



**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Puerto Colombia, 16 DE SEPTIEMBRE DE 2020

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

Cuidad

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

Cordial saludo,

Yo, **MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES.**, identificado(a) con **C.C. No. 1.005.155.440.** de **BARRANQUILLA**, autor(a) del trabajo de grado titulado **ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Plagioscion magdalenae* (TELEOSTEI: SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO, COLOMBIA** presentado y aprobado en el año **2020** como requisito para optar al título Profesional de **BIÓLOGA.**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,

Firma

MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES

C.C. No. 1.005.155.440. de BARRANQUILLA



Universidad
del Atlántico

CÓDIGO: FOR-DO-110

VERSIÓN: 01

FECHA: 02/DIC/2020

DECLARACIÓN DE AUSENCIA DE PLAGIO EN TRABAJO ACADÉMICO PARA GRADO

Este documento debe ser diligenciado de manera clara y completa, sin tachaduras o enmendaduras y las firmas consignadas deben corresponder al (los) autor (es) identificado en el mismo.

Puerto Colombia, **16 DE SEPTIEMBRE DE 2020**

Una vez obtenido el visto bueno del director del trabajo y los evaluadores, presento al **Departamento de Bibliotecas** el resultado académico de mi formación profesional o posgradual. Asimismo, declaro y entiendo lo siguiente:

- El trabajo académico es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, en consecuencia, la obra es de mi exclusiva autoría y detento la titularidad sobre la misma.
- Asumo total responsabilidad por el contenido del trabajo académico.
- Eximo a la Universidad del Atlántico, quien actúa como un tercero de buena fe, contra cualquier daño o perjuicio originado en la reclamación de los derechos de este documento, por parte de terceros.
- Las fuentes citadas han sido debidamente referenciadas en el mismo.
- El (los) autor (es) declara (n) que conoce (n) lo consignado en el trabajo académico debido a que contribuyeron en su elaboración y aprobaron esta versión adjunta.

Título del trabajo académico:	ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE <i>Plagioscion magdalenae</i> (TELEOSTEI: SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO, COLOMBIA
Programa académico:	BIOLOGÍA

Firma de Autor 1:							
Nombres y Apellidos:	MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES						
Documento de Identificación:	CC	X	CE		PA	Número:	1.005.155.440
Nacionalidad:	COLOMBIANA			Lugar de residencia:			
Dirección de residencia:							
Teléfono:				Celular:			



Universidad
del Atlántico

CÓDIGO: FOR-DO-111

VERSIÓN: 0

FECHA: 03/06/2020

FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO DE GRADO	ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE <i>Plagioscion magdalenae</i> (TELEOSTEI: SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO, COLOMBIA
AUTOR(A) (ES)	MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES
DIRECTOR (A)	CARLOS ARTURO GARCÍA ÁLZATE
CO-DIRECTOR (A)	
JURADOS	VERENA SILVIA BAYUELOS ESPITIA LUIS ORLANDO DUARTE
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROGRAMA	BIÓLOGO
PREGRADO / POSTGRADO	BIOLOGÍA
FACULTAD	PREGRADO
SEDE INSTITUCIONAL	CIENCIAS BÁSICAS
AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	SEDE NORTE
NUMERO DE PAGINAS	2020
TIPO DE ILUSTRACIONES	75
MATERIAL ANEXO (VÍDEO, AUDIO, MULTIMEDIA O PRODUCCIÓN ELECTRÓNICA)	DESCRIBIR TIPO DE ILUSTRACIONES: FIGURAS, MAPAS, TABLAS, GRÁFICOS Y FOTOGRAFÍAS
PREMIO O RECONOCIMIENTO	NO APLICA



ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Plagioscion magdalenae* (TELEOSTEI:
SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO,
ATLÁNTICO, COLOMBIA

MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES



ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Plagioscion magdalenae* (TELEOSTEI:
SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO,
ATLÁNTICO, COLOMBIA

MELISSA MAURA OLIVEROS PAYARES

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Biólogo

Director
CARLOS A. GARCÍA-ALZATE Dr. Sc.
Grupo de investigación Biodiversidad del Caribe Colombiano

UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
BARRANQUILLA
2020

Nota de Aprobación

El trabajo de grado titulado: “ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Plagioscion magdalenae* (TELEOSTEI: SCIAENIDAE) (STEINDACHNER, 1878), EN EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO, COLOMBIA” presentado por la estudiante Melissa Maura Oliveros Payares como requisito parcial para optar al título de Biólogo, fue evaluado y calificado por los evaluadores como:

Evaluador

Evaluador

Director

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo fue hecho con toda mi dedicación y esfuerzo, aunque no fue fácil, lo disfrute al máximo, en primera instancia me gustaría agradecer a Dios, a mi madre Edith, abuela Ena y a mis hermanos que fueron todo ese apoyo y motor que tuve para realizarme como profesional; quiero agradecer además a mi novio Marlon mi compinche de viaje que también fue una parte importante de mi proceso, teniendo siempre su apoyo y comprensión, a mis amigas que hicieron mi proceso más alegre en la universidad y en mi vida.

a mi director y tutor Carlos García-Alzate por haberme orientado, por dedicarme su tiempo y acompañamiento y a todos mis compañeros de semillero ICTIOCON por sus comentarios prestado durante el proceso de investigación, y definitivamente agradecerle a la Universidad del Atlántico por el proceso de este trabajo bajo la financiación de la primera convocatoria interna, para el desarrollo de trabajos de grado en investigación formativa –nivel pregrado – 2018, además del apoyo económico para presentar este trabajo en el XV congreso de ictiólogos Colombianos y VI encuentro de ictiólogos suramericanos.

También quiero agradecer a la población del corregimiento de repelón, especialmente a señora Belkis y a los pescadores por todo el apoyo y acogimiento durante la fase de campo.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comportamiento general de las variables fisicoquímicas. Valores medios de las variables durante el periodo 2010 – 2014 en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia., Oxígeno disuelto (OXIG), conductividad (COND), salinidad (SAL), Temperatura superficial del agua °C (TEMP), Turbidez (TUR), Nitrógeno total (NT), fósforo total (FT), Demanda biológica de oxígeno (DBO ₅), Demanda química de oxígeno (DQO) y Clorofila “a” (CLOR A); Max: Máximo, Min: Mínimo, DE: Desviación estándar, Var: Varianza.	21
Tabla 2. Dieta general de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico Colombia. N: número de individuos, % N: porcentaje numérico, V: volumen ocupado por la presa % V: porcentaje de volumen %, F: frecuencia observada % FO: porcentaje frecuencia observada, IAi: Índice de importancia alimentaria, L: larva, A: adulto.	35
Tabla 3. Proporción de estómagos vacíos y con contenido de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	38
Tabla 4. Porcentaje de variación de las componentes 1 y 2.	49
Tabla 5. Valores propios de las componentes principales para la dieta de <i>Plagioscion magdalenae</i> , con respecto a la estructura de talla.	50
Tabla 6. Valores propios de los componentes principales 1 y 2 para la dieta de <i>Plagioscion magdalenae</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Plagioscion magdalenae</i> , escala = 1cm. Tomado de: ICTIOCON (2005).....	12
Figura 2. Localización geográfica del embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.....	20
Figura 3. Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en los niveles de agua del embalse El Guajaro 2004 y 2014, modificado de García- Alzate <i>et al.</i> , (2016) y estación AcuaCultivos.....	27
Figura 15. Abundancia absoluta de <i>Plagioscion magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	33
Figura 16. Dieta general de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia. % N: porcentaje numérico, % V: porcentaje de volumen, % FO: porcentaje frecuencia ocurrencia, IAi%: Índice de importancia alimentaria.....	36
Figura 17. Curva de acumulación de ítems para <i>Plagioscion magdalenae</i> en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.....	37
Figura 18. Frecuencia de tallas de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia. Intervalos de talla: I: (144 – 175 mm), II: (175 - 207mm), III: (207 - 239 mm), IV: (239 - 270mm), V: (270 - 301 mm), VI (301 – 333 mm), VII (333 -365 mm).....	39
Figura 19. Dieta general de las Tallas (I - IV) para <i>Plagioscion magdalenae</i> en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	41
Figura 20. Dieta general de las Talla (V- VII) para <i>Plagioscion magdalenae</i> en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	42
Figura 21. Dieta general de Machos y Hembras, de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	44
Figura 22. Dieta general por momentos del pulso de inundación de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.....	46
Figura 23. Índice de similitud trófica Morisita Horn (1966), agrupando la estructura de talla de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	48
Figura 24. Análisis de Componentes Principales (ACP) para la dieta por tallas de <i>Plagioscion magdalenae</i> en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia. Componente 1 en el eje X, componente 2 en el eje Y.....	51
Figura 25. Factor de condición somático (K') para machos y hembras de <i>P. magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.....	53
Figura 26. Relación lineal entre la longitud estándar (mm) y el peso del cuerpo (g) de hembras y machos de <i>Plagioscion magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.....	54
Figura 27. Relación lineal entre la longitud estándar (mm) y longitud de intestino (mm) de hembras y machos de <i>Plagioscion magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	55
Figura 28. Relación lineal entre el peso de estómago (g) y ancho de estómago (mm) de hembras y machos de <i>Plagioscion magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.	55
Figura 29. Relación lineal entre la longitud de estómago (mm) y ancho de estómago (mm) de hembras y machos de <i>Plagioscion magdalenae</i> , en el embalse El Guajaro, Atlántico.	56

Contenido

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
MARCO TEORICO	12
Descripción morfológica de la especie	12
Hábitat	13
Distribución	13
Ecología trófica	13
ANTECEDENTES	15
OBJETIVOS	18
General	18
Específicos.....	18
MATERIAL Y MÉTODOS	19
Área de estudio	19
Diseño Del Muestreo.....	26
Fase de campo	26
Fase de laboratorio	28
RESULTADOS	33
Captura de peces.....	33
Características del sistema digestivo de la especie	33
Dieta general.....	34
Proporción de estómagos vacíos y con contenido	38
Variación de la dieta por estructura de tallas	39
Variación de la dieta por sexos	43
Variación de la dieta por momentos de pulso de inundación	45
Solapamiento de nicho trófico.....	47
Análisis de componentes principales (ACP)	49
Factor de condición somático	52
Regresiones y correlaciones	54
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar aspectos de la ecología trófica de *Plagioscion magdalenae*, un sciaénido endémico, que posee una gran importancia pesquera y distribuido en la cuenca baja del Magdalena. Se realizaron diez muestreos en el embalse El Guajaro. Para el análisis del contenido estomacal se utilizaron los métodos numéricos (%N), volumétrico (%V) y de frecuencia de ocurrencia (%FO), índice de importancia alimentaria IAI%, además de hallar el factor de condición somático y otros índices tales como coeficiente de vacuidad, solapamiento de nicho y amplitud de nicho.

Se analizaron 211 ejemplares procedentes de pesquerías mensuales, el coeficiente de vacuidad fue de 22,74%; se identificaron 20 ítems alimenticios de los cuales Peces, Crustáceos, Insectos se destacan. Su dieta consistió principalmente de peces donde *Astyanax ruberrimus* (12.8 %N, 29.12 %V, 14.07 %F, 39.367 IAI%) fue la especie más representativa; seguido de *Anchoa lyolepis* (5.36 %N, 15.48 %V, 6.53 %F, 9.72 %IAi) y en talla más pequeñas consumo de insectos con predominio de larvas de Chironomidae (47.9 %N, 1.71 %V, 8.54 %F, 1.40 %IAi). Se determinaron siete intervalos de tallas y oscilaron entre 270 - 296 mm de longitud estándar. El valor promedio de K osciló entre 0.69 y 3.5, e indicó que la especie estuvo relativamente bien alimentada, presentando los valores más altos en momentos de aguas altas. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la dieta por sexo y momentos del pulso de inundación solo se evidenció variación de la dieta por tallas. La especie fue estenofágica dado a que utiliza un número bajo de recursos y tiene preferencia por ciertos ítems alimenticios; además de evidenciar cambios ontogenéticos en la dieta, especialización alimentaria y posiblemente canibalismo.

Palabras claves: Pez neotropical, especie nativa, trofia.

The objective of this work was to evaluate aspects of the trophic ecology of *Plagioscion magdalenae*, an endemic sciaenid, which has a great fishing importance and is distributed in the lower Magdalena basin. Ten samplings were carried out in the El Guajaro reservoir. For the analysis of the stomach content, the numerical (% N), volumetric (% V) and frequency of occurrence (% FO) methods, food importance index IAI% were used, in addition to finding the somatic condition factor and other indices such such as coefficient of voidness, niche overlap, and niche width.

211 specimens from monthly fisheries were analyzed, the vacuity coefficient was 22.74%; 20 food items were identified of which Fish, Crustaceans, Insects stand out. Its diet consisted mainly of fish where *Astyanax ruberrimus* (12.8% N, 29.12% V, 14.07% F, 39.367 IAI%) was the most representative species; followed by *Anchoa lyolepis* (5.36% N, 15.48% V, 6.53% F, 9.72% IAI) and in smaller sizes, consumption of insects with a predominance of Chironomidae larvae (47.9% N, 1.71% V, 8.54% F, 1.40% IAI). Seven length intervals were determined and ranged from 270-296 mm in standard length. The average value of K ranged between 0.69 and 3.5, and indicated that the species was relatively well fed, presenting the highest values at times of high water. There were no statistically significant differences in the diet by sex and moments of the flood pulse, only variation of the diet by size was evidenced. The species was esophageal since it uses a low number of resources and has a preference for certain food items; in addition to showing ontogenetic changes in diet, food specialization and possibly cannibalism.

