.....	41
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....	47
Recomendaciones	48
Referencias Bibliográficas	49
Anexos	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los sitios de muestreos, ubicación geográfica, altitud sobre el nivel del mar y la categoría de zona de vida descrita para cada sitio.	13
Cuadro 2. Especímenes colectados según el orden y la familia y la cantidad de especies.	22
Cuadro 3. Diversidad de especies de peces óseos dulceacuícolas en las principales cuencas de la provincia de Chiriquí (2025)	23
Cuadro 4. Especies reportadas en los estudios de Batista & Garuz (1999) y el presente estudio.	24
Cuadro 5. Evaluación de la calidad del hábitat en los ríos estudiados en base a la categoría establecida por Barbour (1999).	28
Cuadro 6. Parámetros fisicoquímicos por sitio de muestreo.	31
Cuadro 7. Índice de abundancia relativa de cada especie colectada según su abundancia.....	37
Cuadro 8. Índice de similitud (Morisita-Horn) entre las cuencas evaluadas en el estudio de Batista & Garúz (1999) y el presente estudio.	39
Cuadro 9. Índice de similitud (Morisita-Horn) comparación a nivel de ríos entre Batista & Garúz (1999) y el presente estudio.	39
Cuadro 10. Condición de los ríos muestreados mediante el protocolo de caracterización de hábitats modificado de Barbour et al., (1999).	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cobertura de muestreo (SC) estimada por iNEXT para cada río.	41
Figura 2. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chiriquí Viejo (102) donde se encuentra el río Chiriquí Viejo (naranja) y el río Gariché (azul).	44
Figura 3. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chico (102) donde se encuentra el río Chico (naranja) y el río Chirigagua (azul).	44
Figura 4. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chiriquí (108) la cual mantiene los ríos Caldera (naranja), David (rosa), Gualaca (verde), Platanal (amarillo), Chiriquí Nuevo (azul), Estí (morado) y Majagua (celeste).	45
Figura 5. Curva de rarefacción de la cuenca del río Fonseca (110) la cual mantiene a los ríos Chorchá (naranja) y Fonseca (azul).	45
Figura 6. Curva de rarefacción de la cuenca del río San Félix (112) la cual mantiene el río San Félix (naranja), río San Juan (azul) y el río Santiago (rosa).	46
Figura 7. Curva de rarefacción de la cuenca del río Tabasará (114) la cual mantiene el río Tabasará (naranja) y el río Viguí (azul).	46
Figura 8. <i>Astyanax</i> sp. de vista lateral.	66
Figura 9. <i>Odontostilbe dialeptura</i> de vista lateral.	67
Figura 10. <i>Roeboides bouchellei</i> de vista lateral.	68
Figura 11. <i>Hemibrycon dariensis</i> de vista lateral.	69
Figura 12. <i>Brycon behreae</i> de vista lateral.	69
Figura 13. <i>Cyphocharax magdalenae</i> de vista lateral.	70
Figura 14. <i>Ariopsis guatemalensis</i> de vista lateral.	71
Figura 15. <i>Pimellodella chagresi</i> de vista lateral.	72
Figura 16. <i>Rhamdia quelen</i> de vista lateral.	73
Figura 17. <i>Ancistrus</i> sp. de vista lateral, frontal y boca de vista ventral y dorsal.	74
Figura 18. <i>Fonchiiichthys uracanthus</i> de vista lateral y dorsal.	74
Figura 19. <i>Hypostomus aspidolepis</i> de vista lateral.	75
Figura 20. <i>Amphilophus lyonsi</i> de vista lateral.	76
Figura 21. <i>Andinoacara coeruleopunctatus</i> de vista lateral.	76
Figura 22. <i>Talamanchaeros sieboldi</i> de vista lateral.	77
Figura 23. <i>Criboheros altifrons</i> de vista lateral.	78

Figura 24. <i>Parachromis managuensis</i> de vista lateral.	78
Figura 25. <i>Oreochromis niloticus</i> de vista lateral.	79
Figura 26. <i>Oxycigonectes dovii</i> de vista lateral.	80
Figura 27. <i>Brachyrhaphis roseni</i> de vista lateral.	81
Figura 28. <i>Brachyrhaphis terrabensis</i> de vista lateral.	81
Figura 29. <i>Poecilia gillii</i> de vista lateral.	82
Figura 30. <i>Poecilopsis turrubarensis</i> de vista lateral.	82
Figura 31. <i>Poecilopsis retropinna</i> de vista lateral.	83
Figura 32. <i>Pseudophallus starksi</i> de vista lateral.	84
Figura 33. <i>Eleotris picta</i> de vista dorsal.	85
Figura 34. <i>Gobiomorus maculatus</i> de vista lateral.	85
Figura 35. <i>Hemieliotris latisfaciatus</i> de vista lateral.	86
Figura 36. <i>Dormitator latifrons</i> de vista lateral.	87
Figura 37. <i>Eucinostomus currani</i> de vista lateral.	88
Figura 38. <i>Awous banana</i> de vista lateral.	89
Figura 39. <i>Sycidium salvini</i> de vista lateral.	89
Figura 40. <i>Trinectes fonsecensis</i> de vista lateral.	90
Figura 41. <i>Dajaus monticola</i> de vista lateral.	91
Figura 42. <i>Hoplias microlepis</i> de vista lateral.	92
Figura 43. <i>Atherinella</i> sp. de vista lateral.	93
Figura 44. <i>Lutjanus novemfasciatus</i> de vista lateral.	94
Figura 45. <i>Lutjanus colorado</i> de vista lateral.	94
Figura 46. <i>Lutjanus argentiventris</i> de vista lateral.	95
Figura 47. Ríos estudiados (Chiriquí Viejo, Gariché, Chico, Chirigagua, Platanal, David, Majagua, Caldera, Estí, Gualaca, Chiriquí Nuevo y Chorcha) de la zona centro y occidental de la provincia de Chiriquí.	97
Figura 48. Ríos estudiados (Fonseca, San Juan, San Félix, Santiago, Tabasará y Viguí) en la zona oriental de la provincia de Chiriquí.	98
Figura 49. Ríos muestreados en la provincia de Chiriquí. (a) Chiriquí Viejo, (b) Gariché, (c) Chico, (d) Chirigagua, (e) Platanal, (f) Majagua, (g) David, (h) Chiriquí Nuevo,	

(i) Estí, (j) Gualaca, (k) Caldera, (l) Chorchá, (m) Fonseca, (n) San Juan, (o) San Félix, (p) Santiago, (q) Tabasará, (r) Viguí.	99
Figura 50. Procedimientos en campo	100
Figura 51. Artes de pesca utilizadas	100
Figura 52. Toma de parámetros fisicoquímicos y relleno del formulario de caracterización de hábitat.	100
Figura 53. Equipo fotográfico para evidencia de captura	101
Figura 54. Culminación de la fase de trabajo de campo.	101
Figura 55. Fotografías de <i>Hoplias microlepis</i>	102
Figura 56. Revisión morfológica y literaria para la identificación taxonómica.	102

Resumen

Los ecosistemas de agua dulce son clave para la biodiversidad y albergan cerca de 18 000 especies de peces, pero enfrentan amenazas como contaminación, cambio climático, fragmentación de hábitats y especies invasoras.

Los estudios sobre peces de ríos en Panamá iniciaron a principios del siglo XX y han avanzado progresivamente con el tiempo. Sin embargo, En la provincia de Chiriquí (Panamá) existen pocos estudios sobre peces de agua dulce; este trabajo actualiza el listado realizado por Batista y Garúz (1999) y aporta nueva información sobre su distribución.

El estudio se realizó en época seca (diciembre 2023 – mayo 2024) en 18 ríos pertenecientes a seis cuencas hidrográficas de la provincia. Se usaron diferentes artes de pesca y se midieron parámetros ambientales como pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y velocidad de corriente, además de caracterizar el hábitat y tomar las coordenadas geográficas.

Se registraron 39 especies, agrupadas en 20 familias y 10 órdenes, con un total de 514 individuos colectados. El orden más diverso fue Characiformes; la familia con mayor riqueza fue Cichlidae y el género más abundante fue *Astyanax* sp.

En comparación con el estudio de 1999 (42 especies), se observaron tres especies menos. Esta diferencia, aunque mínima, puede deberse a la combinación de factores, incluidos, los cambios en el uso del suelo, la actividad humana y las actualizaciones taxonómicas recientes.

La calidad del hábitat fue óptima en los ríos Caldera, Estí y Santiago; marginal en el río Chico (asociado a una hidroeléctrica); y subóptima en los demás ríos. Esto puede estar relacionado con la presencia de una hidroeléctrica cercana, ya que altera el régimen de los caudales y reduce la diversidad de hábitats acuáticos. Los demás ríos se clasificaron como subóptimos.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos mostró diferencias significativas entre los ríos, evidenciando la influencia de las actividades humanas. El pH fue alcalino en el río Chorcha (8.56), posiblemente por la cercanía de cultivos de arroz, mientras que el

río Platanal presentó un pH cercano a la neutralidad (7.31), asociado a desechos orgánicos de una porqueriza. En cuanto a la temperatura, el valor más alto se registró en el río Chiriquí Nuevo (33 °C) y el más bajo en el Chiriquí Viejo (22 °C), variaciones atribuibles a la hora de muestreo y a factores climáticos locales. El oxígeno disuelto también varió, con sobresaturación en el río Caldera (103.7 %) y el valor más bajo en el Platanal (84.1 %), relacionado con su baja velocidad de corriente.

Se realizó un análisis multivariado de índice de similitud entre estudios; donde se comparó primeramente la similitud entre estudios de modo general, mostrando un 87 % de similitud; a nivel de cuencas la del río Fonseca (112) mostró entre si un 82 % de similitud; y a nivel de ríos el río Platanal reveló un 90 % de similitud entre ambos. Algunos ríos presentaron muestreo altamente representativo, mientras que otros mostraron baja cobertura, sugiriendo la posibilidad de especies aún no registradas.

Los resultados reflejan cambios significativos en la composición y distribución de la ictiofauna en comparación con el estudio previo. Lo que podría estar relacionado con procesos naturales de cambios ambientales y la influencia de actividades humanas como la agricultura, ganadería y la canalización de los ríos por los procesos de creación de hidroeléctricas.

Abstract

Freshwater ecosystems are essential for biodiversity and harbor nearly 18,000 fish species; however, they face threats such as pollution, climate change, habitat fragmentation, and invasive species.

Studies on river fishes in Panama began in the early twentieth century and have progressively advanced over time. However, in the province of Chiriquí (Panama), there are few studies on freshwater fishes; this work updates the species list compiled by Batista & Garúz (1999) and provides new information on their distribution.

The study was conducted during the dry season (December 2023 – May 2024) in 18 rivers belonging to six hydrographic basins in the province. Different fishing gears were used, and environmental parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen, conductivity, and current velocity were measured. In addition, habitat characterization was carried out, and geographic coordinates were recorded.

A total of 39 species were recorded, grouped into 20 families and 10 orders, with a total of 514 individuals collected. The most diverse order was Characiformes; the family with the highest richness was Cichlidae, and the most abundant genus was *Astyanax* sp.

Compared with the 1999 study (42 species), three fewer species were observed. This difference, although minimal, may be due to a combination of factors, including changes in land use, human activity, and recent taxonomic updates.

Habitat quality was optimal in the Caldera, Estí, and Santiago rivers; marginal in the Chico River (associated with a hydroelectric plant); and suboptimal in the remaining rivers. This may be related to the presence of a nearby hydroelectric facility, as it alters flow regimes and reduces the diversity of aquatic habitats. The remaining rivers were classified as suboptimal.

The analysis of physicochemical parameters showed significant differences among rivers, evidencing the influence of human activities. The pH was alkaline in the Chorcha River (8.56), possibly due to the proximity of rice crops, whereas the Platanal River presented a pH close to neutrality (7.31), associated with organic waste from a

pig farm. Regarding temperature, the highest value was recorded in the Chiriquí Nuevo River (33 °C) and the lowest in the Chiriquí Viejo River (22 °C), variations attributable to sampling time and local climatic factors. Dissolved oxygen also varied, with supersaturation in the Caldera River (103.7%) and the lowest value in the Platanal River (84.1%), related to its low current velocity.

A multivariate similarity index analysis between studies was conducted; first, overall similarity between studies was compared, showing 87% similarity; at the basin level, the Fonseca River basin (112) showed 82% similarity between them; and at the river level, the Platanal River revealed 90% similarity between both. Some rivers showed highly representative sampling, whereas others showed low coverage, suggesting the possibility of species not yet recorded.

The results reflect significant changes in the composition and distribution of the ichthyofauna compared with the previous study, which may be related to natural processes of environmental change and the influence of human activities such as agriculture, livestock production, and river channel modification associated with hydroelectric development.

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO

1.1 Introducción

Los peces de agua dulce representan una de las comunidades más diversas en los ecosistemas acuáticos, tomando en cuenta los ríos, lagos y arroyos, donde las condiciones osmóticas y salinas son muy diferentes a las de los ambientes marinos. Los ríos y lagos cubren menos del 1 % de la superficie terrestre, pero representan una biodiversidad sustancial, incluyendo casi 18 000 especies de peces que constituyen una cuarta parte de la población mundial de vertebrados (Su *et al.*, 2021).

Los organismos de agua dulce, como los peces, están sujetos a varias restricciones biogeográficas que son únicas en el reino acuático. Su capacidad para moverse en respuesta al cambio ambiental es limitada por la disposición dendrítica de los ecosistemas fluviales, así como una variedad de barreras fisiográficas (Fausch *et al.*, 2002).

La introducción deliberada o accidental de especies fuera de su área de distribución nativa es un componente clave de la crisis de biodiversidad inducida por el hombre, que perjudica a las especies nativas y perturba los procesos ecosistémicos. Cuanto mayor sea la introducción de especies no nativas en una región, mayor será la probabilidad de que algunas de ellas se vuelvan invasoras y, por lo tanto, causen daños ecológicos o económicos (Leprieur *et al.*, 2008).

Las actividades humanas también han modificado el entorno natural al cambiar los usos del suelo, alterar los regímenes de caudal, fragmentar los ríos mediante presas, contaminar el suelo y las aguas, además de alterar el clima. Estas acciones favorecen indirectamente la extinción de especies nativas y el establecimiento de especies no nativas. En consecuencia, estos impactos antropogénicos directos e indirectos han modificado la composición de las especies locales (Su *et al.*, 2021; Villéger *et al.*, 2011; Leprieur *et al.*, 2008).

Los estudios sobre peces de ríos en Panamá iniciaron a principios del siglo XX, se menciona a Meek & Hildebrand (1916), Breder (1927), Hildebrand (1938) y Loftin (1965) como pioneros en estudios de peces de agua dulce en Panamá. Goodyear *et*

al., (1976) realizaron el primer estudio de peces en la provincia de Chiriquí, donde hicieron un sondeo a la ictiofauna del río Chiriquí y sus principales afluentes. En 1986 Briceño y Martínez tomaron como base el estudio de Goodyear y colaboradores, para realizar una nueva investigación en el río Chiriquí y de esta forma darle un seguimiento a la ictiofauna del río Chiriquí. En 2006 Vega y colaboradores compararon la ictiofauna de las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Coclé, y la que se reportó en la provincia de Darién. En 2007, Garces & García presentaron el primer inventario ictiológico de la cuenca media del río Balsas dentro del Parque Nacional del Darién, donde el objetivo era determinar la composición y distribución de los peces de agua dulce de la zona.

En la provincia de Chiriquí, a través de la Universidad Autónoma de Chiriquí, se han desarrollado diversas investigaciones sobre peces dulceacuícolas con enfoques en parasitología (Morel & Serrano, 2015; Guerra, 2013), morfometría (Bonilla, 2013), reproducción (Patiño, 2013; Rodríguez & Herrera, 1995), diversidad (Almengor, 2013; Serrano, 2013; Hernández, 2009; Batista & Garúz, 1999) y ecología (Pittí, 2012; Chávez & Villarreal, 2008; Miranda & Vargas, 2001). No obstante, la mayoría de estos estudios se han concentrado en un solo río, con la excepción de Batista y Garúz (1999), quienes realizaron muestreos en seis cuencas hidrográficas de la provincia, abarcando un total de 18 ríos. A pesar de estos aportes, persiste una notable carencia de información derivada de estudios con un enfoque taxonómico actualizado que permita evidenciar de manera integral la diversidad de peces dulceacuícolas presentes en las principales cuencas hidrográficas de la provincia de Chiriquí.

Según el Ministerio de Ambiente (2019) se reportaron 220 especies de peces de agua dulce; los cuales 29 son endémicas y 25 exóticas o invasoras. Zaret & Paine (1973) describieron el efecto que tuvo la introducción de *Cichla ocellaris* (Cichlidae) en el Lago Gatún, causando un desequilibrio en todos los niveles tróficos, reduciendo la producción de zooplancton y minimizando la alimentación de consumidores secundarios, esto a su vez desencadenó la proliferación de mosquitos locales (que son vectores de la malaria) causados por la disminución de peces insectívoros.

La información sobre especies introducidas en Panamá y Centroamérica es escasa o muy desactualizada y se desconocen las posibles alteraciones antropogénicas que han ocurrido en las principales cuencas en este lapso, así como las afectaciones que estas especies introducidas pueden causar en el ecosistema y en la población cercana a estos ríos, por lo cual son preocupantes. El presente trabajo tiene como objetivo actualizar la lista de especies invasoras en los ríos de la provincia de Chiriquí.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Determinar la diversidad y distribución de peces óseos dulceacuícolas de las principales cuencas hidrográficas de la provincia de Chiriquí.

Objetivos específicos

- Determinar la diversidad de peces óseos en las seis principales cuencas de la provincia de Chiriquí.
- Actualizar los registros de distribución de peces óseos en las seis principales cuencas de la provincia de Chiriquí.
- Actualizar la base de datos de peces óseos dulceacuícolas de la colección del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI) con sus respectivos datos morfométricos e identificaciones taxonómicas actualizadas.
- Incorporar nuevos especímenes a la colección de peces óseos dulceacuícolas de la colección del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados (MUPADI).

1.3 Justificación de la investigación

Los peces son los vertebrados más abundantes de la Tierra, según los programas internacionales su preservación está enfocada en su aprovechamiento

como recurso económico y casi nada al aporte que brindan a los ecosistemas acuáticos (Food and agriculture organization (FAO), 2012; Ryman *et al.*, 1995).

Los peces cuentan con representantes en todas las redes y niveles tróficos, y hay especies que son consumidores primarios (herbívoros), consumidores topos (último consumidor de la red) y hasta detritívoros o saprófagos, debido a la amplia dieta que estos presentan, tienen la capacidad de formar parte de procesos biogeoquímicos, mayormente en el aprovechamiento de los nutrientes. De esa forma manteniendo el control de regulación en los ecosistemas, en la redistribución de los sustratos del fondo, en la regulación de los flujos de carbono del agua hacia la atmósfera y en el mantenimiento de los procesos de sedimentación, así como en el mantenimiento de la genética de especies y la diversidad de los ecosistemas de agua dulce y salada (González-Bergonzoni, 2011; Holmlund & Hammer, 2004, 1999).

1.4 Importancia

Los peces, son un recurso valioso para los seres humanos, ellos han sido durante mucho tiempo un elemento básico en la dieta de muchos pueblos, en la actualidad los peces constituyen un elemento importante en la economía de muchas naciones al tiempo que dan valor recreativo y psicológico incalculable para el naturalista, el aficionado a los deportes y acuaristas (FAO, 2012).

Aspectos particulares de varias especies se prestan en estudios de comportamiento, ecología, evolución, genética y fisiología. Además, se utilizan como indicadores generales de la contaminación (Cala-Cala, 2019). Esto es de suma importancia ya que nos indica el estado en el que podemos encontrar los ríos y si sus aguas presentan alguna afectación. También se pueden mencionar varias desventajas del monitoreo de peces. Estas incluyen la naturaleza selectiva del muestreo, la movilidad de los peces a escalas temporales diurnas y estacionales, y la necesidad de mano de obra para el muestreo de campo. Sin embargo, estas son desventajas asociadas con cualquier taxón importante (Karr, 1981).

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1 Diversidad ictiológica y el rol ecológico de Panamá en el Corredor Mesoamericano

Panamá se encuentra dentro de la región biogeográfica Neotropical que abarca México, Centroamérica y Suramérica. Esta región se caracteriza por su alta biodiversidad y por ser un puente terrestre natural entre América del Norte y América del Sur, lo que conocemos como Corredor Biológico Mesoamericano. Panamá es un país que posee una gran biodiversidad, esto debido a su posición geográfica, la cual permite la comunicación entre la flora y fauna del norte, con la centro y sur del continente (Ministerio de Ambiente, 2019). Este factor geográfico ha contribuido significativamente a que Panamá posea una abundante diversidad biológica. Se estima que posee más de 200 especies de peces dulceacuícolas estrictos, siendo uno de los países más diversos en Centro América (Smith & Bermingham, 2005).

2.2 Diversidad, evolución y relevancia ecológica de los peces

Los peces son animales de sangre fría, que se caracterizan por poseer vertebras, branquias y aletas, y que dependen primordialmente del agua como medio de vida. La mayor parte de los peces, incluyendo a los pulmonados, dependen de las branquias para utilizar el oxígeno disuelto que se encuentra en el agua, ya que los mismo no pueden vivir en un hábitat con déficit de oxígeno disuelto (Lager *et al.*, 1990).

Los peces constituyen más de la mitad de las 55 000 especies de vertebrados vivos. Junto con esta notable diversidad taxonómica existe una gran cantidad de hábitats igualmente impresionante. Hoy, y en el pasado, los peces han ocupado casi todos los hábitats acuáticos importantes, desde lagos y océanos polares que están cubiertos de hielo durante gran parte del año, hasta pantanos tropicales, estanques temporales, piscinas intermareales, profundidades oceánicas, y entre otros ambientes que han colonizado los peces (Helfman *et al.*, 2009).

Este grupo de vertebrados son los más abundantes en la Tierra, con más de 34 mil especies de peces descritas, de esas la mitad de las especies son de agua dulce y la otra mitad habita ecosistemas marinos (Nelson *et al.*, 2016). Los peces surgieron hace más de 500 millones de años y tanto ahora como en el pasado exhiben una

incomparable diversidad en su morfología, en los hábitats que ocupan, en su fisiología y en su comportamiento. Esta diversidad es en parte lo que hace que, la comprensión de su historia evolutiva y el establecimiento de una clasificación sea tan difícil, y sin embargo fascinante (Cala-Cala, 2019).

A pesar de que los hábitats de agua dulce presentan una pequeña parte de ambientes acuáticos en el planeta, los mismos presentan una enorme cantidad de especies de peces. El neotrópico engloba alrededor de 5 600 especies descritas de peces dulceacuícola lo que representa cerca del 45 % de los peces de agua dulce en el planeta (Escobar-Camacho *et al.*, 2015).

2.3 Panamá y sus provincias ictiológicas: revisiones históricas y propuestas recientes

Se conocen aproximadamente 530 especies de peces que habitan la región centroamericana. Centroamérica históricamente se dividió en cuatro provincias ictiológicas distintas: Usumacinta (sur de México hasta el río Coco, frontera Honduras-Nicaragua, vertiente del Caribe), Chiapas-nicaragüense (del sur de México hasta Costa Rica, a lo largo de la vertiente del Pacífico), San Juan (del río Coco hasta el centro de Panamá, vertiente del Caribe) e Ístmica (del sur de la vertiente del Pacífico de Costa Rica hasta la frontera Panamá-Colombia, ambas vertientes) (Bussing, 1976).

Estas divisiones son antiguas y según estudios recientes se propone divisiones adicionales de Centroamérica en regiones ictiológicas más pequeñas. En torno a estas divisiones tenemos las propuestas por Scott Smith y Eldredge Bermingham, quienes dividieron las regiones anteriormente mencionadas en cuatro provincias biogeográficas que corresponden a Panamá las cuales son: Chiriquí, Santa María, Tuira y Chagres, y adicionaron del trabajo de Bussing la provincia de San Juan, y según sus análisis propusieron que la provincia de Bocas se separa de la Provincia de San Juan, ya que estos presentaban incongruencia en los datos (Smith & Bermingham, 2005).

2.4 Clasificación de los peces dulceacuícolas en Panamá y su diversidad y distribución

Los peces dulceacuícolas se suelen dividir a grandes rasgos en tres grandes grupos: los peces primarios; son aquellos que, al no poder tolerar el agua salada, solo pueden movilizarse en torno a las corrientes de agua que este conectadas entre sí (por ejemplo: sardinas, los sábalo, los pejeperros, risacuas, chobecas y barbudos entre otros); en Panamá se cree que hay alrededor de 74 especies de este tipo. También tenemos el grupo de los peces secundarios que son peces que pueden tolerar ciertos niveles de concentración baja de agua salina (por ejemplo: mojarra, chogorros, parivivos, y culebras de agua); se estima que en Panamá hay alrededor de 47 especies de este tipo. Por último, tenemos los que se conocen como peces periféricos que se han adaptado a ambientes salinos y a ambientes de agua dulce, ya que pasan por lo general alguna etapa de su vida en estos ambientes (por ejemplo: bagres, robalos, dajao, bocachicos, guabinas, roncadores y chupapiedras) (Bermingham *et al.*, 2001).

Con relación a las divisiones de las regiones ictiológicas antes mencionadas, en la provincia de Chiriquí hay alrededor de 17 especies dentro del orden Characiformes, dos en el orden Gymnotiformes, y ocho en el orden Siluriformes, estos clasificados como en peces primarios; en los peces secundarios tenemos 15 especies en el orden Cyprinodontiformes, siete en el orden Perciformes y una especie en el orden Sinbranchiiformes (Bermingham *et al.*, 2001). Los peces periféricos abarcan un gran número de especies, pero al ser especies migratorias se dificulta su conteo aproximado de especies por lo que para Panamá se cree que aproximadamente hay alrededor de 167 especies (Bermingham *et al.*, 2001).

2.5 Amenazas para los ecosistemas acuáticos: efectos de la actividad humana en los ríos y humedales

El agua como cualquier otro recurso valioso proporciona un flujo constante de beneficios a la sociedad, sin embargo, la importancia que se le da a estos puede permanecer muchas veces infravalorados hasta que desaparezcan, por esto el impacto negativo de la actividad humana en los ecosistemas dulceacuícolas crece cada día más con actividades como:

- La transformación y degradación de las tierras adyacentes a las cuencas hidrográficas, altera la distribución de las precipitaciones entre escorrentías superficiales, recarga de acuíferos y en evapotranspiración; desecación de humedales para usos agrarios o industriales, sedimentación de los embalses y degradación de los hábitats lo que conlleva a la pérdida de especies (Hernández, 2014).
- La construcción de presas fragmenta los ríos y altera el régimen natural de los cauces, también modifica la temperatura del agua y el transporte de los nutrientes, por último, impide la migración de los peces (Martínez *et al.*, 2012).
- Los trasvases a gran escala provocan la degradación de ecosistemas costeros donde desembocan los ríos, disminuyendo los caudales hasta niveles críticos lo que reduce la calidad del agua (Delgado- García *et al.*, 2017).
- La construcción de diques y canales desconecta a los ríos de sus llanuras de inundación reduciendo el hábitat de peces y a su vez incentivando los asentamientos humanos (Barrios García *et al.*, 2015).
- La contaminación incontrolada de tierra, aire y aguas desmejora la calidad del agua llevando al colapso de hábitats acuáticos, influenciando la desaparición de especies y dando origen a problemas de eutrofización y aparición de zonas muertas por falta de oxígeno; por último, la introducción de especies exóticas desequilibra la cadena alimenticia lo cual conlleva a la desaparición de especies nativas (Postel, 2006).

