



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

“Ecología trófica del *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* mediante la determinación de contenido estomacal y análisis talla-peso en las cuencas de los ríos Pacora y Juan Díaz”

Por:

JOHANA ALEXANDRA CAMPOS TAYLOR

8-948-1800

YENIFFER FERNÁNDEZ CASTILLO

8-951-1659

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Marina y Limnología.

Ph.D.c. Aramis A. Averza Colamarco

Mgtr. Edgardo Muñoz

Mgtr. Edgar Araúz



Ecología trófica del *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* mediante la determinación de contenido estomacal y análisis talla-peso en las cuencas de los ríos Pacora y Juan Díaz, Panamá.

Johana A. Campos T.

Yeniffer Fernández C.



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA Y LIMNOLOGÍA



“Ecología trófica del *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* mediante la determinación de contenido estomacal y análisis talla-peso en las cuencas de los ríos Pacora y Juan Díaz”

Presentado por:

CAMPOS T, JOHANA A. 8-948-1800
FERNÁNDEZ CASTILLO, YENIFFER 8-951-1659

Trabajo de graduación presentado a la
Escuela de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales Exactas y Tecnología, como
requisito parcial para optar por el título
de Licenciados en Biología con Orientación
en Biología Marina y Limnología.

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

Dedicatorias

Yeniffer F.

El presente trabajo se lo dedico primeramente a Dios quien me ha guiado en esta etapa de mi vida y me ha dado la sabiduría y la inteligencia para alcanzar esta meta. A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, pues sin ellos no lo habría logrado. Sus bendiciones a diario, su amor y paciencia me han llevado a culminar y alcanzar muchas metas en mi vida.

A mi tío Santana Díaz por su amor, apoyo y consejos, por creer en mí y darme las fuerzas necesarias para no rendirme.

Dedico de manera especial mi tesis a mi tía Sundy como solía decirle, pues ella me guio a crear un carácter y una identidad que me ha llevado a alcanzar esta y muchas metas más.

Johana C.

Mi tesis la dedico de todo corazón y alma a mi padre Celestial que está en los cielos, quien fue mi principal pilar para nunca desistir en esta carrera tan hermosa, seguido les agradezco a mis padres a mi hermana y Aarón quienes fueron mis mayores motivaciones, me apoyaron en el transcurso de la carrera y me brindaron de su amor y cariño.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes me brindaron sus conocimientos, sus alegrías y tristezas en especial a Melissa quien fue una de las personas que me apoyo en la tesis

Agradecimientos

Yeniffer F.

En primer lugar, doy gracias a Dios que me ha dado todas las herramientas que necesité para culminar esta etapa universitaria.

A mis padres Félix y Dioselina por estar presente en cada etapa de mi vida, por motivarme a seguir adelante en mi formación académica, a mis hermanos por sus consejos y apoyo incondicional.

Johana C.

Nuevamente agradezco a Dios por darme las fuerzas y la sabiduría de seguir adelante.

“ El señor es mi fuerza y mi escudo; mi corazón en él confía; de él recibo ayuda. Mi corazón salta de alegría, y con cánticos le daré gracias”. (salmo 28:7)

Yeniffer F. & Johana C.

A nuestros docentes tutores Aramis Averza, Edgardo Muñoz y Edgar Araúz por ser la guía para poder culminar nuestro trabajo de titulación y a cada uno de los docentes que nos brindaron apoyo y con sus conocimientos nos ayudaron en este trabajo.

A la organización Wetlands International Panamá y Caribe, a la Senacyt y a la Doctora Quiriat Ortega por su apoyo incondicional en la realización de nuestra tesis y el financiamiento de la misma.

Al Museo de Biología Marina y Limnología “Dr. Luis Howell Rivero” quien a través del profesor Edgardo Muñoz nos brindaron los espacios del mismo para realizar nuestras investigaciones de laboratorio.

Al joven Javier Pardo por ser un gran amigo y brindarnos la oportunidad de entrar al proyecto donde nos dieron la idea y las herramientas para desarrollar y trabajar en esta tesis.

ÍNDICE

Índice de tablas.....	8
Índice de gráficos.....	9
Índice de figuras.....	10
Glosario.....	11
Abreviaturas	12
Resumen	13
Abstract	15
Introducción.....	17
Antecedentes.....	19
Clasificación taxonómica de <i>Eleotris picta</i> (Kner, 1863).....	20
Características de <i>Eleotris picta</i> (Kner, 1863).....	20
Hábitat y biología	21
Reproducción.....	22
Alimentación.....	22
Distribución Geográfica.....	22
Status de conservación	23
Usos	23
Clasificación taxonómica de <i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)	23
Características <i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)	24
Hábitat y ecología	24
Reproducción.....	25
Alimentación.....	25
Distribución geográfica	26
Status de conservación	26
Usos	27
Alimentación en peces.....	27
Carnívoros.....	28
Técnicas de caza de los peces carnívoros.....	28
Sistema digestivo de los peces carnívoros	28
Ecología trófica	29
Nivel trófico	29
Productores	30

Consumidores primarios.....	30
Consumidores secundarios.....	30
Consumidores terciarios y cuaternarios.....	31
Descomponedores.....	31
La importancia del análisis acerca del contenido estomacal.....	32
Justificación.....	35
Objetivos.....	36
Objetivo General.....	36
Objetivos Específicos.....	36
Metodología.....	38
Área de estudio.....	38
Cuenca del río Pacora (146).....	38
Cuenca del río Juan Díaz (144).....	39
Metodología de campo.....	41
Técnica de muestreo.....	42
Talla y peso de los especímenes.....	43
Preservación y etiquetado.....	43
Metodología en laboratorio.....	43
Extracción de estómagos.....	43
Análisis de contenido estomacal.....	44
Grado de llenado.....	44
Estado de degradación del alimento.....	44
Identificación taxonómica del alimento - presa.....	45
Análisis estadístico.....	45
Características morfométricas.....	45
Relaciones tróficas.....	46
Análisis tróficos.....	46
Composición numérica (N%).....	47
Porcentual gravimétrico (G%).....	47
Frecuencia de ocurrencia (FO%).....	47
Índice de importancia relativa (IIR).....	48
Resultados.....	49

Índices tróficos.....	50
Composición numérica (N%)	50
Porcentaje gravimétrico (G%)	51
Frecuencia de ocurrencia (FO%)	52
Índice de importancia relativa (IIR)	54
Estructura de tallas	55
Contenido estomacal.....	56
Grado de llenado.....	56
Grado de digestión	57
Discusión.....	58
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	68
Referencias.....	70
Anexos.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala para determinar el porcentaje de llenado de los estómagos de <i>E. picta</i> y <i>G. maculatus</i>	47
Tabla 2 Escala utilizada en el índice de importancia relativa (%IIR) (Yáñez, 1975).....	49
Tabla 3 Hoja de registro de los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio de <i>Eleotris picta</i>	81
Tabla 4 Hoja de registro de los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio de <i>Gobiomorus maculatus</i>	81
Tabla 5 Etiquetas colocadas en los embaces de plástico de las especies estudiadas..	82
.....	
Tabla 6 Grados de digestión de las presas encontradas en los diferentes estómagos de <i>E. picta</i> y <i>G. maculatus</i>	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Porcentaje numérico general de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Juan Díaz	50
Gráfica 2 Porcentaje numérico general de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Pacora	51
Gráfica 3 Porcentaje gravimétrico general de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Juan Díaz.....	51
Gráfica 4 Porcentaje gravimétrico general de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Pacora.....	52
Gráfica 5 Porcentaje Frecuencia de ocurrencia de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Juan Díaz.....	53
Gráfica 6 Porcentaje Frecuencia de ocurrencia de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> en la cuenca del río Pacora	53
Gráfica 7 Porcentaje del Índice de importancia relativa general de especies-presas en la dieta de <i>Eleotris picta</i> muestreados en la cuenca del río Pacora y Juan Díaz	54
Gráfica 8 Porcentaje del índice de importancia relativa general de especies-presas en la dieta de <i>Gobiomorus maculatus</i> muestreados en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora	54
Gráfica 9 Número de estómagos de <i>E. picta</i> y <i>G. maculatus</i> expresado en porcentaje conforme a los rangos de tallas muestreados en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora	55
Gráfica 10 Distribución de frecuencias de tallas por especie <i>Gobiomorus maculatus</i> y <i>Eleotris picta</i> durante el periodo de estudio	55
Gráfica 11 Número de individuos del grado de llenura de los estómagos de <i>E. picta</i> y <i>G. maculatus</i>	56
Gráfica 12 Número de estómagos con contenido estomacal expresados en conforme a los muestreos durante el periodo de estudio en la cuenca del río Juan Díaz y la cuenca del río Pacora	56
Gráfica 13 Número de individuos de acuerdo con el estado de digestión de las especies presas consumidas	57
Gráfica 14 Número de individuos de acuerdo con el estado de digestión de las especies presas consumidas por <i>E. picta</i> y <i>G. maculatus</i> en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Especie <i>Eleotris picta</i> (Kner, 1863).....	20
Figura 2 Mapa de distribución de <i>Eleotris picta</i> en el continente americano. STRI	22
Figura 3 Especie <i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859).....	24
Figura 4 Mapa de distribución de <i>Gobiomorus maculatus</i> en el continente americano	26
Figura 5 Ilustración de los distintos niveles tróficos en los ecosistemas marinos y dulceacuícolas	31
Figura 6 Vista del Río Pacora	38
Figura 7 Cuenca del río Pacora	39
Figura 8 Mapa de la Cuenca del Río Juan Díaz	39
Figura 9 Mapa de los afluentes de la cuenca 144.....	40
Figura 10 Vista del río Juan Díaz en área urbanizada	41
Figura 11 Aplicando técnica de muestreo en el Río Pacora - IDAAN	42
Figura 12 A la derecha Johana Campos pesando las muestras, a la izquierda Yeniffer Fernández tomando los apuntes en campo.....	43
Figura 13 Vista de un corte abdominal realizado para la extracción del estómago en un <i>Eleotris picta</i>	44
Figura 14 Vista general del <i>Gobiomorus maculatus</i>	79
Figura 15 Vista general del <i>Eleotris picta</i>	79
Figura 16 Especies encontradas en el estómago de una Guabina.....	79
Figura 17 Abertura estomacal de un Guapote.....	79
Figura 18 Estómago de un <i>Eleotris picta</i>	79
Figura 19 Estómago de un <i>Gobiomorus picta</i> con presencia de parásito.....	79
Figura 20 Parte alta del río Pacora.....	80
Figura 21 Recolección de muestras a través del método de electropesca.....	80

Glosario

Cadena trófica: serie de organismos que se alimentan entre ellos de forma que los nutrientes y la energía fluyan mutuamente.

Depredador: acción de cazar ejemplares de otras especies para su propia supervivencia.

Dieta: requerimiento de nutrientes que necesita un organismo a diario para mantener su actividad.

Estiaje: nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, laguna, etcétera, por causa de la sequía.

Hábito alimenticio: estudio detallado que brinda una descripción del alimento que es consumido recientemente por los individuos con el fin de comprender la interacción ecológica entre el depredador y la presa, por lo que es necesario conocer la cantidad de alimento ingerido y la frecuencia alimenticia del depredador.

Nivel trófico: indica cada uno de los eslabones que conforman la cadena alimenticia en los ecosistemas.

Nicho trófico: relación que posee un individuo con todos los recursos alimenticios que se encuentran a su disposición.

Relaciones interespecíficas: hace referencia a la interacción de especies diferentes en una misma comunidad.

Relaciones intraespecíficas: son aquellas que se llevan a cabo entre miembros de la misma especie.

Abreviaturas

N: Numérico

G: Gravimétrico

FO: Frecuencia de ocurrencia

IIR: Índice de importancia relativa

LT: Longitud total

%N: Porcentaje numérico

%G: Porcentaje gravimétrico

%FO: Porcentaje frecuencia de ocurrencia

%IIR: Porcentaje de índice de importancia relativa

**ECOLOGÍA TRÓFICA DEL *Eleotris picta* Y *Gobiomorus maculatus*
MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ESTOMACAL Y
ANÁLISIS DE TALLA-PESO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PACORA Y
JUAN DÍAZ DE PANAMÁ.**

Autores: Johana Campos y Yeniffer Fernández

Tutores: Averza A. Muñoz E. & Araúz E.

RESUMEN

Eleotris picta y *Gobiomorus maculatus* son peces pertenecientes a la familia Eleotridae, estos peces se caracterizan por poseer aletas pélvicas separadas o fusionadas en diversos grados, con 2 a 8 espinas flexibles en la aleta dorsal.

Gobiomorus maculatus conocido comúnmente como dormilón manchado es una especie cuyo cuerpo posee de 55 a 60 escamas en una serie longitudinal y puede llegar a medir entre 27 y 30 cm de largo. Es carnívoro por lo que se alimenta principalmente de peces óseos y crustáceos.

Eleotris picta es un pez con un cuerpo alargado y robusto, cabeza achatada y ancha, ojos chicos, llegando a medir hasta unos 53 cm de largo. Este pez es carnívoro alimentándose principalmente de peces, crustáceos y moluscos gasterópodos como los caracoles.

Dentro de la ciudad capital de Panamá, existen distintos ríos que se ven empañados por entornos completamente destruidos y contaminados, siendo conductores de basura y contaminaciones bacterianas. Para este estudio se muestrearon los ríos de Pacora y Juan Díaz, en ellos se pudo observar la presencia de dos especies importantes dentro de estas cuencas *Eleotris Picta* y *Gobiomorus maculatus*. Esta investigación se hace con el fin de determinar el nivel trófico de estas especies mediante el análisis del contenido estomacal y los rangos de tallas y pesos.

Durante los meses de enero a abril de 2021, se llevaron a cabo expediciones para la recolección de muestras en ambos ríos. Una vez obtenidas, las muestras fueron trasladadas al laboratorio donde se procedió a su seccionado y extracción del contenido estomacal. Este material fue meticulosamente pesado y clasificado según su grado de digestión, con el fin de facilitar su posterior identificación hasta el nivel taxonómico de familia.

Los análisis estadísticos utilizados para esta investigación se enfocaron en las características morfométricas como talla y peso, grados de digestión y llenado. Dicho esto, se utilizó la composición numérica, porcentual gravimétrico, frecuencia de ocurrencia y el índice de importancia relativa.

Todos estos análisis arrojaron que las especies presas predominantes encontradas dentro de los estómagos fueron aquellas pertenecientes a la familia Corbiculidae, Poeciliidae, Hydrobiidae y Atyidae, sin embargo, la dieta estaba determinada en su totalidad por 7 familias distintas. En cuanto al tamaño de las muestras de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* se obtuvo que en su mayoría eran peces pequeños ya que se encontraban en un rango de tamaño de 3,2 a 9,9 cm representando el 33,3% de todos los peces que se capturaron para esta especie; mientras que solo el 3,3% obtuvo un tamaño de 19,9 a 22,4 cm. Por su dieta se determinó que estas especies son carnívoras ocupando el tercer eslabón dentro de la cadena alimenticia acuática.

Palabras claves: *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, contenido estomacal, especies consumidas o especies presas, especies en estudio, hábitos alimenticios, cadena trófica.

**TROPHIC ECOLOGY OF *Eleotris picta* Y *Gobiomorus maculatus* THROUGH
THE DETERMINATION OF STOMACH CONTENT AND WEIGHT-SIZE
ANALYSIS IN THE BASINS OF THE PACORA AND JUAN DIAZ RIVERS OF
PANAMA.**

Authors: Johana Campos y Yeniffer Fernández

Tutors: Averza A. Muñoz E. & Araúz E.

Abstract

Eleotris picta and *Gobiomorus maculatus* are fish belonging to the family Eleotridae, these fish are characterized by having pelvic fins separated or fused to varying degrees, with 2 to 8 flexible spines on the dorsal fin.

Gobiomorus maculatus commonly known as spotted sleeper is a species whose body has 55 to 60 scales in a longitudinal series and can reach 27 to 30 cm in length. It is carnivorous and feeds mainly on bony fish and crustaceans.