Keywords: Neotropical fish, native species, diet.

INTRODUCCIÓN

La ictiofauna constituye uno de los recursos de importancia tanto ecológica como social, por lo que representa un alto valor ambiental por intervenir en el flujo energético a través de las cadenas tróficas (Mojica-Figueroa & Díaz-Olarte, 2016). Colombia cuenta con una notoria ictio-diversidad que asciende a 1610 especies (DoNascimento *et al.*, 2020) siendo el segundo país en Sur América después de Brasil en riqueza de especies (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2008). Gran porcentaje de esta diversidad se encuentra en la cuenca del Rio Magdalena-Cauca 233 (García-Alzate *et al.*, 2020), principal área de desarrollo económico e industrial del país.

Los peces de agua dulce no sólo son los grupos de vertebrados con mayor diversidad, sino que también son los más amenazados por las actividades humanas (Duncan & Lockwood, 2001). El embalse de El Guajaro se encuentra influenciado por la acción humana como resultado presenta una alta contaminación por vertimientos de residuos sólidos y líquidos, producto de las actividades ganaderas y agrícolas. Asimismo, dentro de los problemas que se presentan en la pesquería del sistema están; entre otras, la interrupción del flujo con el Canal del Dique que causa impedimento físico para las migraciones, especies introducidas, las malas prácticas de pesca, que han causado un deterioro en cuanto a la oferta de recursos pesqueros en el embalse y han contribuido a la pérdida de este ecosistema acuático por ende a la disminución de la composición de las especies (García-Alzate *et al.*, 2016). Debido a la gran importancia bioecológica, económica y social que tiene el embalse El Guajaro y que este es señalado como el cuerpo de agua más grande e importante de todo el Departamento del Atlántico, ha aumentado el interés por estudiar este tipo de ecosistemas ya que representan una fuente hídrica para el abastecimiento de la zona rural, para actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras (García-Alzate *et al.*, 2016).

El conocimiento general de la ecología trófica de las poblaciones icticas, es un paso importante para establecer relaciones entre las especies y su hábitat, además para entender el papel ecológico que desempeñan estos organismos dentro del ecosistema y la posición que éstos ocupan en la trama trófica, aspectos fundamentales para establecer protocolos de

gestión de sus poblaciones (Jaramillo, 2009). Para estudios de ecología alimentaria de los peces, es necesario abordar interrogantes como: ¿Qué es lo que consumen?, ¿Dónde?, ¿Cómo lo hacen?, y ¿Cómo varía la dieta con relación al tamaño de los ejemplares?, También es importante considerar las variaciones de la dieta entre sexos y el periodo hidrológico debido a la disponibilidad del recurso, dado que la dinámica entre la disponibilidad de alimentos y la amplitud del nicho trófico de las especies de peces tropicales están sujetas a los pulsos de inundación de los cuerpos hídricos (Abelha *et al.*, 2001).

Las poblaciones de peces no han sido aun adecuadamente evaluadas y en el caso de ciertas especies nativas, no se le ha adjudicado un valor ecológico y económico suficiente. *Plagioscion magdalenae* es una especie endémica y de importancia pesquera que se encuentra en estado de vulnerabilidad en las cuencas Colombianas (Mojica *et al.*, 2012). Ha sido escasamente estudiada, por lo cual es necesario realizar investigaciones de línea base, que permitan conocer el estado actual de la especie, y proporcionar información útil para su conservación, por lo cual la dieta de los peces es un aspecto básico en la generación de conocimiento sobre el rol que cumplen en los ciclos energéticos de los ecosistemas, basándose en la descripción y la cuantificación de la dieta (Silva *et al.*, 2014). La información trófica es un insumo para la implementación de estrategias de manejo de las poblaciones ícticas que viabilicen niveles de producción pesquera sostenible, para tener un control de la calidad del ecosistema acuático y para la evaluación de la presión que las especies alóctonas ejercen sobre las nativas (Pereira *et al.*, 2004).

MARCO TEORICO

Descripción morfológica de la especie



Figura 1. *Plagioscion magdalenae*, escala = 1cm. Tomado de: ICTIOCON (2005).

Plagioscion magdalenae presenta tonos plateados en la parte dorsal, disminuye a, medida que dirigen hacia parte ventral que es completamente blanca. Posee un cuerpo alargado con el dorso elevado; profundidad máxima del cuerpo en el origen de la aleta dorsal; perfil dorsal convexo y perfil ventral aplanado desde la región prepélvica hasta el origen de la aleta anal. Boca terminal con el hocico romo en vista lateral, corto y tan largo como el diámetro horizontal de la órbita. Dientes cónicos, premaxilar con la fila externa de dientes más grandes y varias filas internas de dientes más pequeños; dentario con 2 o 3 filas externas de dientes más pequeños y una fila interna de dientes más grandes (Casatti, 2005). Esta especie presenta escamas de tipo ctenoideas; la línea lateral de este pez es conspicua y de coloración negra, comenzando desde la parte terminal de las branquias y finalizando en la aleta caudal (Bayuelos & Sanz, 2003). Las escamas de la línea lateral son complejas, formadas por una única hilera basal más grande y cubiertas por 4 o 5 escamas más pequeñas. Aletas anal, pectoral y pélvica con 1 o 2 filas de escamas pequeñas a lo largo de sus bases, y con pocas escamas en la mitad basal de las membranas. Aleta caudal romboidal y casi completamente cubierta por escamas. Primera espina de la aleta dorsal muy pequeña. Muesca presente en la aleta dorsal entre la porción espinosa y de radios blandos. (Casatti, 2005).

Hábitat

Los peces de la familia Sciaenidae habitan especialmente fondos blandos de la plataforma continental en regiones tropicales y subtropicales, la mayoría de las especies son marinas y algunas son estrictamente de agua dulce principalmente en ríos de América del sur. (Bayuelos & Sanz, 2003). *Plagioscion magdalenae* explora diferentes hábitats en la cuenca del río Magdalena, desde aguas con corrientes (pequeños ríos y quebradas) hasta ciénagas y lagos. Se encuentra principalmente en el fondo de las ciénagas por ser una especie bentopelágica (Santos *et al.*, 2010).

Distribución

Las especies del género *Plagioscion* (Gill, 1861) son endémicas de las aguas dulces de América del Sur, donde sus miembros se distribuyen en el Río Magdalena (Colombia), Amazonas (Brasil, Perú y Colombia), Orinoco (Venezuela), cuencas bajas del río Paraná y ríos de las Guyanas (Casatti, 2003, 2005).

Plagioscion magdalenae en las cuencas colombianas ha sido reportada específicamente para el Caribe (Río Ranchería) y Magdalena (Casatti, 2005; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2008; Mojica *et al.*, 2006; DoNascimento *et al.*, 2017; García-Alzate *et al.*, 2020).

Ecología trófica

Los estudios que determinan la biología trófica de las especies y el conocimiento de sus hábitos alimenticios contribuyen con la información básica y necesaria para entender el papel ecológico que desempeña una especie en el ecosistema, el alimento compone uno de los factores intrínsecos más significativos ya que regulan o afectan su crecimiento y reproducción, así como la manera en que se desarrolla su ciclo de vida; proceso que se da a expensas de la energía que el organismos reciben del exterior (Wootton, 1999). Así mismo, el conocimiento de los hábitos alimenticios de los organismos permite evaluar su nivel trófico y sus relaciones interespecíficas dándonos una idea de su ambiente y gestión del mismo, es decir explotación, control de la calidad del agua, ausencia de presas, introducción de especies invasoras etc. (Granados, 1996).

En cuanto a la complejidad presentada por los ecosistemas de agua dulce, en lo que dice el entendimiento de las relaciones tróficas, el conocimiento de la alimentación de los peces es

basado en el análisis del contenido estomacal el cual se ha utilizado como base para la comprensión del papel ecológico desempeñado por las especies (Windell & Bowen, 1978). La ecología trófica permite explorar mediante la cuantificación de la variación de los recursos consumidos y aspectos dentro del hábitat como la amplitud del nicho trófico (García-Alzate *et al.*, 2012).

Debido al medio en el que viven los peces, se dificulta estudiar algunos aspectos de su biología; uno de ellos es su dieta, es por esto que una de las formas de establecer el régimen alimenticio de los peces consiste en analizar su contenido estomacal, el cual es un método relativamente sencillo, aunque si el estado de digestión de los elementos consumidos es avanzado, puede plantear problemas al momento de identificarlos y cuantificarlos (Trujillo *et al.*, 2016). Cuando comparamos los ítems encontrados en la dieta de una de la especie con la disponibilidad de los mismos en el ambiente, podemos medir la preferencia alimentaria por determinada presa y su grado de importancia para la especie, además de verificar la abundancia también de la especie depredada en el ambiente (Nascimento, 2006).

ANTECEDENTES

En América del sur, existe un número importante de estudios realizados sobre aspectos alimentarios del género de la especie estudio, pero muy pocos de estos han sido publicados; En su mayoría los trabajos enfocados a especies del género *Plagioscion* son en ríos pertenecientes a Brasil y Venezuela. De los trabajos realizados dentro de la familia de la especie está la composición de la dieta de tres Sciaenidos (*Larimus breviceps*, *Isopisthus parvipinnis* y *Paralanchurus brasiliensis*) capturados en el nor-este de Brasil por Santos *et al.*, (2016) Se analizaron los cambios ontogenéticos y estacionales en las dietas de estas especies. Los peces y las gambas fueron los principales recursos consumidos por estas especies. Para *L. breviceps* y *P. brasiliensis*, sergestidae fue el alimento dominante (junto con poliquetos para el segundo), mientras que los peces fueron el elemento más importante para *I. parvipinnis*. Se observaron valores bajos de amplitud de nicho para todas las especies. El Índice de Similitud de Morisita indicó baja superposición entre las dietas de entre las especies. El hábito de alimentación carnívoro, principalmente carcinófago, prevaleció entre los Sciaenidae estudiados.

Giberto (2008) evaluó el grado de interacción entre las comunidades bentónicas y los sciaenidos del río de la Plata, analizando la dieta y estrategias alimentarias de seis especies (*Micropogonias furnieri*, *Cynoscion guatucupa*, *Macrodon ancylodon*, *Menticirrhus americanus*, *Umbrina canosai* y *Paralanchurus brasiliensis*). Estas especies tuvieron una alimentación principalmente de organismos epibentónicos, planctónicos y nectónicos, sin embargo, la dieta estuvo basada mayormente de invertebrados bentónicos y algunos peces. Los sciaenidos mostraron una flexibilidad en su dieta, ya que evidenciaron cambios en cuanto a sus tallas y gradiente estuarial. Sabinson (2014), en un litoral de Brasil estudio la ictiofauna y estructura trófica de algunos de los géneros mencionados anteriormente donde se evidenció la similaridad en sus dietas, consumiendo mayormente invertebrados como crustáceos.

Entre los documentos más antiguos se destaca el trabajo de Nico & Taphorn (1984) en un módulo en el estado Apure sobre la biología de la curvinata o corvina *P. squamosissimus* estudiando la dieta en ejemplares de tallas pequeñas, la dieta de los juveniles consistió principalmente de camarones pequeños *Macrobrachium amazonicum*, copépodos, ninfas de Ephemeropteras y larvas de Chironomidae; adicionalmente Hahn *et al.* (1997) realizaron un

estudio de los hábitos alimenticios de esta especie considerándose esencialmente piscívora, sin embargo se registró el consumo de insectos y crustáceos, teniendo como preferencias las especies de peces como: *Hypophthalmus edentatus*, *Roeboides paranensis* y *Loricariichthys platymetopon*, sin embargo la variaciones en su dieta está asociada a la disponibilidad de las presas en el ambiente. Por otra parte, Lasso-Alcalá *et al* (1998) estudiaron algunos aspectos de la biología y ecología de *P. squamosissimus*, en los llanos inundables del Estado Apure de Venezuela. Determinaron que es un pez carnívoro y especialista, con predominio de peces y camarones en su dieta, donde tuvo cambios ontogenéticos en la dieta y existió canibalismo, este trabajo tuvo en cuenta la parte reproductiva observándose que la especie presenta desoves parcelados, reproduciéndose durante todo el año. El trabajo realizado por Hahn *et al.*, (1999) se evaluó la actividad trófica anual, estacional y diaria de la corvina en una llanura de inundación del alto río Paraná y en un embalse donde se evidencio una alta incidencia de estómagos vacíos para ambos cuerpos de agua y teniendo que es una especie depredadora típicamente diurna que se alimenta principalmente de peces del género *Hypophthalmus*.