2.6 El efecto de los factores fisicoquímicos sobre la ecología y fisiología de los peces dulceacuícolas.

La intervención humana trae consigo el cambio de reguladores fisicoquímicos presentes en los ecosistemas acuáticos tales como: la temperatura del agua, el pH, el nivel de oxígeno disuelto, la turbidez, la calidad del agua y las variaciones en el caudal, los cuales pueden alterar procesos vitales como la respiración, la alimentación y la reproducción de las especies de peces (Allan & Castillo, 2007).

La temperatura afecta todos los procesos vitales, y dado que la mayoría de los peces que habitan en los ríos son ectotérmicos, las tasas de crecimiento, los ciclos de vida y la productividad de todo el sistema están fuertemente influenciados por ella.

Puesto que la composición de las especies y las tasas biológicas dependen de la temperatura, los procesos ecosistémicos. Como la descomposición de las hojas, la absorción de nutrientes y la producción biológica, también se ven afectados (Allan & Castillo, 2007). Las temperaturas más altas pueden acelerar los procesos metabólicos, aumentar las necesidades energéticas y provocar una limitación de oxígeno, mientras que las temperaturas más bajas pueden disminuir las tasas metabólicas, perjudicar la actividad enzimática y afectar la función inmunitaria. Las fluctuaciones de temperatura pueden influir en la distribución y abundancia de las especies de peces, con posibles implicaciones para la dinámica de los ecosistemas (Mariu *et al.*, 2023).

El valor de pH expresa la intensidad del carácter ácido o básico del agua. Se define como el logaritmo negativo de la actividad de iones de hidrógeno, que, en agua dulce, es esencialmente igual a la concentración de iones de hidrógeno. La escala de pH suele representarse entre 0 y 14, pero el pH puede extenderse más allá de estos valores. La mayoría de los peces de agua dulce prosperan en un rango de pH entre 6.5 y 8.5; fuera de estos límites, pueden presentarse problemas como estrés, reducción en la tasa de reproducción, dificultad para respirar e incluso la muerte (Boyd & Tucker, 1998). Las condiciones ácidas pueden alterar la regulación iónica, perjudicar la actividad enzimática y comprometer la reproducción. Por el contrario, las condiciones alcalinas pueden provocar la acumulación de sustancias tóxicas, afectar la eficiencia respiratoria e inducir respuestas de estrés en los peces (Tresguerres & Hamilton, 2017).

El oxígeno disuelto (OD) es un factor fundamental para la supervivencia y el bienestar de los peces de agua dulce, ya que es esencial para la respiración celular y el metabolismo energético. Según Floyd-Ruth *et al.* (2023), una concentración de oxígeno disuelto mayor a 5 mg/L es óptima para la mayoría de los peces y niveles por debajo de estos experimentan estrés. Según la especie, el tamaño y la duración de la exposición, un nivel bajo de oxígeno disuelto puede provocar la muerte de un pez.

La salinidad es la concentración de sales disueltas en el agua; es un factor crítico que influye en la fisiología y la osmorregulación de los peces. Las especies de peces presentan diferentes tolerancias a los niveles de salinidad, y los cambios en la

salinidad pueden alterar el equilibrio iónico, la regulación osmótica y los procesos reproductivos (Mariu *et al.*, 2023)

2.7 Cuencas hidrográficas y su importancia en Panamá

Una cuenca hidrográfica es una superficie de drenaje natural, donde se unen las aguas que fluyen a través de valles y quebradas, formando de esta manera una red de drenajes o afluentes que alimentan a un desagüe principal, lo que forma un río. Panamá cuenta con 52 cuencas hidrográficas, de las cuales 34 desembocan en la vertiente del Pacífico y 18 en la vertiente del Atlántico. Dentro de las cuencas existen alrededor de 500 ríos de corto recorrido, los cuales en su mayoría están orientados hacia las costas (Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2010).

La vertiente del Pacífico abarca un 70 % del territorio panameño, desembocando en ella 350 ríos los cuales tienen una longitud media de 106 Km mientras que la vertiente del Caribe ocupa el 30 % de territorio nacional, descargando en ella 150 ríos, con una longitud media de 56 Km. Estas cuencas mantienen diversos usos, de los cuales destacan: la generación de energía a partir de hidroeléctricas, trasiego de naves marítimas por el Canal de Panamá, el riego de cultivos agrícolas, así como el abastecimiento de agua potable (ANAM, 2010).

2.8 Historia de la categorización de las cuencas hidrográficas

En el lapso de años entre 1967-1972 se desarrolló el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA), en el período de vigencia del PHCA, el Instituto de Recursos Hidráulicos y de Electrificación (IRHE) instaló en Panamá 265 estaciones meteorológicas y 52 estaciones hidrométricas, que median parámetros meteorológicos de presión, temperatura, temperaturas extremas, humedad, precipitación (cantidad e intensidad), viento (velocidad y dirección), evaporación, temperatura del suelo, insolación y radiación solar (Organización Meteorológica Mundial, 1972).

Las cuencas están catalogadas bajo una numeración propia, manteniendo un código impar para las cuencas del Atlántico y par para el Pacífico, acorde a lo definido en el PHCA, con el propósito de facilitar el intercambio de información entre los países.

En el Atlántico, las cuencas inician con la C-1 en Guatemala hasta la C-121 en Panamá, y las de la vertiente del Pacífico van desde la C-2 hasta la C-166 (cuenca internacional) (ANAM, 2010).

2.9 Gestión y división de los recursos hídricos panameños

En 2007, Panamá adoptó la Política Nacional de Recursos Hídricos mediante el Decreto Ejecutivo 84, esta política promueve una gestión coordinada y participativa del agua, el suelo y otros recursos naturales (Ministerio de Economía y Finanzas, 2007). Se busca equilibrar el desarrollo económico y social con la conservación de los ecosistemas. Para ello, se implementó la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). A razón de esto, el País se dividió en 5 regiones hídricas (Caribe Occidental, Caribe Oriental, Pacífico Occidental, Pacífico Central y Pacífico Oriental) según su ubicación y precipitaciones. Esta división facilita un manejo más eficiente del recurso, el registro de usuarios y el análisis de balance hídricos. El objetivo central es asegurar agua en cantidad y calidad, dentro de un ordenamiento ambiental sostenible (ANAM, 2010).

La región Pacífico Occidental comprende la provincia de Chiriquí, el sur de la Comarca Ngöbe-Buglé y la parte oeste y sur de la provincia de Veraguas. Sus cursos del agua desembocan en el Océano Pacífico y mantienen precipitaciones que oscilan entre 1 000 y 3 000 mm/año; para el norte chiricano puede alcanzar hasta los 6 000 mm/año (ANAM, 2010).

2.10 Zonas de vida y su clasificación en Panamá

Holdridge (1967) definió una zona de vida como un conjunto de comunidades vegetales agrupadas en una unidad climática natural. Esta agrupación se hace considerando las características del suelo, las etapas de sucesión ecológica, y se basa en que su apariencia permanezca similar en distintas regiones del mundo. Su sistema clasifica todas las áreas terrestres desde el Ecuador hasta los polos y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas en función de estas zonas bioclimáticas.

Basado en dicho sistema de clasificación, el doctor Joseph Tosi en 1971 identificó y demarcó en el mapa de Panamá un total de 12 zonas de vida, de las 30 existentes en todo el mundo (Tosi *et al.*, 1971).

Según la ANAM (2010), los bosques húmedos y muy húmedos tropicales constituyen las zonas de vida más extendidas en las tierras bajas de Panamá, abarcando aproximadamente el 62 % (46 509 Km²) de la superficie total de la República. Por su parte el bosque seco tropical y el seco premontano ocupan en conjunto el 4.62 % (3 640 Km²). Las zonas de vida correspondientes a los bosques húmedos premontanos y muy húmedos premontanos abarcan un 20.62 % (15 453 Km²). Las zonas de vida con menor representación en el país son el bosque muy húmedo montano con 0.007 % y el bosque húmedo montano bajo con tan solo 0.04 %.

Las zonas de vida clasificadas como bosque pluvial premontano, pluvial montano bajo y pluvial montano, son todas demasiado húmedas y ocupan sitios muy empinados y edáficamente empobrecidos para soportar agricultura, por ende, son apropiadas para la producción forestal. Dichas tierras significan un valioso recurso hidrológico e incluyen áreas de gran belleza escénica natural que deben aprovecharse para el ecoturismo (ANAM, 2010).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Chiriquí durante la época seca, comprendida entre diciembre 2023 y mayo de 2024. En ese periodo se evaluaron 18 ríos distribuidos en seis cuencas hidrográficas, correspondientes a los sitios visitados previamente por Batista & Garúz en 1999. Los puntos de muestreo se ubicaron a la altura de la carretera Interamericana y abarcaron un recorrido de 0.5 Km a lo largo del cauce, con el propósito de ubicar meso hábitats tales como rápidos, zonas de gran profundidad, orillas arenosas, pozas o aguas tranquilas de poca corriente y profundidad (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2015).

Cuadro 1. Descripción de los sitios de muestreos, ubicación geográfica, altitud sobre el nivel del mar y la categoría de zona de vida descrita para cada sitio.

Cuenca	Río	Sitio	Coordenadas	Altitud ms.n.m.	Zona de vida
Río Chiriquí Viejo (102)	Chiriquí Viejo	1	8°31'51"N 82°49'58"W	93	B.M.H.T
	Gariché	2	8°29'17"N 82°46'18"W	71	B.M.H.P
Río Chico (106)	Chico	3	8°29'54"N 82°35'42"W	174	B.M.H.P
	Chirigagua	4	8°28'19"N 82°32'29"W	107	B.H.T
	Platanal	5	8°27'49"N 82°31'14"W	89	B.H.T
	Majagua	6	8°28'56"N 82°25'15"W	82	B.H.T
	David	7	8°26'02"N 82°24'37"W	27	B.H.T
Río Chiriquí (108)	Chiriquí Nuevo	8	8°24'36"N 82°20'55"W	12	B.H.T
	Estí	9	8°32'15"N 82°17'43"W	125	B.M.H.P
	Caldera	10	8°46'35"N 82°25'50"W	364	B.M.H.P
	Gualaca	11	8°26'30"N 82°17'19"W	52	B.M.H.P
Río Fonseca (110)	Fonseca	12	8°16'45"N 82°03'04"W	10	B.H.T
	Chorcha	13	8°24'13"N 82°17'48"W	25	B.H.T
Río San Félix (112)	San Juan	14	8°16'08"N 81°58'05"W	4	B.H.T
	San Félix	15	8°16'25"N 81°51'45"W	57	B.H.T
	Santiago	16	8°12'55"N 81°43'42"W	15	B.M.H.P
Río Tabasará (114)	Tabasara	17	8°12'26"N 81°35'04"W	64	B.H.T
	Vigúí	18	8°12'17"N 81°33'39"W	73	B.H.T

B.H.T: bosque húmedo tropical; B.M.H.P: bosque muy húmedo premontano; B.M.H.T: bosque muy húmedo tropical. Los números entre paréntesis corresponden al número identificador de la cuenca hidrográfica según el Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMPHA).

3.2 Características generales de las principales cuencas de la provincia de Chiriquí

3.2.1 Características de la cuenca del río Chiriquí Viejo (102)

Esta cuenca se localiza en la parte occidental de la provincia de Chiriquí y abarca un área total de 1 376 Km². En ella operan diez centrales hidroeléctricas, y su principal curso de agua es el río Chiriquí Viejo. Sus límites son: al norte, con la cuenca del río Changuinola (vertiente del Caribe); al sur, la Bahía de Charco Azul; al este, la cuenca del río Escarrea; y al oeste, la cuenca del río Chiriquí Nuevo y la provincia de Puntarenas, en Costa Rica (Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA), s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en la generación de energía hidroeléctrica y la agricultura (Environmental Systems Research Institute (ESRI), Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), Centro de Investigación y Desarrollo Sostenible (CIDES), s.f).

La cuenca comprende las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Montano Bajo, Bosque Húmedo Tropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano, Bosque Pluvial Premontano (ANAM, 2010).

Los climas que se presentan en esta cuenca son: Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, Clima Subecuatorial con Estación Seca, Clima Oceánico de Montaña Baja, Clima Tropical De Montaña Media y Altas. Esta cuenca mantiene un rango medio de temperatura entre los 15°C y 27°C (ANAM, 2010).

3.2.2 Características de la cuenca del río Chico (106)

Esta cuenca se localiza en la parte centro occidental de la provincia de Chiriquí, entre los distritos de Boquerón y Alanje, abarca un área total de 373 Km² dentro de la cual operan nueve hidroeléctricas y su principal curso de agua es el río Chico. Los límites que mantiene son: al norte, la cordillera central; al sur, el Golfo de Chiriquí; al este, la cuenca del río Chiriquí y al oeste, la cuenca del río Chiriquí Viejo (IMHPA, s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en la generación de energía

hidroeléctrica, abastecimiento de agua potable y la agricultura (ESRI, CATHALAC, CIDES, s.f).

La cuenca comprende las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Tropical, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Premontano, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano Bajo (ANAM, 2010).

Los climas que se presentan en esta cuenca son: Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, Clima Subecuatorial con Estación Seca, Clima Oceánico de Montaña Baja, Clima Tropical De Montaña Media y Altas. Mantienen un rango medio de temperatura entre los 20°C y 25°C (ANAM, 2010).

3.2.3 Características de la cuenca del río Chiriquí (108)

Esta cuenca se localiza en la provincia de Chiriquí, entre los distritos de Boquete, Gualaca, David y Dolega y comprende un área total de 1 905 Km²; mantiene 14 centrales hidroeléctricas operativas y su río principal es el río Chiriquí. Los límites que mantiene la cuenca 108 son: al norte, la cordillera central; al sur, el Golfo de Chiriquí; al este, la cuenca del río Fonseca; y al oeste, con la cuenca del río Chico (IMHPA, s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en la generación de energía hidroeléctrica, la pesca y la agricultura (ESRI, CATHALAC, CIDES, s.f).

La cuenca comprende las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Tropical, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Premontano, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano Bajo (ANAM, 2010).

Los climas que se presentan en esta cuenca son: Clima Subecuatorial con Estación Seca, Clima Oceánico de Montaña Baja, Clima Tropical de Montaña Media y Altas, Clima Tropical de Montaña Baja. Estos en un rango medio de temperatura entre los 20°C y 25°C (ANAM, 2010).

3.2.4 Características de la cuenca del río Fonseca (110)

Esta cuenca se localiza en la región oriental de la provincia de Chiriquí y abarca un área total de 1 661 Km², mantiene una central hidroeléctrica operativa y su río principal es el Fonseca. Los límites que mantiene la cuenca 110 son: al norte, la cordillera central; al sur, el corregimiento de Boca Chica; al este, la cuenca del río San Félix; y al oeste, la cuenca del río Chiriquí (IMHPA, s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en la generación de energía hidroeléctrica, la pesca y la agricultura (ESRI, CATHALAC, CIDES, s.f).

La cuenca comprende las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Tropical, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Premontano, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano Bajo (ANAM, 2010).

Los climas que se presentan en esta cuenca son: Clima Subecuatorial con Estación Seca, Clima Oceánico de Montaña Baja. Los cuales presentan un rango medio de temperatura entre los 20°C y 25°C (ANAM, 2010).

3.2.5 Características de la cuenca del río San Félix (112)

Esta cuenca está localizada en la región oriental de la provincia de Chiriquí y ocupa un área total de 1 168 Km², no mantiene ninguna central hidroeléctrica y su principal río es el San Félix. Limita al norte con la comarca Ngöbe Bugle; al sur, el Océano Pacífico; al este, la cuenca del río Tabasará; y al oeste, la cuenca del río Fonseca (IMHPA, s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en el abastecimiento de agua potable y la agricultura (ESRI, CATHALAC, CIDES, s.f).

La cuenca 112 se caracteriza por la presencia de cuatro zonas de vida: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical, bosque pluvial premontano (ANAM, 2010).

Con relación al clima, la cuenca se caracteriza por presentar dos sistemas: clima subecuatorial con estación seca y clima oceánico de montaña baja. Manteniendo un rango medio de temperatura entre los 20°C y 25°C (ANAM, 2010).

3.2.6 Características de la cuenca del río Tabasará (114)

La cuenca está localizada en la región oriental de la provincia de Chiriquí y posee un área total de 1 289 Km²; mantiene una sola central hidroeléctrica llamada Barro Blanco y su principal río es Tabasará. Limita al norte con la comarca Ngöbe-Bugle; al sur, la cuenca del río Cate; al este, la provincia de Veraguas; y al oeste, la cuenca del río San Félix (IMHPA, s.f). La importancia económica de esta cuenca se basa en la generación de energía hidroeléctrica y la agricultura (ESRI, CATHALAC, CIDES, s.f).

La cuenca del río Tabasará presenta cuatro zonas de vida: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical, bosque pluvial premontano (ANAM, 2010).

En relación con el clima, la cuenca presenta variantes como: clima subecuatorial con estación seca, clima oceánico de montaña baja, clima tropical de montaña baja; también mantiene un rango medio de temperatura entre los 20°C y 25°C (ANAM, 2010).

3.3 Determinación de parámetros ambientales y geográficos

Para cada río se evaluó el entorno, se tomaron fotografías y se caracterizaron las condiciones del hábitat, siguiendo el protocolo de caracterización de hábitats (gradiente bajo) modificado de Barbour *et al.*, (1999). Se estableció el punto más seguro de cada río para el equipo utilizado en el registro de parámetros fisicoquímicos, evitando su daño o pérdida.

Considerando la velocidad de la corriente se utilizó un medidor de velocidad de corriente Flowatch (JDC Electronics, modelo 41112500), introduciendo la varilla en el caudal a una profundidad de dos pies, donde se tomó una medida en rápidos y otra en aguas más tranquilas para calcular un promedio por río. Para la lectura de pH, temperatura (°C), oxígeno disuelto (% y mg/L), conductividad (µS), sólidos totales disueltos (ppm) y salinidad (ppt), se utilizó un medidor multiparamétrico SULMILE (M&A INSTRUMENTS, modelo AZ-86031) manteniendo las sondas durante un minuto

dentro del agua a dos pies de profundidad. Por último, se registró la posición geográfica por sitio de muestreo con un GPS (GARMIN, modelo Etrex Legend HCx).

3.4 Proceso de captura

Se utilizaron tres artes de pesca las cuales fueron: caña de pescar con lira de 10 m y anzuelos de 1.5 y 2.5 libras, la cual se utilizó en zonas de gran profundidad donde se podían encontrar rocas grandes; atarraya de vuelo de 2.5 m de diámetro con malla de 1 cm, para aguas tranquilas de poca corriente y profundidad, la cual podía ser manipulada por una persona; y un chinchorro de 6 m de largo y 1.2 m de alto con malla de 6.4 mm de abertura, para las orillas del cauce.

Durante todo el proceso de muestreo se fijó un límite de uso por sitio para cada arte de pesca utilizada. Siendo caña de pescar, una hora; atarraya de vuelo, 15 lanzamientos; y chinchorro, con los barridos necesarios hasta cubrir dos veces el largo del instrumento siempre y cuando la longitud de la orilla lo permitiera.

3.5 Procesamiento de la muestra en campo y transporte

Durante el proceso de captura, se depositaban los especímenes en un tanque de cinco galones con agua para mantenerlos vivos. Una vez terminado dicho proceso se revisaban las muestras, se anotaba el número total de especímenes colectados y se separaba una cantidad límite de cinco individuos por especie (considerando el total capturado) para la preservación y adición a la colección física del mismo trabajo.

Adicionalmente, se tomaron fotografías *in situ* de cada espécimen para tener un registro de coloración del espécimen vivo para la posterior identificación taxonómica y como prueba de fidelidad de la captura. Posteriormente, se tomaban medidas morfométricas como: longitud cefálica (LC), longitud estándar (LE) y longitud total (LT).

Para finalizar, los especímenes se colocaban en bolsas Ziploc correctamente rotuladas (nombre del río, fecha de colecta, número de sitio de muestreo, familia taxonómica, arte de pesca utilizado y colectores) dentro de una hielera para evitar la descomposición durante el transporte desde el río al laboratorio.

3.6 Determinación taxonómica, preservación y fijación de las muestras

Una vez en el laboratorio se procedió a descongelar las muestras y a separar los especímenes dentro de cada familia. Se utilizaron diferentes claves taxonómicas (Bussing, 2002; Maldonado Ocampo & Calle Vélez, 2005) y guías de identificación (Valdés Díaz, 2021), revisando los caracteres morfológicos a detalle con ayuda de un estereoscopio marca Zeiss (Stemi DV4) y pinzas de precisión, para la identificación a nivel de familia, género y especie (cuando fue posible).

Posteriormente, se fijó un individuo por especie con formalina al 10 %, la cual se inyectó a las aletas (extendidas) y mandíbula (abierta). Después se colocaron los especímenes en frascos de vidrio con alcohol al 70 % hasta cubrirlos; a cada frasco se le colocó dos etiquetas, una de colecta (nombre de proyecto, río, cuenca, provincia, distrito, localidad, fecha, coordenadas, altura, tipo de trampa, colectores) y una de identificación (género y/o especie, familia, orden, identificado por, proyecto, fecha), redactadas con tinta china a prueba de agua u otro disolvente.

Las identificaciones taxonómicas, los datos morfométricos y los parámetros ambientales se indexaron en una base de datos interna para facilitar su organización, consulta y análisis. Asimismo, esta base de datos se proporcionó al MUPADI con el propósito de servir como insumo para la actualización y comparación de los registros actuales de especies frente a los datos históricos previamente disponibles en su sistema, contribuyendo así al fortalecimiento y depuración de la información ictiológica existente.

3.7 Análisis estadístico

Para estimar los índices de diversidad, se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistics (PAST) versión 4.03 (Hammer *et al.*, 2001). El análisis se realizó mediante un ordenamiento específico de los datos permitiendo extraer datos como: riqueza específica (S), la cual indica cuanta diversidad hay teniendo en cuenta el número total de especies presentes en una comunidad sin considerar la abundancia de cada una; Índice de dominancia (D) (Simpson, 1949) indica qué tanto una o pocas especies concentran la mayor parte de los individuos en una comunidad, un valor cercano a uno indicará que hay una especie que domina mucho y cerca de cero explica

que las especies están en equilibrio; el Índice de Simpson (1-D) (Simpson, 1949) se basa en la dominancia (un complemento), busca demostrar que probabilidad hay de que dos individuos elegidos al azar de una muestra sean la misma especie; el Índice de Shannon-Weaver (H') (Shannon & Weaver, 1949) expresa la uniformidad de los valores de importancia en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar; y por último la equitatividad ($e^{H/S}$) (Pielou, 1966) evalúa si los individuos se distribuyen de manera uniforme entre las especies de una comunidad, un valor cercano a uno se considera uniforme mientras que uno cercano a cero, desigual (Jost, 2010).

Según Odum (1953) la abundancia relativa como la proporción de individuos de una especie respecto al total de individuos de la comunidad, siendo este índice fundamental en los trabajos estadísticos de los primeros ecólogos como Charles Elton (Elton, 1927). En base a la abundancia de cada especie se estimó el Índice de abundancia relativa (IAR) por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de abundancia relativa} = \frac{n}{\Sigma n} \times 100$$

Donde: n = número de especímenes de una especie

Σn = sumatoria del total de especímenes

La semejanza entre estudios se determinó por medio de la prueba de similitud en el programa estadístico Paleontological Statistics (PAST) versión 4.03 (Hammer *et al.*, 2001) utilizando el Índice de Morisita-Horn (Horn, 1966), que es una versión estandarizada del índice original de Morisita (1959) donde se corrigen diferencias en el tamaño de la muestra. Primero se evaluó la similitud a nivel de estudios generales (Batista & Garúz en 1999 y el presente estudio), seguido se comparó a nivel de cuencas y, por último, a nivel de ríos (en cada comparación se tomó en consideración las especies y abundancias reportadas en cada estudio).

La cobertura de muestreo (SC) se estimó utilizando el programa Inext Online (Chao *et al.*, 2016), con base en los datos de abundancia de individuos por especie obtenidos en cada río. Este análisis permitió determinar el grado de representatividad del esfuerzo de colecta para cada río, expresado como la proporción de la comunidad

total que se detectó durante el muestreo. Valores de SC cercanos a uno indicaron una alta completitud del muestreo, mientras que valores bajos evidencian una representatividad limitada, lo que puede estar determinado por especies raras o que el esfuerzo fue limitado.

Para analizar la diversidad de especies de peces y comparar las comunidades presentes en los ríos estudiados, se utilizó la herramienta iNEXT online (Chao *et al.*, 2016; Chao *et al.*, 2014). Este software permite estimar la diversidad mediante curvas de interpolación (rarefacción) y extrapolación, basadas en los números de Hill ($q = 0$, 1 y 2), que representan respectivamente la riqueza de especies, la diversidad de Shannon y la diversidad de Simpson. El análisis se realizó a partir de las especies registradas en cada río, considerando el esfuerzo de muestreo (abundancia de cada especie) para estandarizar las comparaciones entre sitios con distintos números de individuos colectados. De esta forma, las estimaciones de diversidad no dependen únicamente del tamaño de la muestra, sino también de la cobertura del muestreo, lo cual permite comparar de manera más precisa la diversidad entre comunidades con diferentes niveles de esfuerzo (Chao & Jost, 2012).

A diferencia de una curva de acumulación de especies tradicional, que solo muestra el incremento observado de especies con el esfuerzo de muestreo, el enfoque de iNEXT incorpora modelos estadísticos que interpolan y extrapolan los datos, permitiendo predecir la diversidad esperada más allá del esfuerzo observado. Además, este método considera no solo la riqueza de especies, sino también su abundancia relativa, generando estimaciones más robustas y comparables entre sitios. Las curvas obtenidas permitieron evaluar la completitud del muestreo y estimar la diversidad esperada bajo distintos escenarios de esfuerzo, generando valores tanto asintóticos (proyectados) como no asintóticos (observados y estimados) (Chao *et al.*, 2014).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Listado de familias y especies

Se colectaron 514 especímenes de peces óseos dulceacuícolas, de los cuales se identificaron 39 especies distribuidas en 20 familias y 10 órdenes (Cuadro 2).