Eleotris picta is a fish with an elongated and robust body, flattened and wide head, small eyes, reaching up to 53 cm long. This fish is carnivorous, feeding mainly on fish, crustaceans and gastropod mollusks such as snails.

Within the capital city of Panama, there are several rivers that are tainted by completely destroyed and polluted environments, being sources of garbage and bacterial contamination. For this study, the rivers of Pacora and Juan Diaz were sampled, in them we could observe the presence of two important species *Eleotris Picta* and *Gobiomorus maculatus*. This research is done to determine the trophic level of these species by analyzing the stomach contents and the size and weight ranges of these two species.

During the months of January through April 2021, field research were conducted to sample the rivers at a specific time, and once the samples were collected, they were

taken to the laboratory to be sectioned and the contents of their stomachs were extracted. This content was weighed and classified according to their degree of digestion, to later identify them down to the family level.

The statistical analyses used for this work focused on morphometric characteristics such as size and weight, degree of digestion and filling. Numerical composition, gravimetric percentage, frequency of occurrence and relative importance index were used.

All these analyzes showed that the predominant prey species found inside the stomachs were those belonging to the family Corbiculidae, Poeciliidae, Hydrobiidae and Atyidae, however, the diet was determined entirely by 7 different families. Regarding the size of the samples of *Eleotris picta* and *Gobiomorus maculatus*, it was found that the majority were small fish since they were in a size range of 3.2 to 9.9 cm, this being 33.3%; and only 3.3% obtained a size of 19.9 to 22.4 cm. Based on their diet, it was determined that these species are carnivorous, occupying the third link in the aquatic food chain.

Keywords: *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, stomach contents, consumed species or prey species, species under study, feeding habits, food chain.

INTRODUCCIÓN

Panamá es un país que posee sin duda alguna una enorme riqueza de flora y fauna, la posibilidad de disfrutar de dos mares en un mismo día, bosques y playas con tan solo unas horas de viaje es algo realmente impresionante, sin embargo, también podemos pasar del paraíso al infierno en solo minutos. Siguiendo el cauce de los Ríos Pacora y Juan Díaz, ubicados en el centro de la ciudad de Panamá, podemos observar la contaminación que se ve reflejada en estas aguas que conforme su curso se acerca a los emporios de población y desarrollo que bordea, la realidad se enturbia con desechos sólidos y aguas contaminadas. A pesar de los problemas asociados a estos ríos y las grandes transformaciones que el ser humano ha realizado durante las últimas décadas en estos ambientes naturales, se han generado diferentes iniciativas para evidenciar e implementar estrategias que permitan valorar y realizar un manejo adecuado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Dentro de estas aguas se pueden observar una gran variedad de organismos, siendo los peces uno de los principales grupos que viven en estos ambientes acuáticos y son a su vez componentes fundamentales para el adecuado funcionamiento y regulación de dichos ecosistemas (Arthington *et al.* 2010, Holmlund *et al.* 1999, 2004); también contribuyen como una de las mayores fuentes de proteína para los seres humanos, siendo importantes para el desarrollo de las sociedades humanas a través de los tiempos, lo que ha llevado a algunas especies de peces en riesgo de desaparición por la sobreexplotación.

Para este estudio se escogieron al *Eleotris picta* (Guabina manchada) y el *Gobiomorus maculatus* (Dormilón manchado), peces que son utilizados para el consumo entre los pobladores que residen cerca de las orillas de los ríos antes mencionados. Estos peces objeto de investigación pertenecen a la familia Eleotridae. Esta familia se distribuye en áreas tropicales y subtropicales, se consideran peces dulceacuícolas secundarios puesto que se pueden encontrar en aguas salobres y marinas (Nelson *et al.* 2016, Miller, 2009). Ambas especies poseen una dieta carnívora siendo los peces su principal fuente de alimentación y

a pesar de las altas contaminaciones que se observaron en los ríos Pacora y Juan Díaz, estos peces son capaces de sobrevivir allí.

Los estudios ecológicos, por otra parte. Nos permiten conocer la diversidad de las especies de un ecosistema, las relaciones bióticas interespecíficas e intraespecíficas. Además, el conocimiento de la dieta de las especies permite describir tales interacciones y la forma en la que se encuentran organizadas las especies en un nicho ecológico, con base en el alimento que consumen. Asimismo, permiten explorar la amplitud del nicho trófico mediante la cuantificación de la variación en la utilización de los recursos (Valverde, Cano-Santana, Meave, & Carabias, 2009).

Teniendo esto en cuenta y basados en los rasgos funcionales como son la talla, el peso, la dieta, el hábitat y la distribución en las columnas de agua, este trabajo pretende aportar información sobre determinados aspectos biológicos, y cómo estas pueden jugar un papel importante en el nivel trófico de estos peces.



CAPÍTULO 1

Antecedentes

1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Eleotris picta* (Kner, 1863)

Eleotris picta presenta la siguiente escala taxonómica según Romero, (2002); Bussing, (1998) y Fishbase.org (2024).

- Dominio: Eukaryota
 - Reino: Animalia
 - Filo: Chordata
 - Subfilo: Vertebrata
 - Clase: Actinopterygii
 - Orden: Gobiiformes
 - Familia: Eleotridae
 - Género: *Eleotris*
 - Especie: *picta*

Nombre científico: *Eleotris picta* (Kner, 1863)

Nombres comunes: Dormilón del Pacífico, durmiente moteado, guapote y vieja. (Hoese, 1995a; Espinosa *et al.*, 1993; Bussing, 1998; Miller *et al.*, 2005).

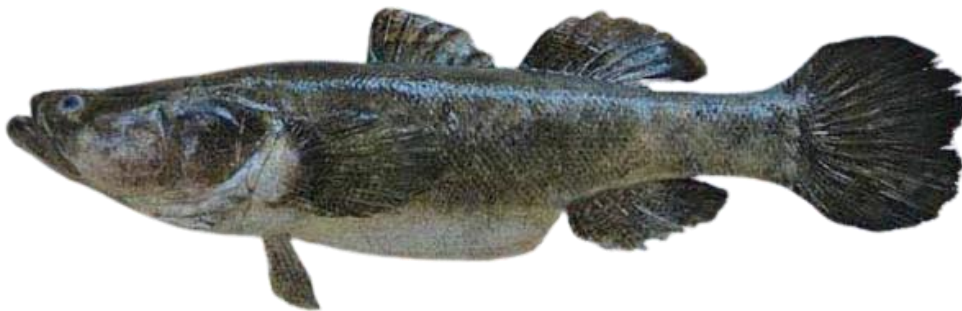


Figura 1. Especie *Eleotris picta* (Kner, 1863)

Fuente: Fishbase (2002) **Autor:** Robertson, R.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE *Eleotris picta* (Kner, 1863)

Esta especie parece ser el gigante de las especies de *Eleotris* locales, hay ejemplares grandes que pueden llegar a alcanzar por lo menos 440 mm de longitud (Hugg, 1996). Además de su mayor tamaño, *E. picta* se distingue de sus

congéneres de la vertiente pacífica por tener escamas más pequeñas (60 a 68 filas longitudinales y 22 a 24 filas transversales). El dorso es de color negro grisáceo, los costados más claros y a veces con manchas irregulares amarillentas en pequeños y subadultos. El color del dorso de los juveniles es a menudo un pardo amarillento claro, con costados manchados y la cola negro intenso con borde transparente. Todas las aletas son oscuras con puntos transparentes produciendo bandas alternadas de oscuro y claro; este patrón es menos manchado en individuos grandes (Bussing, 1998).

Posee un cuerpo robusto, cabeza algo deprimida, de 3 a 3,3 veces de la longitud total, abertura branquial angosta. Mandíbula inferior algo proyectada (Revelo y Laaz, 2012); boca grande, amplia y muy oblicua; con el maxilar que alcanza casi al margen posterior del ojo, dientes mandibulares todos iguales y dispuestos en una banda ancha. Al igual que otros eleótridos tiene dimorfismo sexual, la papila genital en machos es triangular mientras que en las hembras es redondeada y posee vellosidades (Kner, 1863; Laaz *et al.*, 2009).

1.2.1 Hábitat y biología

Habita en ríos, arroyos, estanques, en llanuras de inundación, canales y lagunas, en agua dulce, salobre y salada (salinidad reportada de hasta 22.4 ppm en el canal Chiquimulilla, Guatemala); tolera temperaturas entre 25° y 33° C (Bussing, 1998). Se puede encontrar en agua clara a turbia o lodosa; corriente nula a moderada, rara vez veloz; sustrato de limo, lodo, arena, grava, rocas; vegetación de algas verdes; profundidad hasta 5 m (STRI, 2009). En los sitios donde se ha introducido tilapia se ha observado que las poblaciones de *E. picta* disminuyen drásticamente (Ruiz – Campos, 2010). Esta especie busca escondites temporales durante el día, como frutos de cacao vacíos, conchas de cocos, huecos de cañas, entre otros. Suele atacar presas de tamaños considerables quedando incluso atragantado con ellas (Jiménez *et al.*, 2015).

1.2.2 Reproducción

Presentan una larva de tipo pelágica y en su estado juvenil y adulto son bentónicos. El desove parece tener lugar durante el estiaje durante los meses de febrero a abril según reportes para Panamá, puesto que cinco hembras capturadas un 20 de febrero y un 26 de marzo tenían huevos ya sea grandes o en desarrollo (Hildebrand, 1939). Un estudio del Instituto Politécnico Nacional de Oaxaca realizado por Cruz (2012) señala que el período reproductivo podría ser restringido a la época de sequía.

1.2.3 Alimentación

La especie es estrictamente carnívora.

1.2.4 Distribución Geográfica

Como se muestra en la figura 2, esta especie se ubica en la vertiente del Pacífico, bajo río Colorado, California hasta Perú, incluidas las islas Galápagos y Cocos; penetra a la parte baja de los cursos de los ríos (Espinosa *et al.*, 1993; Bussing, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Eschmeyer & Fricke, 2011).



Figura 2. Mapa de distribución de *Eleotris picta* en el continente americano. STRI.

1.2.5 Estatus de conservación

No está incluida en la lista de especies protegidas del Ministerio de Ambiente de Panamá (El PAcCt, 2022), aunque en la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “menor preocupación” (Least Concern – LC siglas en inglés-) (Van Tassell, 2010b).

1.2.6 Usos

Es utilizada para consumo local y suele expórtasela viva a Estados Unidos al igual que al Chame en Ecuador (Jiménez *et al.*, 2015). En Panamá este pez es consumido principalmente en zonas cercanas a ríos de las provincias de Panamá, Colón y Darién.

1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859)

El pez *Gobiomorus maculatus* presenta la siguiente escala taxonómica según Bussing (1987 y 1988) y Miller *et al.* (2005):

- Dominio: Eukaryota
 - Reino: Animalia
 - Filo: Chordata
 - Clase: Osteichthyes
 - Orden: Perciformes
 - Familia: Eleotridae
 - Género: *Gobiomorus*
 - Especie: *maculatus*

Nombre científico: *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859)

Nombres comunes: Dormilón manchado y guavina (Bussing, 1987 y 1998; Espinosa *et al.*, 1993; Froese & Pauly, 2011). Sacalmiche, camamiche y jalmiche (Martínez, 1999).



Figura 3. Especie *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859)

Autor: W. Aguirre

1.4 CARACTERÍSTICAS DE *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859)

Esta especie posee una altura del cuerpo $3 \frac{2}{3}$ a 5 veces en la longitud patrón; longitud de la cabeza $2 \frac{3}{4}$ a 3. De 55 a 60 escamas en una serie longitudinal; de 20 a 24 escamas desde la región interorbital al origen de la dorsal anterior. Aletas dorsales VI 1, 9. Anal I, 10. Aletas pectorales típicamente con 15 o 16 radios. Altura del pedúnculo caudal $1 \frac{1}{2}$ a 2 veces en la longitud de éste. Con 17 a 24 branquiespinas en todo el primer arco branquial. Cuerpo usualmente cubierto por manchas o jaspeado de color café oscuro y con una banda longitudinal oscura más o menos definida desde el ojo a la base de la aleta caudal; una raya oblicua oscura desde el ojo, cruzando el preorbital; una línea vertical desde el ojo hasta la comisura de la boca; una mancha oscura localizada sobre la parte superior de la base de las aletas pectorales; aletas verticales blandas con o sin series de pequeñas manchas oscuras sobre la membranas interradales, algunas veces estas presentan series de lunares brillantes (Álvarez, 1970; Regan, 1906-1908).

1.4.1 Hábitat y ecología

Gobiomorus maculatus se encuentra tanto en ambientes dulceacuícolas, como por completo marino, así como en sitios donde existe una combinación de estos dos sistemas. Miller (1986), menciona que habita en la parte baja de los ríos. De acuerdo a los resultados obtenidos por Alpirez (1985), la velocidad de la corriente es el principal factor limitante de la distribución geográfica de *G. maculatus*.

Esta especie podría catalogarse dentro del componente permanente de los sistemas estuarinos-lagunares, aunque también parece formar poblaciones alejadas del mar, y por ende aisladas, en ambientes por completo limnéticos, donde permanece y realiza todo su ciclo de vida. Es frecuente en áreas con fondo lodosos, bordeados de manglar, zonas de tipo eurihalino o hipersalino, como son la ensenada de Aripes en La Paz, Baja California Sur, o en áreas con alto dinamismo, como las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca, donde Castro - Aguirre y colaboradores (1999) hallaron a la especie desde 2.5 hasta 41.1 o/oo. Por todo ello, *G. maculatus* podría ubicarse dentro del componente marino-eurihalino, además de manifestar un comportamiento oportunista ante los diversos ambientes (Castro-Aguirre et al., 1999). Bussing (1998) señala que *G. maculatus* habita en arroyos, ríos y lagos de aguas salobres, que se encuentran desde los cero a los 115 metros sobre el nivel del mar. En la vertiente pacífica de la Sierra Madre del Sur se le encuentra preferentemente en zonas de rápidos con buena oxigenación y temperatura promedio de 28°C, con aguas claras y bien iluminadas, es frecuente capturarlos en el dado protegido de la corriente en las rocas de los rápidos.

1.4.2 Reproducción

La especie presenta un período de desove prolongado, pero con mayor intensidad durante los meses de enero y julio. Se ha observado que los juveniles son muy abundantes cerca de las costas, sugiriendo que la reproducción de esta especie se realiza en aguas marinas o salobres (Bussing, 1998).

1.4.3 Alimentación

De acuerdo con Bussing (1998), *G. maculatus* se alimenta principalmente de organismos de origen animal, como crustáceos y peces, lo que lo clasifica como un consumidor carnívoro. Estos individuos son ictiófagos y depredan sobre este grupo prácticamente en todas sus clases de talla y el tamaño de su presa está en función de la talla, consume muy activamente peces en la corriente de los ríos y sólo ocasionalmente consume otros grupos como son organismos del bentos como

larvas y ninfas de insectos, así como también en algunas ocasiones decápodos que encuentra en la corriente.

1.4.4 Distribución geográfica

En la costa del Pacífico de América, del Golfo de California, México hasta Perú (Bussing, 1987 y 1998; Espinosa *et al.*, 1993; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Miller *et al.*, 2005; Froese & Pauly, 2011). Eschmeyer & Fricke (2011) reportan una distribución hasta las islas Galápagos (figura 4).



Figura 4. Mapa de distribución de *Gobiomorus maculatus* en el continente americano. STRI

1.4.5 Estatus de conservación

En la lista roja de la IUCN, la ubica en la categoría “Menor preocupación” (Least Concern -LC siglas en inglés-) (Van Tassell, 2010c).

1.4.6 Usos

Recurso pesquero fluvial, es apreciado dentro de los peces de consumo en el Norte de Esmeraldas en Ecuador; en el resto del país tiene poca importancia comercial (Jiménez *et al.*, 2015). Este pez es consumido en Panamá por pobladores locales en áreas cercanas a ríos, algunas de las provincias donde se ha reportado su consumo son las provincias de Panamá, Colón, Veraguas y Chiriquí, donde los locales lo capturan y consumen debido a su carne que es valorada por su sabor.