Entre los trabajos más recientes se reportan el de Bennemann *et al.* (2006) sobre la dinámica trófica *P. squamosissimus* en tramos bajo la influencia de la presa Capivara (Paranapanema y ríos Tibagi) donde analizó la actividad, estrategia de alimentación y el consumo de alimentos (espacio y temporal) en el intento de comprender el comportamiento de la especie en la cuenca desde su introducción. Observando que la especie presentó una dieta carnívora, representada la mayor parte de camarones (*Macrobrachium amazonicum*).

En Ucayali por Riofrío (2009) se realizó un estudio de la biología de la corvina *P. squamosissimus* donde se establecieron las épocas de desove y hábitos tróficos, evidenciando que la especie se reproduce durante todo el año y que su dieta estuvo conformada fundamentalmente por peces. Además Stefani & Rocha (2009) estudiaron la dieta de esta especie siendo un pez introducido en el sistema del río Tietê observando que esta presentó hábitos piscívoro y un amplio espectro alimentario, los cambios ontogenéticos fueron evidentes a través de la exploración de insectos acuáticos por las clases más jóvenes y por una dieta compuesta principalmente de peces en individuos adultos. La plasticidad

alimentaria de *P. squamosissimus* evidenciada en este estudio podría haber contribuido al éxito de esta especie. Un estudio más reciente por Rodríguez (2016), sobre la Ecología trófica de *P. squamosissimus*, en cual se determinó la dieta de la especie en zonas de amortiguamiento de una Reserva Biológica, la especie se consideró carnívora, modificando su dieta de acuerdo al ambiente, dado que en el interior de la reserva se caracterizó por ser piscívoro - insectívoro, alimentándose principalmente de peces pequeños e insectos acuáticos, y en el exterior presenta una característica generalista piscívora con oportunismo, ya que se alimenta de elementos más diversos como peces omnívoros, insectos terrestres y camarones.

Plagioscion magdalenae es una especie poco estudiada y en la actualidad se cuenta con poca información acerca de su biología o ecología trófica; por lo cual se hace necesario realizar estudios de línea base; se reportan estudios sobre aspectos reproductivos y de caracterización morfológica externa, por ejemplo el de Santos *et al.*, (2010) acerca de la biología reproductiva de esta especie en la bahía de Marajo, estuario del Amazonas, Brasil y de morfológica externa y ciclo ovárico de la especie en el embalse El Guájaro (Bayuelos & Sanz, 2003). Los estudios de esta especie en el territorio colombiano son escasos, sin embargo, *P. magdalenae* es la una de las dos especies reportada para Colombia perteneciente a este género (DoNascimento *et al.*, 2017).

OBJETIVOS

General

- Evaluar aspectos de la ecología trófica de *Plagioscion magdalenae* en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Específicos

- Describir los hábitos alimenticios y sus variaciones por talla, sexo y momentos del pulso de inundación.
- Establecer aspectos cualitativos y cuantitativos de la dieta, el factor de condición somático, índice de coeficiente de vacuidad, índice de importancia alimentaria, la amplitud del nicho trófico y solapamiento de nicho.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El embalse El Guajaro se encuentra ubicado al Sur del departamento del Atlántico entre los municipios de Repelón, Manatí y Sabanalarga (75°00'-75°08'W y 10°25'-10°38'N) Es el resultado de la unión de los lagos de inundación de La Limpia y El Guajaro (Figura 2), con el fin de utilizar sus aguas para el riego de los cultivos de la zona. Con un área de 12.000 ha, se encuentra conectado por el Sur con un brazo del río Magdalena (Canal del Dique) a través de un sistema de compuertas. Este sistema de compuertas es abierto para llenar el embalse, lo que ocurre generalmente entre junio y julio, pero luego se mantiene cerrado para el almacenamiento del agua. En términos de la producción pesquera el embalse ha sido intervenido por el Estado a través de varias instituciones que han desarrollado allí programas de repoblamiento pesquero usando tanto especies nativas como especies exóticas (Caraballo, 2009). El clima de la región es de tipo tropical cálido seco, con promedios anuales de temperatura de 27,8 °C hasta 28 °C, con pocas variaciones mensuales; el promedio de precipitación anual en la zona es de 1.200 mm (Ministerio del Medio Ambiente et al., 2002). La vegetación aledaña al embalse del Guajaro comprende zonas con Bosque seco tropical y Matorral espinoso tropical. La vegetación terrestre asociada a los diferentes paisajes del embalse corresponde a bosques poco densos con porcentajes entre un 20%-30% de cobertura, pues gran parte de la vegetación corresponde a cordones riparios, potreros arbolados y bosques secundarios intervenidos, que están aislados y rodeados de cultivos. Las zonas con mayor densidad de bosque están ubicadas al suroeste, en el municipio de Repelón, donde los bosques están mejor conservados, mientras que los planos de inundación al noreste, es la zona donde se encuentra menor cobertura, siendo predominantes los potreros. La vegetación acuática flotante se encuentra representada por unas 25 especies, siendo las familias más importantes Mimosácea y Poaceae; entre otras sin embargo la especie predominante es la *Eichhornia crassipes* (García-Alzate et al., 2016).

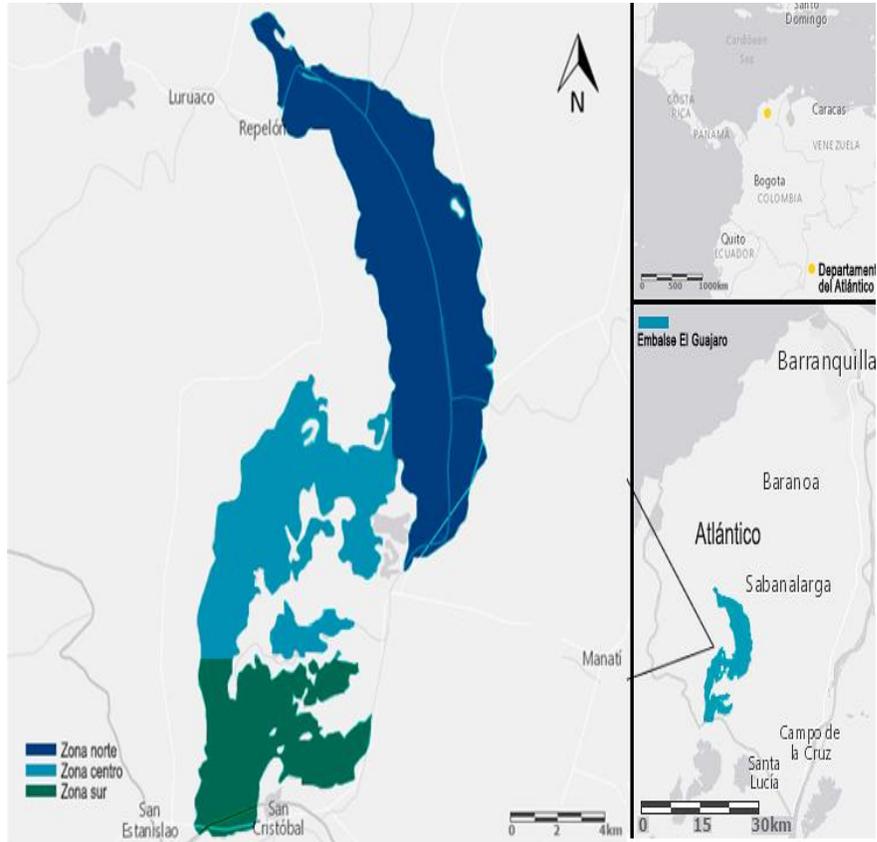


Figura 2. Localización geográfica del embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Descripción del área de estudio

El análisis global de los parámetros físico-químicos del embalse El Guajaro permite una descripción de los mismos en función de su variación espacial y temporal; valores que fueron proporcionadas por la estación AcuaCultivos del Guájaro en La Peña (Histórico 2010-2014). Desde el punto de vista espacial se observa como la naturaleza del substrato de la cuenca del río Magdalena determina marcadamente la composición química de las aguas y su reacción ante posibles alteraciones de las mismas. A continuación, se presenta el comportamiento general de las once (11) variables fisicoquímicas analizadas en el embalse El Guajaro (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 1. Comportamiento general de las variables fisicoquímicas. Valores medios de las variables durante el periodo 2010 – 2014 en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia., Oxígeno disuelto (OXIG), conductividad (COND), salinidad (SAL), Temperatura superficial del agua °C (TEMP), Turbidez (TUR), Nitrógeno total (NT), fósforo total (FT), Demanda biológica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO) y Clorofila “a” (CLOR A); Max: Máximo, Min: Mínimo, DE: Desviación estándar, Var: Varianza.

	OXIG	PH	COND	SAL	TEMP	TUR	NT	FT	DQO	DBO ₅	CLOR A
PROMEDIO	4,99	8,16	850,88	0,35	31,71	60,4	2,21	0,42	65,99	7,1	15,71
MAX	10	10,1	1543	0,7	35,3	275,4	13,1	0,883	201,1	98,4	110,81
MIN	2,08	6,5	151,1	0	28,8	16	0,776	0,12	25	2,466	2,59
DE	1,48	0,87	425,99	0,22	1,47	53,78	2,26	0,18	45,05	18,01	21,87
VAR	2,19	0,75	181471,11	0,05	2,15	2892,68	5,13	0,03	2029,33	324,26	478,42

Para las variables el oxígeno, pH, conductividad, salinidad se evidencio un claro gradiente, una tendencia decreciente que va desde la zona norte a la zona sur. El embalse corresponde a áreas bajas de la cuenca del río Magdalena se caracteriza por poseer gradientes limnológicos de las variables mencionadas anterior esto ha sido reportado por Garcia-Alzate *et al.*, (2016) y Villavon & Vega (2016). El fósforo total, nitrógeno total, salinidad y la conductividad registraron valores altos en momentos de aguas bajas, estas disminuyeron a medida que subió el nivel del embalse, posiblemente como consecuencia del efecto de dilución. Los mayores valores de temperatura y conductividad se presentaron en época de aguas bajando o bajas estos valores de dichas variables pudieron ser influenciados por la reducción del espejo de agua, que lo hacen más susceptible a la influencia del viento,

provocando resuspensión de material desde el fondo, ausencia de termoclina y una mayor oxigenación mecánica (Roldán & Ramírez, 2008).

El oxígeno disuelto y el pH son más altos en la zona norte debido posiblemente a la mayor cantidad de algas (altos valores de clorofila "a"). García-Alzate *et al.*, (2016) afirman que las mayores concentraciones de oxígeno que se registran para el norte del embalse pueden estar asociadas a los fuertes vientos, lo que genera intensos procesos de mezcla, y también a la presencia de algunos grupos fitoplanctónicos.

La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2002). La conductividad se incrementa principalmente porque las cargas iónicas (sólidos disueltos) que se concentran en mayor proporción como resultado de la disminución de la altura de la columna de agua, además del posible aumento en las tasas de descomposición de la materia orgánica durante este período debido a las altas temperaturas (Ramírez & Viña, 1998).

En concordancia con los valores de conductividad, la salinidad también exhibió una gran heterogeneidad a través de las zonas, indicando la poca presencia de condiciones de mezcla. Con relación al comportamiento estacional de esta variable se evidenció un cambio importante de los valores, también de estos durante el período de aguas bajas al período de aguas altas. Los valores de salinidad durante el período seco explican los altos valores de la conductividad durante esta época en el embalse y están relacionados directamente con el comportamiento del pH que fue básico, el cual registró un valor promedio de 8.1.

El Oxígeno disuelto siendo uno de los parámetros indicadores de eutrofia; esta presentó valores promedios de 4.99 mg/L, el cual se encuentra dentro del rango mínimo permisible propuesto en el decreto 1594 (1984) de la Normativa Ambiental Colombiana donde es aceptable para la supervivencia de los organismos acuáticos; se observó valores mínimos para el mes de junio que concuerda con la temporada de aguas bajas donde la profundidad es menor y existe una menor dispersión de partículas de materia orgánica en el agua, por lo cual

el espacio disponible para que las moléculas de oxígeno se disuelvan disminuye (Roldán & Ramírez, 2008). Los valores obtenidos de oxígeno disuelto indicarían que los altos niveles de materia orgánica en el agua estarían creando condiciones favorables para el desarrollo de descomponedores que aumentarían la demanda biológica de oxígeno (disminuyendo el oxígeno disuelto).

En cuanto al pH obtenido en el embalse muestran valores, que cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 (Resolución No. 000258 del 13 de abril de 2011 de la CRA). Los propuestos para fines de conservación de flora y fauna en aguas que deben estar entre 6.5 y 8.5, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción (Roldán, 2003; Roldán & Ramírez, 2008). Se observó un gradiente que va en aumento hacia la zona norte, el embalse tiene una tendencia a la basicidad. Según Toro *et al.*, (2002) las aguas muy alcalinas o básicas en general, presentan una alta capacidad de tamponamiento, y por tanto amortiguan mejor los posibles impactos producidos por vertidos o agentes contaminantes.

En cuanto la temperatura el bajo caudal y profundidad de algunas zonas durante los meses de aguas bajas puede suponer un aumento de las temperaturas del agua por encima de los 30 °C. Según Ríos *et al.*, (2008) la distribución del calor en la columna de agua en las épocas de aguas bajas y altas puede asociarse con dos factores: el primero se refiere a la transferencia de la energía calórica desde el agua hacia el aire y viceversa, y el segundo se asocia al trabajo del viento sobre la columna de agua.