En este estudio el orden Characiformes fue el que presentó mayor número de familias (seis) al igual que en número de especímenes colectados con 268 (Cuadro 2). En cuanto a la familia con más especies destacó Cichlidae con seis (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especímenes colectados según el orden y la familia y la cantidad de especies.

Orden	Familia	Nº de especies	Nº de especímenes colectados
Atheriniformes	Atherinopsidae	1	4
	Characidae	2	62
	Bryconidae	1	92
Characiformes	Stevardiidae	1	2
	Curimatidae	1	8
	Acestrorhamphidae	1	101
	Erythrinidae	1	3
Cichliformes	Cichlidae	6	56
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	5	103
	Anablepidae	1	6
Mugiliformes	Mugilidae	1	10
Gobiiformes	Eleotridae	4	27
	Gobiidae	2	13
Perciformes	Lutjanidae	3	5
	Gerreidae	1	2
Pleuronectiformes	Achiridae	1	1
	Heptapteridae	2	9
Siluriformes	Loricariidae	3	8
	Ariidae	1	1
Syngnathiformes	Syngnathidae	1	1

De las 39 especies, el género con más especies fue *Lutjanus* (tres) y el que mayor abundancia tuvo fue *Astyanax* (101) (Cuadro 7), la misma junto a *Brycon* fueron la especie encontrada con mayor frecuencia en 17 de 18 ríos (Cuadro 3). A nivel de ríos, el río Gualaca presentó 14 especies siendo el de mayor diversidad, mientras que, a nivel de cuencas, la 112 fue la que mayor cantidad de especies tuvo con 19 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diversidad de especies de peces óseos dulceacuícolas en las principales cuencas de la provincia de Chiriquí (2025)

Familia	Especie	Cuenca 102		Cuenca 106		Cuenca 108							Cuenca 110		Cuenca 112			Cuenca 114	
		Chi. Viejo	Gariché	Chico	Chirigagua	Platanal	Majagua	David	Chi. Nuevo	Esti	Caldera	Gualaca	Fonseca	Chorcha	San Juan	San Félix	Santiago	Tabasará	Vigúí
Acestrorhamphidae	<i>Astyanax</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Characidae	<i>Odontostilbe dialeptura</i>	x					x			x		x			x				x
	<i>Roeboides bouchellei</i>	x			x					x		x		x	x				
Stevardiidae	<i>Hemibrycon dariensis</i>																		x
Bryconidae	<i>Brycon behreae</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>				x							x		x					
Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>									x									
	<i>Poeciliopsis retropinna</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					x
	<i>Poeciliopsis turrubarensis</i>	x						x	x	x		x	x	x	x	x			
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis roseni</i>		x		x														
	<i>Brachyrhaphis terrabensis</i>										x								
	<i>Poecilia gillii</i>																	x	
Anablepidae	<i>Oxyzygonectes dovii</i>												x		x		x		
	<i>Talamanchaeros sieboldi</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
	<i>Andinoacara coeruleopunctatus</i>			x												x			x
Cichlidae	<i>Amphilophus lyonsi</i>								x			x							
	<i>Oreochromis niloticus</i>								x			x						x	x
	<i>Cribroheros altifrons</i>													x					
	<i>Parachromis managuensis</i>																	x	
	<i>Gobiomorus maculatus</i>		x									x	x	x	x	x	x		
Eleotridae	<i>Hemieleotris latifasciata</i>													x			x		
	<i>Dormitator latifrons</i>														x				
	<i>Eleotris picta</i>														x			x	
Gobiidae	<i>Sicydium salvini</i>	x	x					x	x			x		x		x			x
	<i>Awous banana</i>																	x	
Mugilidae	<i>Dajaus monticola</i>	x	x													x			
Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>				x	x	x			x	x	x							
	<i>Rhamdia quelen</i>																	x	
	<i>Ancistrus</i> sp.				x														
Loricariidae	<i>Fonchiiichthys uracanthus</i>				x					x	x								
	<i>Hypostomus aspidolepis</i>							x										x	
Ariidae	<i>Ariopsis guatemalensis</i>														x				
	<i>Lutjanus colorado</i>												x						
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>												x				x		
	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>																x		
Gerreidae	<i>Eucinostomus currani</i>												x	x					
Atherinopsidae	<i>Atherinella chagresi</i>																x		
Achiridae	<i>Trinectes fonsecensis</i>											x							
Syngnathidae	<i>Pseudophallus starksi</i>														x				

4.2 Comparación con el estudio realizado por Batista & Garúz (1999)

Al comparar ambos estudios se observa que el de Batista & Garúz (1999) fue ligeramente superior en el número de especies con 42 y en nuestro caso 39. Dichas diferencias pueden deberse a las variaciones ambientales, que han sufrido las cuencas a lo largo del tiempo.

Se debe considerar las reedescipciones taxonómicas, ya que fueron un punto importante en el estudio, especialmente en el caso de la familia Acestorhamphidae (antiguamente Characidae), donde se dieron numerosos cambios taxonómicos en los últimos años (Oliveira *et al.*, 2011). Lo cual influyó no solamente la modificación de los géneros, si no, el traslado de algunas especies a otras familias y hasta la creación de nuevas familias como es el caso de los Briconidos debido a la redescipción de la distribución geográfica de estas (Mirande, 2010).

Cuadro 4. Especies reportadas en los estudios de Batista & Garuz (1999) y el presente estudio.

Especies	Batista & Garuz, 1999	Morales & Morales, 2025
<i>Astyanax</i> sp.	X	X
<i>Brycon behreae</i>	X	X
<i>Gephyrocarax intermedius</i>	X	
<i>Odontostilbe dialeptura</i>	X	X
<i>Hemibrycon dariensis</i>	X	X
<i>Roeboides guatemalensis</i>	X	
<i>Roeboides bouchellei</i>	X	X
<i>Pimelodella chagresi</i>	X	X
<i>Rhamdia quelen</i>		X
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	X	
<i>Ancistrus</i> sp.		X
<i>Fonchiiichthys uracanthus</i>	X	X
<i>Hipostomus aspidolepis*</i>	X	X
<i>Sternopygus dariensis</i>	X	
<i>Rivulus hildebrandi</i>	X	
<i>Oxyzygonectes dovii</i>	X	X
<i>Amphilophus lyonsi</i>		X
<i>Andinoacara coeruleopunctatus</i>	X	X
<i>Talamancaheros sieboldii</i>	X	X
<i>Cribroheros altifrons</i>	X	X

<i>Parachromis managuensis</i>		X
<i>Tilapia</i> sp.	X	
<i>Oreochromis niloticus</i>		X
<i>Brachyrhaphis roseni</i>	X	X
<i>Brachyrhaphis terrabensis</i>	X	X
<i>Poecilia</i> sp.	X	X
<i>Poecilopsis turrubarensis</i>	X	X
<i>Poecilopsis retropinna</i>	X	X
<i>Pseudophallus elcapitanensis</i>	X	
<i>Pseudophallus starksii</i>	X	X
<i>Eleotris picta</i>	X	X
<i>Gobiomorus maculatus</i>	X	X
<i>Hemieleotris latifasciata</i>	X	X
<i>Dormitator latifrons</i>	X	X
<i>Eugerres linneatus</i>	X	
<i>Eucinostomus currani</i>	X	X
<i>Awaous banana</i>	X	X
<i>Sicydium salvini</i>	X	X
<i>Cyphocharax magdalenae</i> *	X	X
<i>Centropomus nigrescens</i>	X	
<i>Achirus mazatlanus</i>	X	
<i>Trinectes fonsecensis</i>	X	X
<i>Dajaus monticola</i> *	X	X
<i>Hoplias microlepis</i> **	X	X
<i>Synbranchus marmoratus</i>	X	
<i>Gobiesox</i> sp.	X	
<i>Pomadasyd</i> sp.	X	
<i>Ariopsis guatemalensis</i>		X
<i>Atherinella</i> sp.		X
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>		X
<i>Lutjanus colorado</i>		X
<i>Lutjanus argentiventris</i>		X
Total	42	39

Nota: Las especies que tienen un * al final del nombre científico corresponde a especies que han sufrido una actualización taxonómica con respecto al listado anterior y la que presenta ** en su nombre es una especie que no fue capturada, pero fue insertada en el estudio por evidencia fotográfica de que está presente en el afluente.

En algunos casos, organismos previamente clasificados como una misma especie, resultaron ser taxones diferentes, pero con rasgos morfológicos semejantes, lo que causa confusión al momento de identificarlas, se espera que con los avances

genéticos y taxonómicos se logre esclarecer las diferencias entre estas especies hoy día catalogadas como *Incertae sedis*.

De la misma forma, la no presencia de algunas especies en este estudio, no tiene que ver directamente con el hecho de que hayan desaparecido del ecosistema, sino, es posible que su no detección esté relacionada con diferentes factores metodológicos como la hora de colecta, época de muestro y la frecuencia de visitas a los ríos.

En el estudio previo se realizaron muestreos tanto en época seca como lluviosa, mientras que en el presente estudio solo en época seca. También los horarios de muestreos fueron distintos ya que había especies de hábito nocturno como *Synbranchus marmoratus*, *Gobiesox* sp. y *Hoplias microlepis* (*H. microlepis* no fue capturada en nuestro estudio, sin embargo, está descrita por la evidencia fotográfica al ser capturada por pescadores del área).

Adicionalmente, el hecho de que reportaron la especie *Rivulus* la cual según Domínguez-Castanedo *et al.*, 2025; da Silva Gonçalves *et al.*, (2011) las especies de la familia Rivulidae están restringidas a cuerpos de agua pequeños como quebradas, esto confirma la visita a quebradas y otros afluentes cercanos a los ríos en estudio, lo cual difiere de la metodología descrita por Batista & Garúz, además de ciertos ríos muestreados en repetidas ocasiones. Estas visitas a diferentes afluentes y con remuestreos, no son comparables con el presente estudio ya que, según lo establecido en la metodología solo se realizaría una visita a cada río y no se realizarían remuestreos por lo cual, nuestra metodología se basa en una sola visita de colecta y sin recorrer afluentes cercanos.

La totalidad de especies compartidas es de 29, Batista & Garúz (1999) describen 13 especies que no están descritas en el presente estudio, mientras que en el actual estudio se reportan 10 especies que no se describieron en 1999.

Cabe destacar que se reportó *Poecilia gillii* en ambos estudios, difiriendo solamente en su distribución siendo el río San Félix para Batista & Garúz (1999) y en el río Santiago para el presente trabajo. Lo cual es importante porque esta especie

presenta un conflicto en su distribución geográfica, Valdés (2021) menciona que la distribución de *P. gillii* en Panamá abarca la zona Metropolitana y del Caribe, y describe que para la zona occidental la especie que está presente es *P. mexicana* (Poeser, 2003) menciona que *P. gillii* puede tener cuatro subespecies (*P. gillii salvatoris*, *P. gillii caudata*, *P. gillii gillii* y *P. gillii cuneata*) de estas en Panamá podrían estar presentes *P. gillii caudata* (Costa Rica, pero cercano a la zona occidental de Panamá), *P. gillii gillii* (Panamá, Caribe y zona Metropolitana) y *P. gillii cuneata* (Golfo de Darién-Colombia). En base a la identificación taxonómica de nuestro estudio por medio de la guía de Parivivos de la familia Poeciliidae de Panamá Valdés (2021) se llegó a la conclusión de que por sus caracteres diagnósticos es *P. gillii*.

Poeser (2003) también menciona que las características diagnósticas de *P. mexicana* coinciden en su mayoría con las de la subespecie nominal *P. gillii gillii*, con la excepción del número de escamas alrededor del pedúnculo caudal. A razón de esto; quizás en Panamá no se contempla la presencia de subespecies para este género a nivel de estudios nacionales y la literatura ictiológica propia es escasa.

La especie *Atherinella chagresi* (Meek & Hildebrand, 1914) se ha reportado para la vertiente Caribe desde el norte de Costa Rica hasta el centro de Panamá, con incursiones al Pacífico a través del Canal de Panamá (Froese & Pauly, 2025; Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), s.f.). Sin embargo, en los inventarios de peces dulceacuícolas del área centro-occidental de Panamá (Vega *et al.*, 2006), no se registra la especie para las cuencas del Pacífico de Chiriquí. El presente hallazgo de *Atherinella* posible especie *chagresi* en el río Santiago (cuenca 112, vertiente Pacífico, provincia de Chiriquí) constituiría un nuevo registro para esta cuenca y ampliaría la distribución conocida de la especie hacia el occidente del país. Se colectaron cuatro especímenes a 15 ms.n.m. con longitudes promedios de L.T= 9,25 cm, L.E= 7,30 cm y L.C= 1,48 cm; en base a la identificación taxonómica la especie se identificó como *A. chagresi*, sin embargo, no se puede aseverar de que sea la especie descrita sin realizar otros estudios (moleculares) o identificaciones por taxónomos expertos que avalen lo anteriormente mencionado.

La presencia de esta especie en esta zona puede deberse a una introducción accidental (Elías *et al.*, 2022) o a una migración de la especie, se conoce que la especie es principalmente de agua dulce, pero también se encuentra en estuarios costeros. Según McLarney *et al.*, (2010) es una especie eurihalina que se puede catalogar como anfídromo facultativo, lo que significa que la especie puede estar en contacto de aguas salobres y aguas dulces, pero no por temas reproductivos. McLarney *et al.*, (2010) comentan que *A. chagresi* es un referente de lo poco que se conoce realmente la historia de vida de los peces de agua dulce de Mesoamérica, ya que no hay una descripción sólida de esta familia en cuanto a la diadromía.

Contreras-MacBeath *et al.*, (2022) indican que especies como *Atherinella chagresi*, *Megalops atlanticus* y *Vieja maculicauda*, han logrado cruzar el Canal de Panamá, logrando colonizar nuevos ambientes y causando potencialmente alteraciones en las redes tróficas locales. Se debe resaltar que las translocaciones se comprenden muy poco, y a nivel de Centroamérica no está bien documentado por lo cual no se conoce mucho el impacto de estas.

4.3 Calidad del hábitat y parámetros fisicoquímicos

De 18 ríos a los cuales se les aplicó el formulario de bioevaluación de la calidad del hábitat (anexos Cuadro 17) solamente los ríos Caldera, Santiago y Estí se posicionaron en el rango de calidad óptima; por otra parte, el río Chico se mantuvo en calidad marginal, siendo esta la menor calificación en el estudio realizado, el resto de los ríos presento una calidad subóptima (Cuadro 5).

Cuadro 5. Evaluación de la calidad del hábitat en los ríos estudiados en base a la categoría establecida por Barbour (1999).

Calidad del hábitat	Cantidad de ríos	Frecuencia (%)
Óptimo	3	11
Subóptimo	14	83
Marginal	1	6
Pobre	0	0
Total	18	100

Los resultados muestran que en el caso del río Caldera este presenta una alta heterogeneidad del sustrato, también una gran variedad de pozas y una buena

cobertura boscosa en la rivera, lo que nos indica una buena calidad ecológica. En cambio, el río Chico presentó valores más bajos en la estructura del lecho, sinuosidad y vegetación ribereña, siendo el peor de todos los ríos estudiados lo que indica una fuerte degradación del hábitat.

Los resultados detectados en el río Chico pueden estar influenciados por la presencia cercana de una hidroeléctrica, ya que las mismas alteran el régimen de los caudales, interrumpe los transportes de sedimentos y reduce la complejidad del cauce. Estudios confirman que la presencia de represas provoca la retención de sedimentos río arriba, lo que podría ocurrir en este caso. De la misma forma, afecta la estabilización del cauce y la pérdida de vegetación ribereña observadas en sistemas regulados (Pacheco *et al.*, 2022).

Estos cambios afectan a la biodiversidad acuática, ya que la fragmentación del flujo disminuye la riqueza de las especies y altera la ecología del sistema (Bohada-Murillo *et al.*, 2021). En el caso del río Chico, se esperaría que las autoridades ejecuten acciones para recuperar la vegetación ribereña, restablecer la variabilidad del flujo y mejorar la conectividad del río.

4.3.1 Parámetros fisicoquímicos

Los análisis del pH revelaron que el río Chorchá presentó un valor de 8.56, lo que indica una ligera alcalinidad, por su parte el río Platanal registró un pH de 7.31, situándose más cerca de la neutralidad. En ambos casos los valores que se encuentran dentro de los rangos recomendados para aguas dulces (6.5–9.0), según la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2021), pero las diferencias de datos reflejan la influencia de las actividades humanas locales. El pH alto del río Chorchá puede estar relacionado con la presencia de cultivos de arroz en la zona. En estos tipos de cultivos, la inundación prolongada y el uso de cal entre otros químicos, modifican la química del agua, promoviendo condiciones que pueden llevar al aumento del pH. Radmann *et al.*, (2023) destacaron que: “El aumento en el pH se incrementó por encalado debido a la disolución. Los óxidos de calcio y magnesio añadidos a la tierra liberan bicarbonato y iones OH⁻. En la solución del suelo, neutralizando los iones H⁺ y aumentando el pH”.

Esto sugiere que los drenajes agrícolas podrían estar contribuyendo al aumento del pH observado.

Por otra parte, el río Platanal está ubicado en un entorno cercano a una porqueriza, lo que tal vez pueda estar afectando su pH más bajo. Debido a que las aguas residuales que provienen de sitios de crianza de cerdos contienen materia orgánica y amonio, los cuales, al momento de degradarse, generan dióxido de carbono y protones de hidrógeno que generan una reducción en el pH. Las reacciones de nitrificación provocan una acelerada degradación del nitrógeno amoniacal y se da la producción de una gran cantidad de H^+ , lo que reduce el pH y la calidad de las aguas residuales, provocando gradualmente una acidez débil (Shi *et al.*, 2021).

Estos resultados nos sugieren que el río Chorcha presenta un incremento del pH asociado a la actividad agrícola, mientras que el río Platanal refleja una ligera acidificación producto de aportes orgánicos pecuarios. Aunque ambos valores son aceptables, se recomienda mantener un monitoreo continuo para evaluar los efectos acumulativos de estas actividades sobre la calidad del agua (Boyd, 2015).

El río Chiriquí Nuevo presentó la temperatura más alta ($33.1^{\circ}C$), mientras que el río Chiriquí Viejo registro la más baja ($22^{\circ}C$). Esta diferencia puede atribuírsele a la hora en la que se realizaron los muestreos, ya que la medición del río Chiriquí Nuevo se tomó alrededor de las 3:30 p.m., en comparación a la del Chiriquí Viejo que se dio a las 8:00 a.m..

Diversos estudios han demostrado que la temperatura del agua varía significativamente a lo largo del día debido a la radiación solar y la temperatura ambiente. En un estudio que se realizó en el río Medellín en Colombia Urrego *et al.*, (2000) observaron que si bien ambos valores están dentro del rango típico para ríos tropicales ($20-35^{\circ}C$), las diferencias observadas reflejan la necesidad de estandarizar las horas de muestreos. Tal y como recomiendan Urrego *et al.* (2000), las mediciones deben realizarse preferiblemente entre 7:00 y 9:00 a.m., periodo en el que la temperatura es más representativa del promedio diario y menos afectada por la variación diurna.

El río Caldera presentó una saturación de oxígeno disuelto de 103.7 %, un valor que supera el 100 %, indicando lo que se conoce como una sobresaturación. Este fenómeno puede deberse, en parte, a la alta velocidad de la corriente registrada en este río (5.3 km/h), la más alta entre los ríos evaluados; ya que las corrientes de mayor velocidad y turbulentas favorecen el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera, lo que puede incrementar significativamente la concentración de oxígeno disuelto, especialmente cuando se combinan con bajas temperaturas o condiciones de fotosíntesis activa (Wetzel, 2001). Además, una mayor turbulencia previene la separación de capas térmicas y mejora la distribución del oxígeno en toda la columna de agua.

Cuadro 6. Parámetros fisicoquímicos por sitio de muestreo.

Ríos	pH	Temp°C	O ₂ %	V. corriente (Km/h)	Conductividad (μS)	TSD (ppm)	Salinidad (ppt)
Caldera	7.50	22.30	103.70	5.3	62.3	51.3	0.05
Chico	8.09	24.00	93.40	1.2	111.4	55.8	0.06
Chirigagua	7.60	27.50	89.70	0.4	84.3	40.5	0.05
Chiriquí Nuevo	8.41	33.10	88.50	1.4	84.1	41.9	0.05
Chiriquí viejo	8.08	22.00	98.50	1.8	168.7	84.1	0.09
Chorcha	8.56	29.70	88.30	1.3	95.4	48.0	0.05
David	8.24	28.80	86.30	0.6	119.8	59.9	0.06
Estí	7.37	27.60	91.60	1.2	197.4	98.0	0.09
Fonseca	8.23	27.20	89.70	0.9	52.5	26.3	0.03
Gariché	7.92	27.40	87.60	1.2	93.4	46.7	0.05
Gualaca	7.82	31.10	86.70	1.1	82.3	41.1	0.04
Majagua	8.31	28.60	92.40	1.3	101.8	50.9	0.05
Platanal	7.31	27.30	84.10	0.5	85.5	42.7	0.05
San Félix	8.37	29.00	89.90	1.1	343	168.0	0.18
San Juan	8.14	29.80	87.20	1.2	158.1	79.5	0.07
Santiago	7.40	27.30	94.20	0.3	98.6	49.6	0.05
Tabasará	7.94	30.50	85.30	3.8	88.9	53.4	0.05
Vigúí	8.16	28.80	91.20	2.9	96.8	75.1	0.05

El río Platanal presentó la menor saturación de oxígeno con 84.1 %, aunque se encuentra dentro de los rangos aceptables, podría estar influenciado por su baja velocidad de corriente, la cual es de 0.5 km/h. Este valor representa una corriente mucho menor que la del río Caldera, lo que limita la turbulencia y, por ende, el

intercambio gaseoso con la atmósfera. La transferencia de oxígeno en aguas naturales depende de la mezcla interna y la turbulencia debido a los gradientes de velocidad y a las fluctuaciones, temperatura, viento, cataratas, pantanos, rápidos y películas superficiales (Beita-Sandí & Barahona-Palomo, 2011). Estas condiciones favorecen a la acumulación de materia orgánica y producen el desarrollo de la descomposición lo que incrementan la demanda bioquímica de oxígeno, reduciendo así la saturación de éste en el agua.

La velocidad de corriente es un factor determinante en la dinámica del oxígeno disuelto y en la capacidad de autodepuración de los sistemas fluviales tropicales. En el caso del río Caldera éste presentó la mayor velocidad de corriente unos 5.3 km/h y una concentración de oxígeno disuelto de 103.7%, mientras que, el nivel del río Santiago este presentó una velocidad de corriente de 0.3 km/h y un oxígeno disuelto de 94.20% el nivel más bajo de los ríos estudiados. Esta diferencia nos indica que en estos ríos hay una clara diferencia geomorfológica, como pueden ser pendientes pronunciadas o causes más estrechos como en el caso del Caldera, en contra parte con el Santiago que se encuentra en una zona más plana que influyen directamente en la mezcla de aireación del agua.

En el caso del Caldera (Cuadro 6) Menezes *et al.*, (2015) indican que una mayor velocidad de corriente incrementa la eficiencia de transferencia de oxígeno, lo cual coincide con los valores observados en este río. En el caso del Santiago (cuadro 6) este valor podría explicarse por una menor turbulencia y una reducción en la aireación natural del agua. Estudios hechos por Patil *et al.*, (2021) destacan que los cambios en el régimen del flujo alteran de forma significativa las concentraciones de oxígeno disuelto, especialmente en zonas de bajo caudal como el río Santiago, lo que hace a estos ecosistemas más vulnerables ante variaciones ambientales o afectaciones antrópicas.

4.3.1.1. Conductividad, Sólidos totales disueltos y Salinidad

El río San Félix mostró los valores más altos de conductividad (343 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (168 ppm) y salinidad (0.18 ppt) entre los sitios muestreados, indicando una mayor concentración de iones disueltos. Estos datos a pesar de estar

dentro del rango para ríos y lagos (50 – 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pueden estar siendo influenciados por la presencia de una cantera cerca del afluente, actividad que puede modificar las características fisicoquímicas del agua al aumentar la escorrentía de sedimentos y la exposición de minerales.

Al momento del muestro del río San Félix se presentó una leve lluvia, lo que tal vez podría contribuir a variaciones en los valores de la conductividad, ya sea por la dilución de iones disueltos o por arrastre de partículas desde la cantera, afectando los datos de la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos (Obot *et al.*, 2019). Además, la extracción de arena y grava pueden influenciar la conectividad hidrológica y la dinámica iónica del agua superficial, especialmente en zonas con interacción directa entre el cauce y lo que vienen siendo las actividades extractivas. De la misma manera, la conductividad depende de factores naturales como la geología, temperatura y la precipitación, que pueden engañar o ampliar los efectos locales de la minería y la escorrentía (Yılmaz & Koç, 2014).

Por otra parte, el río Fonseca se observaron los valores más bajos de conductividad (52.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) TSD (26.3 ppm) y salinidad (0.03 ppt). En esta zona se logró observar cierta actividad ganadera que utiliza el río como fuente principal de agua. Este tipo de actividad pueden generar aportes de materia orgánica y nutrientes que se derivan de la producción de estiércol y la orina del ganado. Así como remoción de sedimentos por el pisoteo de la ribera por el mismo ganado, lo cual altera la calidad del agua y la estabilidad del cauce (Smalling & Rowe, 2021). Sin embargo, la presencia de vegetación ribereña y el flujo constante tal vez podrían estar favoreciendo la autodepuración natural del sistema, lo que mantendría los valores bajos observados en los parámetros fisicoquímicos.

Al contrastar los resultados con lo reportado por Batista & Garuz (1999) se observan variaciones leves en los valores de pH, OD y temperatura, estas discrepancias podrían estar vinculadas a la dinámica de los cambios ambientales y geográficos, así como la intensificación de actividades antrópicas. En el caso del pH, previamente se reportó valores entre 6.80 a 7.45, lo que indicaba aguas más ácidas; en comparativa, los valores reportados en este estudio se ubican entre 7.37 a 8.56,

indicando aguas más alcalinas con el pasar del tiempo. La diferencia detectada puede ser debido a la influencia agrícola o las variaciones en la composición geológica.

La temperatura mostró rangos similares en ambos estudios (23-32 °C) con valores menores en ríos de mayor altitud como el Chiriquí Viejo y Caldera, lo que concuerda con el gradiente de zonas altas de la Provincia. Por su parte, los valores de oxígeno disuelto variaron entre 6,8 y 8,5 mg/L, observándose una relación inversa entre temperatura y concentración de oxígeno disuelto, coherente con el comportamiento esperado en la zona.

En general, estos valores reflejan que los ríos mantienen condiciones adecuadas y dentro de los valores aceptables. No obstante, las ligeras variaciones en el pH y el oxígeno disuelto podrían evidenciar la influencia derivada de las actividades humanas, especialmente la agrícola que afecta la dinámica de los cuerpos de agua.