1.5 ALIMENTACIÓN EN PECES

Para comprender con claridad el papel que ejercen los peces en los ecosistemas acuáticos es necesario conocer aspectos de su biología como lo son sus hábitos alimenticios y la distribución de estos (Lagler *et al.*, 1977). A parte de esto, también se debe tener en cuenta que existen muchos factores que pueden influir en la dieta de una especie como tal, podemos mencionar que el tamaño de las presas, la cantidad, la energía que requiera el pez para atrapar a las presas y también la energía que estas presas puedan suministrarle a consumidor, son algunos de los factores que influyen en estos estudios, sin embargo, no siempre es así, pues en algunos ecosistemas los peces se ven obligados a consumir lo que el medio puede ofrecerles, y aprovechar estos alimentos que tienen a su disposición. En la mayoría de los casos que se presenta este tipo de conducta es debido a las alteraciones que pueda estar presentándose en determinada zona, dicho sea, por contaminación, urbanizaciones o construcciones que se den a lo largo de las orillas de los ríos (Chapa-Carrara, 1993).

Los peces, como sucede con todos los animales, requieren de una nutrición adecuada para poder crecer y sobrevivir. La naturaleza les ofrece una gran variedad de alimentos tanto de origen animal como vegetal, además de diversos nutrientes disueltos en el agua. Muchos compuestos necesarios junto con diversos iones del agua pueden ser absorbidos directamente a través de las branquias o también deglutidos con el alimento y después absorbidos en el tracto digestivo (Bardach-Lager, 1990).

Con relación a las preferencias alimentarias en condiciones naturales de los peces, estos pueden ser considerados animales omnívoros u oportunistas; sin embargo, dentro de esta manera de agrupación se puede ver como algunas especies son más eficientes o presentan una mayor preferencia para la utilización de ciertos alimentos naturales. El conocimiento de estas preferencias para cada especie en particular es fundamental para el desarrollo de estudios nutricionales y de alimentación (Vásquez, 2004).

De una forma prácticas diferentes especies de peces pueden ser clasificadas, de acuerdo con sus preferencias alimenticias, en carnívoros, herbívoros, omnívoros, planctófagos o filtradores y detritívoros.

Al ser estos peces en estudio (*E. picta* y *G. maculatus*) estrictamente carnívoros definimos este grupo en específico:

1.5.1 Carnívoros

También llamados predadores porque en su alimentación presentan preferencia por organismos vivos que van desde pequeños organismos planctónicos hasta insectos, crustáceos, moluscos, peces, reptiles, anfibios y pequeños mamíferos (Vásquez, 2004).

1.5.1.1 Técnicas de caza de los peces carnívoros

Sus estrategias de caza son diversas, pero se basan en dos comportamientos particulares, que son la persecución o caza activa, donde las especies que lo utilizan están adaptadas para alcanzar grandes velocidades que les permite atrapar a sus presas.

Por otro lado, la técnica del acecho les proporciona ahorrar energía que de otra manera gastarían persiguiendo a la presa, les permite esperar muchas veces camuflados con el entorno, escondidos o incluso algunas especies usan señuelos con los que atraen a su potencial presa. De esta manera, una vez que esta se acerca lo suficiente, el pez debe actuar rápido para atrapar su alimento. (Medina *et al.*, 2004)

1.5.1.2 Sistema digestivo de los peces carnívoros

La mayoría de los peces comparten muchas características anatómicas en lo que respecta al sistema digestivo, este presenta variaciones dependiendo de la dieta de cada especie. En el caso de los peces carnívoros, en general poseen un tubo digestivo más corto que los demás peces. Así mismo, a diferencia de los herbívoros, por ejemplo, tienen un estómago con la capacidad de distenderse que está formado por una parte glandular, encargada de la secreción de jugos, secretora de ácido clorhídrico, el cual favorece la digestión (Medina *et al.*, 2004).

1.6 ECOLOGÍA TRÓFICA

Al estudiar la alimentación y el contenido estomacal en los peces, podemos determinar la ecología trófica de los mismos. Y ¿Qué es la ecología trófica? Primero que todo debemos saber que la ecología es la ciencia que estudia los sistemas conformados por los individuos de distintas especies, que comparten características definibles y están implicados conjuntamente en el proceso dinámico de interacción, ajuste y regulación de intercambio de materia y energía (Margalef, 1968).

Por otro lado, al hablar de “trófica” nos referimos a comida o alimentación. Estos términos nos llevan a comprender la sucesión de organismos que comen otros organismos, y a su vez son comidos, lo que conocemos como “cadena alimenticia”.

Cada eslabón dentro de la cadena alimentaria se conoce como nivel trófico. Dicho esto, entonces podemos definir que la ecología trófica se refiere al estudio de la dinámica alimentaria de los organismos y sus interacciones, en un ecosistema dado bajo la perspectiva funcional; siendo esas relaciones las que definen la dinámica de las redes alimentarias (Margalef, 2015).

1.7 NIVEL TRÓFICO

Las especies consumidoras, descomponedores y productoras abarcan los niveles tróficos que conforman la cadena alimenticia de un ecosistema. Cada nivel trófico agrupa a todas las especies que tienen el mismo tipo de alimentación con una dieta a base de especies de nivel inferior (Díaz, 2009).

Los animales forman parte de la cadena alimenticia, esto nos indica que todos los organismos vivos o muertos son fuente de alimento para otras especies. En función a la cadena alimenticia acuática se clasifican de acuerdo con los siguientes eslabones (figura 5):

1.7.1 Productores

Los productores también son conocidos como fotoautótrofos, ya que son capaces de producir su propio alimento a partir de fuentes inorgánicas de energía, como la luz solar, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo o del agua.

En el caso de los ecosistemas marinos los que cumplen estas funciones son el plancton y las algas que generalmente llamamos fitoplancton, estos llevan adelante el proceso de fotosíntesis por la luz del sol y producen compuestos orgánicos y oxígeno (Arango, 2020).

1.7.2 Consumidores primarios

Aquí se encuentran todos aquellos animales que se alimentan de la vida vegetal del océano, conocidos como herbívoros y están compuestos de protozoos o protozoarios, crustáceos de menor tamaño, larvas de animales pequeños, hidromedusas, zooplancton y larvas de algunos peces entre otras especies, existen herbívoros de mayor tamaño como las tortugas, manatíes, peces loros, cirujanos, entre otras especies (Arango, 2020). En este grupo se incluyen también larvas de anélidos y molusco, organismos filtradores de fitoplancton, formando un conjunto de especies selectivas por este método de alimentación en el ecosistema acuático (Sábates, 2016).

1.7.3 Consumidores secundarios

Los heterótrofos como se les conoce a estos organismos que conforman este eslabón generalmente son carnívoros, es decir, son seres que se alimentan de los consumidores primarios; los peces más pequeños son consumidos por los peces

de mayor tamaño, también se encuentra dentro de su dieta los calamares, pulpos, crustáceos mayores y gaviotas (Graus, 2013).

1.7.4 Consumidores terciarios y cuaternarios

Los omnívoros, nombre con el que se refiere a estos consumidores, son heterótrofos y se alimentan de los consumidores secundarios, en este grupo se encuentran animales de mayor tamaño tales como los peces con aleta que son los tiburones, delfines y atunes; animales con plumas como los pelícanos y pingüinos y los mamíferos que son los lobos de mar, morsas y focas (Germán, 2022).

1.7.5 Descomponedores

Los descomponedores son los cuerpos de los consumidores terciarios, al no poseer grandes predadores, entran al proceso de descomposición, en este caso son las bacterias que se encargan de descomponer a los organismos muertos, durante este proceso se liberan los nutrientes que ayudan a los productores primarios, una vez que la especie haya muerto generan el plancton del primer eslabón (Ciencia Ambiental, 2020).



Figura 5. Ilustración de los distintos niveles tróficos en los ecosistemas marinos y dulceacuícolas.
Autor: S. Rhoton.

1.8 LA IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS ACERCA DEL CONTENIDO ESTOMACAL

Para comprender con claridad el papel que ejercen los peces en los ecosistemas acuáticos es necesario conocer aspectos de su biología como lo son sus hábitos alimenticios y la distribución de estos (Lagler *et al.*, 1977). La dieta de los peces es estudiada comúnmente por medio de los análisis del contenido estomacal, esta es una herramienta utilizada para describir los componentes, los niveles tróficos y las relaciones depredador-presa que pueden darse entre las diferentes especies que conforman una comunidad biológica (Gerking, 1994).

Los diferentes estudios sobre contenido estomacal de diversas especies de peces han tenido relevancia ya que son una base para crear y formular estrategias de conservación y obtener un buen manejo de un individuo que se encuentre dentro de las categorías de especies en peligro de extinción o amenazadas. También ayudan a obtener un análisis sobre las preferencias de algún tipo de alimento en específico de la especie y también se puede determinar el espectro trófico del pez en la cadena alimentaria (Bajeca, 2016).

Para realizar el análisis se utilizan líneas metodológicas definidas, las cuales se eligen en función de las características distintivas de la dieta de las especies en estudio (Torres-Rojas, 2011; Ramírez-Herrejón *et al.*, 2013). Esto se debe a que los peces conforman un grupo muy diverso y ocupan una gran amplitud de funciones en los sistemas que habitan, desde los consumidores primarios hasta los carnívoros, siendo esta la razón por lo que se habla de estudios a nivel de contenido estomacal, las mismas se deben adaptar a las características propias de los objetos (peces) y al tipo de sistema acuático en el que se presenta (Canto-Maza y Vega-Cendejas, 2007; Ramírez-Herrejón *et al.*, 2013).

Las fases cualitativas y cuantitativas son fundamentales en cualquier análisis de contenido estomacal en peces (Mar, Hernández, & Medina, 2014). El análisis cualitativo consiste en la identificación de los taxones que componen el contenido estomacal de la especie en estudio previo a su preparación para ser revisadas al microscopio, estereoscopio o lupa (Hynes, 1950).

El análisis cuantitativo de los componentes del contenido estomacal se ha ajustado y elaborado con una gran cantidad de técnicas, desde el uso del porcentaje de contribución de los artículos alimenticios (Hynes, 1950), y el empleo de los índices ecológicos (Cortés, 1997). Los métodos cuantitativos revisados por Hyslop (1980) destacan el porcentaje numérico, porcentaje en peso, porcentaje de frecuencia de ocurrencia ya que han sido los más utilizados en las diferentes investigaciones de campo. Al respecto Cortés (1997) plantea el porcentaje del índice de importancia relativa como medida para hacer los estudios de este tipo comparativos entre sí.



CAPÍTULO 2

Justificación & Objetivos

2.1 JUSTIFICACIÓN

Debido a la devastadora combinación de amenazas que enfrenta las cuencas de los ríos Pacora y Juan Díaz, incluyendo la destrucción de los hábitats, la construcción de represas, la sobreexplotación de recursos hídricos y la contaminación por actividades domésticas, agrícolas e industriales, nos lleva a preguntarnos por qué los peces que se encuentran en estos ecosistemas, sobreviven a la alta contaminación que se dan allí y cómo se puede ver afectada la dieta de estos peces, los cuales se ven obligados a aprovechar los pocos recursos que le ofrecen estas áreas contaminadas (Darwal, UICN, 2021). Para responder estas interrogantes es necesario hacer análisis de contenido estomacal para así determinar la ecología trófica de estos peces y poder entender la dinámica alimentaria de los organismos y sus interacciones presa-depredador.

Los estudios acerca del contenido estomacal de diferentes especies de peces, ha sido la base para el desarrollo de estrategias de conservación y el manejo de especies, para catalogarlas en la normativa como especie amenazada, o en peligro de extinción. Asimismo, ayudan a conocer o determinar el espectro trófico de la especie en la cadena alimentaria y a analizar si las especies presentan preferencias hacia algún tipo de alimento en particular. Este trabajo tiene la finalidad de analizar los hábitos alimenticios de estas dos especies de peces para proporcionar la información necesaria y dar a conocer en parte el comportamiento de las pesquerías ribereñas y los factores que alteran o mantiene el ambiente para estas especies.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo General

Estudiar la ecología trófica mediante análisis de la talla y el contenido estomacal de *Eleotris picta* y *Gobiomurus maculatus* en las cuencas de los ríos Pacora y Juan Díaz, Panamá.

2.2.2 Objetivos específicos

- Reconocer los diferentes hábitos alimenticios entre el *Eleotris picta* y *Gobiomurus maculatus*.
- Determinar las tallas y la relación talla-peso para las diferentes especies de peces en estudio.
- Analizar el contenido estomacal en las especies de peces en estudio, seleccionadas en los muestreos.



CAPÍTULO 3

Metodología

3. Metodología

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Panamá, provincia de Panamá, específicamente en los ríos de las siguientes cuencas:

3.1.1 CUENCA DEL RÍO PACORA (146)

Esta cuenca se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá entre las coordenadas 8°00' y 8°20' de latitud norte y 79° 30' de longitud oeste. Las principales poblaciones que se encuentran ubicadas en las zonas próximas a la cuenca son: Pacora, Las Garzas, Altos de Pacora, Los Lotes y Altos del Tatara (ANAM, 2008). (Ver figura 6)

Esta cuenca cuenta con un área de drenaje total de 388 Km² hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 48 Km. La elevación media de la cuenca es de 230 msnm, siendo el punto más alto Cerro Jefe, ubicado al oeste de la cuenca, con una elevación máxima de 1,007 msnm. Su topografía es variada. En la parte baja existen pendientes suaves que no superan el 8%. En la parte alta, por el contrario, podemos encontrar pendientes de hasta 75%. En la parte media, las pendientes pueden llegar hasta 35% (García y Valdés, 2009). Afluentes por la margen derecha son las quebradas El Cafetal, Zumbadora, El Guabo, Carriacito y Mandinga, al igual que los ríos Iguana e Indio. Por la izquierda, le llegan las aguas de las quebradas Proveniente, Caña Blanca y El Salado, lo mismo que las de los ríos San Miguel, Songo y Taboré. (Ver figura 7)



Fig. 6. Vista del Río Pacora. **Autor:** Yeniffer Fernández, 2021.



Fig. 7. Cuenca del río Pacora. **Autor:** PNSH, 2015

3.1.2 CUENCA DEL RÍO JUAN DÍAZ (144)

La cuenca del río Juan Díaz nace a 700 metros sobre el nivel medio del mar y recibe las aguas provenientes del área de Cerro Azul y del este de San Miguelito, desembocando en la Bahía de Panamá. Esta es la cuenca hidrográfica más grande de las que atraviesan el distrito de Panamá en la dirección Norte-Sur, ya que cuenta con un área de drenaje de 149.97 Km² (Centeno, 2020). (Fig. 8)

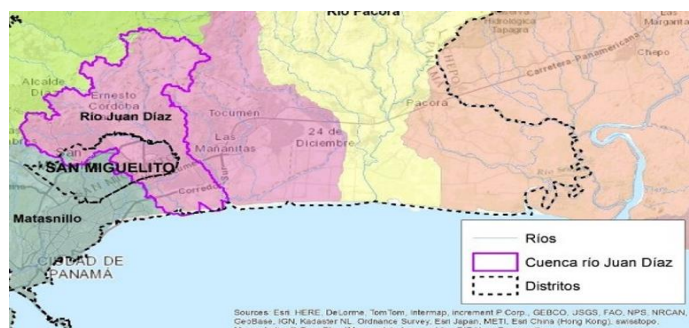


Fig. 8. Mapa de la Cuenca del Río Juan Díaz. **Fuente:** GeoBase, 2020.

La topografía de la cuenca es accidentada con una pendiente media del 12.8%, estando el relieve compuesto por colinas y cerros bajos, tales como Cerro Bartolo, Cerro Santa Cruz, Cerro El Brujo, Cerro Batea, Cerro Viento y Cerro Bandera. Sus

principales afluentes son los ríos Las Lajas, María Prieta, Naranjal, Palomo, la Quebrada Espavé y la Quebrada Malagueto (ver figura 9). Tiene numerosas cascadas en la cuenca alta, lo cual favorece el rápido escurrimiento de las aguas superficiales y los consecuentes bajos tiempos de concentración (Centeno, 2020).