En aguas bajas, la alta irradiación solar produce el calentamiento de la capa superficial de la columna de agua hasta 40 cm de profundidad, este proceso asociado a la poca acción del viento. Para el caso de las aguas altas la irradiación solar puede ser significativamente menor en comparación con las épocas de aguas bajas, debido a un incremento en la nubosidad y a la pérdida de calor del aire en la interfase aire-agua, el resultado de este fenómeno es la distribución homogénea del calor a través de la columna de agua.

La turbidez se observó que fue mayor para la zona norte seguido de la zona sur. Este aumento de turbidez es producido por materiales en suspensión, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Esto incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldán, 2003). Asimismo, la zona sur es donde se encuentra la conectividad con el afluente principal (Canal del dique) a través del sistema de compuertas, donde los aportes de agua que alimentan al embalse, arrastran consigo materiales sólidos al embalse proveniente del río Magdalena.

El fósforo es el factor más limitante en la productividad primaria, un valor medio de 0.92mg/L, hay que tener en cuenta que las acciones antrópicas agregan fósforo a los sistemas acuáticos por medio de los fertilizantes y detergentes utilizados en la agricultura (Roldán & Ramírez 2008). Según López *et al.*, (1985) y Palazón (2000) los niveles de fósforo y nitrógeno que se encuentran en un cuerpo de agua somera, están afectados por múltiples factores de carácter biótico, abiótico y el metabolismo interno del ecosistema y permite un continuo reciclaje de los elementos en los diferentes compartimientos sin que ocurra una acumulación significativa que afecte la productividad en el cuerpo del agua.

Teniendo en cuenta los valores promedio de DBO₅, tenemos que las aguas del embalse, a excepción de la Zona sur y norte, no cumple con el objetivo de calidad establecido para el periodo 2011-2020 en el complejo de humedales y ciénagas del Canal de Dique valores menores a 5 mg/L, determinado por la CRA mediante la Resolución No. 000258 del 13 de abril de 2011, lo cual también fue reportado por García- Alzate *et al.*, (2016).

Estas altas concentraciones de DBO₅ podrían estar asociadas primordialmente por aportes de aguas servidas y desechos orgánicos que frecuentemente son vertidos sin ningún tipo de tratamiento previo por parte de las comunidades aledañas y la escorrentía por el uso del suelo, también de actividades de minería y de los sitios de disposición final de residuos sólidos. Esta utilización del medio hídrico como receptor de descargas contaminantes (residuos, emisiones y vertimientos) provoca en los ecosistemas acuáticos modificaciones físico-químicas que repercuten en la composición y distribución de las comunidades biológicas, así como en el deterioro o limitación de los usos de agua, produciéndose pérdida de la calidad

del agua y en muchas ocasiones imposibilidad de su suministro para diferentes usos, entre ellos el consumo humano (Cháves & Arango, 1998).

Por otra parte, no hay criterios para usos del agua basados en esta variable en la normativa nacional, según la comunidad Andina, se establecen que una DBO_5 de 7 mg/L es propia de cuerpos de agua cuyo uso está restringido para uso industrial y no es apta para abastecimiento, recreación o actividades agropecuarias (OEA, 2004). El DQO también es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de la materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. En el embalse de El Guajaro, con la constante intervención y el crecimiento de las poblaciones aledañas, con las principales actividades de ganadería, estaciones acuícolas y cultivos que causan afectación en el cuerpo de agua, se permite deducir que gran parte de la materia orgánica disuelta en el agua proviene de descargas realizadas. Sin embargo, no hay directrices en la normativa nacional sobre los usos del recurso con esta variable. Este mostro cambios entre los valores promedio siendo más marcado por zonas y relativamente alto en todos los periodos, presentando una distribución similar a los valores de DBO_5 . Se tiene que toda esta degradación se refleja en el estado trófico del embalse el cual catalogaremos como un ecosistema eutrofizado.

Diseño Del Muestreo

Fase de campo

Los muestreos se realizaron mensualmente en el embalse El Guajaro, donde las capturas de los ejemplares se obtuvieron de dos zonas del área de estudio (centro y sur). Teniendo en cuenta el pulso de inundación se realizaron diez salidas de campo (entre abril del 2018 a enero del 2019), con el propósito de tomar muestras abarcando momentos del pulso de inundación así: aguas bajando, aguas bajas, aguas subiendo y aguas altas (Figura 3).

La captura del material se llevó a cabo mediante el uso de artes de pesca como atarrayas y trasmallos y eran procedentes de pesquerías que llegaban al puerto en Repelon. Los individuos capturados se depositaron en neveras de polietileno con hielo para evitar el proceso de la digestión estomacal y/o que regurgitaran (se sigue a García-Alzate *et al.*, 2012). Los ejemplares se pesaron con una balanza digital (OHAUS) y con una cinta metrada se les tomaron medidas morfométricas como la longitud total (LT) y longitud estándar (LE) en milímetros (mm). Posteriormente se les realizó una incisión uroventral con el fin de extraer el sistema digestivo (estómagos e intestinos) y gónadas; estos se separaron en frascos de 50 ml y preservaron en alcohol al 70%. Posteriormente se rotularon con el número del ejemplar, fecha, lugar y recolectores; y se trasladaron hasta el laboratorio de colecciones Biológicas de la Universidad del Atlántico para el posterior procesamiento de los ejemplares.

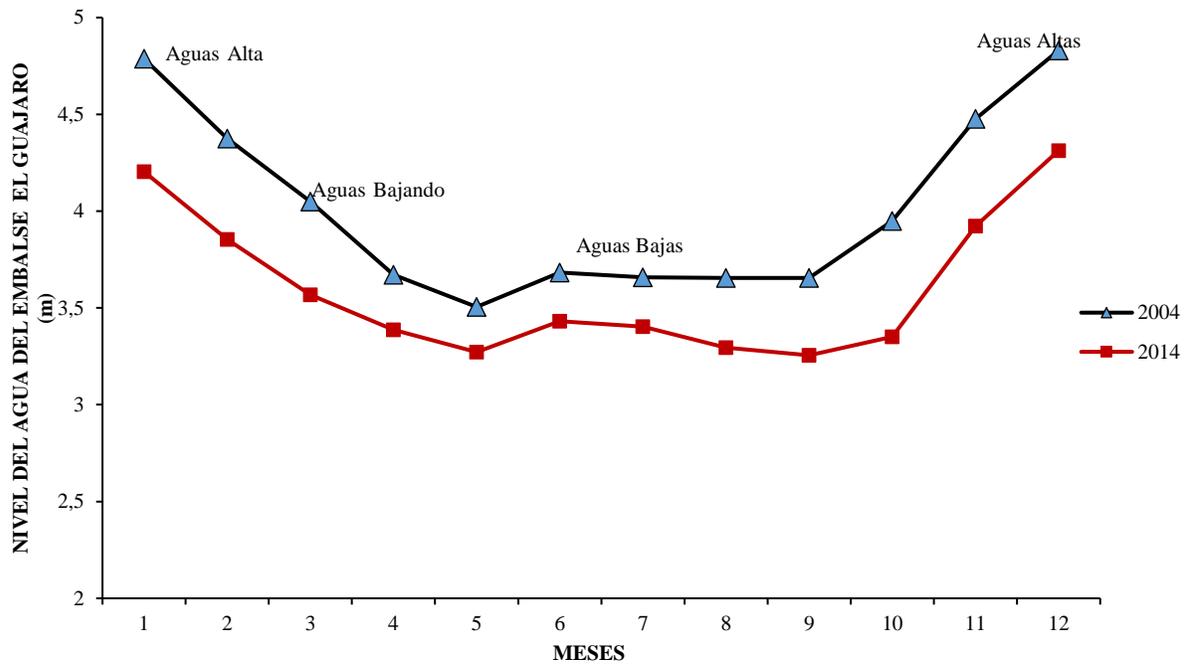


Figura 3. Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en los niveles de agua del embalse El Guajaro 2004 y 2014, modificado de García- Alzate *et al.*, (2016) y estación AcuaCultivos

Fase de laboratorio

En el laboratorio se midieron (mm) y pesaron (g) las estructuras como el estómago e intestino, hígado, grasa y gónadas. Los ejemplares que se conservaron se fijaron en formol al 10 %, se preservaron en alcohol al 70 % y fueron depositados en el museo de colecciones científicas del programa de Biología de la Universidad del Atlántico (Barranquilla – Colombia) (UARC-IC).

Para determinar los ítems alimenticios consumidos por la especie, que tiene un sistema digestivo bien definido, se procedió a colocar en cajas de Petri cada estómago y a diseccionar bajo el estereoscopio, limpiando con agua destilada el contenido estomacal, clasificándolos y determinando los ítems alimenticios hasta la categoría taxonómica más baja posible, con la ayuda de claves y para la identificación de macroinvertebrados acuáticos-bentónicos se utilizaron las claves propuestas por Roldan (1996) y Domínguez & Fernández (2009).

Métodos de análisis trófico

Una vez que fueron identificados los ítems alimenticios y evaluar posibles variaciones en la dieta por talla, sexo y momento del pulso de inundación, se emplearon tres métodos para cuantificar el contenido estomacal. El método numérico

$$(\% N) N = (n_i / N_p) * 100,$$

Donde, n_i es el número total de representantes de la presa i ; N_p es el número total de presas consumidas. Frecuencia de Ocurrencia

$$(\% FO): FO\% = E_i / E_t * 100,$$

Donde, E_i es el número de estómagos con la presa i ; E_t es el número total de estómagos examinados para cada especie y finalmente el método volumétrico (%V), con ayuda de una probeta estimando el volumen de cada uno mediante la técnica de desplazamiento de líquidos en cilindros graduados y un papel milimetrado de 10 x 10 cuadros, colocado en el fondo de una caja Petri, en el cual se contaron el número de cuadros que ocupa la presa; el número total de cuadros ocupados por los distintos ítems del mismo estomago representa el 100% de la dieta de ese individuo y se obtiene a través de la formula

$$\%V = v/V * 100,$$

Donde v : es el volumen de presas en cada ítem, V : volumen total de todas las presas. Los individuos recolectados se clasificaron en tallas de acuerdo a su longitud estándar, utilizando la ecuación: $A=N/R$, $R=\sqrt{n}$ y $N=Max-Min$, donde A =amplitud de los intervalos, R = número de intervalos, n = número de observaciones, Max = valor máximo, Min = valor mínimo (García-Alzate *et al.*, 2012). Seguidamente, para evaluar la suficiencia del tamaño de la muestra de los estómagos con alimento, se realizó una curva de acumulación de presas o ítems con el uso del índice no paramétrico Chao2 para estimar la riqueza específica de la dieta consumida, basados en datos de presencia/ausencia.

Coeficiente de vacuidad (C.V) (Hyslop 1980):

Para conocer el período de alimentación de la especie y comparar con los diferentes momentos del pulso de inundación se aplicó la siguiente ecuación (García-Alzate *et al.*, 2012).

$$C.V=(n/N) *100$$

Dónde: n =número de estómagos vacíos, N =Número de estómagos

El Índice de Importancia alimentaria (IAi%)

La importancia de una categoría alimentaria o grupo de ítems alimentario, se calcula mediante la fórmula:

$$IAi \% = [(\%Vi * \%FOi) / \Sigma (\%Vi * \%FOi) * 100],$$

Donde ($\%V$) es el porcentaje del Volumen del ítem y ($FO\%$) es el porcentaje de frecuencia ocurrencia de la presa de cada ítem i , para expresar el volumen que ocupa en la dieta de un individuo y la frecuencia con que se consume, indicando la importancia de dicho ítem en la dieta este método nos permite tener una mejor perspectiva de la importancia alimentaria del ítem consumido por la especie (Kawakami & Vazzoler, 1980). Los resultados del $IAi \%$ van de 0 a 1, siendo este último valor el correspondiente a los ítems de máxima importancia o alimento principal en la dieta de la especie.

Similitud trófica o índice de solapamiento: Índice Morisista Horn (1966)

Para evaluar el solapamiento de los ítems alimenticios con respecto a la estructura de tallas se aplicó el índice de Morisita simplificado o Morisista-Horn (1966) por medio del programa estadístico Past Versión 3.0, basados en la matriz de los valores obtenidos por el método de Importancia Alimentaria de cada ítem. Según la escala propuesta por Langton (1982), valores cercanos a 0 indican ausencia de traslape en los componentes de la dieta; valores mayores de 0,6 son indicadores de un traslape significativo, mientras que valores menores a 0,29 indican un mínimo traslape en los componentes tróficos. El valor de 1 indica un traslape completo.

Factor de condición somático (Vazzoler, 1996):

Se calculó el factor de condición somático: para reconocer el grado de robustez y bienestar del pez, que presupone un incremento alométrico, del peso como función del tamaño del individuo. Según la ecuación:

$$K = (Wc/Ls)^b$$

Donde, Wc = peso del cuerpo y corresponde al peso total del pez (WT) – peso de la gónada (Wgon); Ls = longitud estándar; y b = es el coeficiente angular producto de la regresión lineal entre Wc y LE.