4.4 Índices de diversidad

Se estimaron los índices de diversidad de la comunidad íctica del presente estudio, obteniendo los siguientes valores.

4.4.1 Riqueza

Se registró una riqueza total de 39 especies, lo cual indica que en los ríos estudiados la comunidad es bastante diversa; y comparado con lo reportado por Batista & Garúz (1999), quienes describieron 42 especies, se resalta que la diversidad es bastante completa, a pesar del largo período de tiempo sin estudios de esta magnitud.

4.4.2 Índice de Simpson

El índice de Simpson ($1-D = 0.8967$) sugiere que la diversidad es alta y que no hay ninguna especie que domine de manera marcada a la comunidad en general; este hallazgo se puede corroborar con el índice de dominancia obtenido ($D = 0.1033$), donde un valor bajo indica una dominancia escasa (Moreno, 2001).

4.4.3 Índice de Shannon-Weaver

Por su parte, el índice de Shannon-Weaver ($H' = 2.728$) refleja una diversidad moderada-alta, lo que nos da a entender que el ensamblaje es complejo y heterogéneo (Magurran, 2004). La complejidad del ensamblaje se puede asociar a la presencia de múltiples especies que ocupan distintos nichos ecológicos y por ende tendrán diferentes niveles tróficos (González-Bergonzoni, 2011). Por otra parte, la heterogeneidad, se refiere a que las especies no están distribuidas de manera uniforme ni que ocupan los mismos microhábitats, ya que diversos factores como velocidad de corriente, profundidad de pozas, tipos de sustrato y cobertura vegetal pueden permitir una coexistencia de las especies (Matthews, 1998). Siendo así esto favorece la presencia de distintas especies pese a diferentes preferencias ecológicas en cuanto a adaptación.

4.4.4 Equitatividad

La equitatividad ($e^{H/S} = 0.3924$) nos dice que, aunque haya muchas especies, la abundancia de éstas no es completamente uniforme o igual en todas las especies; Allan y Castillo (2007) mencionan que algunas especies son más frecuentes que otras (Cuadro 7), lo cual es bastante característico en comunidades de peces de agua dulce donde ciertos grupos se adaptan mejor a microhábitats en específico.

Estos resultados, pueden sugerir que los ríos estudiados en su conjunto son una comunidad diversa y estructurada, donde existe una predominancia relativa en ciertas especies, pero sin dominancia extrema.

4.5 Índice de abundancia relativa

Astyanax sp. registró el mayor Índice de Abundancia Relativa con un 19.65 %. Según lo reportado por otros autores (Ornelas-García *et al.*, 2008), *Astyanax* comprende más de 107 especies reconocidas y es el género de Characiformes más grande y diverso que existe actualmente, debido a que tiene la distribución más amplia de characidos americanos, pudiendo encontrarse desde el Neártico (río Colorado y Nuevo México) hasta el neotrópico (río Negro en la Patagonia). El hecho de que *Astyanax* haya colonizado Mesoamérica antes de que cerrara definitivamente el Istmo

de Panamá (hace 3.3 millones de años) podría ser una posible explicación al profundo nivel de divergencia que mostró su estudio para la parte baja de Centroamérica.

La prevalencia en cuanto a abundancia del género *Astyanax* en este estudio concuerda con el estudio de Averza & Garcés (2025) realizado en los ríos del Este de Panamá (Darién) en dicho estudio la familia characidae fue la que presentó el mayor número de especies (ocho) y dentro de ella el género *Astyanax*.

Por motivos de actualizaciones taxonómicas recientes dentro de la familia characidae, en nuestros resultados ya no es la familia con mayor número de especies sino la familia Cichlidae. La familia Cichlidae en el estudio de Averza & Garcés (2025), fue la familia predominante en número de especies (cinco) de peces secundarios similar a lo encontrado en nuestro estudio (6 especies).

Cabe resaltar que pese a que los estudios difieren en cuanto a la geografía espacial de los ríos siendo para nuestro estudio (en la provincia de Chiriquí) y para el de Averza & Garcés (2025) (en la provincia de Darién) las familias que dominan en los ríos de agua dulce son las mismas pese que pertenecen a Provincias Icticas distintas (Vega *et al.*, 2006).

Las migraciones masivas de peces óseos dulceacuícolas más importantes están determinadas por fines reproductivos, según Bonetto & Castello (1985) puede haber otros tipos de migraciones como por ejemplo de carácter térmico, estacionales, tróficos y por dependencia de ciclos hidrológicos. González (2008) describe que para Panamá y Centroamérica prácticamente no existen estudios actualizados de este tipo de migraciones con excepción de un estudio por López (1978) para Costa Rica; por ese motivo González redacta una nota sobre la migración masiva de peces de agua dulce en dos ríos de la provincia de Coclé, Panamá y en su declaratoria el 62.5% de las especies identificadas pertenecen al orden characiformes. Dentro de este orden, el género *Astyanax* resaltó por su abundancia en la mayoría de los ríos y según el autor este fenómeno masivo está ligado al cambio de estación lluviosa a seca por ende las especies tienden a subir cuenca arriba en busca de mejores condiciones para afrontar la época seca.

Cuadro 7. Índice de abundancia relativa de cada especie colectada según su abundancia.

Familia	Especie	# especímenes	% IAR
Acestrorhamphidae	<i>Astyanax</i> sp.	101	19.65
Bryconidae	<i>Brycon behreae</i>	92	17.90
Poeciliidae	<i>Poecilopsis turrubarensis</i>	50	9.73
Poeciliidae	<i>Poecilopsis retropinna</i>	43	8.37
Characidae	<i>Odontostilbe dialeptura</i>	38	7.39
Cichlidae	<i>Talamancaheros sieboldi</i>	37	7.20
Characidae	<i>Roeboides bouchellei</i>	24	4.67
Eleotridae	<i>Gobiomorus maculatus</i>	15	2.92
Gobiidae	<i>Sicydium salvini</i>	12	2.33
Mugilidae	<i>Dajaus monticola</i>	10	1.95
Curimatidae	<i>Cyphocharax magdaleneae</i>	8	1.56
Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	8	1.56
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	7	1.36
Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i>	7	1.36
Anablepidae	<i>Oxyzygonectes dovii</i>	6	1.17
Atherinopsidae	<i>Atherinella</i> sp.	4	0.78
Cichlidae	<i>Amphilophus lyonsi</i>	4	0.78
Loricariidae	<i>Fonchiiichthys uracanthus</i>	4	0.78
Poeciliidae	<i>Brachyraphis roseni</i>	4	0.78
Poeciliidae	<i>Brachyraphis terrabensis</i>	4	0.78
Cichlidae	<i>Andinoacara coeruleopunctatus</i>	3	0.58
Eleotridae	<i>Eleotris picta</i>	3	0.58
Loricariidae	<i>Hypostomus aspidolepis</i>	3	0.58
Cichlidae	<i>Cribroheros altifrons</i>	3	0.58
Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	3	0.58
Stevardiidae	<i>Hemibrycon dariensis</i>	2	0.39
Cichlidae	<i>Parachromis managuensis</i>	2	0.39
Eleotridae	<i>Hemieleotris latisfasciata</i>	2	0.39
Gerreidae	<i>Eucinostomus currani</i>	2	0.39
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	2	0.39
Lutjanidae	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	2	0.39
Poeciliidae	<i>Poecilia gillii</i>	2	0.39
Achiridae	<i>Trinectes fonsecensis</i>	1	0.19
Ariidae	<i>Ariopsis guatemalensis</i>	1	0.19
Gobiidae	<i>Awaous banana</i>	1	0.19
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	1	0.19
Loricariidae	<i>Ancistrus</i> sp.	1	0.19
Lutjanidae	<i>Lutjanus colorado</i>	1	0.19
Syngnathidae	<i>Pseudophallus starksii</i>	1	0.19
	Total	514	100.00

Mientras que especies como: *Trinectes*, *Ariopsis*, *Awous*, *Rhamdia*, *Ancistrus*, *Lutjanus* y *Pseudophallus* presentaron un IAR de 0.19 % ya que son especies esquivas que se encuentran muy dispersas, debido a estos factores solo fue posible una sola captura de cada especie; Garcés (2016) realizó un estudio de la distribución de peces de agua dulce del río Estí y obtuvo datos similares a nuestro estudio en cuanto a la dominancia de especies, resaltando que el género *Awous* y *Rhamdia* fueron las especies menos abundantes con un solo individuo por especie.

4.6 Índices de similitud comparados por estudios, cuencas y ríos

Se realizó un análisis multivariado de índice de similitud aplicando el índice de Morisita-Horn (Horn, 1966); primeramente, se comparó la similitud entre estudios (Cuadro 4), detectando un 87 % de similitud y un 13 % de disimilitud.

Se comparó los estudios a nivel de cuenca (Cuadro 8), donde la mayor similitud se obtuvo en el río Fonseca (112) con un 82 % y la más baja en el río Chiriquí Viejo (102) con un 56 %.

Por último, se comparó la similitud que existía entre los estudios a nivel de ríos, contrastando las especies encontradas entre los mismos ríos, siendo el río Platanal el que más similitud presentó (90 %) contra el río Chiriquí Nuevo (30 %).

Las tres comparaciones realizadas a nivel de similitud y disimilitud se ven influenciadas por la metodología que aplica el índice, el cual toma en cuenta no solo la presencia o ausencia de las especies sino también su abundancia (Horn, 1966). En base a esto podemos mencionar que la disimilitud en estas comparativas está marcada fuertemente por la cantidad de individuos de cada especie que se colecte. En el río Platanal (Cuadro 9) estaban presentes las cinco especies en ambos estudios, pero por diferencia de abundancia se pierden un 10 % de similitud.

De igual forma, el hecho de que el río Chiriquí Nuevo tenga un 70 % de disimilitud y el Caldera un 63 % no indica que estén en malas condiciones o que las especies no estén presentes, sino el hecho de que las especies son diferentes y al compararlas entre estudios estas arrojarán un valor desigual al respecto.

Cuadro 8. Índice de similitud (Morisita-Horn) entre las cuencas evaluadas en el estudio de Batista & Garúz (1999) y el presente estudio.

Cuencas	% Similitud	% Disimilitud
Río Fonseca 112	82	18
Río Tabasará 114	79	21
Río Chiriquí 108	78	22
Río San Félix 110	71	29
Río Chico 106	69	31
Río Chiriquí Viejo 102	56	44

Cuadro 9. Índice de similitud (Morisita-Horn) comparación a nivel de ríos entre Batista & Garúz (1999) y el presente estudio.

Ríos	% Similitud	% Disimilitud
Platanal	90	10
Viguí	85	15
San Félix	85	15
Chico	73	27
Gariché	69	31
Tabasará	69	31
San Juan	68	32
Chorcha	67	33
Santiago	64	36
Gualaca	63	37
David	63	37
Fonseca	62	38
Majagua	61	39
Estí	57	43
Chirigagua	51	49
Chiriquí Viejo	48	52
Caldera	37	63
Chiriquí Nuevo	30	70

4.7 Cobertura de muestreo (SC)

Se estimó la cobertura de muestreo (SC) obtenida para cada río (Figura 1), donde se refleja el grado de completitud del muestreo en cada sitio. Los resultados mostraron una diferencia entre ríos, los valores más altos se registraron en Majagua (SC= 1), San Félix (SC= 0.9783) y Chiriquí Viejo (SC= 0.9773), lo que indica un muestreo altamente representativo de la comunidad de peces óseos dulceacuícolas. En contraste, ríos como Fonseca (SC= 0.3502), Chiriquí Nuevo (SC= 0.7426) y Chirigagua (SC= 0.7430) presentaron los valores más bajos, lo que indica que el esfuerzo de colecta fue limitado y que podrían existir especies no detectadas.

En el caso del muestreo realizado en el río Fonseca, se presentaron ciertas limitaciones que afectaron la eficiencia de la colecta de los peces. En particular, este presentaba el cauce con mayor anchura de todos los ríos y una altura bastante considerable en la orilla, lo que imposibilitaba la presencia de sitios adecuados para poder utilizar todas las artes de pesca descritas en el estudio. Como resultado, la aplicación de las técnicas de colecta se vio afectada y, en consecuencia, la cobertura del muestreo en este río fue menor en comparación a los demás ya que la estimación toma en cuenta la abundancia de los especímenes (12 para este río) y la cantidad de especies (9).

En general, la mayoría de los ríos alcanzaron valores superiores a 0.8, lo que se considera adecuado para análisis comparativos de diversidad. Según Chao & Jost (2012), la cobertura de muestreo representa una medida más fiable de la completitud de los datos que el tamaño de la muestra, ya que refleja directamente la proporción de los individuos pertenecientes a especies observadas.

Estos resultados respaldan la validez de los datos utilizados en los análisis de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies, los cuales permiten estimar la diversidad esperada según el esfuerzo de muestreo.

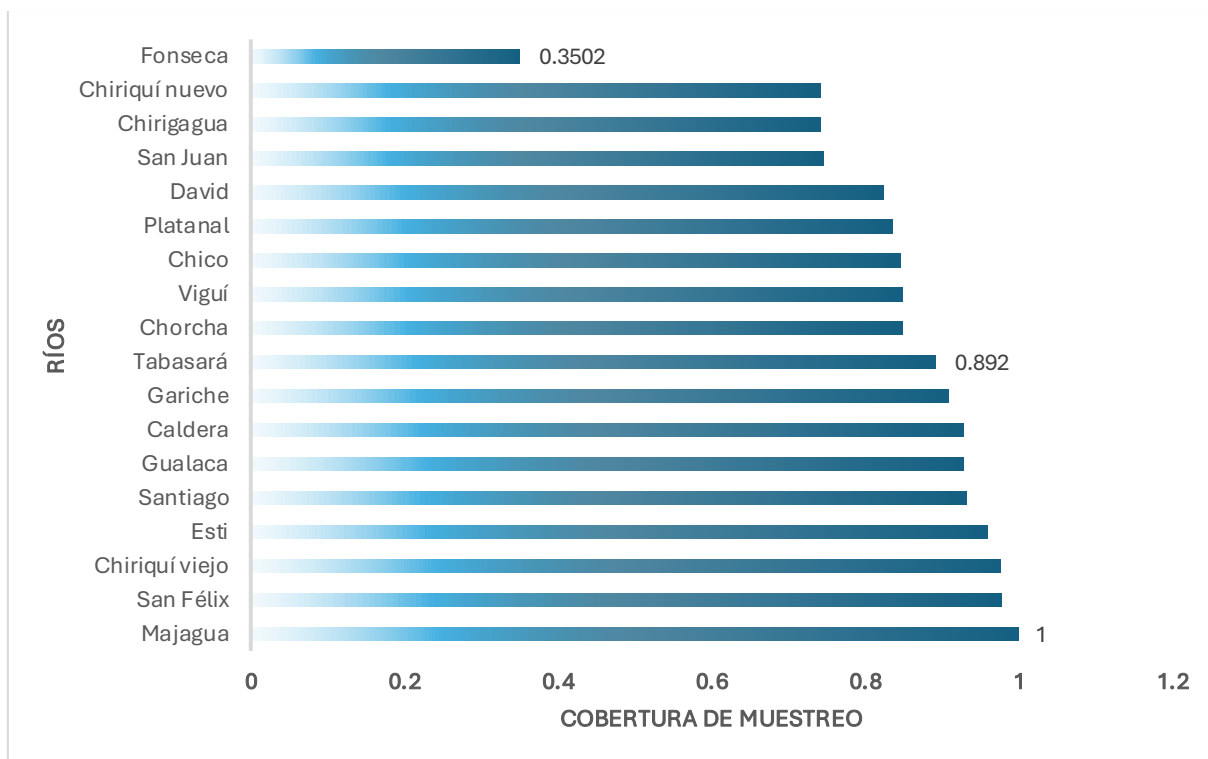


Figura 1. Cobertura de muestreo (SC) estimada por iNEXT para cada río.

Nota: valores cercanos a uno indican alta completitud del muestreo mientras que valores inferiores a 0.8 reflejan esfuerzo limitado o presencia de especies raras (no tan abundantes).

4.8 Curvas de rarefacción y extrapolación de riqueza de especies

Las curvas de rarefacción y extrapolación basadas en abundancia ($q = 0$) permitieron comparar la riqueza de especies de peces óseos dulceacuícolas de los distintos ríos estudiados. Según Chiu (2023), la riqueza estimada tiende a incrementarse con la completitud de la muestra y el hecho de que la porción denominada extrapolación siga en ascenso sugiere que en el muestreo no han sido capturadas la totalidad de las especies. Según Chao y Jost (2012), una curva que no tiende a estabilizarse indica que aún podrían registrarse especies adicionales si se incrementa el número de individuos o el número de unidades de muestreo, reflejando un ensamblaje submuestreado. Los resultados de estas curvas deben interpretarse como estimaciones basadas en el número de individuos muestreados, y no como la diversidad absoluta, ya que cuando el tamaño de la muestra es reducido la estimación tiende a subestimar la riqueza real (Chao & Jost, 2012; Gotelli & Colwell, 2001).

En diferentes estudios han utilizado el método de rarefacción y extrapolación para estimar la riqueza de especies de peces como en Guatemala, donde Quintana (2024), estimó la riqueza del río San Pedro y La Pasión en Panamá, Castellanos-Galindo *et al.*, (2025) determinaron la completitud del muestreo en su estudio sobre los peces que ingresaban a la zona canalera del país y Darién y Valdés-Díaz *et al.*, (2025) generaron curvas de rarefacción para conocer la diversidad real para cada comunidad estudiada. Siendo este un método utilizado actualmente en estudios sobre ecología y diversidad de peces óseos dulceacuícolas.

En la cuenca del río Chiriquí Viejo (Figura 2), el río Chiriquí Viejo y Gariché presentaron curvas muy similares, lo que indica niveles comparables de riqueza de especies. En ambos casos, la rarefacción (línea continua) y extrapolación (línea interrumpida) convergen hacia una asíntota, lo que significa que el esfuerzo de muestreo fue correcto. El río Gariché muestra una ligera ventaja en el número de especies estimadas.

El río Chirigagua (azul) de la cuenca 106 (Figura 3) supera fuertemente al río Chico (naranja) mostrando el doble de riqueza. En la extrapolación se puede observar que, si se aumentase el SC, se podrían alcanzar muchas más especies. En cambio, la curva del río Chico tiende a estabilizarse con una riqueza muy baja, lo que nos dice que la comunidad de peces en ese río es más simple o que no goza de un hábitat tan heterogéneo.

La cuenca 108 (Figura 4) es la que mayor cantidad de ríos tiene, y en este grupo se observó una gran variación en cuanto a la riqueza de especies entre sí. Los ríos Gualaca y Estí presentan curvas de rarefacción superiores a los demás, indicando mayor riqueza estimada y buen desempeño en el muestreo. Los ríos Chiriquí Nuevo, Caldera y David presentan curvas moderadas con menos riqueza, siendo éstos los intermedios y los ríos Platanal y Majagua son los que menos riqueza de especies presentan; en el caso del río Majagua, su curva es la que más se estabiliza de manera asintótica lo que nos indica que el muestreo para ese río fue suficiente y que a mayor esfuerzo solamente podría haber mayor número de individuos de las especies ya

encontradas. Las extrapolaciones del río Chiriquí Nuevo y David indican que podría haber más especies nuevas en esos ríos que en los demás.

En la cuenca del río Fonseca (Figura 5) está el río que menor SC mostró en el estudio (Figura 1), su curva de rarefacción y extrapolación no presenta una forma curvada hacia una asíntota, sino que mantiene una trayectoria casi lineal y totalmente ascendente. Lo que nos indica que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente para capturar la totalidad o cuanto fuese posible la diversidad presente en el sitio, esto corrobora lo estimado en la cobertura de muestreo.

En la cuenca 112 (Figura 6) la curva dominante corresponde al río San Juan (azul), la cual presenta un crecimiento más rápido y una extrapolación que continúa en ascenso. Esto sugiere que el río San Juan posee la mayor riqueza de especies en esta cuenca, existiendo un potencial número de especies no detectadas. En cambio, el río San Félix (naranja) se mantiene en un nivel intermedio, con una riqueza relativamente alta, pero con una curva que tiende a la asíntota alrededor de los 40 individuos, indicando que el muestreo fue bastante completo en términos de riqueza y abundancia de especies. Finalmente, el río Santiago (rosa) registró la menor riqueza de especies; Sin embargo, presentó valores similares al río San Félix, diferenciándose principalmente en el número de individuos registrados y en la amplitud del intervalo de confianza, siendo mayor en el río Santiago.

La última cuenca es la 114 del río Tabasará (Figura 7), en ella vemos que la curva del río Viguí (azul), está claramente por encima de la del río Tabasará (naranja) desde el inicio y aumenta, lo que indica mayor riqueza de especies con poca cantidad de individuos. En cambio, la del río Tabasará, crece más lenta (a mayor número de individuos) y aunque la extrapolación siga subiendo no logra alcanzar los valores estimados para el Viguí. De igual forma el sombreado en el Viguí es más amplio, lo que nos indica mayor variabilidad en la estimación.

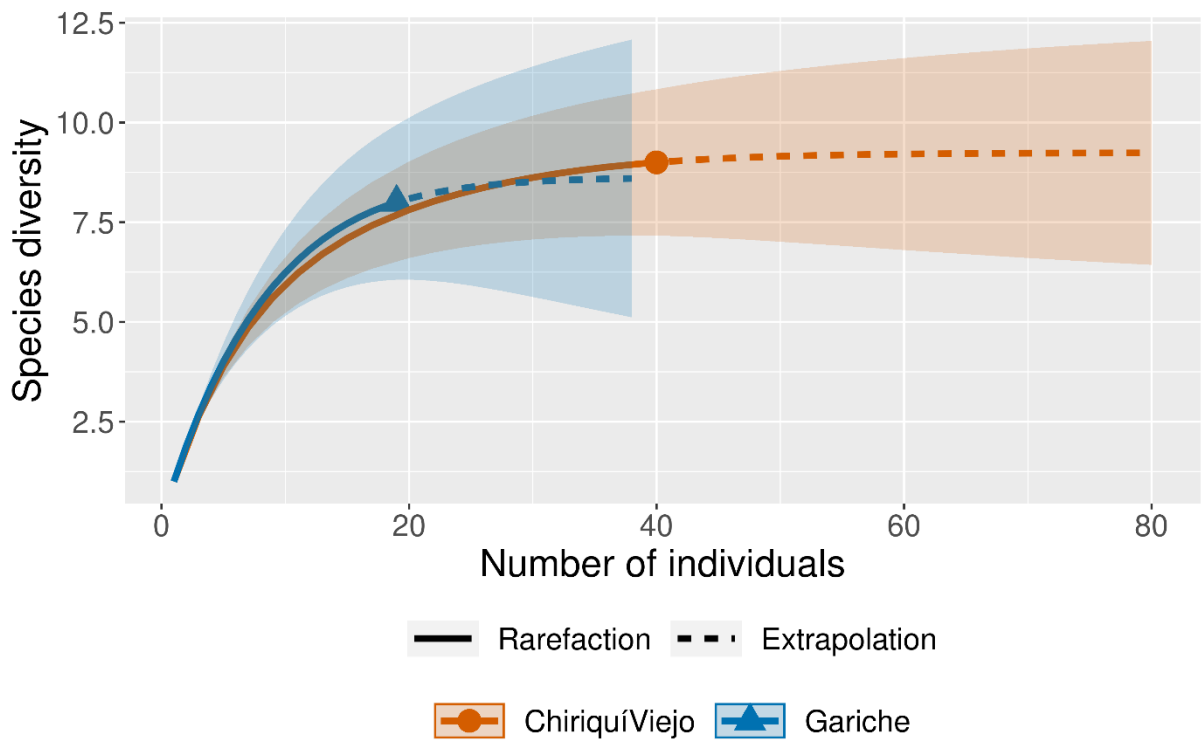


Figura 2. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chiriquí Viejo (102) donde se encuentra el río Chiriquí Viejo (naranja) y el río Gariché (azul).

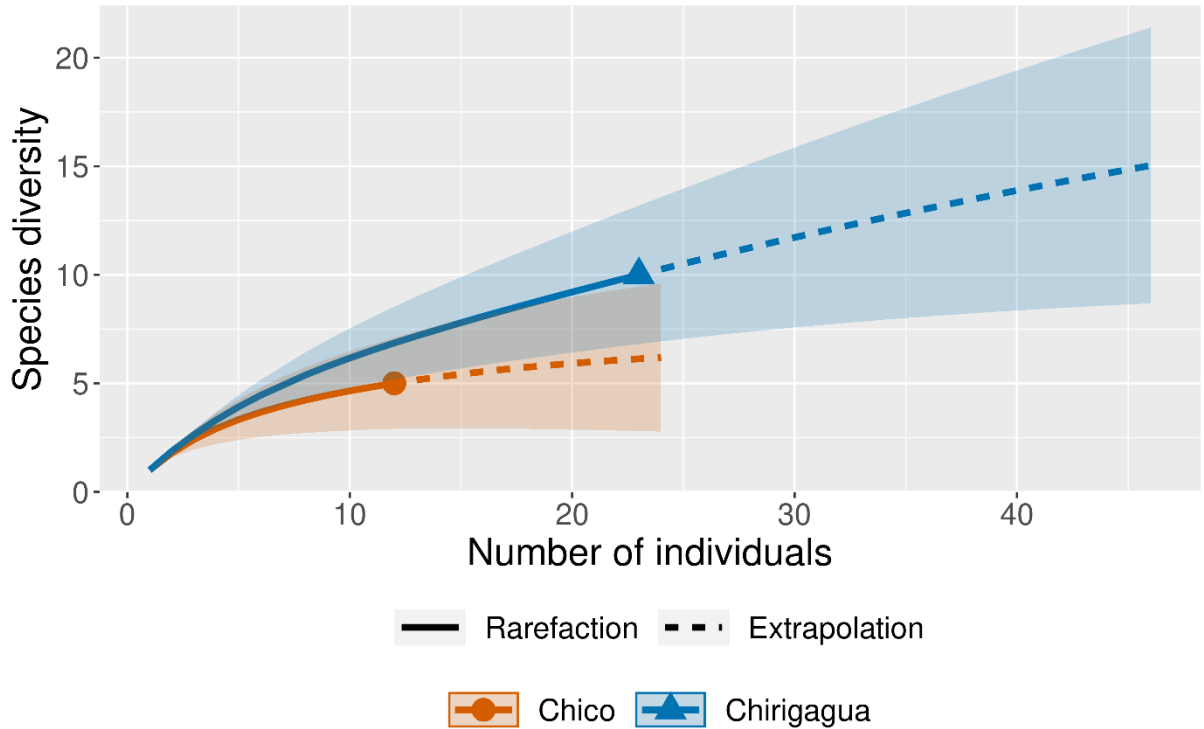


Figura 3. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chico (102) donde se encuentra el río Chico (naranja) y el río Chirigagua (azul).