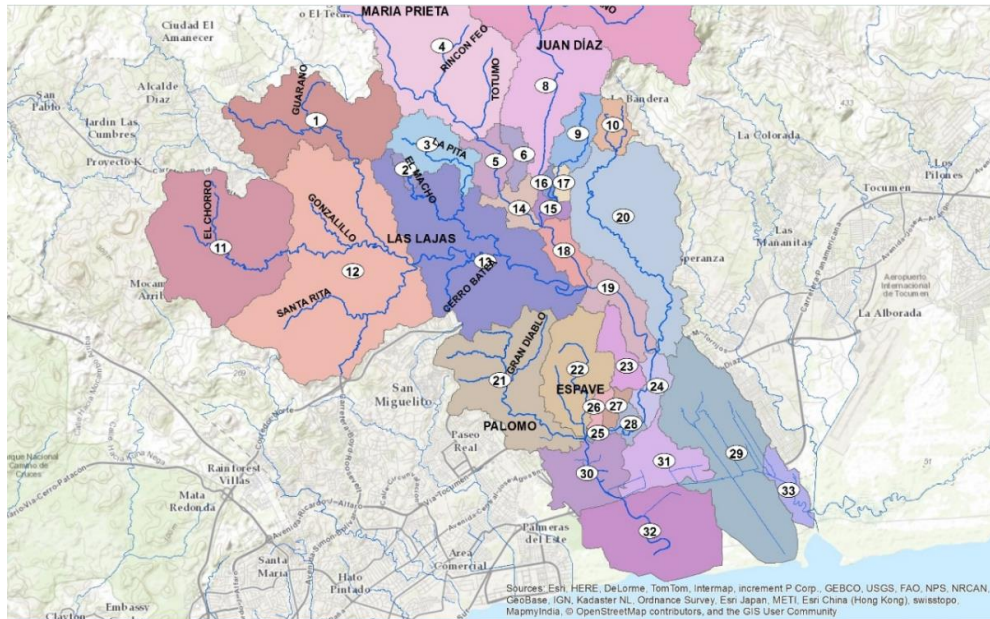


Fig. 9. Mapa de los afluentes de la cuenca 144. **Fuente:** GeoBase, 2020.

La cuenca sufre un proceso acelerado de urbanización (ver figura 10), contando en la actualidad un área urbanizada de 22% del área total de la cuenca. Este rápido proceso de urbanización causa impactos importantes sobre la hidrología de la cuenca, ya que se disminuye el área de bosque, reemplazándola por áreas impermeables de viviendas, carreteras e instalaciones industriales, lo que aumentan el coeficiente de escurrimiento superficial, disminuyendo el tiempo de concentración y, por lo tanto, aumentando los caudales pico con los consiguientes problemas de inundaciones. (Centeno, 2020).



Fig. 10. Vista del río Juan Díaz en área urbanizada. **Autor:** Yeniffer Fernández, 2021.

3.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

Se llevó a cabo durante los meses de enero hasta abril del 2021 realizando giras cada semana de lunes a sábado, recolectando las muestras desde la cuenca en la parte alta donde se observa menos comunidades y más presencia de áreas boscosas, seguido de la cuenca media y por último se recolectaron en la cuenca baja donde la presencia de residenciales y contaminación a causa de las modificaciones humanas era mayor.

Las colectas se realizaron en ambas orillas de los ríos con un área delimitada de 100 metros, los cuales fueron barridos en 1 hora reloj; estudios que han utilizado esta metodología mencionan que el objetivo del muestreo en este tiempo permite averiguar con una mayor precisión el porcentaje de la cantidad de peces de una determinada especie que habita en ese medio acuático.

3.2.1 Técnica de muestreo

Para la recolección de los peces se utilizó el método de recolecta llamado pesca eléctrica o electropesca. En esta operación participaron como mínimo tres personas, con trajes especialmente aislantes y guantes de protección.

El primero llevó la electropesca que consta de un equipo electrónico (computador y batería), y los accesorios como el ánodo formado por un anillo metálico que se sitúa al final de un bastón o vara y el cátodo (cable expuesto) que se mantiene sumergido en el agua para poder establecer el circuito de la corriente. (Ver figura 11)

Las otras dos personas sujetaron redes de cerco o redes de mano para capturar los peces adormecidos por las descargar. (Ver figura 11)

El electropesca se regula de manera que los peces solo quedan adormecidos sin ser afectados totalmente. Una vez recolectados los peces se deberá identificar, tomar fotografías, medir y pesarlos, para luego preservarlos y llevarlos al laboratorio para su posterior estudio.



Fig. 11. Aplicando técnica de muestreo en el Río Pacora - IDAAN. **Autor:** Johana Campos, 2021.

3.2.2 Talla y peso de los especímenes

Los datos de longitud total (LT), medida que va desde la punta de la boca hasta el extremo de lóbulo superior de la aleta caudal; el peso se obtuvo con una balanza portátil (fig. 12); todos estos datos fueron registrados en hojas de campo con la respectiva información. (Tabla 3 y 4).



Fig. 12. A la derecha Johana Campos pesando las muestras, a la izquierda Yeniffer Fernández tomando los apuntes en campo. **Autor:** Geraldine Barragán, 2021.

3.2.3 Preservación y etiquetado

Las muestras colectadas fueron preservadas en frascos de vidrios con alcohol al 70%, para trasladarlas al laboratorio. Todas las muestras fueron etiquetadas con un código de identificación, registrando su procedencia, fecha y nombre del colector.

3.3 METODOLOGÍA EN LABORATORIO

3.3.1 Extracción de estómagos

Los estómagos se obtuvieron realizando cortes desde la cavidad abdominal de los peces (fig. 13), donde se extrajo el órgano a analizar, cortando la base del esófago hasta la región del intestino anterior, la muestra se colocó en frascos de vidrio de tamaño mediano, rotulados con la información del número de individuo, fecha, talla del espécimen y el peso del estómago.



Fig. 13. Vista de un corte abdominal realizado para la extracción del estómago en un *Eleotris picta*. **Autor:** Yeniffer Fernández.

3.3.2 Análisis de contenido estomacal

Las muestras recolectadas fueron trasladadas al laboratorio del Museo de Biología Marina y Limnología “Dr. Luis Howell Rivero”, para realizar el debido análisis del contenido estomacal.

3.3.2.1 Grado de llenado

Se observó el grado de llenado estomacal según la escala de (Laevastu, 1971) y se clasificó de la siguiente manera: 0 (vacío); 1 (25% lleno); 2 (50% lleno); 3 (75% lleno); 4 (100% lleno), luego se procedió a realizar el debido corte con la ayuda de tijeras quirúrgicas, y se colectó el contenido del estómago. Para determinar los datos de peso (g) de las especies presa, se requirió de la ayuda de una balanza digital.

3.3.2.2 Estado de degradación del alimento

Para detallar el estado de degradación del alimento – presa dentro del contenido estomacal se utilizó la siguiente escala según lo indicado por (Galván, Niemwis, & Klimley, 1989):

- Estado 1 (fresco): individuos que presenta piel y todas las características morfológicas completas que lo hacen fácilmente identificable.
- Estado 2 (digestión intermedia): individuos sin algunas características morfológicas como piel, músculos al descubierto, sin ojos y esqueleto completo.
- Estado 3 (digestión avanzada): organismos con poco músculo que cubre al esqueleto axial.
- Estado 4 (totalmente digerido): aparición única de partes tales como picos de cefalópodos, vertebras y otolitos.

3.3.3 Identificación taxonómica del alimento – presa

Para la determinación taxonómica de las especies presas en estado 1 y 2, en el caso de los macroinvertebrados se realizó la identificación con el libro "Id-Tax. Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico" (Barcia *et al.*, 2012). Dentro de los estómagos se encontraron muestras de peces los cuales fueron identificados con la clave para la "Identificación de los peces de las aguas continentales e insulares de Costa Rica. Parte I: Familias" (Angulo *et al.*, 2021)

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los análisis de datos se utilizó el método cuantitativo con la finalidad de reconocer las especies presas de mayor importancia que compone el hábito alimenticio del pez. Para poder analizar la importancia de las especies que componen la dieta se evaluaron con el método de frecuencia de ocurrencia, composición numérica y porcentual gravimétrico, representando un aporte relativo en cada categoría alimenticia del pez, datos que se utilizó para calcular el índice de importancia relativa planteado por (Hyslop, 1980).

3.4.1 Características morfométricas

Los datos que se recolectaron en la fase de campo y laboratorio fueron registrados en Excel para una mejor organización, formando una base de datos de la información. Los datos analizados de talla y sexo del espécimen se organizaron para realizar el análisis con las fórmulas planteadas en la investigación.

3.4.2 Relaciones tróficas

1. Individuos

- *Gobiomorus Maculatus*
- *Eleotris Picta*

2. Tallas de los individuos en cm.

- Talla I (3.2 – 5.94)
- Talla II (5.94 – 8.68)
- Talla III (8.68 – 11.42)
- Talla IV (11.42 – 14.16)
- Talla V (14.16 – 16.9)
- Talla VI (16.9 – 19.64)
- Talla VII (19.64 – 22.38)

Las tallas se obtuvieron agrupándolos en siete rangos de tallas (I – VII), en intervalos de 7 y de amplitud a 2.74cm mediante la regla establecida por Sturges (Mora, B. 2019) del cual se elaboró histogramas de frecuencias para conocer los intervalos

Estructura de tallas

Los especímenes analizados presentaron una talla mínima de 3.2 cm y una máxima de 22.4 cm de longitud. Los individuos se agruparon en siete rangos de tallas (I – VII) con 2.74 cm de amplitud según la regla de Sturges: talla I (3.2 – 5.94), talla II (5.94 – 8.68), talla III (8.68 – 11.42), talla IV (11.42 – 14.16), talla V (14.16 – 16.9), talla VI (16.9 – 19.64), talla VII (19.64 – 22.38).

3.4.3 Análisis tróficos

Para los análisis tróficos, los estómagos de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* fueron revisados para conocer el grado de llenado según la escala de Laevastu (1971), clasificando en cinco categorías de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. Escala para determinar el porcentaje de llenado de los estómagos de *E. picta* y *G. maculatus*.

Estado	% llenado
Vacío	0
1	25
2	50
3	75
4	100

3.4.3.1 Composición numérica (N%)

Permite calcular el número de cada presa consumida y el número total de todas las presas halladas en los estómagos según (Hyslop, 1980)

$$N\% = \frac{n}{NT} * 100$$

Donde:

n= número total de cada presa identificada.

NT= número total de presas consumida.

3.4.3.2 Porcentual Gravimétrico (G%)

Radica en separar cada uno de los componentes de la dieta, para tener el peso de cada presa consumida para finalmente obtener el peso total de individuos encontrados en los estómagos según (Hyslop, 1980).

$$G\% = \frac{P}{PT} * 100$$

Donde:

p= peso en gramos de un determinado alimento

PT= peso total de todas las presas de los estómagos analizados.

3.4.3.3 Frecuencia de ocurrencia (FO%)

Indica la frecuencia de la aparición de un tipo de presa determinado, con respecto al total de los estómagos con alimento analizado, en porcentaje, según lo planteado por (Hyslop, 1980).

$$FO\% = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

n= número de estómagos que contiene un determinado tipo de presa.

N= número total de estómagos con alimento.

3.4.3.4 Índice de importancia relativa (IIR)

Esta fórmula permite deducir la importancia del tipo de presas encontradas en el contenido estomacal en la dieta de la especie en estudio y de esta forma decretar las especies consumidas que son importantes e incidentales, según lo que indica (Hyslop, 1980).

$$IIR = (\%N + \%G) * \%FO$$

Donde:

%IIR= Índice de importancia relativa.

%FO= Frecuencia de ocurrencia.

%N= porcentual numérico.

%G= porcentual gravimétrico.

Se utilizó la escala evaluativa de Yáñez (1975) para mostrar la interpretación de IIR y así poder determinar las especies consumidas de mayor importancia que conforman la dieta de especies estudiada (Tabla 2).

Tabla 2. Escala utilizada en el índice de importancia relativa (%IIR) (Yáñez, 1975)

VALOR IIR	TIPO DE ALIMENTO
41-100%	Primario
11-40%	Secundario
0-10%	Incidental

Fuente: (Bajeca Serrano, 2016)



CAPÍTULO 4

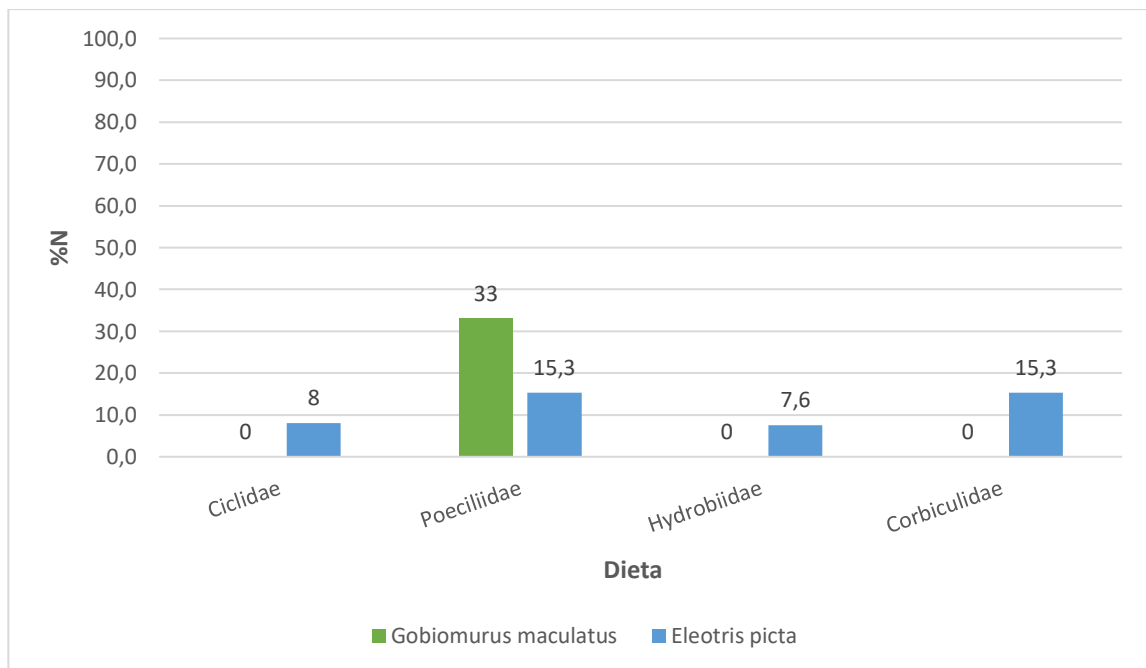
Resultados

4.1 Índices tróficos

4.1.1 Composición Numérica (N%)

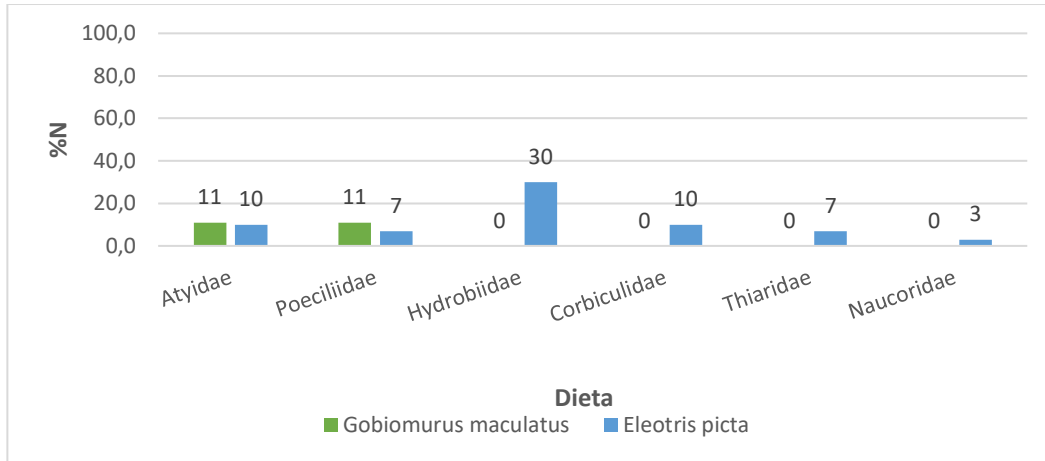
Mediante el porcentaje numérico se analizó en la cuenca del río Juan Díaz un total de 17 presas consumidas, en 14 estómagos analizados, de los cuales 11 estómagos pertenecen a *Eleotris picta* y 3 a *Gobiomorus maculatus*. (Gráfica 1).