Amplitud del nicho trófico: La amplitud de nicho trófico de la especie se calculó entre intervalos de tallas y sexo, mediante el índice de Levins (1968) estandarizado por Hurlbert (1978) cuyas ecuaciones son:

$$B = 1/\sum p_j^2$$

$$p_j^2 = N_j/Y$$

$$BA = B-1/n-1$$

Donde, B= índice de Levins, p_j = proporción de elementos de la dieta que son de categoría de alimentos j, N_j = número de individuos de una especie en que usaron el recurso j, Y= número total de individuos en la muestra, BA= índice estandarizado de Levins y n= número total de recursos.

La escala de valores resultantes son entre 0 = mínima amplitud, y 1= máxima amplitud de nicho trófico, cuando los valores son menores a 0.6 indica estrecha amplitud del nicho trófico, considerándose que el depredador es una especie estenofágica o especialista, dado a que usa un número bajo de recursos y preferencia por ciertos ítems alimenticios, mientras que mayores a 0.6 son considerados generalista o eurifágica, debido a que la especie utiliza un amplio rango de recursos tróficos sin aparente selección (Krebs, 2014).

Análisis de datos

Se realizó estadística descriptiva: Promedio, máx-mín, desviación estándar y varianza de los datos de los valores de los ítems alimenticios. Para comprobar la distribución de los datos se llevó a cabo un test de normalidad de número, volumen, frecuencia de ocurrencia e %IAi, de los ítems alimentarios, para saber la distribución de mis datos se utilizó un Shapiro-Wilk ($n < 30$), de acuerdo al número de la muestra; seguidamente se hizo un análisis de varianza Kruskal Wallis, para observar la significancia estadística de la dieta consumida por tallas, sexo y momento del pulso de inundación, además si existieron diferencias estadísticas en el conjunto de datos se realizó una prueba Tukey de comparaciones múltiples para probar las diferencias entre las medias de las variables evaluadas.

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con los valores del índice de importancia alimentaria entre las tallas. Esto se realizó a través del programa Past 3.0 bajo Windows.

RESULTADOS

Captura de peces

Se capturaron un total de 211 individuos; en promedio se recolectaron 21 individuos por muestreo; en diciembre del 2018 momento de aguas altas fue el muestreo en que hubo una mayor colecta de individuos (31) y en octubre en el que menos (13) (Figura 4).

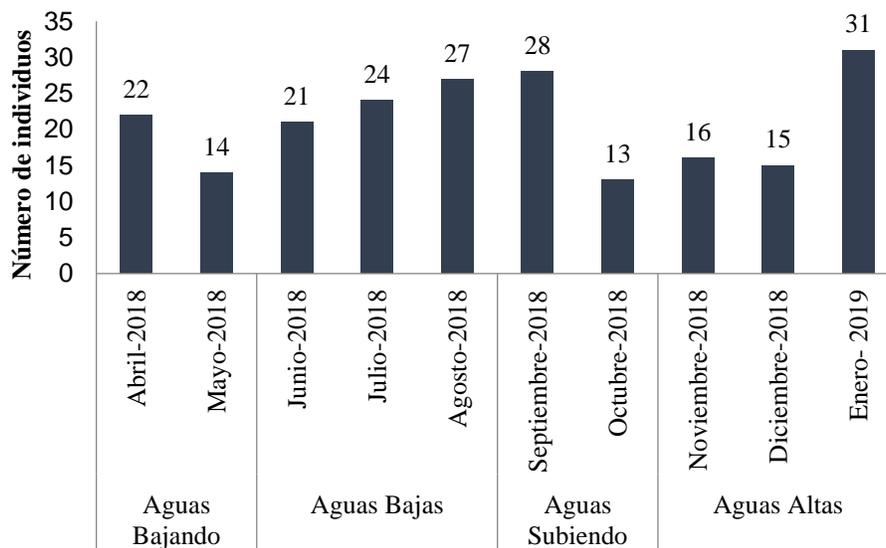


Figura 4. Abundancia absoluta de *Plagioscion magdalenae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Características del sistema digestivo de la especie

Plagioscion magdalenae, tiene un sistema digestivo bien definido con una boca terminal, con dientes cónicos, estómago sacular, elástico y consistente, que se ubica en la parte dorsal de la cavidad abdominal, presenta un alto número de ciegos pilóricos, entre 16-18 ciegos; tiene un intestino relativamente largo con una longitud promedio de 163.73 mm. En general es un sistema digestivo característico de especies carnívoras y /o insectívoras.

ANÁLISIS TRÓFICO

Dieta general

Se examinaron 211 contenidos estomacales (y la primera porción de los intestinos) donde se determinó 20 ítems alimenticios (Tabla 2). La especie mostró hábitos tróficos carnívoros con tendencia a la piscívora, siendo especialista ($BA=0.3$), es decir que hace uso de un número bajo de recursos y con preferencia por ciertos ítems alimenticios.

Se observó que la dieta estuvo dominada por peces, representado por cinco órdenes, seis familias con nueve especies determinadas; seguido de insectos con cuatro especies, crustáceos y gasterópoda con una especie y finalmente el material vegetal considerado como alimento accidental. La dieta estuvo constituida principalmente por peces siendo el alimento principal y/o preferencial (26.165 %N, 91.414 %V, 60.8 %F, 94.96 %IAi) donde *Astyanax ruberrimus* (12.8 %N, 29.12 %V, 14.07 %F, 39.367 %IAi) fue la especie más representativa; seguido de *Anchoa lyolepis* (5.36 %N, 15.48 %V, 6.53 %F, 9.72 %IAi); *Caquetaia kraussii* (1.07%N, 12.02%V, 1.51%F, 1.742 %IAi), los insectos fueron el segundo grupo del componente animal mayormente consumido (65.6 %N, 4.86 %V, 26.13%F, 3.341 %IAi) representado por la familia Chironomidae (47.9 %N, 1.71 %V, 8.54 %F, 1.40 %IAi); seguido del género *Campsurus* sp. (12.5 %N, 1,67 %V, 7,54 %F, 1,21 %IAi), los odonatos de la familia Libellulidae representado por la especie *Pantala flavescens* (4,66%N, 1,18 %V, 5,53 %F, 0.627 %IAi), además de los crustáceos como alimento secundario con la familia Palaemonidae del género *Macrobrachium* sp. (6.43 %N, 2.35 %V, 6.03 %F, 1.36 %IAi) y los Gasterópodos con la familia Thiaridae como alimento ocasional (1.79 %N, 0.24 %V, 1.51 %F, 0.034 %IAi). Mientras el componente vegetal estuvo representado por el ítem material vegetal (0.59 %V, 2.01 %F, 0.11 %IAi).

P. magdalena tuvo consumo de ejemplares juveniles de su propia especie, considerándose canibalismo, pese a una baja incidencia de estos en los estómagos analizados que presentaron contenido (0.71 %N, 0.36 %V, 1.01 %F, 0.035 %IAi).

Tabla 2. Dieta general de *Plagioscion magdaleneae* en el embalse El Guajaro, Atlántico Colombia. N: número de individuos, % N: porcentaje numérico, V: volumen ocupado por la presa % V: porcentaje de volumen %, F: frecuencia observada % FO: porcentaje frecuencia observada, IAi: Índice de importancia alimentaria, L: larva, A: adulto.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ITEMS	N	%N	V	%V	F	%F	IAi	%IAi
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>A. ruberrimus</i>	36	12,85	64,15	29,12	28	14,07	0,394	39,368
				<i>Roebooides</i>	<i>R. dayi</i>	3	1,07	13,5	6,13	3	1,51	0,009	0,888
				<i>Hyphessobrycon</i>	<i>H. proteus</i>	8	2,86	11	4,99	5	2,51	0,012	1,205
			Triporthidae	<i>Triporthus</i>	<i>T. magdaleneae</i>	1	0,36	1	0,45	1	0,5	0,0002	0,022
		Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa</i>	<i>A. lyolepis</i>	15	5,36	34,1	15,48	13	6,53	0,097	9,716
		Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus</i>	<i>H. unifasciatus</i>	1	0,36	1,1	0,5	1	0,5	0,0002	0,024
		Cicliformes	Cichlidae	<i>Caquetaia</i>	<i>C. kraussii</i>	3	1,07	26,49	12,02	3	1,51	0,0174	1,742
				<i>Andinocara</i>	<i>A. latifrons</i>	1	0,36	17	7,71	1	0,5	0,004	0,373
		Incertae sedis eupercharia	Sciaenidae	<i>Plagioscion</i>	<i>P. magdaleneae</i>	2	0,71	0,8	0,363	2	1,01	0,0004	0,035
		Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		<i>Chironomidae</i> (L)	134	47,9	3,76	1,71	17	8,54
Efemeróptera	Polymitarcyidae			<i>Campsurus</i>	<i>Campsurus</i> sp. (L)	35	12,5	3,69	1,67	15	7,54	0,012	1,213
Odonata	libellulidae			<i>Pantala</i>	<i>Pantala flavescens</i> (L)	13	4,64	2,6	1,18	11	5,53	0,0063	0,627
Hymenoptera	Formicidae			<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp. (A)	1	0,36	0,07	0,03	1	0,5	0,00002	0,002
Malacostraca	Decapoda			Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	<i>Macrobrachium</i> sp.	18	6,43	5,17	2,35	12	6,03	0,014
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Thiaridae		Thiaridae	5	1,79	0,52	0,24	3	1,51	0,0003	0,034
		Otros			Restos de peces	0	0	31,05	14,09	61	30,65	0,415	41,51
					Restos de insectos	0	0	0,56	0,25	8	4,02	0,001	0,098
					Restos camarón	0	0	1,21	0,55	6	3,02	0,0016	0,159
					Larva de peces	4	1,43	1,23	0,56	4	2,01	0,00108	0,108
					Material Vegetal	0	0	1,3	0,59	4	2,01	0,0011	0,114

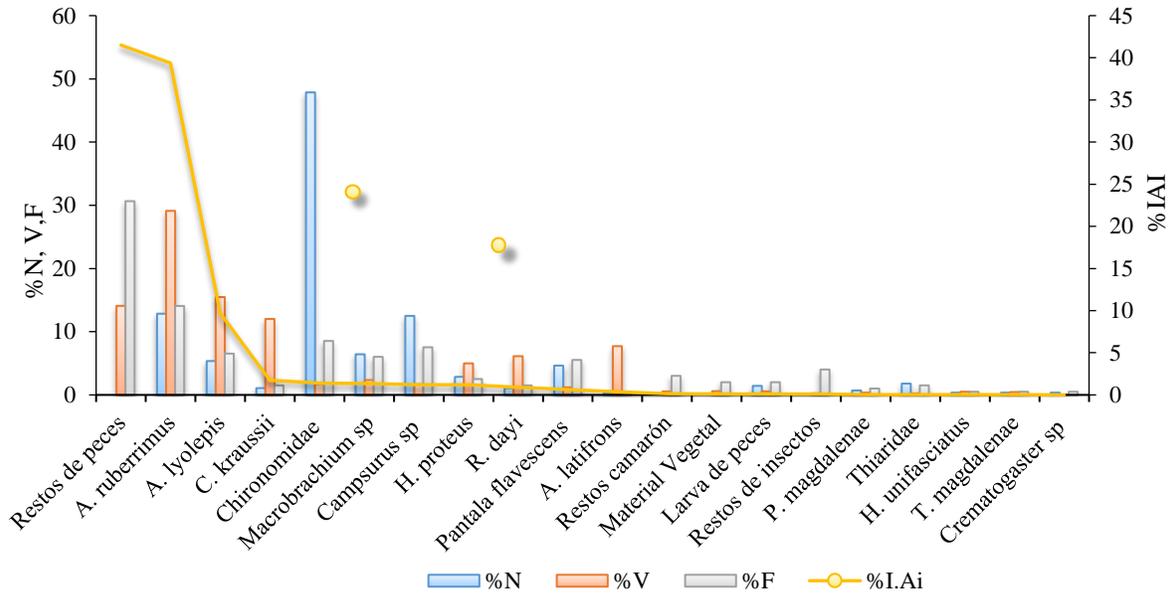


Figura 5. Dieta general de *Plagioscion magdalenae* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia. % N: porcentaje numérico, % V: porcentaje de volumen, % FO: porcentaje frecuencia ocurrencia, IAi%: Índice de importancia alimentaria.

Curva de acumulación de ítems

La riqueza observada a partir de muestreos (Sobservada) es una subestimación de la riqueza verdadera de ítems, es necesario estimar la riqueza verdadera a partir de esa riqueza muestreada mediante algún método estadístico, por lo que se lleva a cabo la evaluación visual de los estimadores a través de las curvas de acumulación, se usó el estimador de Chao 2 que se basa en la incidencia, es decir empleando datos de presencia y ausencia en este caso de los ítems en una muestra dada. El coeficiente de eficiencia para este muestreo fue de un 74.77% lo que cual nos dice que el esfuerzo de muestreo y tamaño de la muestra fue eficiente (Figura 6).