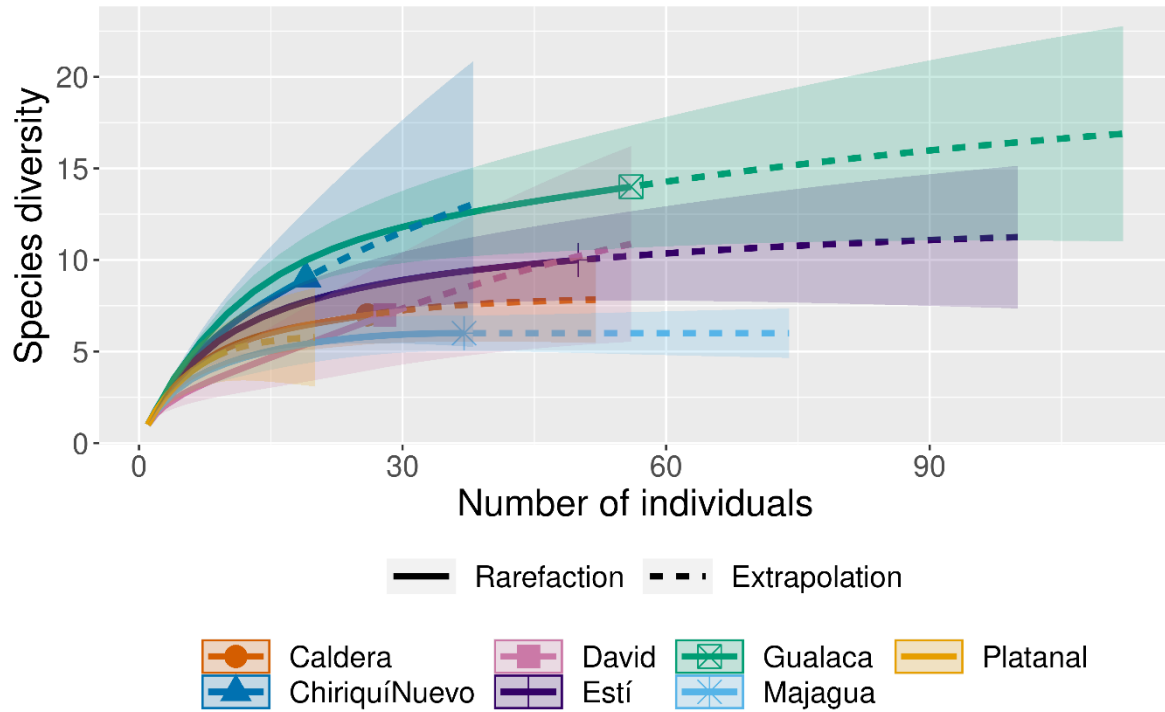


Figura 4. Curva de rarefacción de la cuenca del río Chiriquí (108) la cual mantiene los ríos Caldera (naranja), David (rosa), Gualaca (verde), Platanal (amarillo), Chiriquí Nuevo (azul), Estí (morado) y Majagua (celeste).

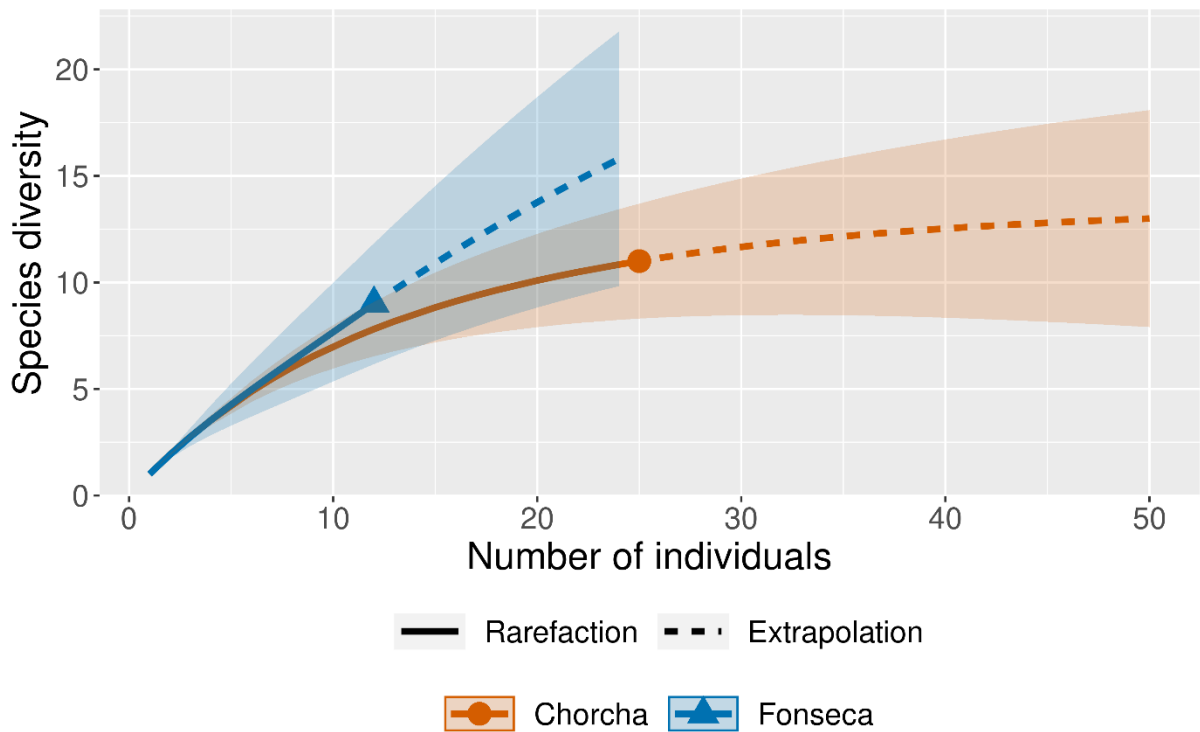


Figura 5. Curva de rarefacción de la cuenca del río Fonseca (110) la cual mantiene a los ríos Chorchá (naranja) y Fonseca (azul).

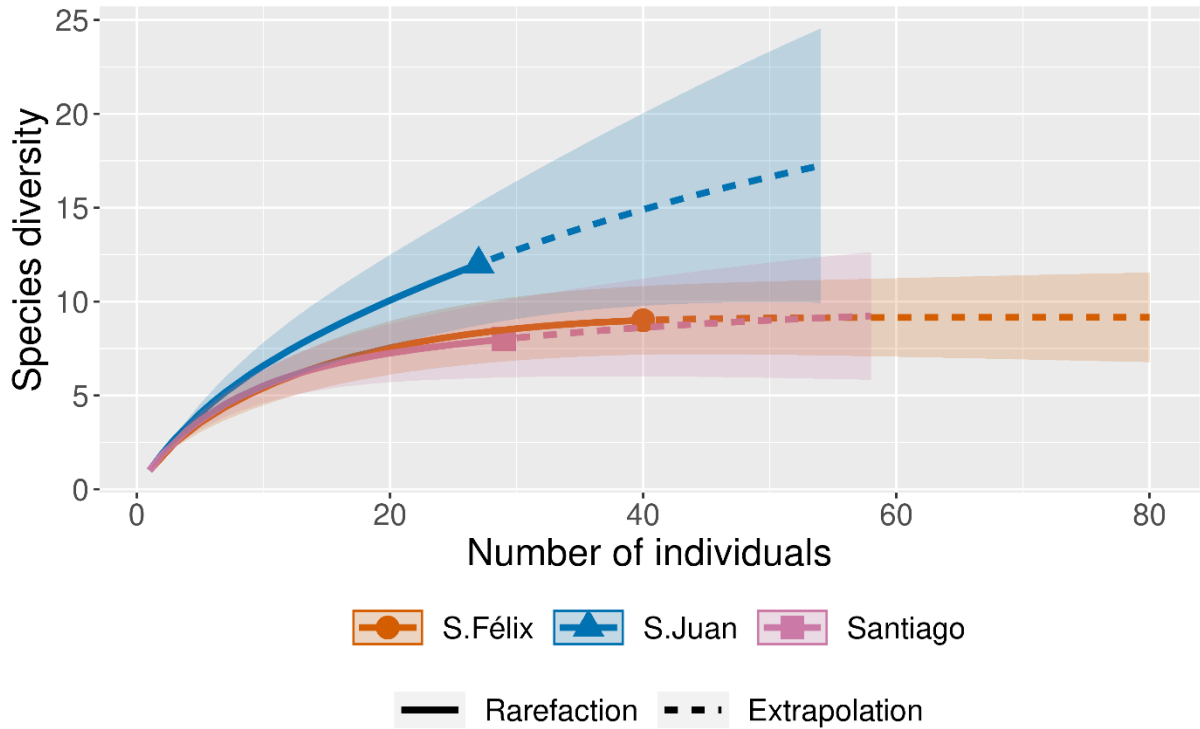


Figura 6. Curva de rarefacción de la cuenca del río San Félix (112) la cual mantiene el río San Félix (naranja), río San Juan (azul) y el río Santiago (rosa).

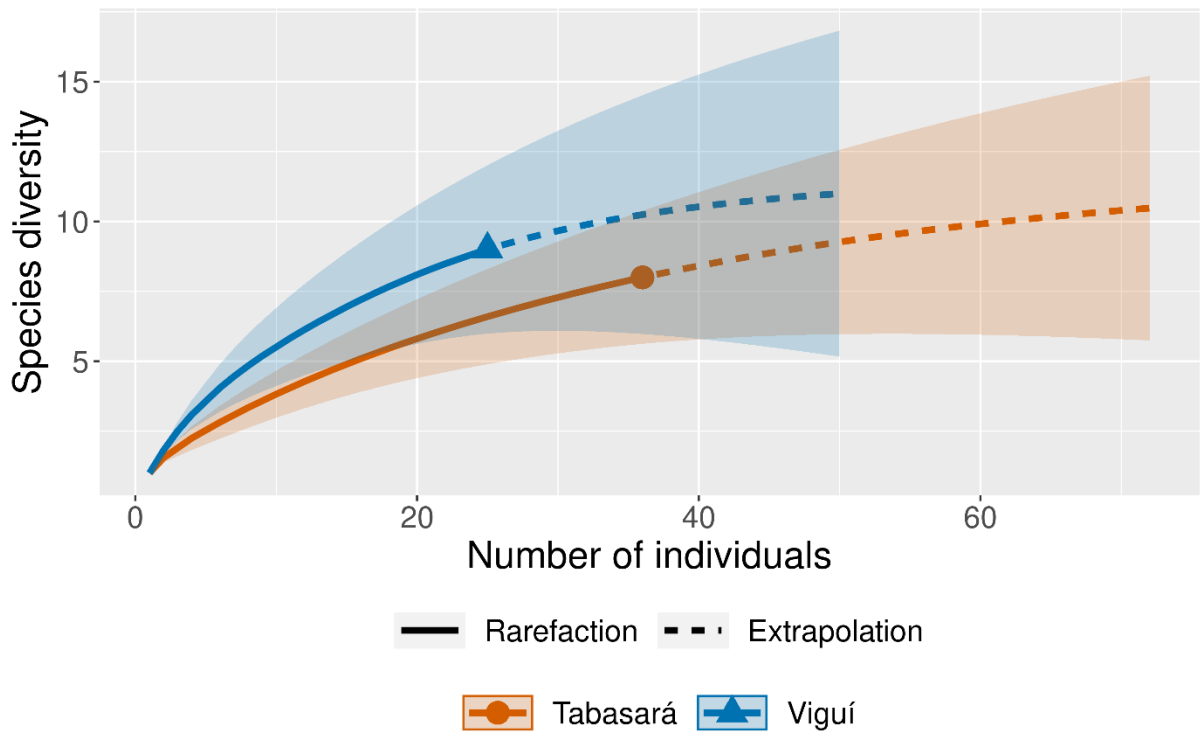


Figura 7. Curva de rarefacción de la cuenca del río Tabasará (114) la cual mantiene el río Tabasará (naranja) y el río Viguí (azul).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- La presente investigación permitió actualizar el listado y la distribución geográfica de las especies de peces óseos dulceacuícolas de las principales cuencas de la provincia de Chiriquí. Los resultados reflejan cambios significativos en la composición y distribución de la ictiofauna en comparación con estudios previos, esto podría estar relacionado con procesos naturales de cambios ambientales y la influencia de actividades humanas como la agricultura, ganadería y la canalización de los ríos por los procesos de creación de hidroeléctricas.
- La información obtenida contribuye al fortalecimiento de las base de datos del Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Los nuevos reportes de especies enriquecen la colección existente, proporcionando material de referencia que servirá para futuras investigaciones taxonómicas y de conservación de la fauna íctica de la región.
- Estos resultados resaltan la importancia de establecer programas continuos de monitoreos en las cuencas de la Provincia, con el fin de evaluar los efectos de las presiones antrópicas sobre la biodiversidad acuática y mantener un control sobre los cambios de las aguas continentales. Lo que generaría bases sólidas para la toma de decisiones en materia de gestión ambiental y conservación de los recursos naturales.
- Se espera que los datos generados sirvan como referencia para el desarrollo de estrategias de conservación de los ecosistemas acuáticos ya que este estudio constituye un aporte relevante al conocimiento biológico y ecológico de la región chiricana, buscando promover la protección de las especies y el manejo sostenible de los recursos hídricos.

Recomendaciones

- Se recomienda ampliar el esfuerzo de muestreo en los ya ríos evaluados e incluir microcuencas (quebradas), ya que, según los resultados obtenidos, aún podrían registrarse más especies de peces en algunos sitios. Además, realizar estudios durante diferentes épocas del año, especialmente en la temporada lluviosa, permitiendo evaluar posibles variaciones estacionales en la composición y abundancia de las especies, así como muestreos nocturnos ya que algunas especies presentan actividad principalmente durante la noche y pueden no detectarse en colectas realizadas exclusivamente durante el día.
- Se recomienda realizar estudios taxonómicos más detallados para confirmar la identidad de algunas especies observadas pertenecientes a los géneros *Atherinella* y *Poecilia*, ya que los ejemplares colectados podrían corresponder a registros no documentados previamente para la provincia de Chiriquí.
- Se sugiere desarrollar investigaciones adicionales sobre la ecología, distribución y dinámica poblacional de especies de interés registradas durante el estudio, como *Cribroheros altifrons*, ya que se encuentra en estado vulnerable según The IUCN Red List.
- Se sugiere promover estrategias de conservación que incluyan la protección de hábitats fluviales, considerando que los ecosistemas de agua dulce son altamente vulnerables a procesos de degradación ambiental.
- Se recomienda llevar a cabo estudios específicos sobre la medición de parámetros fisicoquímicos del agua durante la época de muestreo. Estos estudios deben realizarse de forma repetida y sistemática. Posteriormente, se incorporándola a estudios de diversidad en época lluviosa. Este enfoque permitirá comparar las condiciones fisicoquímicas entre estaciones, estableciendo una base sólida para entender cómo las variaciones ambientales estacionales afectan la distribución y las comunidades de peces, asegurando una comprensión más integral de su ecología.

Referencias Bibliográficas

- Allan, D., & Castillo, M. (2007). *Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters* (Segunda ed.). Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5583-6>
- Allen, G.-R. (1985). *Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO species catalogue*. Rome: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
- Almengor, L. (2013). Ictiofauna del Río Soles, un afluente del Río Majagua en David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Angulo, A., Ramirez-Coghi, A., & López, M. (junio de 2021). Claves para la identificación de los peces de las aguas continentales e insulares de Costa Rica. Parte I: Familias. *Cuadernos de Investigación UNED*, 13(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22458/urj.v13i1.3145>
- Angulo, A., San Gil-León, J., Oviedo-Soto, A., Abarca-Odio, J., & Umaña Villalobos, G. (2022, 09 09). *Rediscovery of the endangered Amphilophus lyonsi (Gosse 1966) (Cichliformes: Cichlidae) in Costa Rica; extended diagnosis and description and new ecological data* (Vol. 5182). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5182.6.2>
- Angulo, A., San Gil-León, J., Oviedo-Soto, A., Abarca-Odio, J., & Umaña Villalobos, G. (2020, 03 16). The fishes from the Coto River basin, Pacific coast, Costa Rica. *Zootaxa*, 4751, 001–028. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4751.1.1>
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2010). *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. Panamá: Editora Novo Art, S.A.
- Averza C, A., & Garcés B, H. (2025). Ictiofauna encontrada en los ríos de la carretera Panamericana desde Ipetí hasta Canglón, Panamá. *Revista Científica Guacamaya*, 10(1), 8-17. <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v10n1.a8372>
- Barbour, T. M., Gerritsen, J., Snyder, D. B., & Stribling, B. J. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton*,

Benthic Macroinvertebrates and Fish (Segunda ed.). Washington D.C., United States: Environmental Protection Agency.

- Barrios García, E. M., Cárdenas de la Ossa, J. E., & Ríos Kerguelén, J. R. (2015). Cambios y afectaciones en los medios de vida asociados a las dinámicas ambientales de pobladores rurales del Bajo Sinú: caso: comunidad de El Playón, municipio de Lorica, Córdoba, período 1992–2012.
- Batista, D., & Garuz, D. (1999). Taxonomía y Distribución Geográfica de la Fauna Ictica en las principales ríos de las Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Chiriquí. *Tesis de Licenciatura*, 188. Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Beita-Sandí, W., & Barahona-Palomo, M. (2011). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica. *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 2(2), 157-179. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651982004>
- Bermingham, E., Aswanii, V., Castillo, A., & Gonzalez, R. (2001). Peces De Agua Dulce De Panamá. (S. Heckadon-Moreno, Ed.) *Panamá: Puente biológico: Las Charles Smithsonian del Mes, 1996-1999.*, 32–38.
- Bohada-Murillo, M., Castaño-villa, G., & Fontúrbel, F. (24 de octubre de 2021). Effects of Dams on Vertebrate Diversity: A Global Analysis. *Diversity*, 13. <https://doi.org/10.3390/d13110528>
- Bonetto, A., & Castello, H. (1985). *Pesca y acuicultura en aguas continentales de América Latina*. Washington, USA: Editorial Organización de Estados Americanos.
- Bonilla, J. (2013). Evaluación morfométrica del sábalo del río Brycon berheae (Hildebrand, 1938) Ostariophysi: characidae, en Chiriquí. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Boyd, C. (2015). *Water Quality: An Introduction* (Segunda ed.). Auburn - Alabama. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17446-4>

- Boyd, C., & Tucker, C. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Birmingham: Auburn University Press. [https://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4615-5407-3](https://doi.org/DOI%2010.1007/978-1-4615-5407-3)
- Breder, C. M. (1927). The fishes of the rivers Tuira-Chucunaque drainage, eastern Panamá. *Bulletin of the AMNH*, 57(3), 91-176.
- Briceño, J., & Martínez, J. A. (1986). *Ichthyofauna del Río Chiriquí*. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Panamá.
- Bussing, W. (1976). *Geographic distribution of the San Juan Ichthyofauna of Central America with remarks on its origin and ecology*. (T. B. Thorson, Ed.) Nebraska. Lincoln: School of Life Sciences, University of Nebraska–Lincoln. Retrieved Enero 2025, from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=ichthyofauna>
- Bussing, W. (1988). A new fish, *Brachyrhaphis roseni* (Poeciliidae) from Costa Rica and Panama. *Revista de Biología Tropical*, 36(1), 81-87.
- Bussing, W. (2002). *Peces de las aguas continentales de Costa Rica*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Cala-Cala, P. (2019). *Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,. Bogotá, Colombia: Gente Nueva. https://inabio.biodiversidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/LIBRO-DIVERSIDAD-DE-PECES-EN-ECUADOR121_compressed.pdf
- Castellanos-Galindo, G., Sharpe, D. M., Robertson, R., Bravo, V., Jeschke, J., & Torchin, M. (2025). New fish migrations into the Panama Canal increase likelihood of interoceanic invasions in the Americas. *Current Biology*, 35(6), 1364-1372.
- Castellanos-Mejía, M., Londoño-Burbano, A., Ochoa, L., García-Alzate, C., & Donascimento, C. (2024). Two New Species of *Rineloricaria* (Siluriformes:

- Loricariidae) from Trans-Andean Rivers of Colombia, Unveiled through Iterative Taxonomy. *Ichthyology & Herpetology*, 112. <https://doi.org/10.1643/i2023091>
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T., Sander, E., Ma, K., Colwell, R., & Ellison, A. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A., Ma, K.-H., & Hsieh, T. (2016). *iNEXT Online: Interpolation and Extrapolation (iNEXT) for Species Diversity*. Program and User's Guide: <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>
- Chávez, J., & Villarreal, M. (2008). Monitoreo de especies de peces de agua dulce en el caudal ecológico del Río Chiriquí. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Chiu, C.-H. (2023). Sample coverage estimation, rarefaction, and extrapolation based on sample-based abundance data. *Ecology / Ecological society of america*, 104(8). <https://doi.org/10.1002/ecy.4099>
- Contreras-MacBeath, T., Ardón, D., Quintana, Y., Angulo, A., Lyons, T., Lardizabal, C., . . . Brito Rodriguez, M. (2022). Freshwater Fishes of Central America: Distribution, Assessment, and Major Threats. *Diversity*, 14(10), 793. <https://doi.org/10.3390/d14100793>
- Cuvier, G., Gray, G. R., Gray, J. E., Griffith, E., Smith, C. H., & Westwood, J. O. (1834). *The animal kingdom : arranged in conformity with its organization*. Londres: GB Whittaker. <https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.45021>
- da Silva Gonçalves, C., Pereira Souza, U., & Vieira Volcan, M. (2011). The opportunistic feeding and reproduction strategies of the annual fish *Cynopocilus*

- melanotaenia (Cyprinodontiformes: Rivulidae) inhabiting ephemeral habitats on southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(1), 191-200.
- Delgado- García, S. M., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. *Revista Luna Azul*(45), 59-70.
- Domínguez-Castanedo, O., Valdesalici, S., Berbel-Filho, W., García-Calva, L., & Valdez-Carbajal, S. (2025). Rediscovery and redescription of *Cynodonichthys myersi* (Hubbs, 1936) from the mangroves of northern Yucatán Peninsula, Mexico (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/jfb.70144>
- Elías, D., Fuentes Montejo, C., Quintana, Y., & Barrientos, C. (2022). Non-native freshwater fishes in Guatemala, northern Central America: introduction sources, distribution, history, and conservation consequences. *Neotropical Biology and Conservation*, 17(1), 59-85. <https://doi.org/10.3897/neotropical.17.e80062>
- Elton, C. (1927). *Animal Ecology*. London: Macmillan.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), Centro de Investigación y Desarrollo Sostenible (CIDES). (s.f). *Cuencas Hidrográficas de Panamá*. Panamá: ArcGIS Online. Retrieved Julio 29, 2025, from <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/5c76b8715b92450fbef17ed56375e4ae>
- EPA. (2021). *U.S. Environmental Protection Agency*. Environmental Protection Agency: https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-07/parameter-factsheet_ph.pdf
- Escobar-Camacho, D., Barriga, R., & Ron, S. (2015). Discovering Hidden Diversity of Characins (Teleostei: Characiformes) in Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE.*, 10(8), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135569>

- Fausch , K., Torgersen , C., Baxter, C., & Li, H. (2002). Landscapes to Riverscapes: Bridging the Gap between Research and Conservation of Stream Fishes: A Continuous View of the River is Needed to Understand How Processes Interacting among Scales Set the Context for Stream Fishes and Their Habitat. *BioScience*, 52(6), 483-498. [https://doi.org/https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0483:LTRBTG\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0483:LTRBTG]2.0.CO;2)
- Fink, W. L., & Weitzman, S. H. (1974). The so-called Cheirodontin fishes of Central America with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*(172), 1-46. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5479/si.00810282.172>
- Floyd-Ruth, F., Roy, Y., & Petty, D. (2023). Enfermedades ambientales de los animales acuáticos en los sistemas acuáticos. *Manual de veterinaria de MSD*. <https://www.msddvetmanual.com/es/animales-exóticos-y-de-laboratorio/sistemas-acuáticos/enfermedades-ambientales-de-los-animales-acuáticos-en-los-sistemas-acuáticos>
- Food and agriculture organization (FAO). (2012). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Roma: SALES AND MARKETING GROUP.
- Fowler, H. W. (1923). Fishes from Nicaragua. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*(75), 23-32. <http://www.jstor.org/stable/4063874>
- Froese, R., & Pauly, D. (2025). (W. Center, Editor) FishBase: <https://www.fishbase.se/summary/Atherinella-chagresi>
- Garcés B., H. A., & García, J. (2007). Inventario ictiológico en la cuenca del Río Balsas, Parque Nacional Darién, Panamá. *Tecnociencia*, 9(2), 45-57.
- Garcés, H. (2016). Distribución de los peces de agua dulce del río Estí, provincia de Chiriquí, Panamá. *Puente Biológico*, 8, 1-12.
- Gill, T. (1862). Catalogue of the fishes of Lower California, in the Smithsonian Institution, collected by Mr. J. Xantus. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 14, 249-262.

- Gomes, C., & Toledo-Piza, M. (2020). Taxonomic review of the pipefish genus *Pseudophallus* Herald, with the description of a new species (Syngnathiformes: Syngnathidae). *Zootaxa*, 4859(1), 81-112. <https://doi.org/doi.org/10.11646/zootaxa.4859.1.3>
- González, R. (2008). Nota sobre la migración masiva de peces en dos ríos del Pacífico de la provincia de Coclé, Panamá. *Tecnociencia*, 10(1), 51-61.
- González-Bergonzoni, I. (2011). *Dieta de peces de agua dulce: efectos de factores climáticos y complejidad del hábitat*. Montevideo, Uruguay: (Tesis de Maestría).
- Goodyear, R., Martínez, V., & del Rosario, J. (1976). *Los peces del Río Chiriquí y afluentes*. Biota Panamá.
- Google Earth. (2025). (G. LLC, Ed.) Google Earth: <https://earth.google.com/>
- Gosse, J. P. (1966). Peces de agua dulce de la costa del Pacífico de Costa Rica y Panamá recolectados por Su Majestad el Rey Leopoldo de Bélgica. *Boletín del Real Instituto Belga de Ciencias Naturales*, 42(28), 1-24.
- Gotelli, N., & Colwell, R. (2001). *Estimating species richness*. Oxford University Press.
- Griffith, E., & Hamilton Smith, C. (1834). The class Pisces. En G. Cuvier, *The animal kingdom arranged in conformity with its organization* (Segunda ed., págs. 1-680). Whittaker & Co.
- Guerra, R. (2013). *Determinación de parásitos en peces en la cuenca baja del río Divalá, distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí durante la estación lluviosa*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Günther, A. (1859). *Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the British Museum. Gasterosteidae, Berycidae, Percidae, Aphredoderidae, Pristipomatidae, Mullidae, Sparidae* (Vol. 1). Londres: Catalogue of the fishes in the British Museum.
- Günther, A. (1862). *Catalogue of the Acanthopterygii, Pharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum*. Londres: British Museum.