En la siguiente gráfica se representa la cantidad total de cada presa identificada entre el número total de presas consumidas.



Gráfica 1. Porcentaje numérico general de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Juan Díaz.

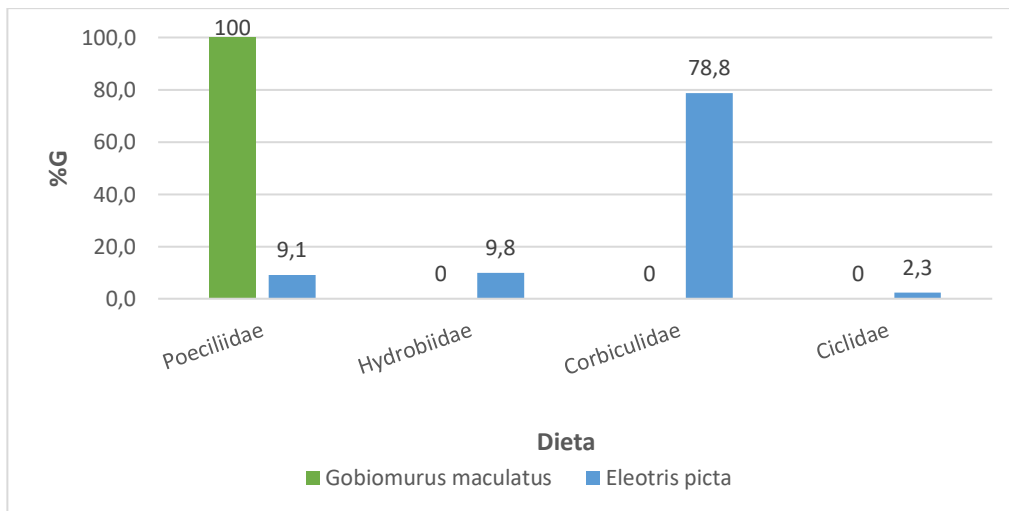
La cuenca del río Pacora también fue analizada bajo los parámetros del porcentaje numérico donde se analizó un total de 46 estómagos de los cuales 17 pertenecen a *Gobiomorus maculatus* y 29 a *Eleotris picta*. (Gráfica 2).



Gráfica 2. Porcentaje numérico general de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Pacora.

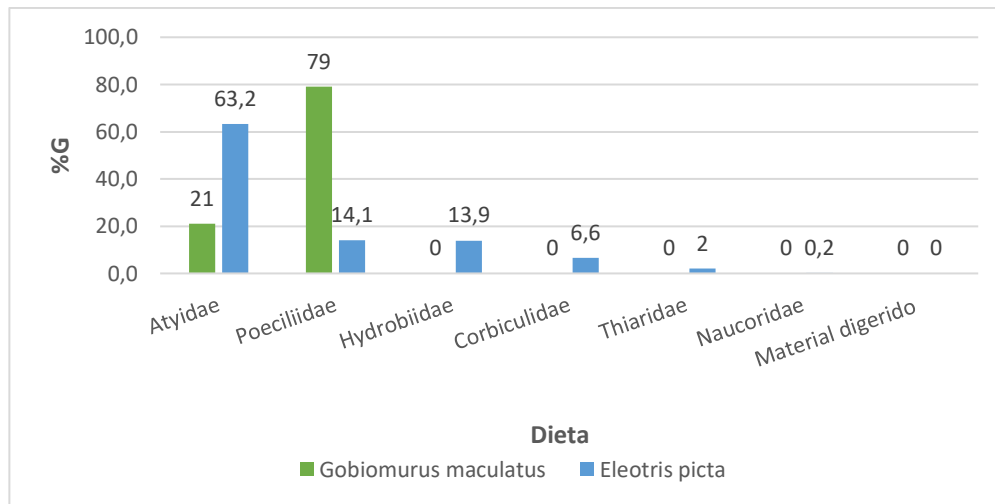
4.1.2 Porcentaje Gravimétrico (%G)

Este análisis nos ayuda a obtener el peso total de individuos encontrados en los estómagos de las especies de peces en estudio. Para este primer caso se calculó el total en peso de cada presa consumida entre el total de los estómagos analizados para cada especie en estudio, es decir, *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*, capturados específicamente en la cuenca del río Juan Díaz. (Gráfica 3).



Gráfica 3. Porcentaje gravimétrico general de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Juan Díaz.

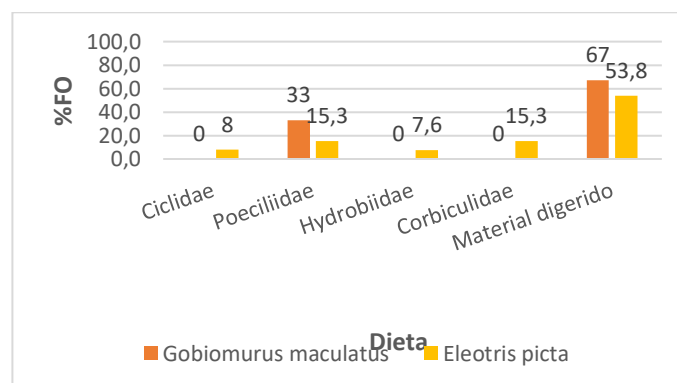
El porcentaje gravimétrico se realizó bajo los mismos parámetros antes mencionados para el *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*, pero en esta grafica se analizaron los datos obtenidos en el rio Pacora. (grafica 4).



Gráfica 4. Porcentaje gravimétrico general de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Pacora.

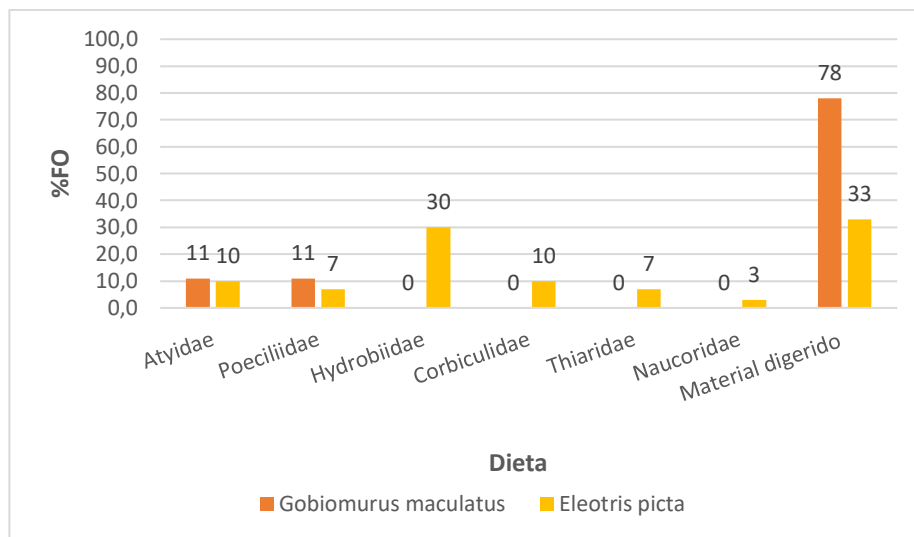
4.1.3 Frecuencia de ocurrencia (FO%)

La frecuencia de ocurrencia se utilizó para medir en porcentaje la cantidad de veces que apareció un determinado tipo de presa en los estómagos con alimentos analizados. En este caso se utilizó el número de estómagos que contienen un determinado tipo de presa entre el número total de estómagos con alimentos para los peces *E. picta* y *G. maculatus* en el río Juan Díaz, específicamente. (gráfica 5).



Gráfica 5. Porcentaje Frecuencia de ocurrencia de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Juan Díaz.

Para la cuenca del río Pacora también se analizaron los datos de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* con la finalidad de obtener la frecuencia de ocurrencia de ambos con respecto a sus presas. (gráfica 6).

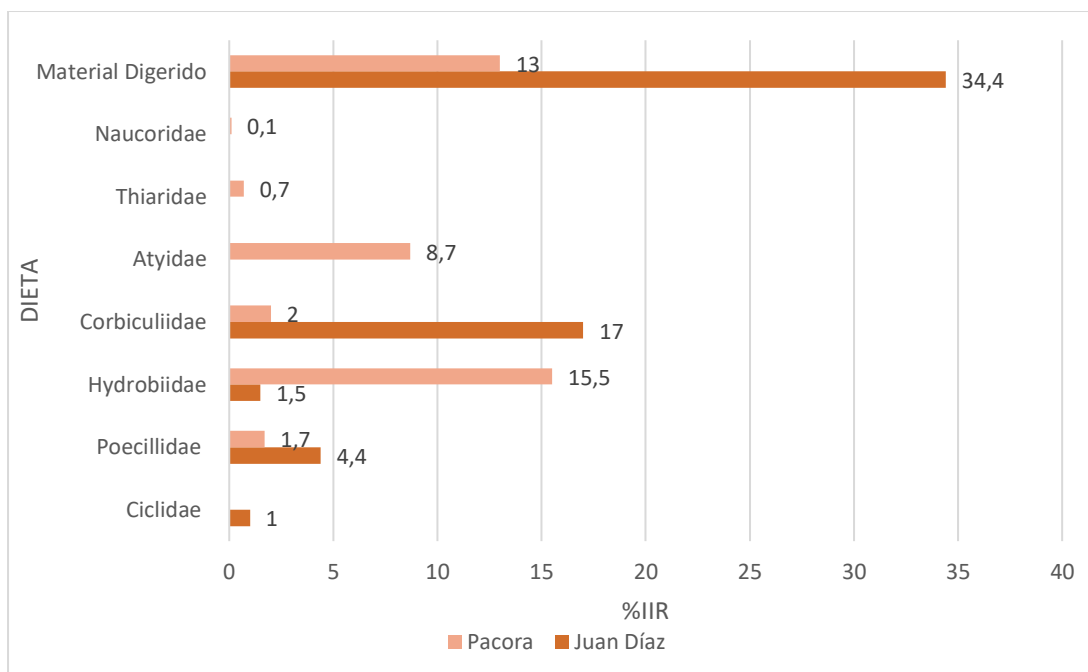


Gráfica 6. Porcentaje Frecuencia de ocurrencia de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* en la cuenca del río Pacora.

4.1.4 Índice de importancia relativa (IIR)

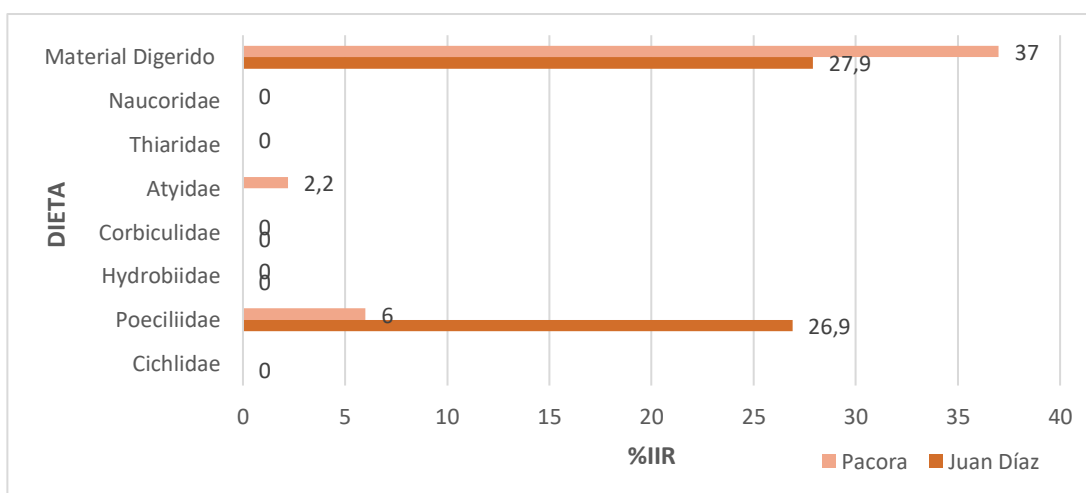
Este índice se realizó para deducir la importancia de tipo de presas encontradas en el contenido estomacal de las especies en estudio y de esta manera decretar las especies consumidas que son importantes e incidentales.

Para esta primera gráfica se analizaron los datos de las presas consumidas por *E. picta* para ambos ríos (gráfica 7).



Gráfica 7. Porcentaje del Índice de importancia relativa general de especies-presas en la dieta de *Eleotris picta* muestreados en la cuenca del río Pacora y Juan Díaz.

Para esta primera gráfica se analizaron los datos de las presas consumidas por *G. maculatus* para ambos ríos (gráfica 8).

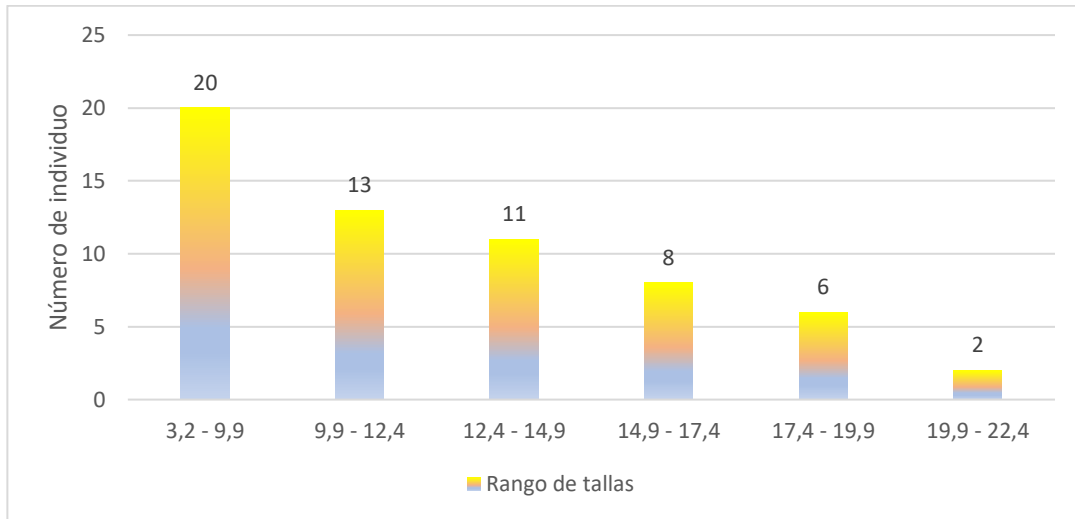


Gráfica 8. Porcentaje del índice de importancia relativa general de especies-presas en la dieta de *Gobiomorus maculatus* muestreados en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora.