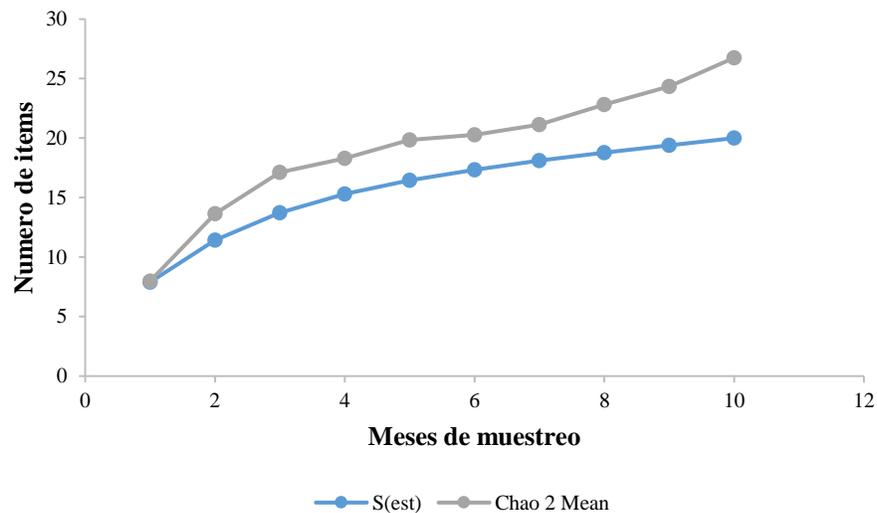


Figura 6. Curva de acumulación de ítems para *Plagioscion magdalenae* en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Proporción de estómagos vacíos y con contenido

De los 211 estómagos examinados, el coeficiente de vacuidad fue de 22,75% equivalente a 48 estómagos vacíos. Así mismo, en aguas bajando un CV=22,2%, en aguas bajas un cv=26,4%, en aguas subiendo un CV= 21,9% y aguas altas con un CV= 19,35% (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción de estómagos vacíos y con contenido de *Plagioscion magdalenae* en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

PULSO DE INUNDACIÓN	ESTÓMAGOS			
	Vacíos		Con contenido	
	n	%	n	%
Aguas Bajando	8	22,2	28	77,8
Aguas Bajas	19	26,4	53	73,6
Aguas Subiendo	9	21,9	32	78,1
Aguas Altas	12	19,35	50	80,65

Variación de la dieta por estructura de tallas

Se establecieron siete (7) intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 144-365 mm y amplitud de 31 mm entre las tallas. La talla V fue la más abundante (270-301 mm LE) con 49 individuos que comprende el 23.22% de los ejemplares recolectados, seguida de la talla III (207-239 mm LE) con 35 individuos (16,58%) y IV (239-270 mm LE) con 33 ejemplares (15.63%), mientras que el menos abundante fue la talla VII (333 -365 mm LE) con 11 individuos (Figura 7).

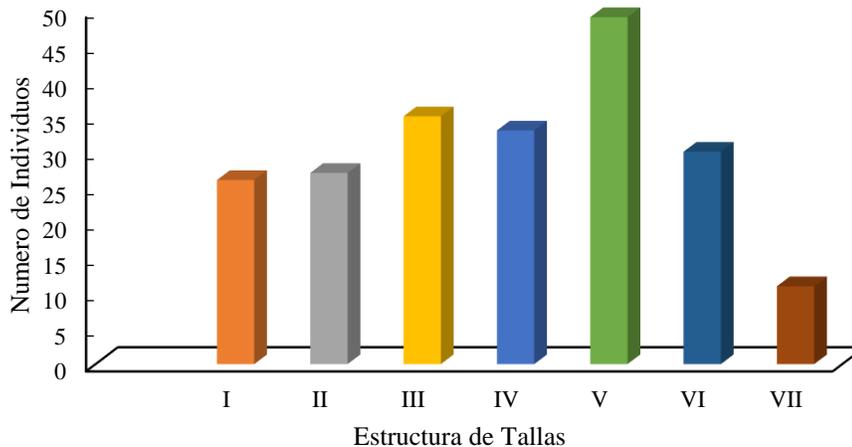


Figura 7. Frecuencia de tallas de *Plagioscion magdalenae* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia. Intervalos de talla: I: (144 – 175 mm), II: (175 - 207mm), III: (207 - 239 mm), IV: (239 - 270mm), V: (270 - 301 mm), VI (301 – 333 mm), VII (333 -365 mm).

Los valores de los índices por las tallas tuvieron una distribución no paramétrica (Shapiro Wilk $p < 0.05$) entre las cuales existieron diferencias significativas en volumen, (Kruskal-Wallis K-W, $p=0,04274$) y Frecuencia de Ocurrencia (K-W $p= 0,04978$) de los ítems consumidos.

Estas diferencias estuvieron marcadas en la talla V con respecto a la talla VII, en la cual esta última no hubo consumo de *Astyanax ruberrimus*, ni de insectos, camarones o gasterópodos, los ejemplares de estas tallas solo consumieron peces. A diferencia de la talla cinco donde hubo mayor consumo de recursos.

Aunque existieron diferencias significativas entre el alimento consumido, de forma general todas la estructura de tallas consumieron peces como alimento principal, donde los individuos más pequeños (talla I) depredaron especialmente peces de la familia Characidae de los cuales fue más consumida *A. ruberrimus*, (3.33 %N, 31.21 %V, 11.11 %F, 0.288 %IAI), seguido por el consumo de larvas de Díptera de la familia Chironomidae (70%N, 13.42%V, 22.22%F, 0.248 %IAi); la talla II tuvo mayor consumo de peces como *A. ruberrimus* (11.4%N, 54.94%V, 20%F, 0,75 %IAi); seguido de *Hyphessobrycon proteus* (3.8%N, 22.81%V, 5%F, 0.077 %IAI) además de consumo de insectos en mayor proporción la familia Chironomidae (74.68 %N, 4.60%V, 20%F, 0.063 %IAi); la talla III tuvo un alto consumo de restos de peces (14,72%V, 30.30%F, 0.38 %IAi), seguido de *Anchoa lyolepis* (13.33 %N, 32.97%V, 9.09%F, 0.26 %IAi) además de *A. ruberrimus* (10 %N, 23.16%V, 9.09%F, 0.18 %IAi), además del consumo de insectos del género *Campsurus* sp (26.66 %N, 10.51%V, 9.09%F, 0.08 %IAi).

En cuanto a la talla IV hubo también un gran consumo de restos de peces (19.20%V, 42,86%F, 0.55 %IAI), además de peces de la familia Characidae como *A. ruberrimus* (26.32 %N, 33.41%V, 10.71%F, 0.24 %IAi), *H. proteus* (15.79 %N, 20.96 %V, 7.14 %F, 0.10 %IAi) conjuntamente consumo de *A. lyolepis* (10.53 %N, 15.19 %V, 7.14 %F, 0.07 %IAi), seguido de insectos con *Pantala flavescens* (10.53%N, 4.56%V, 6.98%F, 0.02 %IAi); en cuanto a la talla V mostró la mayor diversidad de alimentos sin embargo los peces fueron el componente que mayor aporte hizo a la dieta con *A. ruberrimus* (28.88%N, 45.23%V, 19.64%F, 0.60 %IAi), seguido de restos de peces (15.07%V, 30.36%F, 0.30 %IAi), de *A. lyolepis* (6.66%N, 10.54%V, 5.36%F, 0.04 %IAi).

La talla VI tuvo un mayor uso como recurso a restos de peces (19.19%V, 40.91 %F, 0.49%IAi), además del consumo de *A. ruberrimus* (41.67 %N, 24.24 %V, 22.73 %F, 0.35 %IAi); seguido por consumo de *Andinocara latifrons* (8.33 %N, 34.34 %V, 4.55 %F, 0.098 %IAi) y *Caquetaia kraussii* (8.33 %N, 16.16 %V, 4.55 %F, 0.05 %IAi). Por último, la talla VII donde hubo consumo exclusivo de peces con mayor proporción de *C. kraussii* (25 %N, 42.89 %V, 10 %F, 0.32 %IAI), seguido del consumo de restos de peces (10.42 %V, 40 %F, 0.31 %IAi) y de *Roeboides dayi* (25%N. 29.17%V, 10%F, 0.22 %IAi).

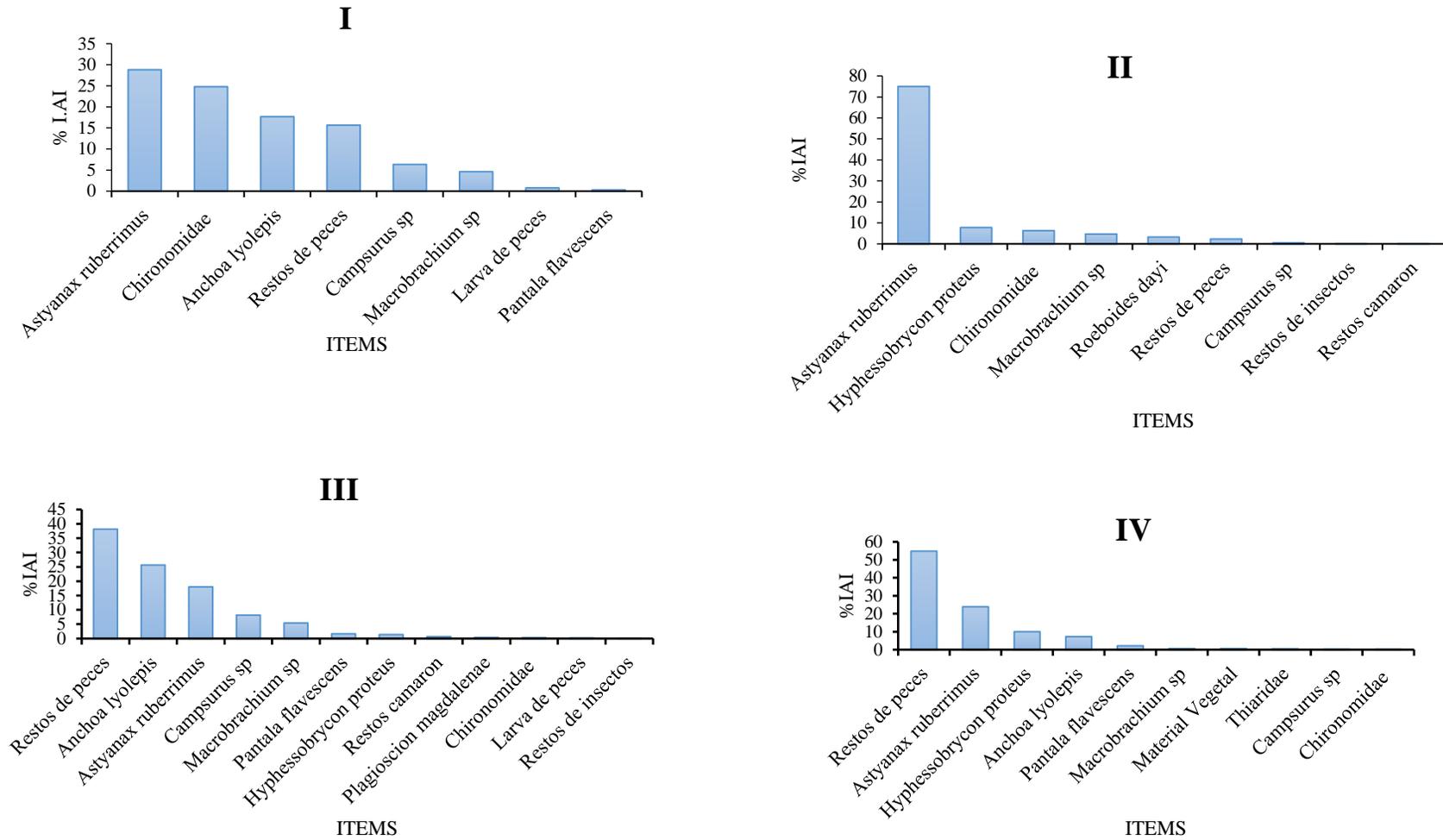


Figura 8. Dieta general de las Tallas (I - IV) para *Plagioscion magdaleneae* en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