- Günther, A. (1864). *Catalogue of the Physostomi, containing the families Siluridae, Characinidae, Haplochitonidae, Sternoptychidae, Scopelidae, Stomiatidae in the collection of the British Museum* (Vol. 5). Londres: British Museum.
- Günther, A. (1866). Catalogue of fishes in the British Museum. Catalogue of the Physostomi, containing the families Salmonidae, Percopsidae, Galaxidae, Mormyridae, Gymnarchidae, Esocidae, Umbridae, Scombresocidae, Cyprinodontidae, in the collection of the British Museum. *British Museum*, 6, 1-368.
- Günther, A. (1867). On the fishes of the states of Central America, founded upon specimens collected in fresh and marine waters of various parts of that country by Messrs. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 600-604.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Helfman, G., Collette, B., Facey, , D., & Bowen, B. (2009). *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology* (segunda ed.).
- Hernández, G. (2009). Diversidad y abundancia de la ictiofauna de la zona baja del Río Majagua en la Provincia de Chiriquí, Panamá, en temporada seca. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Hernández, M. A. (2014). Transformación de los sistemas naturales por actividades antropogénicas. In R. Durán-García, & M. E. Méndez González, *Diversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 316-319). Merida: Eds.
- Hildebrand, S. F. (1938). A new catalogue of the fresh-water fishes of Panama. *Field Museum of Natural History, Publications, Zoölogical Series*, 22(4), 219-359. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.2969>
- Holdridge , L. R. (1967). *LIFE ZONE ECOLOGY*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

- Holmlund, C., & Hammer, M. (1999). Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29(2), 253-268. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00015-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00015-4).
- Holmlund, C., & Hammer, M. (2004). Effects of Fish Stocking on Ecosystem Services: An Overview and Case Study Using the Stockholm Archipelago. *Environmental Management*, 33(6), 799-820. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00267-004-0051-8>
- Horn, H. S. (1966). Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, 100(914), 419-424.
- Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA). (s.f). *Cuencas Hidro-energéticas*. Instituto de Metereología e Hidrología de Panamá. IMHPA. Retrieved Julio 29, 2025, from <https://www.imhpa.gob.pa/es/cuencas-hidro-energeticas>
- Jordan, D. S., & Culver. (1895). The fishes of Sinaloa. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 5, 377-514.
- Jordan, D. S., & Gilbert, C. H. (1882). Descriptions of thirty-three new species of fishes from Mazatlan, Mexico. *United States National Museum*, 4(237), 338-365.
- Jordan, D., & Evermann, B. (1896). *The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the isthmus of Panama*. Bulletin of the United States National Museum.
- Jost, L. (2010). The Relation between Evenness and Diversity. *Diversity*, 2(2), 207-232. <https://doi.org/10.3390/d2020207>
- Karr, J. (1981). Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities. *Fisheries*, 6(6), 21-27. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1981\)006%3C0021:AObIUF%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1981)006%3C0021:AObIUF%3E2.0.CO;2)

- Kner, R. (1863). Eine Uebersicht der ichthyologischen Ausbeute des Herrn Professors Dr. Mor. Wagner in Central-Amerika. *Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München*, 2, 220-230.
- Lager, K., Bardach, J., Miller, R., & May Passino, D. (1990). *Ictiología*. (A. M. AGT-Editor S, Ed.)
- Lasso-Alcalá, O., & Lasso, C. (2008). A taxonomical revision of the genus *Awaous Valenciennes 1837* (Pisces: Perciformes, Gobiidae) in Venezuela, with notes about its distribution and habitat. https://www.researchgate.net/publication/335004672_A_taxonomical_revision_of_the_genus_Awaous_Valenciennes_1837_Pisces_Perciformes_Gobiidae_in_Venezuela_with_notes_about_its_distribution_and_habitat
- Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., Oberdorff, T., & Brosse, S. (2008). Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities. *PLoS biology*, 6, 28. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060028>
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata*. Holmiae [= Stockholm]: L. Salvii.
- Loffin, H. (1965). The geographical distribution of freshwater fishes in Panama. *Tesis de doctorado*. Tallahassee, Florida, Estados Unidos.
- López, M. (1978). Migración de la sardina *Astyanax fasciatus* (Characidae) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 26(1), 261-275.
- Loureiro, M., González-Bergonzoni, I., & Teixeira de Mello, F. (2023). *Peces de agua dulce de Uruguay*. (Segunda Edición ed.). https://www.researchgate.net/publication/374142882_Peces_de_agua_dulce_de_Uruguay_Segunda_Edicion
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.

- Maldonado Ocampo, J., & Calle Vélez, J. (2005). *Peces de los Andes de Colombia : guía de campo*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Mariu, A., Chatha, A., Naz, S., & Khan, M. (2023). Effect of Temperature, pH, Salinity and Dissolved Oxygen on Fishes. *Journal of Zoology and Systematics*, 1(2), 1-12. <https://doi.org/10.56946/jzs.v1i2.198>
- Martínez, Y., Búrquez, A., & Calmus, T. (2012). Disyuntivas: impactos ambientales asociados a la construcción de presas. *Región y Sociedad*, 24(3), 289-307.
- Matthews, W. (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. New York, USA: Chapman & Hall.
- McLarney, W., Mafla, M., Arias, A., & Bouchonnet, D. (2010). *Amenazas a la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas en el Sitio de Patrimonio Mundial La Amistad por las propuestas de represas hidroeléctricas, Panamá–Costa Rica*. UNESCO. Asociación ANAI.
- Meek, S. E. (1912). New species of fishes from Costa Rica. *Field Museum of Natural History, Publications, Zoölogical Series*, 10(7), 69-75.
- Meek, S. E., & Hildebrand, S. F. (1912). Descriptions of new fishes from Panama. *Field Museum of Natural History, Publications, Zoölogical Series*, 10(6), 67-68.
- Meek, S. E., & Hildebrand, S. F. (1914). *An annotated list of fishes known to occur in the fresh-waters of Costa Rica* (Vol. 10). Chicago: Field Museum of Natural History, Publications, Zoölogical Series.
- Meek, S. E., & Hildebrand, S. F. (1916). The fishes of the fresh waters of Panama. *Field Museum of Natural History, Publications, Zoölogical Series*, 10(15), 217-374. <https://doi.org/0895-0237>
- Menezes, J. P., Bittencourt, R., Farias, M., Bello, I., & Coutinho de Oliveira, L. (2015). - Deoxygenation rate, reaeration and potential for self-purification of small tropical urban stream. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 10. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1599>

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (2015). *Muestreo y laboratorio de fauna ictiológica en ríos (ML-R-FI-2015)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid: Gobierno de España. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mites/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ml-r-fi-2015_muestreoylaboratorio_fauna_ictiologica_rios_def_tcm30-175289.pdf
- Ministerio de Ambiente. (2019). GEO Panamá 2019: Informe del estado del ambiente: <https://sinia.gob.pa/informe-del-estado-del-ambiente-2019/>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2007). *Política Nacional de Recursos Hídricos, sus principios, objetivos y líneas de Acción*. Panamá: Ministerio de Economía y Finanzas.
- Miranda, V., & Vargas, F. (2001). Utilización de los peces del Río David como indicadores de contaminación bacteriana. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Mirande. (2019). Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, 35(3), 282-300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ccla.12345>
- Mirande, J. M. (2010). Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotropical Ichthyology*, 8(3), 385-568. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000300001>
- Morel, L., & Serrano, Z. (2015). Identificación de parásitos en peces del Pacífico, Puerto Victoria o Las Vueltas, Boca del Monte, San Lorenzo, Chiriquí, Panamá. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Zaragoza, España: M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Morisita , M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E (Biology)*, 3(1), 65-80.

- Nelson, J., Grande, T., & Wilson, M. (2016). *Fishes of the World*. (Vol. Fifth Edition). New Jersey, Hoboken: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119174844>
- Obot, O., David, G., & Ekpo, I. (2019). The Effect of Sand Mining on the Physico-Chemical Parameters of Ikot Ekpan River, Akwa Ibom State, Nigeria. *Journal of Aquatic Science and Marine Biology*, 2, 21-34. <https://doi.org/10.22259/2638-5481.0204004>
- Odum, E. (1953). *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, United States: W.B. Saunders Company.
- Ogilvie-Grant, W. R. (1884). A revision of the fishes of the genera Sicydium and Lentipes, with descriptions of five new species. *Proceedings of the Zoological Society of London 1884 (pt 2) (art. 1)*, 153-172.
- Oliveira, C., Avelino, G., Abe, K., Mariguela, T., Benine, R., Ortí, G., . . . Corrêa e Castro, R. (2011). Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 11(275), 1471. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-275>
- Organización Meteorológica Mundial. (1972). *Manual de instrucciones, estudios hidrologicos*. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial (WMO). <https://library.wmo.int/idurl/4/32688>
- Ornelas-García, C. P., Domínguez-Domínguez, O., & Doadrio, I. (2008). Evolutionary history of the fish genus Astyanax Baird & Girard (1854) (Actinopterygii, Characidae) in Mesoamerica reveals multiple morphological homoplasies. *BMC Evol Biol*, 8(340). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-340>
- Pacheco, F., Rojas, O., Hernández, E., & Caamano, D. (2022). Effects on Fluvial Geomorphology and Vegetation Cover following Hydroelectric Power Plant Operation: A Case Study in the Maule River (Chile). *Water*, 14. <https://doi.org/10.3390/w14111673>

- Patil, R., Wei, Y., Pullar, D., & Shulmeister, J. (2021). Effects of change in streamflow patterns on water quality. *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113991>
- Patiño, M. (2013). Determinación de la época reproductiva y hábito alimenticio de *Astyanax aeneus* (Günter, 1860) (Pisces Characidae) del Río Majagua en David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. *Tesis de Licenciatura*. Provincia: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Peters, W. (1869). Über neue oder wenigerbekannte Fische des Berliner Zoologischen Museums. *Monatsberichte der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 703-711.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Pittí, N. (2012). Evaluación de parámetros fisicoquímicos del río Mula, en la estación seca y lluviosa, mediante el análisis de componentes principales. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Poeser, F. (2003). *From the Amazon River to the Amazon molly and back again (Tesis doctoral, Universiteit van Amsterdam)*. Universität Hamburg.
- Postel, S. (2006). Conservando los ecosistemas de agua dulce. *Worldwatch Institute*, 101-133.
- Quintana, Y. (2024). Fish fauna of the Río San Pedro and Río La Pasión, Usumacinta River Basin, Guatemala. *Biotaneotropica*, 24(1). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1481>
- Quoy, J. R., & Gaimard, J. P. (1824). Description des Poissons. 192-401.
- Radmann, V., Sousa, R., Weinert, C., & Carlos, F. (2023). Soil solution and rice nutrition under liming and water management in a soil from Amazonian natural fields. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20220101>

- Regan, C. T. (1907). Descriptions of six new freshwater fishes from Mexico and Central America. *Annals and Magazine of Natural History (Series 7)*, 19(111), 258-260.
- Regan, C. T. (1908). A collection of freshwater fishes made by Mr. C. F. Underwood in Costa Rica. *Annals and Magazine of Natural History (Series 8)*, 2(11), 455-464.
- Research, S. T. (2025). *Peces Costeros del Pacífico Oriental: ARIIDAE*. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific.: <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/thefishes/taxon/565>
- Richardson, J. (1844). *The zoology of the voyage of H. M. S. Sulphur, under the command of Captain Sir Edward Belcher, R. N., C. B., F. R. G. S., etc., during the years 1836-42*. Londres: Smith, Elder & Co. <https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.53764>
- Rodríguez, L., & Herrera, I. (1995). *Algunos aspectos reproductivos de dos especies de peces de la familia poeciliidae (Brachyrhaphis roseni y brachyrhaphis terrabensis) en la provincia de Chiriquí*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Román-Valencia, C., & Ruíz-C, R. (2007). Una nueva especie de pez del género Hemibrycon (characiformes: characidae) del alto río atrato, noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 29(1), 121-131. Retrieved Octubre 13, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322007000100009&lng=en&tlng=es.
- Ryman, N., Utter, F., & Laikre, L. (1995). Protection of aquatic biodiversity. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 5, 417-446. <https://doi.org/10.1007/BF01103814>
- Serrano, I. (2013). Ictiofauna de la zona media del Río Majagua, Provincia de Chiriquí. *Tesis de Licenciatura*. Chiriquí: Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Shi, L., Liu, N., Liu, G., & Fang, J. (2021). Bacterial Community Structure and Dynamic Changes in Different Functional Areas of a Piggery Wastewater Treatment

- System. *Microorganisms*, 9(10), 2134. <https://doi.org/doi:10.3390/microorganisms9102134>.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Smalling, K., & Rowe, J. (2021). Monitoring wetland water quality related to livestock grazing in amphibian habitats. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193.
- Smith, S., & Bermingham, E. (2005). The biogeography of lower Mesoamerican freshwater fishes. *J. Biogeography*, 32, 1835-1854.
- Smithsonian Tropical Research Institute (STRI). (s.f.). *Smithsonian Tropical Research Institute*. The Fishes of the ISTA-STRI database: <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/3234>
- Steindachner, F. (1876). Ichthyologische Beiträge. IV. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 72, 551-616. <https://biostor.org/reference/163876>
- Steindachner, F. (1878). Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. *Anzeiger der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche*, 15(12), 88-91.
- Su, G., Logez, M., Xu, J., & Villéger, S. (2021). Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*, 371, 835-838. <https://doi.org/10.1126/science.abd3369>
- Tosi, J. A., FAO, & UNDP. (1971). *Inventariación y demostraciones forestales, Panamá : zonas de vida, una base ecológica para investigaciones silvícolas e inventariación forestal en la República de Panamá*. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, FAO.
- Tresguerres, M., & Hamilton, T. (2017). Acid–base physiology, neurobiology and behaviour in relation to CO₂-induced ocean acidification. *The Journal of Experimental Biology*, 220(12), 2136-2148. <https://doi.org/10.1242/jeb.144113>

- Urrego Montoya, A., & Ramírez Restrepo, J. (2000). Cambios diurnos de variables físicas y químicas en la zona de ritral del río Medellín, Colombia. *Caldasia*, 22(1), 127-141. <http://hdl.handle.net/10495/22202>
- Valdés Díaz, S. (2021). *Parivivos de la familia Poeciliidae de Panamá / Guía de Identificación*. Valdés Díaz, Samuel. <https://doi.org/978-9962-13-484-8>
- Valdés-Díaz, S., Garcés B., H., Barahona, F., & Candanedo, I. (2025). Estructura de las comunidades ícticas y su relación con el hábitat, Laguna de Matusagaratí, Darién, Panamá. *Biología Tropical*, 73(1).
- Valenciennes , A., & Cuvier, G. (1837). *Histoire naturelle des poissons* (Vol. 12). Paris: Strasbourg.
- Vega, A. J., Robles, Y. A., Tuñón, O., & Barrera, C. (2006). Fauna acuática del área centro occidental de Panamá. *Tecnociencia*, 8(2), 87-100.
- Villéger , S., Blanchet, S., Beauchard, O., Oberdorff, T., & Brosse, S. (2011). Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(44), 18003-18008. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107614108>
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (Third Edition ed.). San Diego: Academic Press.
- Yáñez-Arancibia "Zahuranec", A. (1980). *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. México: Publicaciones Especiales, Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Yilmaz, E., & Koç, C. (2014). Physically and Chemically Evaluation for the Water Quality Criteria in a Farm on Akcay. *Journal of Water Resource and Protection*, 6, 63-67. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.62010>
- Zaret, T., & Paine, R. (1973). Species Introduction in a Tropical Lake. *Science*, 182(4111), 449-455. <https://doi.org/10.1126/science.182.4111.449>

Anexos

Descripción de familias y especies

Familia Acestrorhamphidae

Línea lateral interrumpida, tres o menos dientes maxilares y tres o cuatro radios no ramificados que se articulan con el pterigióforo de la primera aleta dorsal. Además, la mayoría de las especies de Acestrorhamphidae presentan dos filas de dientes premaxilares, típicamente con cinco dientes en la fila interna, nueve radios ramificados en la aleta dorsal y ausencia de la rama anterior del canal laterosensorial del sexto infraorbital (Mirande, 2019).

Astyanax sp. (Baird & Girard, 1854)

Peces de pequeño tamaño que no superan los 15 cm de largo. Presentan el cuerpo comprimido y relativamente alto. Se pueden distinguir de otras mojarra por presentar la boca anterior, con cinco dientes en la serie interna del premaxilar y línea lateral completa. La aleta caudal es ahorquillada y desnuda. Estas sardinas tienen una coloración plateada oscurecida en el dorso y con las aletas de color amarillo a naranja. Las escamas presentan distintiva pigmentación oscura en su base y presentan “circuli” en su porción posterior. También es distintiva la mancha humeral ovalada orientada horizontalmente, en combinación con un cuerpo alto y comprimido. Longitud total promedio de 6.90 cm (Loureiro *et al.*, 2023).



Figura 8. *Astyanax* sp. de vista lateral.

Familia Characidae

Forma y tamaño del cuerpo muy variable, frecuentemente muy comprimidos; aletas sin espinas; por lo general una pequeña aleta dorsal adiposa cerca de la base de la cola; mandíbulas con dientes fuertes, multi-lobulados, similares a incisivos; menos de 90 escamas laterales; aleta caudal bifurcada (Mirande, 2019).

Odontostilbe dialeptura (Fink & Weitzman, 1974)

La distingue su cuerpo transparente amarillento. Tiene una gran mancha negra que abarca la base de la cola y parte de los radios caudales y carece de la mancha humeral y de la banda lateral. Los costados y el abdomen son plateados con reflejos amarillentos. El dorso y el urosoma son transparentes y de un amarillento pálido. Las aletas son de un amarillo tenue y en la base de la caudal hay dos manchas amarillas, una arriba y otra debajo de la mancha caudal. Longitud total promedio de 3.36 cm (Bussing, 2002).



Figura 9. *Odontostilbe dialeptura* de vista lateral.

Roeboides bouchellei (Fowler, 1923)

Presentan nuca cóncava. Mancha humeral ausente o muy pequeña. Coloración corporal clara (más evidente en ejemplares preservados); extremo distal de la aleta anal sin banda oscura de melanóforos; mancha caudal triangular típicamente restringida al pedúnculo caudal; de 15 a 19 escamas por encima de la línea lateral; de 14 a 20 escamas por debajo de la línea lateral. Dientes maxilares en una sola fila. Premaxilar con dos hileras de dientes: la fila interna tiene cinco o menos dientes. Los

dientes son tricúspides o cónicos. Muchas especies presentan adaptaciones para el escaladofagismo (consumo de escamas de otros peces). Longitud total promedio de 6.58 cm (Bussing, 2002).



Figura 10. *Roeboides bouchellei* de vista lateral.

Familia Stevardiidae

Incluyen una fontanela frontal corta, de hasta dos tercios de la longitud de la fontanela parietal, el margen ventral del anguloarticular cruzando perpendicularmente al canal laterosensorial dentario, cuatro dientes en la hilera premaxilar interna y el ectopterigoideo expandido lateralmente hasta la lámina del etmoides lateral (Mirande, 2019).

Hemibrycon dariensis (Meek & Hildebrand, 1916)

Longitud estándar en adultos mayor de 40 mm, mandíbulas iguales, boca terminal, aleta pélvica corta, sus extremos no alcanzan el origen de la aleta anal, 21 a 28 radios ramificados en la aleta anal. Línea lateral completa siempre, base de los lóbulos caudales sin escamas. Número total de vértebras 37 a 38, tres radiales proximales en la cintura pectoral, el cartílago mesetmoide no se prolonga al extremo anterior del paraesfenoide, perfil del cuerpo curvo desde el supraoccipital hasta el origen de la aleta dorsal (Román-Valencia & Ruíz-C, 2007).



Figura 11. *Hemibrycon dariensis* de vista lateral.

Familia Bryconidae

Peces de gran tamaño que pueden alcanzar los 80 cm de largo y pesar hasta 6 kg. Su cuerpo es comprimido y moderadamente alargado. La boca es terminal y amplia, quijadas con numerosos dientes. La aleta caudal presenta borde recto con los radios medios más prolongados. El cuerpo es plateado y las aletas dorsal, anal y caudal son de rojo intenso. La aleta caudal presenta una mancha negra media (Loureiro *et al.*, 2023).

Brycon behreae (Hildebrand, 1938)

La coloración general es plateada el lomo verde gris y el abdomen blanco. Detrás del opérculo y siguiendo el mismo contorno, hay una barra delgada negra. Una mancha negra romboidal aparece en la base de la cola. Los adultos maduros son de color más grisáceo con el vientre anaranjado. Las aletas son transparentes en juveniles y se tornan amarillas o rosadas en los peces más grandes. Longitud total promedio de 8.77 cm (Bussing, 2002).



Figura 12. *Brycon behreae* de vista lateral.

Familia Curimatidae

Cuerpo romboidal, más alto en la porción media del cuerpo (aproximadamente en el origen de la aleta dorsal), ligeramente comprimido lateralmente; sin dientes; el diámetro del ojo es mayor que la longitud de la boca; serie longitudinal con 36 y 37 escamas. Poseen una aleta adiposa (Angulo *et al.*, 2021)

Cyphocharax magdalenae (Steindachner, 1878)

Tiene el aspecto general y la coloración de una carpa pequeña, aunque a diferencia de ellas, posee una aleta adiposa. El hocico es muy truncado e, igual a las carpas, los adultos carecen de dientes mandibulares. Su patrón de coloración también es diagnóstico: el color general es bronceado, pardusco arriba y amarillento abajo; no presenta manchas ni rayas de ninguna clase; las aletas son de un color pardo claro longitud total promedio de 9.57 cm (Bussing, 2002).



Figura 13. *Cyphocharax magdalenae* de vista lateral.

Familia Ariidae

Peces de tamaño mediano a grande; cabeza grande, redondeada a deprimida; dorso de la cabeza cubierto por un escudo óseo, rugoso que es parcialmente visible por la delgada piel, con un proceso óseo dirigido hacia atrás hasta una placa ósea en la base de la aleta dorsal; dos pares de narinas. Los pares de narinas se encuentran muy próximos entre sí, par posterior con una solapa carnosa al frente; 2-3 pares de barbillas alrededor de la boca. Primera dorsal con base corta, siete radios blandos y una espina grande al frente; la segunda dorsal es una solapa de piel adiposa; aletas pectorales con una espina grande al frente; aleta caudal profundamente horquillada;

aleta pélvica frecuentemente modificada en las hembras; línea lateral completa, con ramas a las partes superior e inferior de la base de la aleta caudal; sin escamas (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Ariopsis guatemalensis (Günther, 1864)

Presenta una leve depresión dorsal medial encima de la parte anterior de la cabeza, poco aparente en los adultos. Los dientes de las mandíbulas y el paladar son viliformes. Estos últimos están dispuestos en cuatro placas, dos en cada lado de la línea media: las placas vomerinas, que están bien separadas en la línea media, son ovaladas, alargadas y continuas a las placas laterales ovaladas, alargadas y ligeramente más grandes (las palatinas). Las placas palatinas no tienen extensiones posteriores. El dorso es de color negro-azulado a negro, los flancos verde-violeta iridiscente y el vientre blanco a plateado. Las aletas son blancas o de color gris claro; pero en algunos adultos la parte superior de las aletas pectorales y la mitad proximal de las pélvicas y la anal son un poco oscuras. Longitud total de 27.30 cm (Bussing, 2002).



Figura 14. *Ariopsis guatemalensis* de vista lateral.

Familia Heptapteridae

Poseen una aleta adiposa bien desarrollada, cabeza aplanada dorsoventralmente, barbicelos largos tanto maxilares como mentonianos, vejiga natatoria bien desarrollada, cuerpo elongado, desnudo y carente de escamas o placas óseas, línea lateral completa, narinas anteriores y posteriores bien separadas, dientes viliformes dispuestos a manera de almohadillas y aperturas branquiales grandes.

Algunas especies poseen espinas fuertes aserradas en las aletas dorsal y pectorales, cubiertas por un tejido que posee glándulas de veneno (Bussing, 1976).

Pimelodella chagresi (Steindachner, 1876)

Es un bagre de cuerpo alargado, comprimido lateralmente y sin escamas, que alcanza hasta 15.4 cm de longitud total. Presenta tres pares de barbillones sensoriales (uno maxilar y dos mentonianos), cabeza aplanada y boca terminal con dientes pequeños. La aleta dorsal se ubica antes del origen de la aleta anal, y posee una aleta adiposa desarrollada. La aleta caudal está profundamente bifurcada, y la anal cuenta con 17 a 22 radios ramificados. Las aletas pectorales y pélvicas son cortas y sin espinas. Su línea lateral es generalmente incompleta, y su coloración es pardo amarillento con el vientre más claro. Longitud total promedio de 8.00 cm (Bussing, 2002).



Figura 15. *Pimellodella chagresi* de vista lateral.

Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)

Cuerpo alargado y cilíndrico; cabeza algo deprimida con boca terminal; ojo con margen libre; aletas pectorales con espina aserrada en el margen posterior; lóbulos de la aleta caudal redondeados, con el inferior un poco más largo que el superior; aleta adiposa muy larga y va casi inmediatamente después de la aleta dorsal hasta llegar casi a la aleta caudal, correspondiendo aproximadamente al 40 % de la longitud estándar; radio de las anales 9 a 10; color del cuerpo es muy variable, encontrándose desde marrón oscuro, café, café rojizo, dorado hasta gris jaspeado con manchas negras en todo el cuerpo; algunas veces con una banda negra a lo largo del costado

del cuerpo; todas las aletas pálidas o amarillentas. Longitud total de 16.40 cm (Maldonado Ocampo & Calle Vélez, 2005).



Figura 16. *Rhamdia quelen* de vista lateral.

Familia Loricariidae

Cuerpo robusto a alargado, cubierto por una especie de armadura compuesta por una serie de segmentos óseos en forma de placas; boca ventral, de tamaño intermedio, con dientes, labios prominentes con papilas (pequeñas proyecciones) y barbillas, hocico no tubular; ojos en posición dorsolateral; aletas pélvicas presentes. (Bussing, 2002).

Ancistrus sp. (Kner, 1863)

Peces de tamaño pequeño que pueden alcanzar 11 cm de largo. Presentan cuerpo y cabeza deprimidos cubiertos de placas salvo en la región ventral de la cabeza y punta del hocico. La boca está en posición ventral y tiene forma de ventosa. Presentan odontodes desarrollados en el preopérculo. Los machos presentan una serie de pequeños tentáculos carnosos en la parte dorsal y anterior de su cabeza. Los primeros radios de todas las aletas se encuentran muy engrosados en forma de chuza roma, el resto de los radios son blandos. Presentan aleta adiposa también engrosada en su borde anterior. La aleta caudal presenta borde recto. El cuerpo es marrón oscuro con manchas claras en dorso, abdomen y aletas. Los juveniles presentan una franja vertical amarilla en el borde de la aleta caudal, que va desapareciendo a medida que crecen (Loureiro *et al.*, 2023).