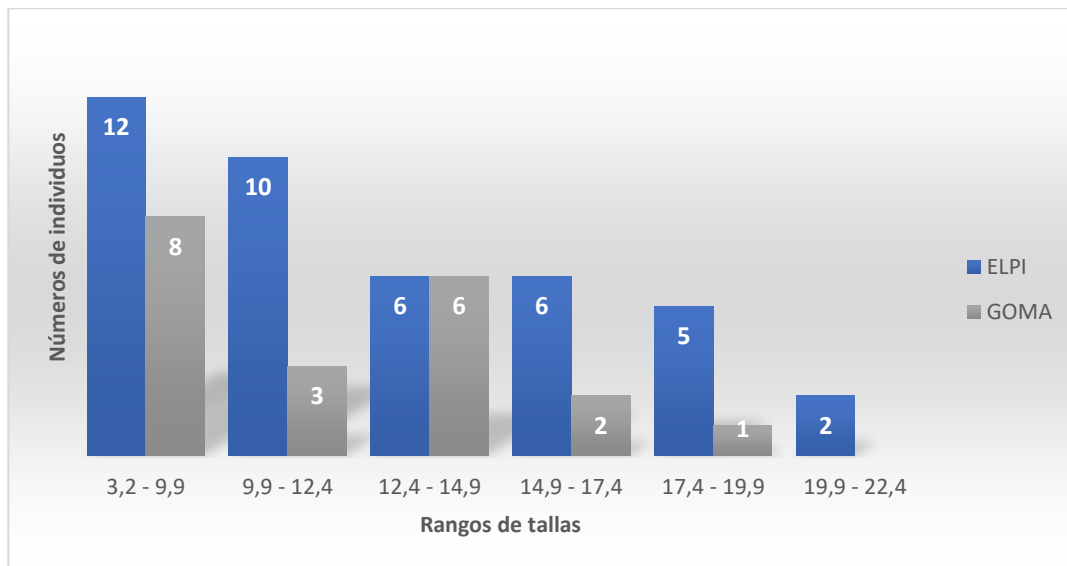
4.2 Estructura de tallas

Los especímenes analizados presentaron una talla mínima de 3.2 cm y una máxima de 22.4 cm de longitud. Los individuos se agruparon en siete rangos de tallas (I – VII) con 2.74 cm de amplitud según la regla de Sturges: talla I (3.2 – 5.94), talla II

(5.94 – 8.68), talla III (8.68 – 11.42), talla IV (11.42 – 14.16), talla V (14.16 – 16.9), talla VI (16.9 – 19.64), talla VII (19.64 – 22.38).



Gráfica 9. Número de estómagos de *E. picta* y *G. maculatus* expresado en porcentaje conforme a los rangos de tallas muestreados en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora.

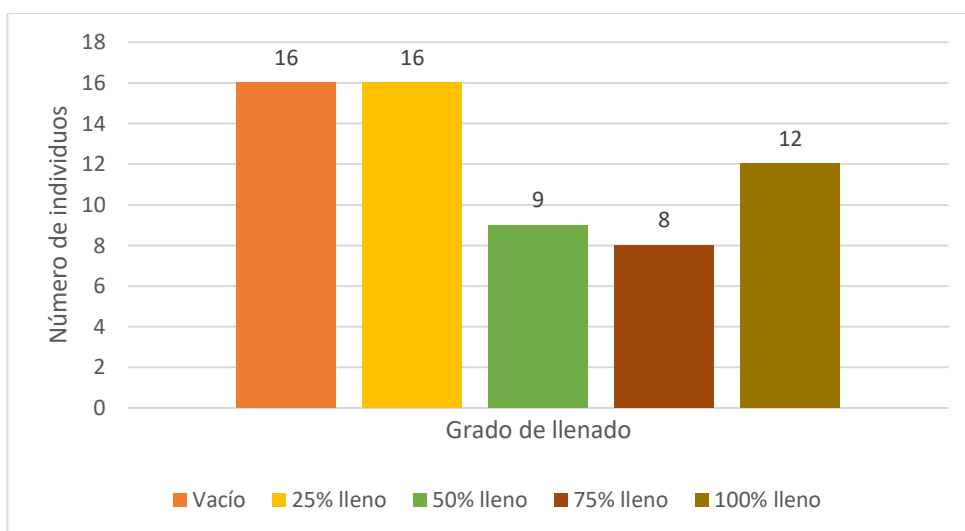


Gráfica 10. Distribución de frecuencias de tallas por especie *Gobiomorus maculatus* y *Eleotris picta* durante el periodo de estudio.

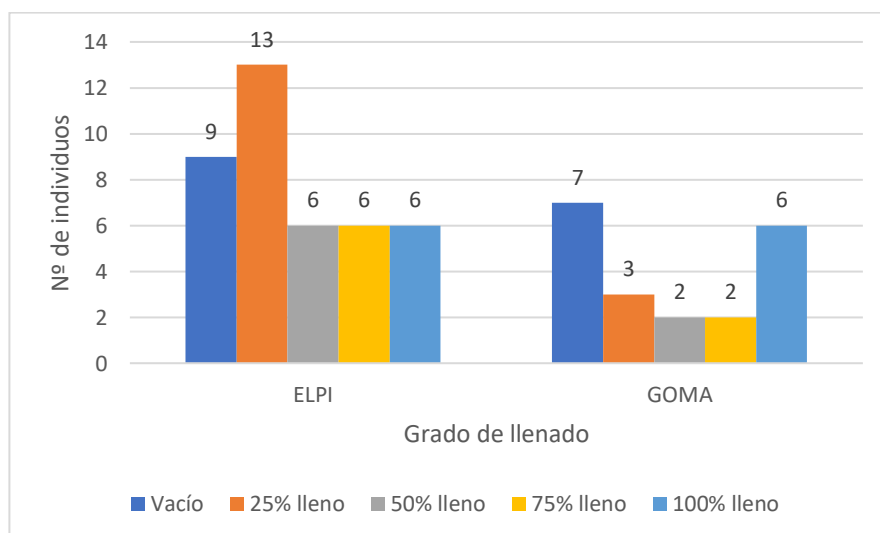
4.3 Contenido estomacal

4.3.1 Grado de llenado

Las siguientes gráficas se hicieron con la finalidad de conocer en porcentajes la relación del número de individuos con el porcentaje de llenado



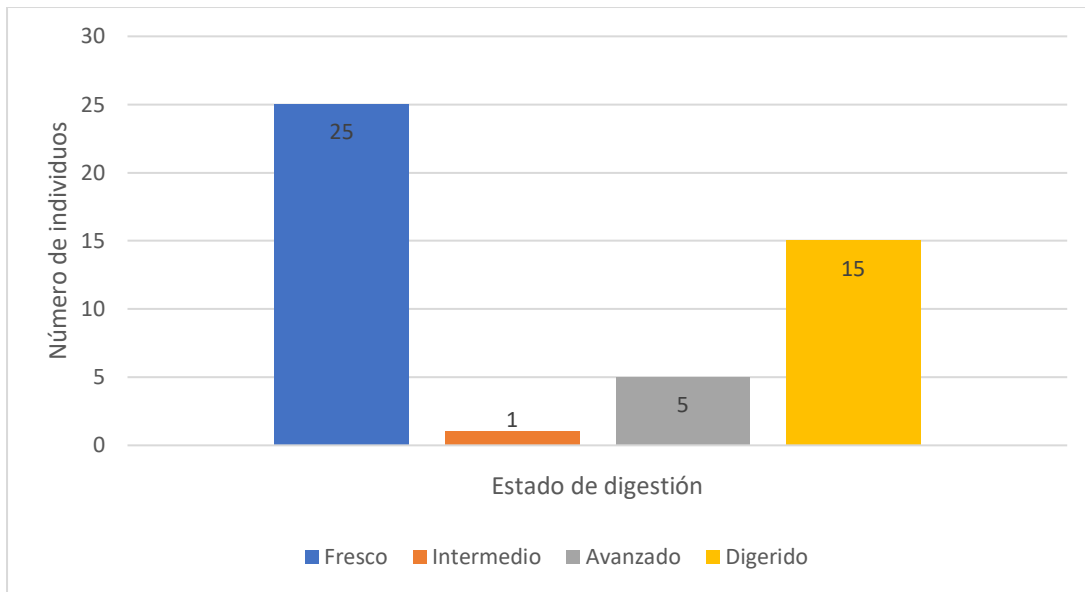
Gráfica 11. Número de individuos del grado de llenura de los estómagos de *E. picta* y *G. maculatus*.



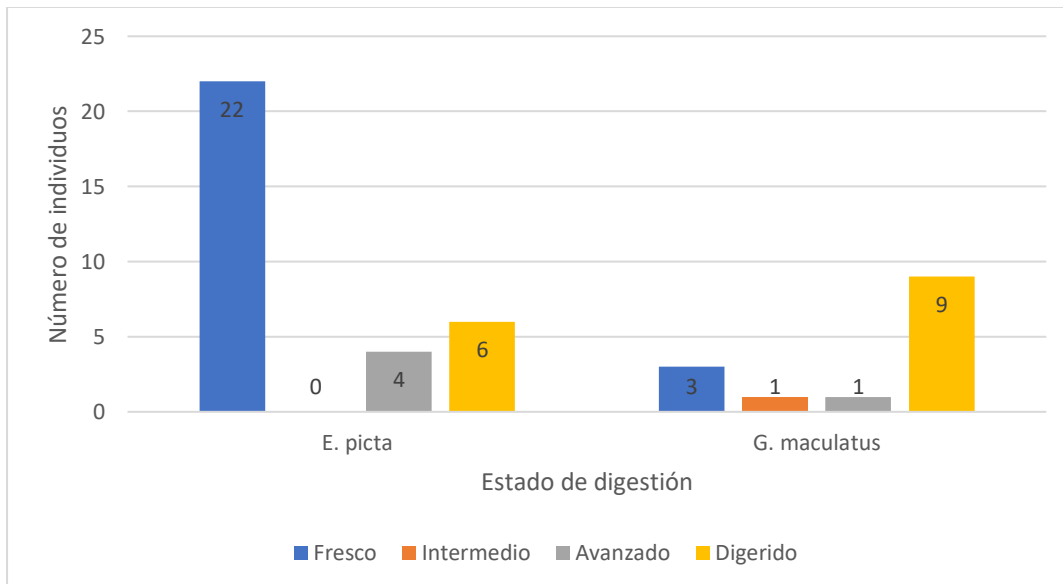
Gráfica 12. Número de estómagos con contenido estomacal expresados en conforme a los muestreos durante el periodo de estudio en la cuenca del río Juan Díaz y la cuenca del río Pacora.

4.3.2 Grado de digestión

Las siguientes gráficas se hicieron con la finalidad de conocer la relación del número de individuos con el estado de digestión de ambas especies en estudios.



Gráfica 13. Número de individuos de acuerdo con el estado de digestión de las especies presas consumidas por *E. picta* y *G. maculatus* en la cuenca de río Juan Díaz y Pacora.



Gráfica 14. Número de individuos de acuerdo con el estado de digestión de las especies presas consumidas por *E. picta* y *G. maculatus* en la cuenca del río Juan Díaz y Pacora.



CAPÍTULO 5

Discusión

5.1 ÍNDICES TRÓFICOS

5.1.1 Composición Numérica (N%)

Según los resultados de la Gráfica 1, se observó que en las muestras de *Eleotris picta* del río Juan Díaz, las familias Corbiculidae y Poeciliidae destacaron por su importancia con un porcentaje del 13.5% cada una, mientras que Hydrobiidae mostró la menor ocurrencia con un 7.6%. En contraste, para *Gobiomorus maculatus*, Poeciliidae fue la familia predominante, representando el 33% de las muestras identificadas ya que el 67% restante del total del contenido estomacal era material digerido. No se detectaron muestras identificables de otras familias en *Gobiomorus maculatus*. Es importante resaltar que estos datos reflejan la distribución específica de las familias identificadas dentro de los estómagos de los peces estudiados en el río Juan Díaz.

En la Gráfica 2 se presentan los resultados obtenidos para el río Pacora, donde se observa que para *Eleotris picta*, la familia con mayor importancia fue Hydrobiidae con un 30%, mientras que Naucoriidae mostró la menor importancia con un 3%. En cuanto a *Gobiomorus maculatus*, se observó una distribución peculiar, ya que esta especie presentó muestras identificables únicamente de dos familias: Atyidae y Poeciliidae, ambas representadas con un 11%, lo que indica una igualdad en su importancia según el porcentaje numérico. Estos hallazgos destacan las diferencias en la composición de las comunidades de peces entre las dos especies analizadas en el río Pacora.

Estos datos resaltan diferencias significativas en la composición de las comunidades de peces según la especie analizada en el mismo hábitat. Esto puede indicar preferencias alimentarias, nichos ecológicos distintos, o diferencias en la disponibilidad de recursos entre *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* en este entorno específico. Un ejemplo claro es la alta presencia de Hydrobiidae en el *Eleotris picta* capturado en el río Pacora que podría indicar una adaptación particular a ciertos tipos de sustratos o condiciones de agua que favorecen a esta familia. La presencia limitada de familias identificadas en *Gobiomorus maculatus* (solo dos familias) en comparación con *Eleotris picta* (con más variedad de familias) también podría sugerir diferencias en la diversidad y la estructura de las comunidades de peces entre especies estudiadas. En resumen, estos datos

proporcionan una visión detallada de la composición de las comunidades de peces en el río Juan Díaz y Pacora, destacando diferencias notables entre dos especies en términos de la diversidad y la abundancia relativa de las familias de peces que las componen.

5.1.2 Porcentaje Gravimétrico (%G)

El método gravimétrico determinó el total del contenido estomacal que pesó 1.32g para el caso de los *E. picta*, esto dando como resultado que la especie con mayor relevancia en la alimentación de estos peces dentro del Río Juan Díaz sea la familia Corbiculidae con un 78,8% y la de menor relevancia fue Ciclidae con el 2.3%. Para los *G. maculatus* dentro de la cuenca del río Juan Díaz el peso total de los estómagos fue de 0.03g y solo se encontraron presas de la familia Poeciliidae por lo que esta fue la de mayor relevancia en el caso de estos peces, obteniendo un porcentaje del 100%. (Gráfica 3).

La cuenca del río Pacora también fue analizada bajo los parámetros del porcentaje gravimétrico donde se determinó el total del contenido estomacal que pesó 9.33g, dando como resultado que la familia más relevante fue Atyidae con un 63.2% y la de menor relevancia fue Naucoriidae con un 0.2% para el caso del *E. picta*, para el caso del *G. maculatus* el peso total de los estómagos fue 1.4g, obteniendo como resultado que la familia con mayor relevancia fue Poeciliidae con un 79%, para estas especie solo se pudieron identificar muestras para esta familia. (Gráfica 4).

Los datos revelan diferencias marcadas, mientras que *Eleotris picta* consume predominantemente Corbiculidae en el río Juan Díaz y Atyidae en Pacora, *Gobiomorus maculatus* se alimenta exclusivamente de Poeciliidae en ambos ríos. En base a los datos obtenidos para *E. picta* estos cambios notorios pueden estar relacionados con la disponibilidad y la accesibilidad de esta presa en el entorno. Por otro lado, la especialización de *G. maculatus* en Poeciliidae sugiere una adaptación específica a las características biológicas y comportamentales de esta familia de presas.

5.1.3 Frecuencia de ocurrencia (FO%)

En la gráfica 5 se analizaron los datos para obtener el porcentaje de ocurrencia, en donde se obtuvo como resultado que para los *E. picta* las familias con mayor importancia fueron Corbiculidae y Poeciliidae con el 13,5% cada una y la familia con menor ocurrencia fue Hydrobiidae con un 7,6 %. Con los *G. maculatus* sucedió algo distinto, pues solo se obtuvieron muestras identificables de la familia Poeciliidae por lo que con un 33% representan la familia con mayor relevancia para esta especie en estudio.

El porcentaje de ocurrencia en la cuenca del río Pacora dio como resultado que la familia con mayor importancia fue Hydrobiidae con un 30% y la de menor importancia fue Naucoriidae con el 3%, esto con respecto a los *Eleotris picta*. Para el caso de los *Gobiomorus maculatus* esta especie solo presentó muestras identificables de dos familias que son la Atyidae y la Poeciliidae ambas representadas con el 11% y siendo la de mayor importancia en estos peces. (Gráfica 6).

Los diferentes porcentajes de ocurrencia de familias presas pueden reflejar la disponibilidad local de alimentos y las adaptaciones de las especies a las condiciones ambientales específicas, como la calidad del agua y la estructura del hábitat.