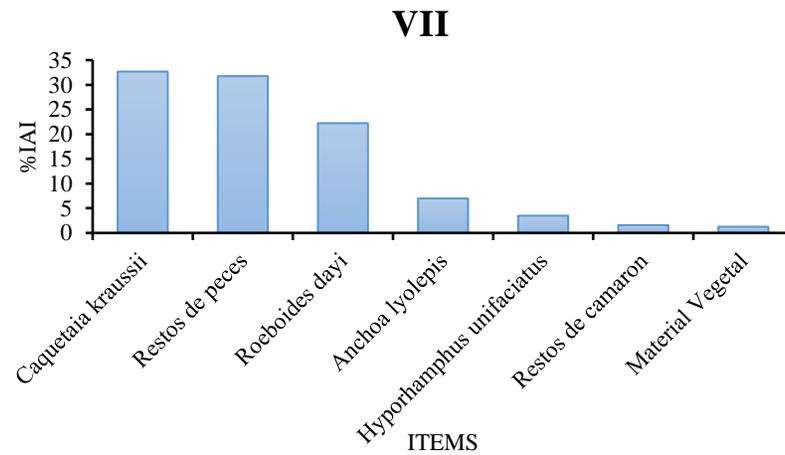
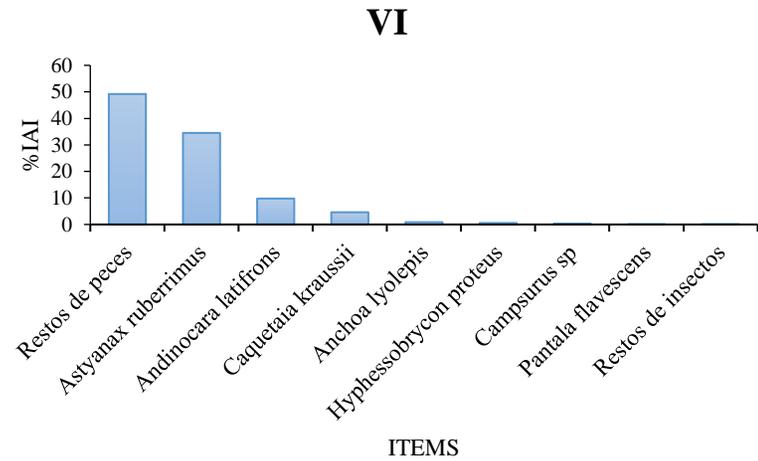
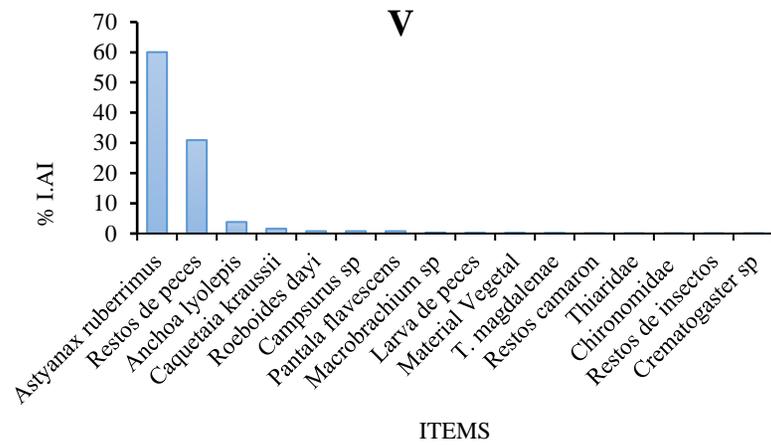


Figura 9. Dieta general de las Talla (V- VII) para *Plagioscion magdaleneae* en el Embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Variación de la dieta por sexos

Se analizaron 127 machos (60.18%) y 84 hembras (39.81%), los datos se ajustaron a una distribución no normal, donde no existieron diferencias significativas en el consumo de los ítems alimenticios entre sexos, para los valores del índice de importancia (K-W, $p=0,6254$), Número (K-W, $p=0,9444$), Volumen (K-W, $p=0,7346$), Frecuencia de Ocurrencia (K-W, $p=0,5038$).

Las hembras tuvieron 17 ítems en su dieta donde los peces fueron el alimento más importante constituyendo el 96,08 % %IAI; habiendo un mayor consumo de *Astyanax ruberrimus* (17.17 %N, 27.06 %V, 16.46 %F, 0.479 %IAi), seguido de restos de peces (8,93 %V, 26,58%F, 0.256 %IAI), *Anchoa lyolepis* (7.07 %N, 14.52 %V, 7,59 %F, 0.119 %IAi) y *Roeboides dayi* (3,03 %N, 10,48 %V, 3.8%F, 0.043 %IAi). El segundo grupo en importancia fueron los insectos teniendo un 2,64% %IAI en la dieta en la que tuvimos con más aporte a *Campsurus* sp (13.33 %N, 1,24 %V, 8.86 %F, 0.012 %IAi) (Figura 10).

Los machos tuvieron menos recursos en la dieta 16 ítems, donde los peces fueron el grupo más importante constituyó el 93,06 % de %IAi, teniendo mayor consumo de restos de peces (21.246 %V, 33,33 %F, 0,53 %IAi) seguido de *A. ruberrimus* (10,56 %N, 32.16%V, 12,5 %F, 0.3 %IAi) y *A. lyolepis* (4.44 %N, 16,9 %V, 5.83 %F, 0,073 %IAi).

El segundo grupo en importancia fueron los insectos con un 4,25% %IAi de la dieta teniendo un mayor consumo de larvas de Chironomidae (54,44 %N, 3, 10%V, 11,67%F, 0,027%IAi), y como alimento secundario y ocasional los camarones con de la familia Palaemonidae representados por el género *Macrobrachium* sp. (4.09 %N, 3.75 %V, 7.43 %F, 0.15 %IAi).

En la dieta por sexos fue notorio el carácter piscívoro de la especie, los ítems de peces fueron los de mayor importancia para ambos sexos. En las hembras se presentó solo consumo de estos los ítems *Roeboides dayi*, *Hyporhamphus unifaciatus* y *Andinocara latifrons*, con respecto a los machos en los cuales hubo consumo exclusivo de *Plagioscion magdalenae* y *Triportheus magdalenae*.

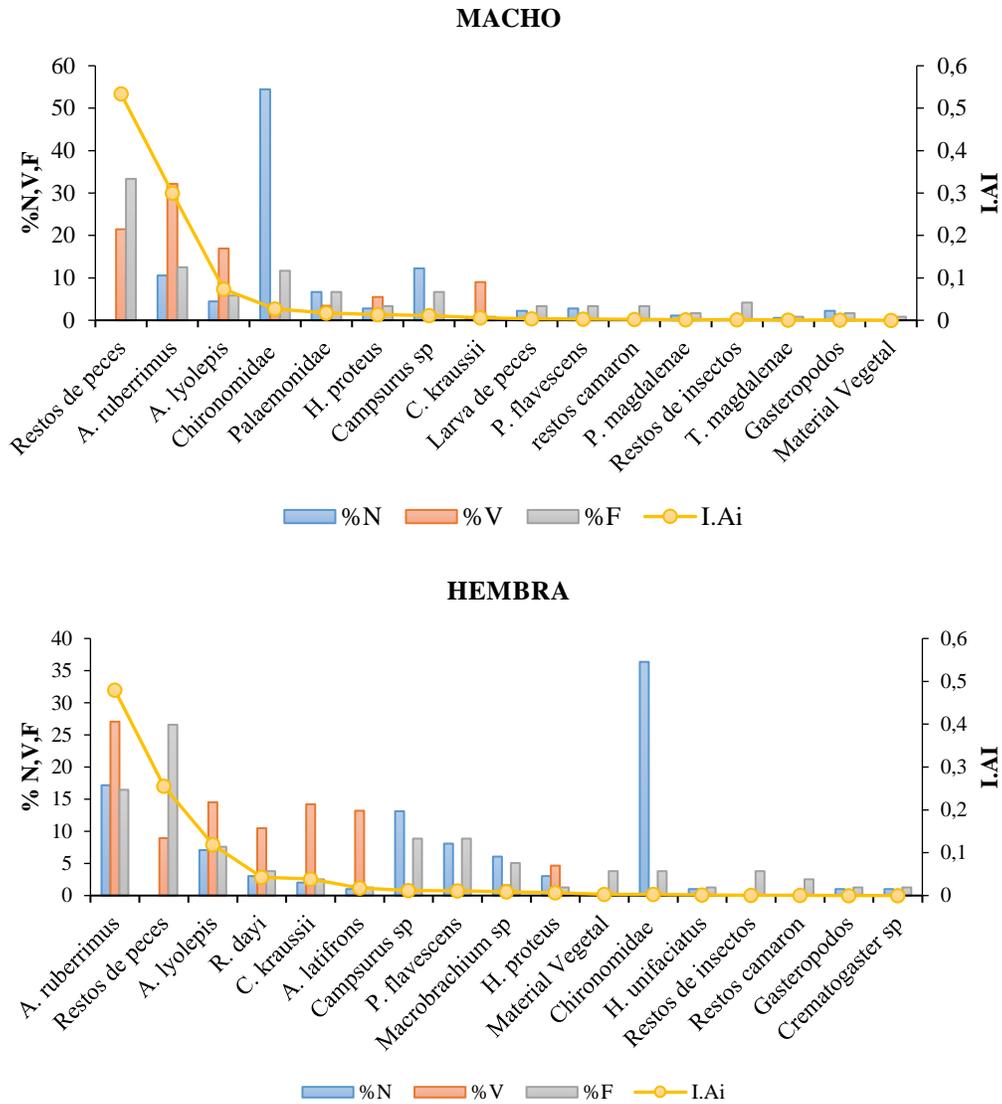


Figura 10. Dieta general de Machos y Hembras, de *Plagioscion magdalena* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Variación de la dieta por momentos de pulso de inundación

Se analizaron 36 ejemplares en momentos de aguas bajando con 9 ítems alimentarios, en momentos de aguas bajas 72 ejemplares con 13 ítems, momentos de aguas subiendo 41 ejemplares con 13 ítems y finalmente aguas altas 62 ejemplares con 15 ítems.

Para los momentos de pulso inundación (aguas altas, bajando, bajas y subiendo) Los datos se ajustaron a una distribución no paramétrica (Shapiro Wilk $p < 0.05$), en la que no se encontró diferencias significativas en el consumo de los ítems alimenticios tanto en Número (K-W, $p = 0,9288$), Volumen (K-W, $p = 0.3706$), Frecuencia de Ocurrencia (K-W, $p = 0.707$) e índice de importancia alimentaria (K-W, $p = 0.4958$) entre periodos hidrológicos.

Empleando el método numérico los insectos fueron los más consumidos en los diferentes momentos del pulso, teniendo las larvas de dípteros (Chironomidae) fueron las más consumidas en aguas bajando (49.06 %N, 1.41 %V, 12.79 %F, 0.0061 %IAi) aguas bajas (75.26 %N, 4.46 %V, 15.38 %F, 4.99 %IAi) y subiendo (33 %N, 1.80 %V, 5.41 %F, 0.5 %IAi) en cambio para aguas altas fue larva de efemeróptera del género *Campsurus* sp (23 %N, 3.45 %V, 18,33 %F, 0.081 %IAi) seguido de peces en los tres primeros momentos del pulso mencionados *A. ruberrimus* y para aguas altas *A. lyolepis* y camarones en igual proporción.

En cuanto al método volumétrico y frecuencia de ocurrencia los peces proporcionaron más en la dieta debido a que hubo un mayor consumo de la especie *A. ruberrimus* durante las aguas bajando, bajas, subiendo y para aguas altas mayor consumo fue de la especie *A. lyolepis* y además se observó el consumo exclusivo de la especie *Andinocara latifrons*, en aguas subiendo el pez *Hyporhamphus unifaciatus*, en aguas bajas la especie *Thiportheus magdalenae* (Figura 11). En el período de aguas altas hubo consumo de material vegetal el cual se considerado como alimento accidental o circunstancial.

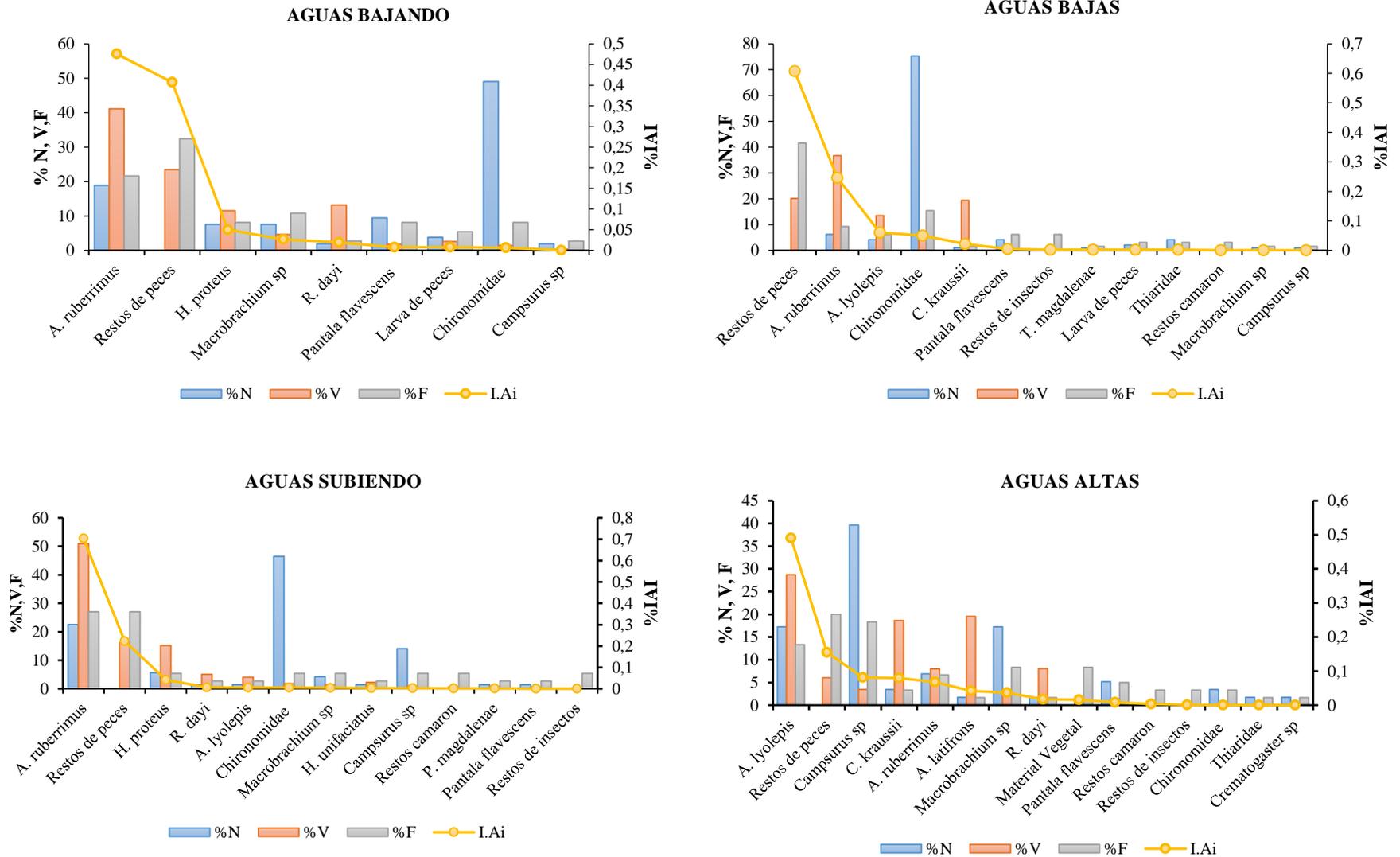


Figura 11. Dieta general por momentos del pulso de inundación de *Plagioscion magdaleneae* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Solapamiento de nicho trófico

El dendrograma generado por el solapamiento trófico, permitió observar dos agrupaciones de tallas en relación a los ítems que comparten (basado en valores de frecuencia de ocurrencia).