Figura 17. *Ancistrus* sp. de vista lateral, frontal y boca de vista ventral y dorsal.

Fonchiiichthys uracanthus (Kner, 1863)

Serie de placas medio-dorsales ausente. Los márgenes laterales del hocico son convexos, presenta cuatro hileras de placas medianas en el abdomen, cinco barras transversales de color marrón oscuro en la superficie dorsal del cuerpo, y los machos reproductores carecen de odontodos dimórficos en los lados de la cabeza y en la parte dorsal de la aleta pectoral. Longitud total promedio de 8.40 cm (Castellanos-Mejía *et al.*, 2024).



Figura 18. *Fonchiiichthys uracanthus* de vista lateral y dorsal.

Hypostomus aspidolepis (Günther, 1867)

Cabeza deprimida, un poco más larga que ancha; hocico muy ancho y redondeado en la parte frontal; el espacio interorbital es casi plano, con una longitud tres veces el diámetro del ojo pequeño. El interopérculo presenta muy pocas espinas cortas en forma de cerdas, siendo la más larga del tamaño de medio ojo. El tórax y el vientre están granulados, con áreas desnudas (sin escamas). Hay siete escamas entre las aletas dorsales. La espina pectoral es fuerte, más larga que la cabeza, con pequeñas espínulas setiformes. Se observan 12 escudos entre la aleta anal y la caudal. Los escudos del cuerpo presentan una quilla prominente, y cada una de estas quillas lleva de cuatro a siete espinas cortas en forma de cerdas. Cada escama está variada en color, con tonos amarillo sucio y marrón oscuro. Longitud total promedio de 17.00 cm (Jordan & Evermann, 1896).



Figura 19. *Hypostomus aspidolepis* de vista lateral.

Familia Cichlidae

Peces pequeños o grandes; forma del cuerpo muy variable. Una sola abertura nasal a cada lado de la cabeza; sin hueso base debajo del ojo; mandíbula superior muy protractil; una sola aleta dorsal, usualmente siete a 25 radios en la aleta dorsal; aleta anal con tres a 15 radios (la mayoría tres, el resto típicamente cuatro a nueve, raramente 15); aletas pélvicas debajo de la base de la pectoral; cola redondeada a recta o ligeramente cóncava; línea lateral en dos secciones rectas que se sobrelapan; usualmente 20 a 50 escamas en la línea lateral (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Amphilophus lyonsi (Gosse, 1966)

Puede distinguirse de la mayoría de sus congéneres por el patrón de coloración del cuerpo gris-marrón, gris-verdoso, marrón-verdoso o amarillo-verdoso, con siete barras verticales negras y ocho manchas negras, la última total o parcialmente rodeada por franjas de color azul turquesa a verde agua en los costados, así como por el número de espinas en la aleta anal de cinco a seis, frente a seis a ocho en otras especies. Longitud total promedio de 9.09 cm (Angulo *et al.*, 2022).



Figura 20. *Amphilophus lyonsi* de vista lateral.

Andinoacara coeruleopunctatus (Kner, 1863)

Aleta anal con tres espinas. Dos o tres franjas verdes esmeralda presentes debajo del ojo; manchas verdes esmeralda presentes en la cabeza, los costados y las aletas; aleta caudal sin barras negras. Coloración general verdosa a plateado-amarillenta, más oscura en el dorso, más pálida en el vientre, usualmente con una mancha negra debajo de la porción espinosa de la aleta dorsal y de seis a siete barras oscuras en los costados; tamaño corporal máximo de 115 mm longitud estándar. Longitud total promedio de 7.03 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 21. *Andinoacara coeruleopunctatus* de vista lateral.

Talamancaheros sieboldii (Kner, 1863)

Perfil predorsal usualmente convexo; boca subinferior; dientes de la hilera externa espatulados y bicúspides; aleta anal con cuatro o cinco espinas. Coloración general amarillenta a marrón verdosa, más oscura en el dorso y más pálida (usualmente blanquecina) en la parte inferior, con los flancos usualmente dorados a rojizos, una máscara bordeada de negro formada por dos líneas negras que cruzan el hocico uniendo los dos ojos de color dorado, y seis barras oscuras y anchas en los costados; aletas usualmente de color marrón amarillento a marrón rojizo o ligeramente transparentes con pequeñas manchas oscuras. Longitud total promedio de 7.76 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 22. *Talamancaheros sieboldii* de vista lateral.

Cribroheros altifrons (Kner, 1863)

Labio inferior no continuo, con un freno; iris usualmente amarillento, no rojizo; manchas verdes esmeralda o azul claro presentes en la cabeza, los costados y/o las aletas. Aleta dorsal con 17–18 espinas; aleta anal con cuatro o cinco espinas; manchas verdes esmeralda o azul claro presentes en la cabeza. Coloración general verdosa a marrón amarillento, con cinco barras negras anchas en los costados y una banda lateral negra, a veces difusa, entre el ojo y la aleta caudal; aletas usualmente transparentes o de color azulado a amarillo verdoso, con manchas verde esmeralda, azul claro o transparentes; margen dorsal de la aleta dorsal rojizo con una banda azulada. Longitud total promedio de 8.55 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 23. *Criboheros altifrons* de vista lateral.

Parachromis managuensis (Günther, 1867)

Boca grande, usualmente con más del 30 % de la longitud de la cabeza, con el borde posterior alcanzando (o muy cerca de) el borde anterior del ojo en el plano vertical; mandíbula inferior proyectada hacia adelante (es decir, su margen anterior claramente sobrepasa el margen anterior de la mandíbula superior en el plano vertical); grandes dientes caniniformes presentes en ambas mandíbulas; aleta anal con seis a ocho espinas. Iris usualmente rojo; ángulo inferior del preopérculo con un lóbulo carnososo; coloración general amarillenta, púrpura o marrón verdosa, con la porción dorsal más oscura, usualmente verde musgo; los costados dorados con iridiscencia púrpura y la porción ventral pálida, usualmente blanco amarillento, con manchas negras en los costados y aletas, y una banda negra más o menos continua entre el ojo y la aleta caudal. Longitud total promedio de 8.60 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 24. *Parachromis managuensis* de vista lateral.

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)

Aleta anal con tres espinas. No hay franjas verdes esmeralda presentes debajo del ojo; manchas negras a marrón oscuro usualmente presentes en la cabeza, los costados y las aletas; aleta caudal con numerosas barras negras. Coloración general rosada o gris verdosa a marrón grisáceo; aletas usualmente transparentes o de color gris rosado con manchas u barras oscuras. En época reproductiva el color de las aletas se vuelve rojizo. Longitud total promedio de 9.21 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 25. *Oreochromis niloticus* de vista lateral.

Familia Anablepidae

Cuerpo alargado; cabeza achatada al frente; boca protráctil; ojos horizontalmente divididos, se elevan sobre la cabeza; aletas sin espinas; aleta dorsal corta con siete a 10 espinas, ubicada muy detrás de la aleta anal; aleta pectoral baja en el costado; aletas pélvicas en posición abdominal, ubicadas distintivamente detrás de la punta de la aleta pectoral; fertilización interna, órgano sexual masculino derivado de la aleta anal. (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Oxyzygonectes dovii (Günther, 1866)

Color plateado en la parte superior de los ojos. Cuerpo comprimido y dorso recto entre el punto del hocico y el origen de la aleta dorsal. Las aletas dorsal y anal están situadas posteriormente cerca de la enorme aleta caudal. El dorso es gris que va palideciendo hacia abajo hasta convertirse en blanco perla en el abdomen. Aparecen barras pardo-oscuras en la mitad posterior de los machos grandes. Las aletas pélvicas son de un amarillo brillante y las pectorales amarillo tenue. Los ejemplares jóvenes

tienen las aletas dorsal y caudal de color gris oscuro sin el color amarillo y diseño reticulado de los adultos. Longitud total promedio de 6.88 cm (Bussing, 1988).



Figura 26. *Oxycigonectes dovii* de vista lateral.

Familia Poeciliidae

Narina anterior no tubular; aletas sin espinas; una aleta dorsal, ubicada al posterior del cuerpo, su origen sobre (hembra) o detrás (macho) del origen de la aleta anal; tercer radio anal no ramificado; aletas pectorales altas en el costado; aletas pélvicas insertados en el pecho detrás de la base de la pectoral, bajo los radios pectorales; machos de la mayoría de los especies tienen un gonopodio, un órgano especializado para fertilización interna, una estructura alargada, compuesto de las terceros y quintos radios anales; línea lateral reducida a una serie de fosas en el costado; cabeza y cuerpo escamadas; escamas lisas y grandes (Bussing, 2002).

Brachyrhaphis roseni (Bussing, 1988)

Aleta anal con una mancha negra. Distancia predorsal del 45.45 al 52.63 % de la longitud estándar; radios de la aleta dorsal 10 a 11. Base de la aleta dorsal corta, usualmente más corta o del mismo largo que la cabeza; coloración general marrón amarillenta a marrón rojiza, más oscura en el dorso y más pálida en la parte ventral, con 12 barras oscuras en los costados; aleta anal usualmente amarillenta; margen de la aleta caudal usualmente anaranjado con una banda submarginal oscura en los machos. Longitud total promedio de 4.19 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 27. *Brachyrhaphis roseni* de vista lateral.

Brachyrhaphis terrabensis (Regan, 1907)

Aleta anal con una mancha negra. Distancia predorsal del 50.00 al 62.50 % de la longitud estándar; radios de la aleta dorsal 12 a 16. Base de la aleta dorsal larga, más larga que la longitud de la cabeza; coloración general marrón amarillenta o marrón rojizo, más oscura en el dorso y más pálida en la parte ventral, con barras verticales oscuras difusas, más visibles en los adultos, y una banda oscura tenue a lo largo del cuerpo; aleta anal usualmente de color amarillo anaranjado a rojizo; el margen de la aleta caudal usualmente blanco azulado. Longitud total promedio de 5.18 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 28. *Brachyrhaphis terrabensis* de vista lateral.

Poecilia gillii (Kner, 1863)

Aleta anal clara o grisácea, sin mancha negra. Las aletas pélvicas de los machos maduros están modificadas, con la punta del primer radio con una hinchazón blanda y el segundo radio engrosado; gonopodio corto, que rara vez alcanza la inserción posterior de la aleta dorsal en el plano vertical; el origen de la aleta dorsal en

las hembras usualmente se encuentra sobre el origen de la aleta anal en el plano vertical; aleta dorsal usualmente con manchas negras o una mancha en la base; patrón de líneas cruzadas tenue; aleta caudal profusamente manchada en la base, a menudo en toda la aleta; líneas de manchas amarillas o negras a lo largo de los costados. Coloración general de plateado amarillento a plateado verdoso, con reflejos azulados; el dorso usualmente marrón verdoso y la parte ventral plateado blanquecino. Longitud total promedio de 5.60 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 29. *Poecilia gillii* de vista lateral.

Poeciliopsis turrubarensis (Meek, 1912)

Costados del cuerpo con seis a nueve barras estrechas. Número total de branquiespinas: 15 a 22; aleta pectoral corta, usualmente sin alcanzar la mitad de la aleta pélvica, ni quedar a una distancia menor al diámetro del ojo del origen de la aleta dorsal. Perfil predorsal recto; aleta dorsal insertada por delante del final de la base de la aleta anal; coloración general de marrón amarillento a gris amarillento; aletas usualmente transparentes a gris amarillento. Longitud total promedio de 5.60 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 30. *Poeciliopsis turrubarensis* de vista lateral

Poeciliopsis retropinna (Regan, 1908)

Aletas dorsal y caudal sin pequeñas manchas marrones. Costados del cuerpo sin marcas. Perfil predorsal ligeramente convexo; branquiespinas 27 a 34; coloración general marrón grisáceo; aletas usualmente transparentes. Longitud total promedio de 5.33 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 31. *Poeciliopsis retropinna* de vista lateral.

Familia Syngnathidae

Se caracterizan por presentar un cuerpo delgado y largo, el cual está encerrado en una armadura que se compone por una serie de segmentos óseos a manera de anillos; boca pequeña, sin dientes, al extremo de un hocico largo y tubular; abertura branquial muy pequeña, en la esquina superior del opérculo; sin espinas en las aletas; una sola aleta dorsal, usualmente con base larga; si está presente, la aleta anal es muy pequeña (aletas dorsal, anal y/o pectorales ausentes en unas pocas especies); sin aletas pélvicas; cola prensil en unos géneros (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Pseudophallus starksii (Jordan & Culver, 1895)

Radios de la aleta dorsal 30 a 35; hocico largo, 38 a 43 % de la longitud de la cabeza; cabeza sin marcas. Coloración general marrón oscuro o claro en el dorso, con el vientre siempre pálido, de color amarillo claro a paja. Aleta pectoral pequeña con 11 a 15 radios, origen en el primer anillo del tronco. Aleta dorsal no elevada, con 36 a 44 radios, los dos últimos radios posteriores muy juntos. Longitud total promedio de 4.49 cm (Angulo *et al.*, 2020; Gomes & Toledo-Piza, 2020).



Figura 32. *Pseudophallus starksi* de vista lateral.

Familia Eleotridae

Cuerpo de color marrón, usualmente con manchas rojas, negras, verdes, doradas o púrpuras; la distancia entre ambas aletas dorsales es menor que la longitud de la base de la primera aleta dorsal; la aleta pélvica está en una posición anterior, su origen se encuentra debajo o muy cerca del origen de las aletas pectorales en el plano vertical; aleta caudal redondeada o convexa. Seis a siete espinas débiles más uno, seis a 12 radios, la base de la segunda dorsal es más corta que la distancia del final de la base de esta hasta la aleta caudal (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Eleotris picta (Kner, 1863)

Abertura branquial estrecha, que se extiende por debajo del opérculo, muy por detrás del ojo; vómer sin dientes; preopérculo con una espina ventral usualmente cubierta por la piel. Escamas pequeñas, escamas laterales 60 a 68, escamas transversales (entre el origen de la segunda aleta dorsal y la base de la aleta anal) 21 a 24; radios de la aleta pectoral usualmente más de 17, 18 a 19. Cabeza, cuerpo y aletas de color negro verdoso a marrón verdoso oscuro, con el vientre más pálido; algunos especímenes presentan el patrón inverso, es decir, la porción dorsal del cuerpo de color marrón claro y la porción ventral más oscura. Longitud total promedio de 11.88 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 33. *Eleotris picta* de vista dorsal.

Gobiomorus maculatus (Günther, 1859)

Boca grande, usualmente más del 30 % de la longitud de la cabeza; ojos en la parte superior de la cabeza; escamas en la serie longitudinal 51–68. Abertura branquial grande, extendiéndose ventralmente hasta casi debajo de la comisura oral; vómer con dientes; preopérculo sin espina ventral. Coloración general verdosa a marrón amarillenta, con los costados amarillentos y el vientre blanco perla; manchas negras, marrones o rojas en los costados y las aletas. Longitud total promedio de 9.36 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 34. *Gobiomorus maculatus* de vista lateral.

Hemieleotris latifasciata (Meek & Hildebrand, 1912)

Cuerpo alargado, cilíndrico, con la longitud de la cabeza usualmente mayor que la altura máxima del cuerpo; cabeza sin escamas; primera aleta dorsal con seis espinas; sin una mancha azul detrás del borde posterodorsal del opérculo. Cabeza comprimida lateralmente; ojos en los lados de la cabeza, espacio interorbital de aproximadamente el 50 % del diámetro del ojo; una banda negra presente a lo largo

del cuerpo, bordeada arriba y abajo por franjas iridiscentes de color verdoso a amarillento. Otros rasgos diagnósticos incluyen: coloración general marrón verdosa, con los costados amarillentos y el vientre blanco perla; aleta dorsal con algunas manchas oscuras cerca de la base; aleta caudal transparente excepto por la banda lateral que se extiende hacia los radios medios; aletas pares y anal transparentes. Longitud total promedio de 4.95 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 35. *Hemieliotris latifaciatus* de vista lateral.

Dormitator latifrons (Richardson, 1844)

Cuerpo robusto, alto, con la longitud de la cabeza usualmente menor que la altura máxima del cuerpo; cabeza con escamas; primera aleta dorsal con siete espinas; una mancha azul prominente detrás del borde posterodorsal del opérculo, es decir, en la región humeral. Coloración general marrón oscuro a púrpura, con siete u ocho barras oblicuas angostas (de un ancho de escama) apuntando hacia adelante en los lados superiores; una barra oscura debajo del ojo, y varias franjas marrón oscuro en el costado de la cabeza detrás del ojo; aleta pectoral marrón amarillenta con una barra oscura en la base; segunda aleta dorsal y aleta anal con filas de manchas marrones, amarillas o rojas. Longitud total promedio de 2.60 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 36. *Dormitator latifrons* de vista lateral.

Familia Gerridae

Plateados con cuerpo moderadamente alto a delgado, comprimido y con un perfil ventral de la cabeza cóncavo muy distintivo; la boca es muy protráctil, y se extiende hacia abajo cuando se proyecta; las mandíbulas parecen sin dientes pero hay dientes diminutos y como cerdas de cepillo; no tienen dientes en el paladar; presentan una sola aleta dorsal, nueve espinas, elevada anteriormente; aleta pectoral larga y puntiaguda; las aletas dorsal y anal se doblan dentro de un surco rodeado de escamas en la base de las mismas (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Eucinostomus currani (Yáñez-Arancibia "Zahuranec", 1980)

Cuerpo con forma de óvalo alargado (profundidad aproximadamente el 40 % de la longitud estándar); perfil superior de la cabeza casi recto; perfil inferior de la cabeza distintivamente cóncavo; borde inferior del preopérculo liso; aleta dorsal espinosa con la base gris, el centro blanco y la punta negra ancha; aletas pélvicas y anal usualmente grisáceas; escamas de la línea lateral 44 a 48; aleta anal con siete radios. Longitud total promedio de 6.00 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 37. *Eucinostomus currani* de vista lateral.

Familia Gobiidae

Cuerpos alargados, robustos; la cabeza corta y amplia, hocico redondeado, frecuentemente con barbillas; dientes pequeños, filosos, cónicos, en una o varias filas en las mandíbulas; membranas branquiales ampliamente unidas con el cuerpo bajo la garganta, con cinco radios; usualmente dos aletas dorsales, la primera con cuatro a ocho espinas delgadas, la segunda, 9 a 18 espinas; longitud de la base de la segunda dorsal mayor que la distancia entre la base de la aleta a la base de la aleta caudal; una aleta anal, 9 a 18 espinas; aletas pélvicas largas, uno a cinco espinas, separadas o parcialmente a completamente fusionadas a forma un disco o placa; cabeza y cuerpo sin escamas o parcialmente a completamente escamada; escamas lisas a ásperas; cabeza con poros y papilas sensoriales; pero el cuerpo sin línea lateral (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Awaous banana (Valenciennes, 1837)

Patrón y disposición del sistema sensorial cefálico. Adultos con dos poros en el borde posterior del ojo, aunque en ejemplares juveniles puede presentarse un solo poro. Escamas de la región predorsal cicloideas o ctenoideas y embebidas en la piel, ausentes en ejemplares juveniles y de 26 a 40 escamas en adultos. Hileras laterales de escamas (todas ctenoideas) entre 59 a 75. Hileras transversales, entre 20 a 31. Longitud total de 9.20 cm (Lasso-Alcalá & Lasso, 2008).



Figura 38. *Awous banana* de vista lateral.

Sicydium salvini (Ogilvie-Grant, 1884)

Aletas pélvicas unidas formando un disco adhesivo. Dientes de la mandíbula superior diminutos, comprimidos; sin branquiespinas; disco adhesivo circular, su ancho mayor que su longitud media; machos con las espinas de la primera aleta dorsal alargadas (filamentosas). Coloración general de marrón oscuro a grisáceo o marrón amarillento, más oscura en el dorso y más pálida en el vientre, usualmente con seis a siete barras oscuras en los costados y/o una banda longitudinal oscura; margen dorsal de las aletas dorsal, anal y caudal usualmente de color rojo. Longitud total promedio de 9.53 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 39. *Sicydium salvini* de vista lateral.

Familia Achiridae

Cuerpos fuertemente aplanados, discos ovalados a redondeados; los ojos en el lado derecho del cuerpo, cercanos, pequeños a diminutos; hocico redondeado; boca pequeña, oblicua, un poco abajo del hocico; labios carnosos, frecuentemente con flecos; borde del preopérculo cubierto por piel pero visible como un surco superficial;

la aleta pélvica derecha unida a la aleta anal; usualmente con escamas ásperas; la línea lateral recta, frecuentemente difícil a ver, más visible en el lado ocular, usualmente con ramas perpendiculares cruzando el cuerpo (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Trinectes fonsecensis (Günther, 1862)

Barras oscuras, estrechas y marcadas; aletas con manchas, cuerpo alargado; la aleta pectoral usualmente está presente. Aleta anal con 43 a 46 radios; aleta dorsal con 58-61 radios; radios pectorales uno a tres (usualmente un solo radio pequeño). La fosa nasal frontal del lado ocular no tiene un anillo de cirros; el borde del opérculo en el lado ciego está mayormente cubierto de escamas; la aleta pectoral está presente en aproximadamente el 95 % de los individuos; sin filamentos parecidos a pelos en las escamas. El cuerpo es ovalado y alargado. Generalmente de color canela con barras marrón oscuro; filas dispersas de manchas entre las barras; las aletas medias tienen manchas marrón oscuro (Bussing, 2002).



Figura 40. *Trinectes fonsecensis* de vista lateral.

Familia Mugilidae

Cuerpo ligeramente alargado, robusto, no comprimido lateralmente, con ejemplares adultos que fácilmente superan los 15 cm de longitud total; carece de franja plateada lateral; el origen de la primera aleta dorsal se encuentra por delante de la línea media del cuerpo en el plano vertical, siempre por delante del origen de la aleta anal; aleta caudal ligeramente bifurcada, cóncava o truncada; dos aletas dorsales cortas muy espaciadas entre sí, primera con cuatro espinas delgadas; aletas

pectorales altas en el costado, el primer radio duro; pélvicas insertadas detrás de la base pectoral (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Dajaus monticola (Griffith & Hamilton Smith, 1834)

Espacio interorbital curvado; ojos sin párpado graso transparente; la inserción de la aleta pectoral usualmente se encuentra por debajo del borde superior del ojo en el plano horizontal; la aleta anal con dos espinas; coloración general oliva en la parte superior, blanco en la parte inferior, con escamas dorsales con bordes oscuros que forman líneas entrecruzadas; aletas amarillentas Longitud total promedio de 9.53 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 41. *Dajaus monticola* de vista lateral.

Familia Erythrinidae

Presentan un hueso maxilar largo, que se extiende más allá del margen posterior del ojo en el plano vertical; el origen de la aleta anal se encuentra posterior a la inserción posterior de la aleta dorsal en el plano vertical, más cerca del origen de la aleta caudal que del origen de la aleta dorsal. Su aleta caudal es redondeada, la dorsal larga y carecen de aleta adiposa. Las aletas son marrón verdoso con pequeñas manchas negras. (Bussing, 2002).

Hoplias microlepis (Günther, 1864)

Boca grande, con algunos dientes largos y afilados; las aletas pélvicas ubicadas bastante hacia atrás en el abdomen; coloración general de marrón a marrón amarillento, más oscura en el dorso y más pálida en la parte ventral, con manchas oscuras en el lomo y manchas de marrón claro a blanco en la parte inferior de los

flancos y el abdomen; todas las aletas son de color marrón oscuro con algunas áreas claras que se alternan con manchas marrones. Longitud total promedio de 35.30 cm (Angulo *et al.*, 2020).



Figura 42. *Hoplias microlepis* de vista lateral.

Familia Atherinopsidae

Cuerpo alargado y comprimido lateralmente, con ejemplares adultos que no superan los 14 cm de longitud total; cuerpo con una franja lateral gruesa y plateada, usualmente delimitada en su porción posterior por una franja negra más delgada. El origen de la primera aleta dorsal se encuentra detrás de la línea media del cuerpo en el plano vertical, generalmente detrás del origen de la aleta anal; aleta caudal profundamente bifurcada. Mandíbula superior extensible, usualmente muy extensible; premaxila con el extremo posterior fuertemente expandido, y sin una expansión ósea en el centro (Bussing, 2002).

Atherinella sp. (Meek & Hildebrand, 1914)

Cuerpo alargado y esbelto. Fosetas sensoriales en forma de “L” en el hocico, no fusionadas en la parte posterior. Boca curvada hacia abajo, sin alcanzar el nivel del ojo. Primera aleta dorsal con cuatro espinas, originada sobre el tercer a sexto (rara vez séptimo) radio de la aleta anal. Aleta anal con 12 a 16 radios suaves. Aleta pectoral llega al nivel medio de la aleta pélvica. Parte superior del cuerpo verdosa, parte inferior pálida. Franja plateada con reflejos azules en el costado, bordeada por encima con negro. Longitud total promedio de 9.25 cm (Bussing, 2002).



Figura 43. *Atherinella* sp. de vista lateral.

Familia Lutjanidae

Mandíbula superior moderadamente protráctil, la mayor parte colocado abajo el hueso de la mejilla cuando la boca está cerrada; mandíbulas con caninos más o menos distintivos, pero sin incisivos y raramente molares; vómer y palatinos generalmente con dientes cónicos, pequeños; sin poros grandes en el mentón; preopérculo aserrado; mejilla y opérculo con escamas; hocico, abajo el ojo y la mandíbula inferior sin escamas; proceso de la escama axilar pélvica bien desarrollado; línea lateral completa. Aleta dorsal con 10 espinas y 12 a 14 radios, moderadamente notada entre las partes espinosa y blanda. (Smithsonian Tropical Research Institute, 2025).

Lutjanus novemfasciatus (Gill, 1862)

Cuerpo oblongo con hocico puntiagudo. Narinas simples (frontal y posterior). Boca grande y protráctil con dientes cónicos o caniniformes; los frontales en forma de colmillos. Parche de dientes en el centro del paladar en forma de medialuna sin extensión posterior y parches de dientes también en los lados del paladar. 16 a 17 branquiespinas. Aleta dorsal: 10 espinas, 14 radios blandos, continua. Aleta anal: tres espinas, siete a ocho radios blandos. Preopérculo aserrado con hendidura en el margen inferior. Dorso y costados de color café oliva oscuro a rojo cobre, parte ventral blanco plateado. Juveniles y adultos presentan ocho a nueve barras cenizas oscuras en la mitad superior; peces grandes con aletas oscura. Longitud total promedio de 6.45 cm (Allen, 1985).



Figura 44. *Lutjanus novemfasciatus* de vista lateral.