5.1.4 Índice de importancia relativa (IIR)

Aplicando el índice de importancia relativa para el *E. picta*, en el caso de Pacora la especie presa de mayor importancia fue Hydrobiidae con el 15,5% considerándolo como presa secundaria según lo que indica la tabla 2, mientras que las presas con menor importancia según el IIR% fueron Naucoriidae con el 0,1%; Thiaridae con 0,7%; Poeciliidae 4,4% y Atyidae 8,7% siendo estas consideradas como presas incidentales según lo que indica la tabla 2 (Gráfica 7).

Para el río Juan Díaz siguiendo los datos analizados del *E. picta* se obtuvo que la presa de mayor importancia fue Corbiculidae con 17% considerándose como presa secundaria según lo que indica la escala utilizada en el índice de importancia relativa (tabla2), mientras que las presas con menor importancias fueron

Poeciliidae 4,4%; Hydrobiidae 1,5%; Ciclidae 1% siendo estas consideradas como presas incidentales según lo que indica la tabla 2 (Gráfica 7).

En la gráfica 8 para la cuenca del río Pacora vemos que en el caso de la *sp. G. maculatus* todas las familias presas encontradas dentro del estómago de esto se encuentran por debajo del 11% dando indicar que todas las especies presas son incidentales según la tabla 2. De acuerdo a lo anterior los porcentajes de cada familia presa quedaron de la siguiente manera: Poeciliidae con 6% y Atyidae 2,2%. Cabe mencionar que el porcentaje más alto dentro de los *G. maculatus* se dio en el material digerido con 37%.

En la cuenca del río Juan Díaz para la *sp. G. maculatus* la mayor importancia del índice relativo lo encontramos en la familia Poeciliidae con 26,9% representando en este caso presas de consumo secundarias, el resto del contenido estomacal para este caso se encontraba en forma de material digerido representando el 73,1%. (Gráfica 8).

Estos índices en conjunto han explorado y comparado la variabilidad dietética de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* en dos cuencas fluviales distintas: Río Pacora y Juan Díaz. A través del uso del índice de Importancia Relativa (IIR%), se han identificado patrones significativos que destacan las diferencias en las preferencias alimenticias de estas especies según el hábitat específico.

En el río Pacora, *Eleotris picta* muestra una marcada preferencia por Hydrobiidae, con un IIR% del 15.5%, indicando que esta familia de presas es de alta importancia y contribuyen significativamente a la dieta de la especie en este hábitat. En constrate, para *Gobiomorus maculatus* en este río muestra una dieta caracterizada por la presencia de presas incidentales, con Poeciliidae siendo la familia más relevante con un 6%. Esto sugiere una dependencia moderada de recursos alimenticios disponibles de manera ocasional en este entorno fluvial. En el caso del río Juan Díaz, Corbiculiidae emerge como la presa más importante con un 17% para el *Eleotris picta* y en el caso de *Gobiomorus maculatus* Poeciliidae emerge como la fuente principal de alimentación con un 26,9%.

Al analizar estos comportamientos alimenticios vemos que el *Eleotris picta* posee una adaptación selectiva a la disponibilidad de presas locales, reflejando posiblemente variaciones en la estructura del hábitat y la calidad del agua entre

ambas cuencas. Esta flexibilidad dietética podría ser una estrategia adaptativa para optimizar la ingesta de alimentos según las fluctuaciones estacionales o condiciones ambientales variables en cada cuenca. Por otro lado, el *Gobiomorus maculatus* mostró en ambos ríos una preferencia por especies de la familia Poeciliidae. Basados en algunos estudios sobre la dieta de los *G. maculatus* se puede decir que la tendencia a consumir estos peces (Poeciliidae) puede ser por la abundancia de los mismos en estas regiones acuáticas, su tamaño y dependiendo de la cuenca y el ecosistema en particular, pueden estar bien adaptados a las condiciones ambientales locales, lo que facilitaría su captura y consumo por parte de estos peces depredadores. Lo que sugerimos es que esta preferencia puede darse por el resultado de una combinación de factores biológicos, ecológicos y adaptativos que optimizan su eficiencia alimentaria y su adaptación al ambiente acuático donde se desenvuelve.

5.2 Estructura de tallas

El mayor número de individuo se encontraron en los intervalos de 3,2 - 9,9 cm representando el 33.3%, los rangos que obtuvieron el menor número de individuos fueron 19,9 - 22,4 cm que equivale al 3.3% de organismos muestreados, esto para el caso de ambas especies en estudio (*E. picta* y *G. maculatus*) (Gráfica 9).

En la gráfica 10 para el caso de *Eleotris picta* se presentó una mayor frecuencia en talla I con 12 individuos y la talla con menor rango fue VI con 2 especímenes. En el caso de los *Gobiomorus maculatus* la mayor frecuencia se presentó en el rango de talla I con 8 y el de menor talla fue V con 1 ejemplar, cabe mencionar que en el rango de talla VI no se mostraron individuos.

Con los resultados obtenidos en la gráfica 9, vemos que la alta frecuencia de individuos en el intervalo de 3,2 – 9,9 cm sugiere que tanto *Eleotris picta* como *Gobiomorus maculatus* tienen una proporción significativa de individuos jóvenes o juveniles en la población muestreada. La baja frecuencia en el intervalo de 19,9 – 22,4 cm indica una menor representación de individuos adultos o de mayor tamaño en la muestra.

La gráfica 10 muestra que tanto *Eleotris picta* como para *Gobiomorus maculatus*, la distribución de tallas muestra una preponderancia de individuos en las tallas más pequeñas (talla I), lo cual podría indicar una alta proporción de juveniles en la población. La ausencia de individuos en la talla VI para *Gobiomorus maculatus* puede sugerir que esta especie puede tener una limitación en su crecimiento máximo dentro del ambiente o condiciones específicas del estudio.

La alta frecuencia de individuos juveniles en las tallas más pequeñas (talla I) puede indicar un reciente reclutamiento de jóvenes en la población, posiblemente influenciado por eventos reproductivos recientes o condiciones favorables para la reproducción y supervivencia juvenil. Algunos estudios y observaciones sugieren que la reproducción de *Eleotris picta* puede ocurrir principalmente en los meses más cálidos del año cuando las condiciones ambientales son más favorables para la eclosión de los huevos y la supervivencia de las crías, esto apoya nuestros resultados ya que las colectas de estos peces se hicieron en temporada seca.

5.3 Contenido estomacal

5.3.1 Grado de llenado

De los 60 estómagos analizados se obtuvo que 44 estómagos tenían por lo menos una especie presa, representando el 73.3%, mientras que 16 estómagos estaban vacíos, lo que constituye el 26.7%. (Gráfica 11).

Al analizar el número de estómagos por separados de ambas especies en estudios nos dio como resultado que en el caso de *E. picta* el grado de llenado que destacó fue el 25% con un total de 13 individuos que representan el 32.5% y los grados de llenados que obtuvieron la misma cantidad de individuos fueron 50%, 75% y 100% cada uno con 6 individuos representado el 45% del total de esta especie en estudio, siendo a su vez los grados de llenados con menor representación. En cuanto al *G. maculatus* el grado de llenado con una mayor representación fue el 0 % que equivale a 7 estómagos vacíos representando el 35%; los grados de llenado de 50% y 75% tuvieron la menor representación cada uno con 2 especímenes, que representan el 20% (Gráfica 12).

En la gráfica 11 vemos que la mayoría de los individuos de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* analizados tenían al menos una presa en el estómago, lo que sugiere que ambas especies son activamente depredadoras y consumen presas con regularidad en su hábitat natural. La presencia de estómagos vacíos indica que el consumo de alimento puede variar entre individuos y puede estar influenciado por factores como la disponibilidad de presas, el éxito en la caza y el metabolismo individual.

Para *E. picta*, se observa una distribución relativamente equitativa en los grados de llenado, con una ligera inclinación hacia el 25% como el grado de llenado más común. Esto puede indicar una dieta variada y una ingesta de alimentos moderada y regular. En contraste, *G. maculatus* muestra una proporción considerable de estómagos vacíos (0% de llenado), lo que sugiere una capacidad variable para adquirir presas o una posible dependencia de eventos de alimentos menos frecuentes.

5.3.2 Grado de digestión

Se analizó el estado de digestión del *E. picta* y *G. maculatus* en conjunto, en el cual se determinó que 25 individuos representan el 54% con especies presa en estado 1 (fresco) y un espécimen que representó el 2% de especies presas con un estado 2 (intermedio) (Gráfica 13), lo que indica que previo a la captura las especies en estudio tuvieron un grado de digestión fresco por lo que no fue complicado identificar la mayor parte de las especies que se encontraron en los estómagos analizados.

De acuerdo al grado de digestión de las especies presas consumidas por *E. picta* y *G. maculatus* en ambos ríos. Se puede observar que en *Eleotris picta* 22 individuos que representan el 69% con presas en un estado de digestión fresco y 4 organismos que representan el 12% con un estado de digestión avanzado, recalcando que para esta especie en estudio no se presentó ningún organismo en estado de digestión intermedio. En *Gobiomorus maculatus* se encontró que 9 especies presas con un grado de digestión digerido que contribuyen el 64%, así mismo un organismo presente tanto en estado digestión intermedio y estado de digestión avanzado constituyendo 7% para cada uno de estos estados de digestión. Con esta gráfica se demuestran que los *Eleotris picta* tuvieron una alimentación de

estado frescos previo a su captura, mientras que los *Gobiomorus maculatus* presentaron una alimentación de estado digeridos previo a su captura. (Gráfica 14).

Para *Eleotris picta*, la alta proporción de presas en estado fresco sugiere una estrategia de alimentación activa y oportunista, donde las presas son consumidas rápidamente después de la captura. En *Gobiomorus maculatus*, la presencia predominante de presas en estado avanzado de digestión podría indicar que estos peces pueden alimentarse de presas más grandes o pueden tener períodos de digestión más prolongados antes de consumir nuevamente. La ausencia de presas en estado intermedio para *Eleotris picta* y la presencia equilibrada de diferentes estados de digestión en *Gobiomorus maculatus* resaltan las diferencias en las estrategias de alimentación y el ritmo de digestión entre estas dos especies. Algunos estudios sugieren que los peces que poseen una rápida digestión puede ser un indicador de adaptaciones metabólicas específicas que les permiten aprovechar eficientemente los recursos alimenticios disponibles.

A photograph showing two individuals in protective gear (waders, gloves, and hats) standing on a sandy riverbank. The person on the left is holding a long-handled net. The background is filled with dense green foliage. The text 'CAPÍTULO 6' is overlaid in large white letters with a black outline.

CAPÍTULO 6

Conclusiones

- El espectro trófico en general estuvo compuesto por un total de 7 componentes alimenticios, de todos estos se obtuvo por medio de los análisis estadísticos que el *Eleotris picta* muestra una preferencia por presas como Corbiculidae y Poeciliidae, consumiendo predominantemente presas frescas según el grado de digestión observado. Mientras que, *Gobiomorus maculatus*, por otro lado, se especializa en la familia Poeciliidae, con una proporción significativa de presas en estado avanzado de digestión, indicando un régimen alimenticio menos frecuente pero posiblemente con presas más grandes.
- Analizando las tallas concluimos que ambas especies presentan una distribución de tallas donde los individuos de 3,2 – 9,9 cm son los más comunes, reflejando posiblemente una edad o etapa de desarrollo predominante en los muestreos. Estos resultados pueden estar influenciados por factores como la disponibilidad de alimento o algún estadio de reproducción.
- La evaluación del contenido estomacal revela diferencias significativas en la dieta entre *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*, con una clara preferencia por ciertas familias de presas en cada especie. La presencia de presas frescas en *Eleotris picta* sugiere una estrategia de alimentación activa y oportuna, mientras que la digestión avanzada en *Gobiomorus maculatus* puede indicar períodos de ayuno intermitente o preferencia por presas mayores y menos frecuentes.
- En conclusión, los estudios detallados proporcionan una comprensión profunda de los hábitos alimenticios, tallas y contenido estomacal de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*. Estos hallazgos no solo son cruciales para la ecología de estas especies en particular, sino también para informar estrategias de manejo y conservación efectivas en los ecosistemas acuáticos donde habitan, asegurando la preservación de su biodiversidad y funcionalidad ecológica en el contexto de cambios ambientales y presiones antropogénicas. Al evaluar detenidamente las especies presas dentro de los peces en estudio se confirma que estas especies estudiadas son estrictamente carnívoras y apoyándonos de la literatura concluimos que por su dieta el *E. picta* y *G. maculatus* pertenecen al tercer eslabón dentro de la cadena alimenticia acuática (fig. 5), clasificados como consumidores secundarios que se definen como aquellos peces de menor tamaño, estrictamente carnívoros porque se alimentan de peces más pequeños.

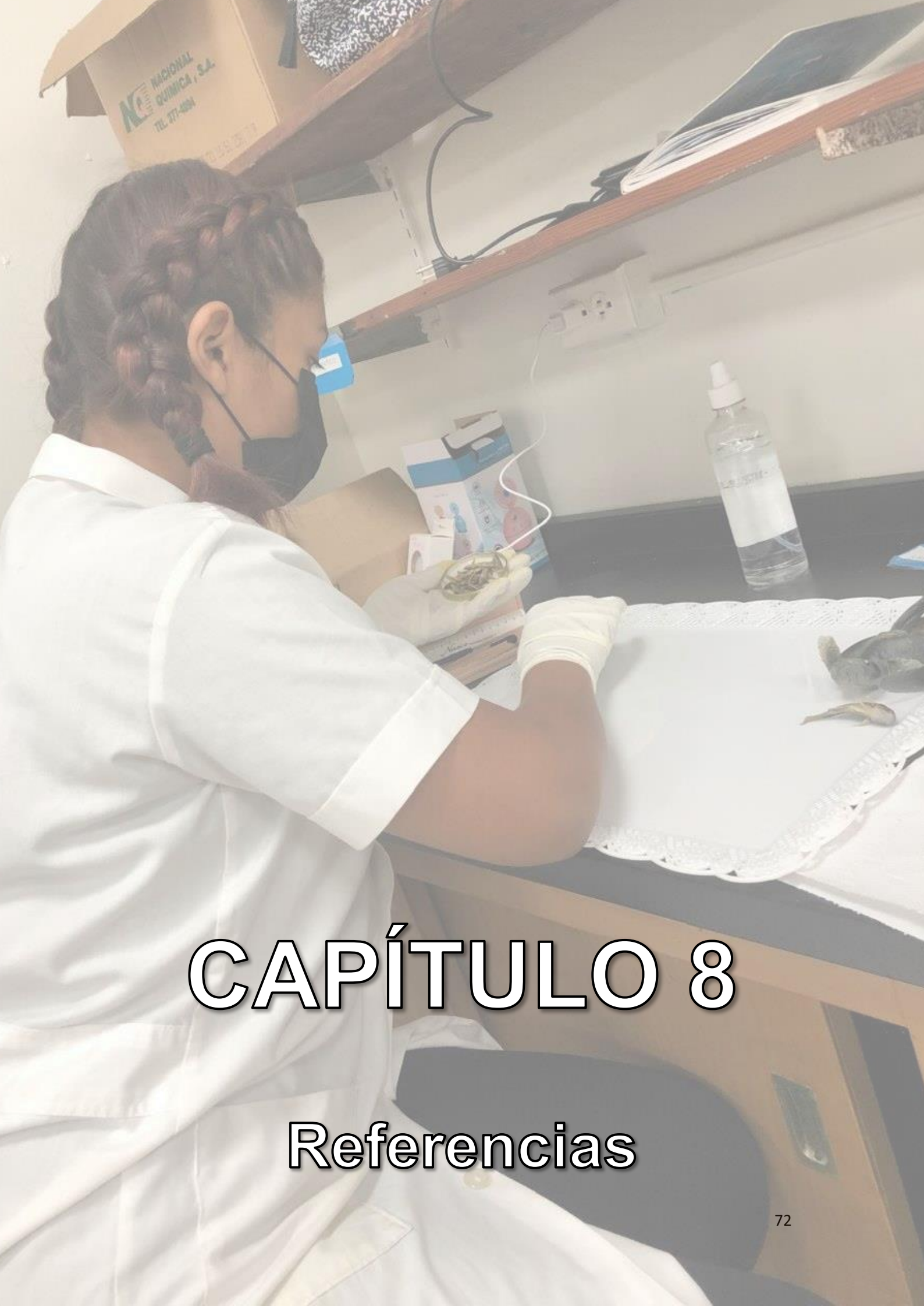
A student with dark hair tied back, wearing a white lab coat and a purple and green patterned face mask, is focused on a dissection. She is wearing yellow nitrile gloves and using a red probe to examine a specimen in a white tray. The tray contains a small fish, a ruler, and other dissection tools. In the background, a digital scale and a white bottle are visible on a dark lab bench.

CAPÍTULO 7

Recomendaciones

7. RECOMENDACIONES

- Determinar si la pesca de esta especie afecta a las poblaciones en ambientes naturales.
- Implementar programas de monitoreo continuo de las poblaciones de *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus* para evaluar cambios en la abundancia y distribución.
- Realizar estudios más detallados sobre las interacciones tróficas para comprender mejor las cadenas alimenticias de estas especies.
- Fomentar programas educativos y de concientización dirigidos a comunidades locales para la conservación de nuestros recursos hídricos.
- Implementar medidas efectivas para controlar la contaminación y mitigar las alteraciones del hábitat que podrían afectar negativamente la calidad del agua y la disponibilidad de alimento para las especies estudiadas.
- En Panamá no hay mucha información sobre el *E. picta* y el *G. maculatus*, por lo que los estudios que se lleven a cabo deberían ser publicados para contribuir a la comunidad científica que busca obtener información sobre las preferencias alimentarias de estas especies en nuestro país.
- Fomentar la colaboración entre científicos y comunidades locales para promover investigaciones multidisciplinarias que aborden aspectos clave como la biología del *Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*.



CAPÍTULO 8

Referencias

8. REFERENCIAS

- Alpírez, Quesada Oliver. 1985. Taxonomía, Biología y Ecología de la guavina (*Gobiomorus maculatus*) (Gunther, 1859) (Pises: Eleotridae) de las planicies costeras de la vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y limnología, UNAM. Mazatlán, México.
- Álvarez, J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Ser. Inv. Pesq., Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México. 166 p.
- ANAM. (2008). Formulación del plan estratégico para el manejo integrado de la cuenca del río Pacora. <https://cuencas.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2020/08/PLAN-DE-MANEJO-DEL-R%C3%8DO-PACORA.pdf>
- Angulo, A., Ramirez-Coghi, A. R., & López, M. (2021). *Claves para la identificación de los peces de las aguas continentales e insulares de Costa Rica. Parte I: Familias.* <https://www.redalyc.org/journal/5156/515668884005/html/>
- Arango, L. (5 de abril de 2020). Conciencia ambiental. Obtenido de <https://www.conambiental.com/la-cadena-trofica-marina/>.
- Arthington AH, Naiman RJ, McClain ME, Nilsson C. 2010. Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Freshwater Biology*. 55(1): 1-16.
- Bajeca, E. (2016). Análisis de la dieta de la urvina golfina *Cynoscion othonopterus* (Jordán y Gilbert, 1882) en el Alto Golfo de California. La Paz. Baja California Sur: Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C.
- BARDACH-LACER. M. P. 1990. Ictiología. México. 489 p.
- Barcia, E. B., Infante, A. P., Rodríguez, R. F., Alonso, B. R., Codorníu, A. C., Rodríguez, J. R., Troncoso, R. Á., Palmero, R. Á., & Sáinz, M. Á. V. (2012, 1 enero). ID-TAX. Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del Estado Ecológico. *Dirección General del Agua de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio*

Ambiente. Recuperado 4 de febrero de 2024, de https://www.researchgate.net/profile/Cesar_Benetti/publication/257622948
Id-

Tax Catalogo y claves de identificacion de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecologico/links/02e7e536d26999a82e000000.pdf

- Base fish base. (2002). *Eleotris picta* Kner, 1863. Fish Base. Recuperado 16 de febrero de 2024, de <https://www.fishbase.us/summary/SpeciesSummary.php?ID=3828&genusname=Eleotris&speciesname=picta&AT=Eleotris+picta>.
- Bussing, W. A. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, San José. pp. 271.
- Bussing, W.A., 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica [Freshwater fishes of Costa Rica]. 2nd Ed. San José Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 468 p. (Ref. 36880) (nombre del autor de *Eleotris picta*).
- Canto –Maza, W.G. & M.E. Vega-Cendejas. 2007. Distribución, abundancia y preferencias alimenticias del pez sapo *Opsanus phobetron* (Batrachoididae) en la laguna costera de Chelem Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.* 55: 979-988.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J. J. 1999. Ictiofauna estuarinolagunar y vicaria de México. IPN-SERIES BIOTECNOLOGIAS. 1ra. ed. Ed. LIMUSA S.A. DE C.V. México, D.F. pp. 711.
- Centeno, J. (2020, noviembre 14). Calidad del río Juan Díaz. *Mi ambiente*. <https://storymaps.arcgis.com/stories/3bff55f140de40ea9fdb48dbc6158563>
- Chapa-Carrara, X. y. (1993). Estudio del régimen y hábitos alimentarios de la anchoveta *Eugraulis mordax* Girard (pisces Engraulidae). Baja California, México: *Cien. Mar.* Vol. 22.
- *CienciaAmbiental*. (5 de abril de 2020). La cadena trófica marina. Obtenido de <https://www.conambiental.com/la-cadena-trofica-marina/>

- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 726-738.
- Darwal, W. (25 de marzo, 2021). La crisis de los peces de agua dulce. UICN. <https://www.iucn.org/es/news/america-del-sur/202103/la-crisis-de-los-peces-de-agua-dulce>.
- Díaz, J. &. (2009). *Dinámica de Ecosistemas*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación de Profesorado del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena1>
- Eleftheriou, L. &. (1997). The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology* 50: 324-340.
- El PAcCt [Europa-Latinoamericana]. (2022, 19 enero). Catálogo de especies de fauna y flora protegidas en Panamá. Mi Ambiente. Recuperado 4 de marzo de 2024, de <https://www.elpaccto.eu/wp-content/uploads/2022/02/Catalogo-de-especies-de-fauna-y-flora-protegidas-mas-trafficadas-en-Panama.pdf-LR-4.pdf>
- Eschmeyer, W. N. & Fricke, R. (Eds.). 2011. *Catalog of Fishes* electronic version. En línea: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (Revisado: Julio/2011).
- Espinosa, P. H., Gaspar, D. M. T. y Fuentes, M. P. 1993. Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. *Dep. de Zool. Inst. Biol. U.N.A.M., D. F., Méx.* pp. 101.
- Fishbase itself as Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2024. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2024).
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds.). 2011. *FishBase*. En línea: www.fishbase.org. (Revisado: enero/2024).
- Galván, F., Niemwis, H., & Klimley, A. (1989). Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *Mexico. California, USA.: California Fish and Game*. Vol. 75. pp.74-84.
- Garcia, Gloria, Valdés, Johana. (2009). Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Panamá, pp. 130.

- Gerking, S. D. (1994). Feeding ecology of fish. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA23041168>
- Germán, P. (2022). Cadena trófica marina. Obtenido de <https://www.renovablesverdes.com/cadena-trofica-marina/>.
- Graus. (2013). Qué es Cadena alimenticia acuática. Obtenido de <https://www.significados.com/cadena-alimenticia-acuatica/>.
- Günther, Albert (1859–1870). Catálogo de peces del Museo Británico, ocho volúmenes.
- Hildebrand, S. F. 1939. The Panama Canal as a passageway for fishes, with lists and remarks on the fishes and invertebrates observed. *Zoologica*. 24: 15-45.
- Hoese, D. F. 1995a. Eleotridae, Durmientes. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 2. FAO. Roma, Italia. pp. 1062-1065.
- Holmlund CM, Hammer M. 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29(2): 253-268. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00015-4a](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00015-4a).
- Holmlund CM, 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. DOI:[10.1007/s00267-004-0051-8](https://doi.org/10.1007/s00267-004-0051-8).
- Hugg, D.O. (1996). MAPFISH georeferenced mapping database. Freshwater and estuarine fishes of North America. Life Science Software. Dennis O. and Steven Hugg, 1278 Turkey Point Road, Edgewater, Maryland, USA.
- Hynes, H. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 19, 36-58.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach content analysis: a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* 171.
- Isaías Cruz, G., Ruiz [Gabriel Cruz]. (2012). “ESTUDIO ECOLÓGICO DE LA COMUNIDAD DE PECES EN LA SUBCUENCA RÍO ATOYAC-PASO DE LA

REINA, OAXACA, MÉXICO” [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <https://doi.org/10.1037/a100191>.

- Jiménez, P., Padro, Aguirre, W., Laaz, E., Moncayo, Navarrete, R., Amaya, Nugra, F., Salazar, Rebolledo, E., Monsalve, Zárate, E., Hugo, Torres, A., & Valdiviezo, J., Rivera. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador (1.a ed., Vol. 1) [Imprenta Mariscal Cía. Ltda]. Oswaldo Encalada Vásquez. <https://doi.org/10.1037/c120619>. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://inabio.biodiversidad.gov.ec/wp-content/uploads/2019/02/GUIA%20PECES%20DEL%20OCCIDENTE.pdf.
- 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 1863, v. 2: 220-230.
- Krebs, C. J. (1985). Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. México: 2ª ed. Harla. 753 pp.
- Laaz, E., V. Salazar y A. Torres. (2009). Guía Ilustrada para la identificación de peces continentales de la cuenca del Guayas. Facultad de Ciencias Naturales- Universidad de Guayaquil. 40 pp
- Laevastu, T. (1971). Manual de Métodos de Biología Pesquera. . Editorial Acribia, Zaragoza. 243p.
- Lagler, F.J. Bandach M. Miller y D. May Passino, 1977. Ictiología AGT Editor S.A, México D.F 489pp.
- Mar, V., Hernández, R., & Medina, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. Researchgate, 13-16
- Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory /Ramón Margalef.
- Margalef, R. 2015. Ecología trófica marina, LA ECOLOGÍA DESCRIBE LA NATURALEZA EN TÉRMINOS DE ENERGÍA, MATERIA Y ORGANIZACIÓN. <https://ecologiatroficamarina.wordpress.com/2015/05/25/que-es-la-ecologia-trofica>.

- Martínez, R. E. 1999. Taxonomía y zoogeografía de la ictiofauna dulceacuícola del Estado de Oaxaca, México. Tesis doctoral. Univ. Barc. Barc., Esp. pp. 507.
- Medina, M., Araya, M., & Vega, C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Investigaciones marinas*, 32(1), 33-47.
- Miller, R. R., 1986. Composition and derivation of the Fresh-water fish Fauna of Mexico, *An. Esc. nac. Cienc. biol. México, IPN.* 30: 121-153.
- Miller, R. R., Minckley, W. L. & Norris, S. M. 2005. *Freshwaters fishes of Mexico.* University of Chicago, U.S.A. pp. 490.
- Miller, R. 2009. *Peces dulceacuícolas de México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El colegio de la Frontera Sur y Consejo de los Peces del Desierto México-Estados Unidos. México, D.F.
- Mora, B. 2019. Reglas de sturges [Investigación de la asignatura estadística descriptiva, Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas]. <https://es.slideshare.net/slideshow/el-mtodo-de-sturgespdf/251565291>
- Nelson, J. S., T. C. Grande & M. V. Wilson. 2016. *Fishes of the World.* 5th Edition John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.
- Ramírez-Herrejón JP, Castañeda-Sam LS, Moncayo-Estrada R, CaraveoPatiño J, Balart EF. 2013 Trophic ecology of the exotic Lerma livebearer *Poeciliopsis infans* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in the Lago de Pátzcuaro, Central Mexico. *Revista de Biología Tropical* 61(3): 1289-1300.
- Regan, C. T. 1906-1908. Pisces. In: *Biologia Centrali Americana*, vol. 8: 201 p.
- Revelo, W. y E. Laaz. (2012). Catálogo de peces de aguas continentales provincia de Los Ríos Ecuador. Instituto Nacional de Pesca Boletín Especial 3(5):1-57.
- Romero, P. "Un diccionario etimológico de taxonomía". Madrid, inédito (2002).

- Ruiz-Campos, G. (2010). Catálogo de peces dulceacuícolas de Baja California Sur. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat, México, D. F. 169 pp.
- Sábates, R. (24 de mayo de 2016). La cadena trófica marina. Obtenido de <https://www.expertoanimal.com/la-cadena-trofica-marina-21306.html>.
- STRI [Instituto Smithsonian de Investigación Tropical]. (2009). Peces Costeros del Pacífico Oriental, Sistema de Información en línea: Reporte de Datos de Especie *Eleotris picta*. BiogeodbSTRI. Recuperado 5 de marzo de 2024, de <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/speciesreport/1975>.
- Torres-Rojas YE. 2011. Nicho trófico de pelágicos mayores capturados en la boca del Golfo de California. Tesis doctoral, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, México, 185 pp.
- Valverde-Valdés, M. T, Carabias-Lillo, M. J., Del Castillo, J. A. M., & Cano-Santana, Z. (2009). Ecología y medio ambiente en el siglo XXI. <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/handle/11154/139439?show=full>
- Van Tassell, J. 2010b. *Eleotris picta*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 16 Feb 2024.
- Van Tassell, J. 2010c. *Gobiomorus maculatus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 16 Feb 2024.
- Vásquez, W., Torres. (2004). NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE PECES. En Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces (1.a ed., Vol. 1, pp. 125-126 pp). <chromeextension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34942/27469.pdf?sequence=>
- Yáñez, A. (1975). Relaciones tróficas de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero de Guerrero y aspectos principales de la dinámica de población de los peces importancia comercial. México



CAPÍTULO 9

ANEXOS

9. Anexos

Tabla 3. Hoja de registro de los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio de *Eleotris picta*

Fecha:						Muestreo #:		
<i>Datos de la muestra de Eleotris picta</i>								
Nº muestra	Peso (Kg)	Longitud Total (cm)	Grado De Llenado	Grado De Digestión	Nº de Presas	Peso (g) Presa	Nombre común Presas Encontradas	Nombre Científico

Tabla 4. Hoja de registro de los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio de *Gobiomorus maculatus*.

Fecha:						Muestreo #:		
<i>Datos de la muestra de Gobiomorus maculatus</i>								
Nº muestra	Peso (Kg)	Longitud Total (cm)	Grado De Llenado	Grado De Digestión	Nº de Presas	Peso (g) Presa	Nombre común Presas Encontradas	Nombre Científico

Tabla 5. Etiquetas colocadas en los embaces de plástico de las especies estudiadas.

DATOS DE LA MUESTRA	
Código de identificación	
Fecha de recolección	
Longitud total (LT)	
Peso (gramos)	

Tabla 6. Grados de digestión de las presas encontradas en los diferentes estómagos de *E. picta* y *G. maculatus*.





ESTADO 1 (FRESCO)	Son presas con características morfológicas completas	
ESTADO 2 (INTERMEDIO)	Son aquellas presas que no presentan el cuerpo completo.	
ESTADO 3 (Avanzado)	Son aquellas con presencia solo de esqueletos o algo de tejido.	
ESTADO 4 (Digerido)	Son restos de partes que se pueden observar como una masa de color gris o café.	



Figura 14. Vista general del *Gobiomorus maculatus*.



Figura 15. Vista general del *Eleotris picta*.



Figura 16. Especies encontradas en el Estómago de una Guabina.



Figura 17. Abertura estomacal de un Guapote.



Figura 18. Estómago de un *Eleotris picta*.



Figura 19. Estómago de un *Gobiomorus picta* con presencia de parásito.



Figura 20. Parte alta del río Pacora.



Figura 21. Recolección de muestras a través del método de electrofishing.