Lutjanus colorado (Jordan & Gilbert, 1882)

El cuerpo es moderadamente profundo, con boca grande y protráctil, equipada con dientes cónicos o caniniformes, siendo los frontales más grandes y en forma de colmillos. Presenta un parche de dientes en el centro del paladar con forma de medialuna (sin prolongación posterior), y parches adicionales en los lados del paladar. Las narinas son simples (frontal y posterior) y el preopérculo está aserrado, con una hendidura en el margen inferior. Cuenta con 16 a 17 branquiespinas. La aleta dorsal es continua, con 10 espinas y 13 a 14 radios blandos, mientras que la anal tiene tres espinas y ocho radios blandos. La aleta caudal tiene el borde casi recto. Las escamas del dorso están dispuestas en filas paralelas a la línea lateral. La coloración general del cuerpo y las aletas es rojo oscuro, con el vientre rosado o blancuzco. Longitud total de 12.20 cm (Allen, 1985).



Figura 45. *Lutjanus colorado* de vista lateral.

Lutjanus argentiventris (Peters, 1869)

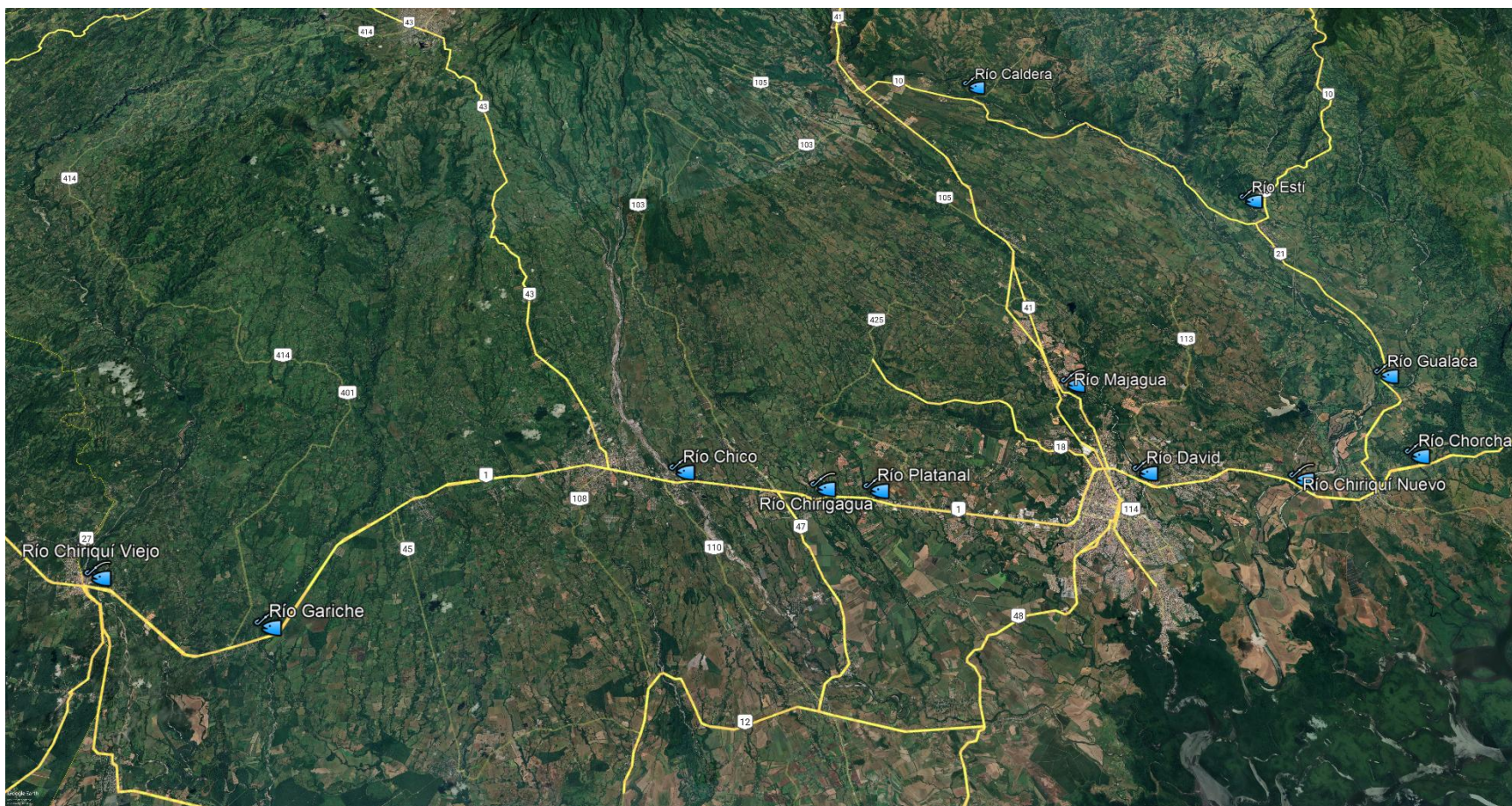
Color del cuerpo rojo rosado en la parte anterior, tornándose amarillo brillante a anaranjado, con una franja horizontal azul debajo del ojo y sin una mancha negra distintiva en el lomo; 14 radios en la aleta dorsal. Parche de dientes en el centro del paladar en forma de ancla, con el frente curvado o puntiagudo; filas de escamas en la parte superior del lomo paralelas a la línea lateral. Longitud total promedio de 10.80 cm (Angulo *et al.*, 2020; Allen, 1985).



Figura 46. *Lutjanus argentiventris* de vista lateral.

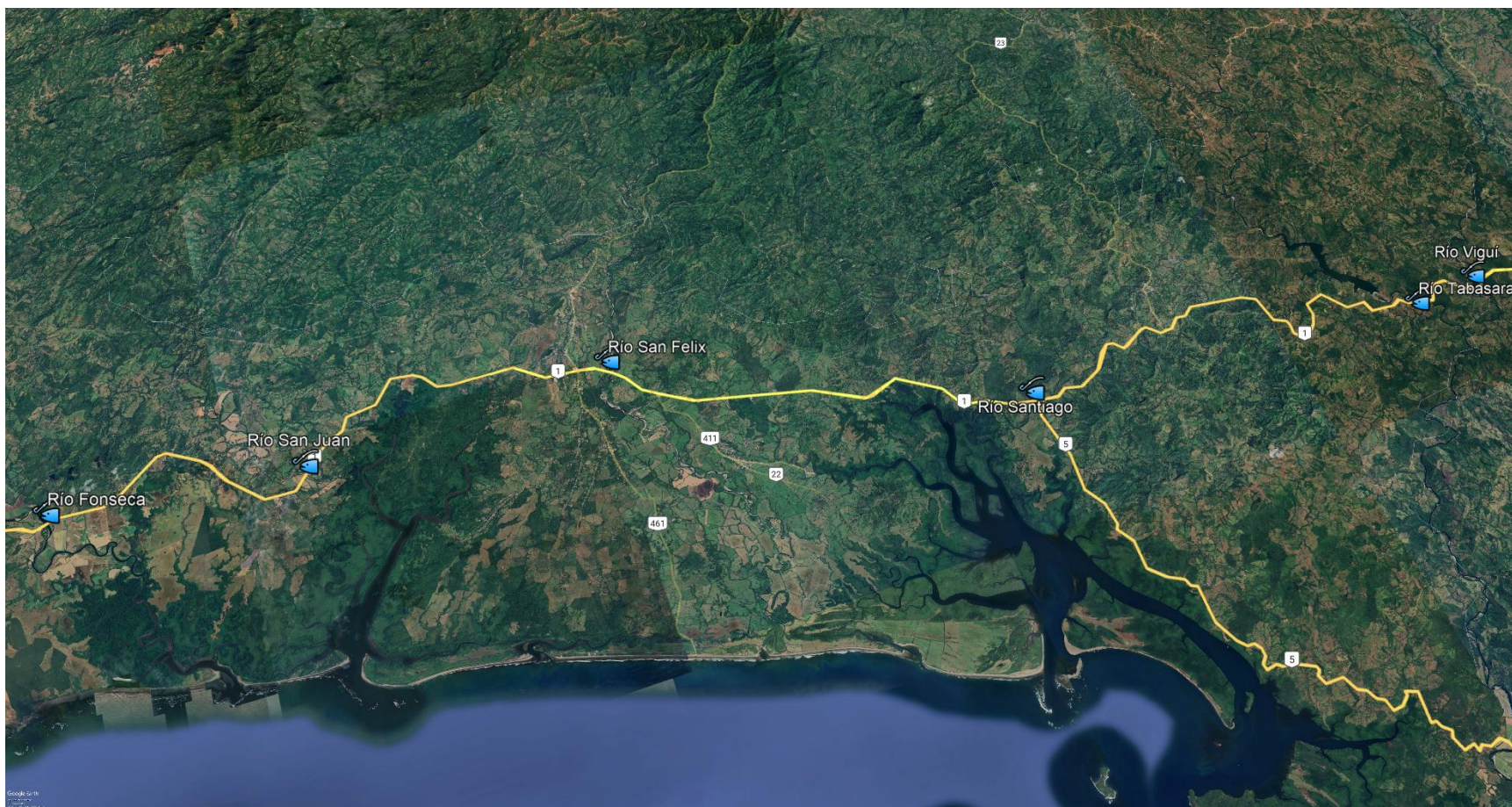
Cuadro 10. Condición de los ríos muestreados mediante el protocolo de caracterización de hábitats modificado de Barbour et al., (1999).

Ríos	Heterogeneidad y estabilidad del sustrato disponible	Caracterización del sustrato de pozas	Variabilidad de las pozas	Deposición de sedimentos	Estado del flujo del cauce	Alteración del cauce	Sinuosidad del canal	Estabilidad de la ribera		Vegetación protectora de la ribera		Amplitud de la vegetación ribereña		Puntos totales	Calidad del hábitat
Caldera	19	18	17	14	15	18	15	9 izq	8 der	10 izq	10 der	9 izq	9 der	171	Óptimo
Fonseca	18	17	15	18	17	18	15	9 izq	8 der	9 izq	9 der	8 izq	7 der	168	
Santiago	18	16	16	15	18	17	5	9 izq	9 der	10 izq	10 der	8 izq	8 der	159	
Majagua	18	15	16	15	15	15	14	8 izq	6 der	10 izq	7 der	8 izq	6 der	153	Subóptimo
San Juan	17	16	17	14	15	15	14	8 izq	7 der	8 izq	8 der	7 izq	6 der	152	
David	13	15	10	16	18	19	10	9 izq	9 der	8 izq	8 der	8 izq	7 der	150	
Estí	16	14	17	15	16	16	13	7 izq	6 der	8 izq	7 der	7 izq	6 der	148	
Gualaca	15	15	13	14	12	14	18	8 izq	6 der	10 izq	4 der	8 izq	4 der	141	
Viguí	13	8	18	15	9	12	16	9 izq	10 der	8 izq	10 der	5 izq	8 der	141	
Chorcha	15	14	13	13	14	13	16	7 izq	6 der	7 izq	5 der	6 izq	5 der	134	
San Félix	14	14	16	12	11	14	8	6 izq	9 der	7 izq	9 der	7 izq	7 der	134	
Gariché	11	14	16	13	13	13	15	8 izq	6 der	8 izq	4 der	6 izq	5 der	132	
Chirigagua	15	14	10	13	10	14	14	6 izq	7 der	6 izq	6 der	7 izq	8 der	130	
Chiriquí viejo	14	13	10	10	10	12	13	9 izq	8 der	9 izq	7 der	8 izq	7 der	130	
Platanal	10	14	7	9	11	12	13	8 izq	7 der	7 izq	7 der	8 izq	8 der	121	
Tabasara	15	15	8	5	10	13	7	9 izq	9 der	6 izq	9 der	6 izq	8 der	120	
Chiriquí Nuevo	13	14	10	12	11	11	13	5 izq	6 der	5 izq	6 der	4 izq	5 der	115	
Chico	10	10	8	6	8	9	10	6 izq	4 der	6 izq	4 der	4 izq	6 der	91	Marginal



Tomado de Google Earth Pro (versión 7.3.6). Imagen © 2025 Maxar Technologies.

Figura 47. Ríos estudiados (Chiriquí Viejo, Gariché, Chico, Chirigagua, Platanal, David, Majagua, Caldera, Estí, Gualaca, Chiriquí Nuevo y Chorcha) de la zona centro y occidental de la provincia de Chiriquí.



Tomado de Google Earth Pro (versión 7.3.6). Imagen © 2025 Maxar Technologies.

Figura 48. Ríos estudiados (Fonseca, San Juan, San Félix, Santiago, Tabasará y Vigui) en la zona oriental de la provincia de Chiriquí.

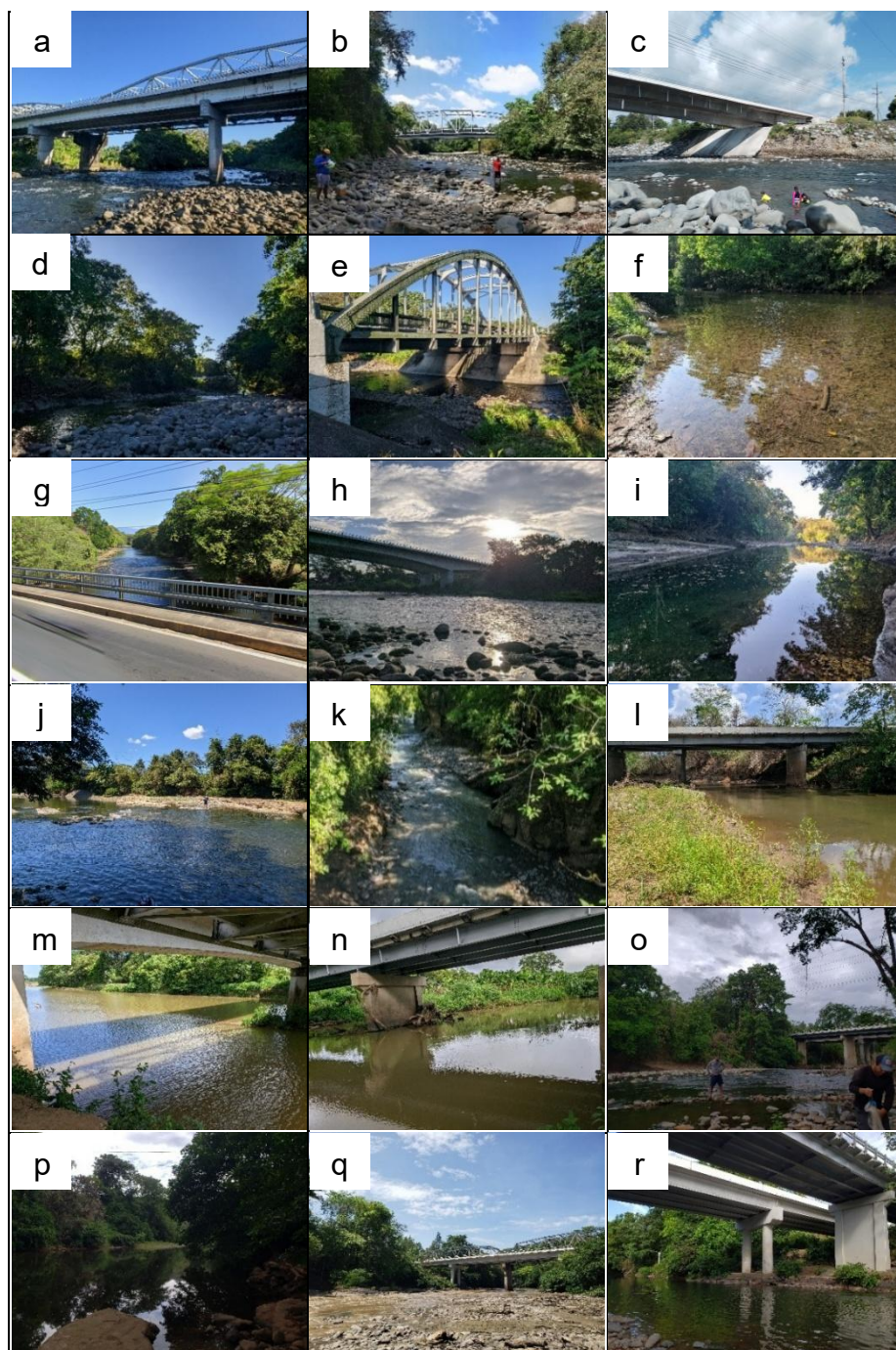


Figura 49. Ríos muestreados en la provincia de Chiriquí. (a) Chiriquí Viejo, (b) Gariché, (c) Chico, (d) Chirigagua, (e) Platanal, (f) Majagua, (g) David, (h) Chiriquí Nuevo, (i) Estí, (j) Gualaca, (k) Caldera, (l) Chorchá, (m) Fonseca, (n) San Juan, (o) San Félix, (p) Santiago, (q) Tabasará, (r) Viguí.

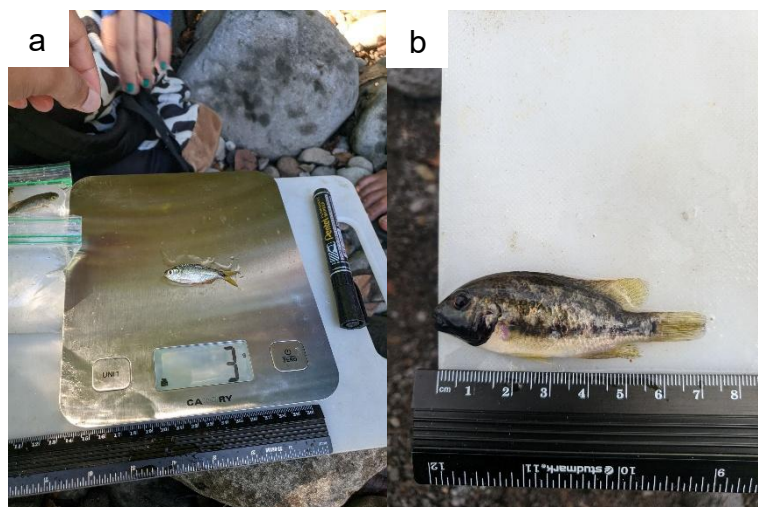


Figura 50. Procedimientos en campo. (a) pesaje del espécimen y (b) mediciones morfométricas



Figura 51. Artes de pesca utilizadas (a) Chinchorro, (b) atarraya, (c) caña de pescar.

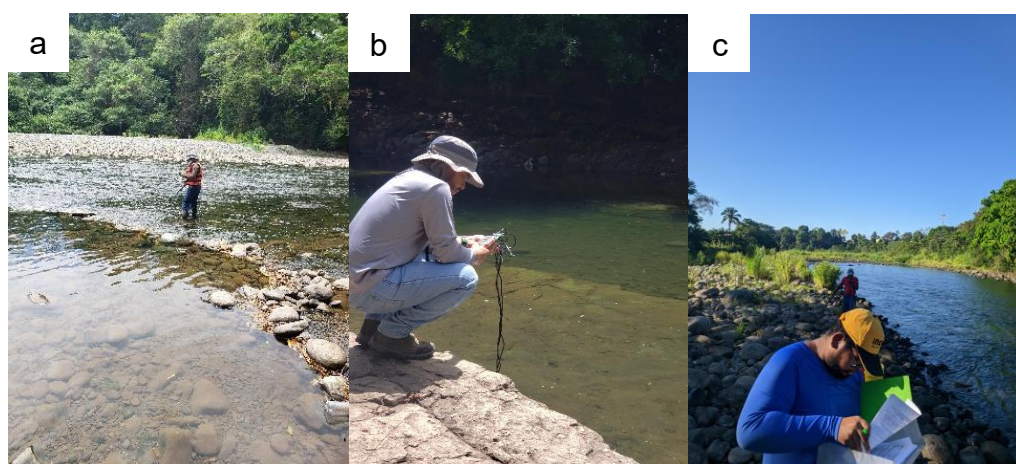


Figura 52. Toma de parámetros fisicoquímicos (a) velocidad de la corriente, (b) medición de pH, temperatura, oxígeno disuelto, TDS, salinidad, conductividad y (c) relleno del formulario de caracterización de hábitat.

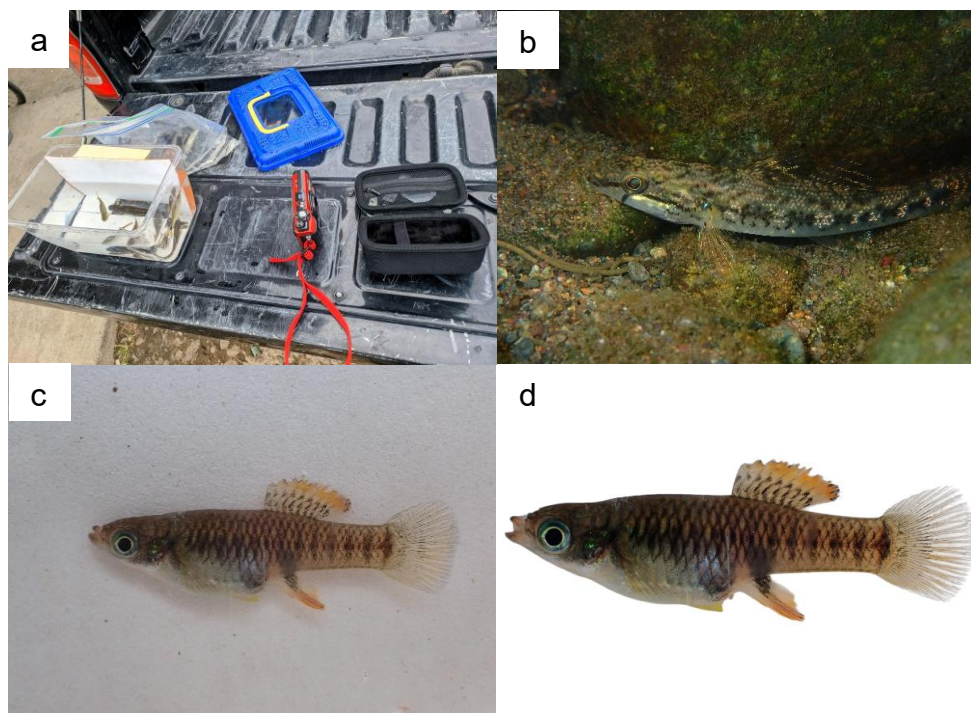


Figura 53. Equipo fotográfico para evidencia de captura. (a) pecera con especímenes y cámara fotográfica, (b) foto *in situ* de *Gobiomorus maculatus* debajo del agua, (c) fotografía *in situ* de *B. roseni* dentro de pecera (d) fotografía post-edición de fondo de *B. roseni*.



En la foto (de izq. a der.): Olmedo "Mello" Carrasco, José "Mister" Morales, Isidro Morales y Caleb Morales.

Figura 54. Culminación de la fase de trabajo de campo.

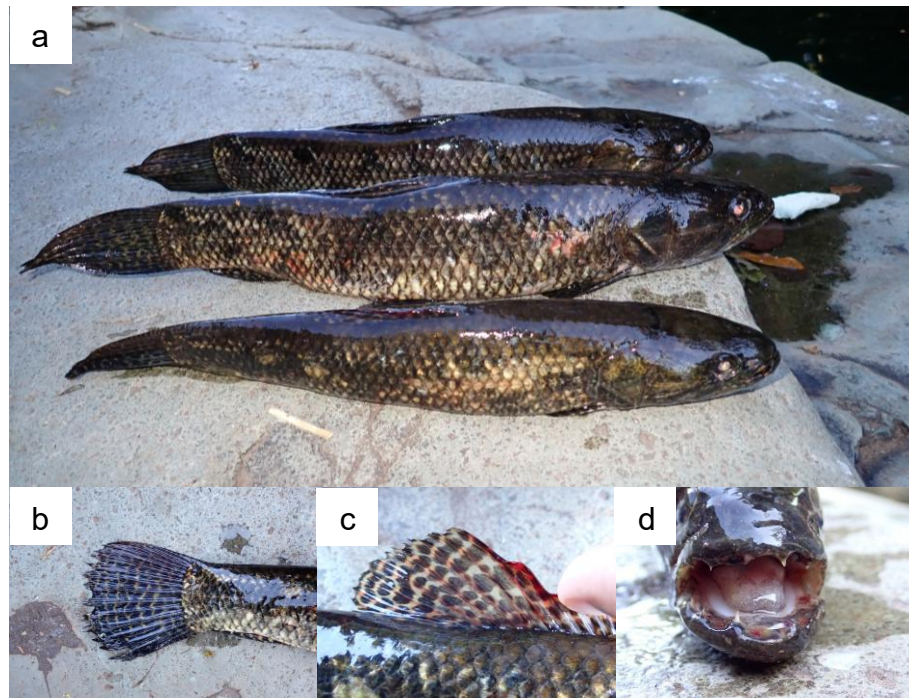


Figura 55. Fotografías de *Hoplias microlepis*, único espécimen que no fue capturado en el estudio, sino por pescadores del área, pero fotografiado para la posterior evidencia de que está presente en el río Estí. (a) ejemplares aprox. 30 cm longitud total, (b) aleta caudal, (c) aleta dorsal y (d) boca abierta.

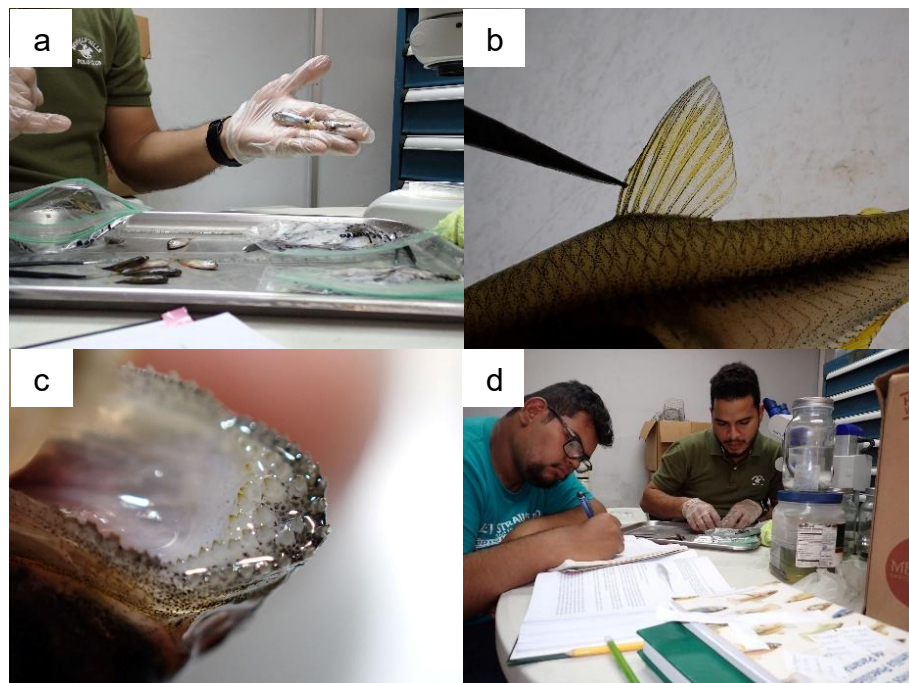


Figura 56. Revisión morfológica (a, b, c) y literaria (d) para la identificación taxonómica.