El índice de solapamiento de nicho trófico de Morisita simplificado realizado entre tallas (Figura 12), muestra que las tallas III y IV, V y VI compartieron una similitud cerca del 90% de los recursos alimenticios, este agrupamiento se debe al alto consumo de peces como *Astyanax ruberrimus*, *Anchoa lyolepis* y restos de peces. Para la talla VII se encontró un agrupamiento >75% con las tallas mencionadas anteriormente en esta se dio consumo exclusivamente de peces.

Las tallas I y II tienen un aparente solapamiento trófico con similitud trófica de un 90%, en el cual la composición de la dieta es dominada por *A. ruberrimus* y Chironomidae y son las tallas que se tiene menos similitud trófica (aproximadamente 65%) con el resto de las tallas, teniendo en cuenta la alta cantidad de los recursos compartidos en el ambiente, es calificado un falso solapamiento, porque la especie en su estructura de talla estaría compartiendo los recursos debido a una alta disponibilidad de los mismos.

En el análisis de similitud trófica, se observó un aparente solapamiento entre las estructuras de talla con la dieta, sin embargo al realizar el análisis de componentes principales se comprobó que todas las estructuras de tallas se encuentran separadas entre sí y que estas variaciones se deben principalmente a que la talla I, II y V se encuentran separadas en el componente 1 y explicadas positivamente por crustáceos con *Macrobrachium* sp y con peces por *Hyphessobrycon proteus*; negativamente por *A. ruberrimus*.

Por otro lado, las tallas III, IV, VI y VII se encuentran separadas en el componente 2 y explicadas positivamente por los peces *A. lyolepis*, *R. dayi*, *C. kraussii*, *H. unifaciatus* e insectos con *Campsurus* sp; negativamente es explicada por restos de peces e insectos con *P. flavescens* y gasterópoda con Thiaridae.

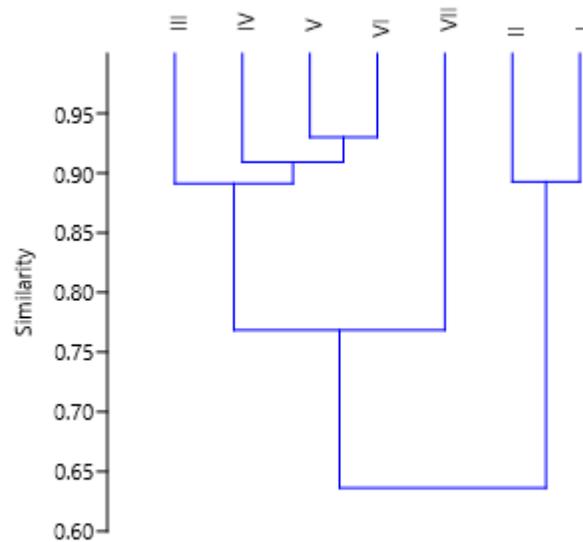


Figura 12. Índice de similitud trófica Morisita Horn (1966), agrupando la estructura de talla de *Plagioscion magdaleneae* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales (ACP) entre la dieta y la estructura de tallas, indicó que los dos primeros ejes del componente explicaron el 81.343 % de la variación total, donde se observa la separación entre las tallas I, II y V en el CP1 (60.42 %) y las tallas III, IV, VI y VII, en el CP2 (20.92 %). El análisis del componente principal mostró que la alimentación de *P. magdalenae* por clase de talla estaba fuertemente influenciada por peces e insectos, (Figura 13). La talla I y II se agruparon con mayor consumo de larvas de Díptera de la familia Chironomidae sin embargo se comprueba que no existe solapamiento de nicho. La talla III, IV y VI se asociaron principalmente con el consumo de restos de peces no identificados. En la talla V mostró una asociación con *A. ruberrimus* en su dieta quien no se agrupó con otras tallas y por último para la talla VII se obtuvo un agrupamiento con ítems como *C. kraussii*, *R. dayi*, *H. unifaciatus* y *A. lyolepis*.

Tabla 4. Porcentaje de variación de las componentes 1 y 2.

PC	Eigenvalue	% variance
1	0.085716	61.264
2	0.0285964	20.439

Tabla 5. Valores propios de las componentes principales para la dieta de *Plagioscion magdalenae*, con respecto a la estructura de talla.

	PC 1	PC 2
I	0.038842	0.17632
II	0.49663	0.11156
III	-0.19485	-0.06553
IV	-0.13186	-0.18181
V	0.23762	-0.089584
VI	-0.057796	-0.1773
VII	-0.38858	0.22635

Tabla 6. Valores propios de los componentes principales 1 y 2 para la dieta de *Plagioscion magdalenae*.

ITEMS	PC 1	PC 2
<i>Astyanax ruberrimus</i>	0.85384	-0.22554
<i>Roebooides dayi</i>	-0.13304	0.31028
<i>Hyphessobrycon proteus</i>	0.041853	-0.074872
<i>Caquetaia kraussii</i>	-0.24471	0.3752
<i>Anchoa lyolepis</i>	-0.13463	0.069367
<i>Triportheus magdalenae</i>	0.00089634	-0.0010129
<i>Hyporhamphus unifaciatus</i>	-0.026392	0.04608
<i>Andinocara latifrons</i>	-0.010992	-0.10107
<i>Plagioscion magdalenae</i>	-0.0013222	-0.0013329
Chironomidae	0.078122	0.29173
<i>Campsurus</i> sp	-0.01712	0.028722
<i>Pantala flavescens</i>	-0.008235	-0.032598
Rest. Peces	-0.40632	-0.7741
Rest. Insectos	0.0015748	0.010979
Rest. Camaron	-0.012912	0.018617
Larva de peces	0.0010491	0.0059467
<i>Macrobrachium</i> sp	0.029108	0.049925
Thiaridae	-0.0006959	-0.0051374
<i>Crematogaster</i> sp	6,47E-01	-7,31E-01
Material Vegetal	-0.010127	0.0088935

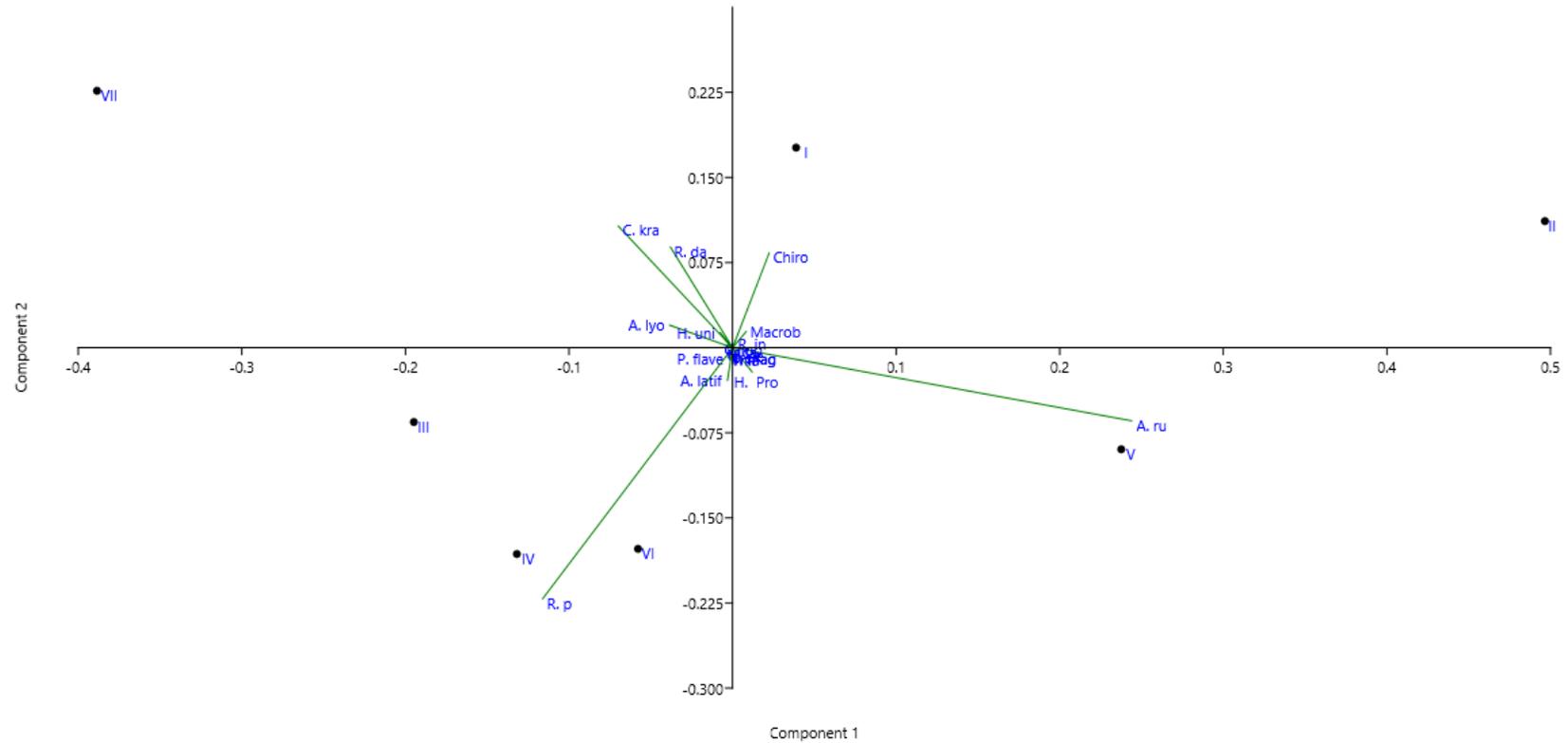


Figura 13. Análisis de Componentes Principales (ACP) para la dieta por tallas de *Plagioscion magdalenae* en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Componente 1 en el eje X, componente 2 en el eje Y.

A.lyo: A. lyolepis; A.latif: A. latifrons; A.rub: A. ruberrimus; C.kra: C. kraussii; C.huj: C. hujeta; H.pro: H. proteus; R.da: *R. dayi*; P.mag: P. magdalenae; T.mag: T. magdalenae; R.P: restos de peces; Chiro: Chironomidae; Macrob: Macrobracium; P.flave: Pantala flavencens I: Talla 1; II: Talla 2; III: Talla 3; IV: Talla 4; V: Talla 5; VI: Talla 6

Factor de condición somático

La relación peso-longitud observada para la especie *P magdalenae* mostro un tipo de crecimiento alométrico negativo (Con los valores $b < 3$). Los patrones de crecimiento se asocian a que los individuos de mayor talla son más elongados que los pequeños. Se presentó una alta y positiva correlación entre la longitud estándar y el peso del cuerpo ($Y = 2.071x - 2.6067$, $R^2 = 0.6347$).

El valor promedio de K' , obtenido durante los diez meses oscilo entre 0.69 y 3.5, indicó que la especie se encuentra relativamente bien alimentada. Las hembras se encuentran mejor alimentadas con respecto a los machos (

Figura 14). Para los dos sexos el valor mínimo se registró durante aguas subiendo (abril-mayo de 2018), hembras: ($K' = 1.23$), mientras que para los machos ($K' = 1.03$) y al igual para ambos sexos los registros más altos se obtuvieron en el período de aguas altas (noviembre- enero), para los machos ($K' = 1.19$) y hembras ($K' = 1.90$).

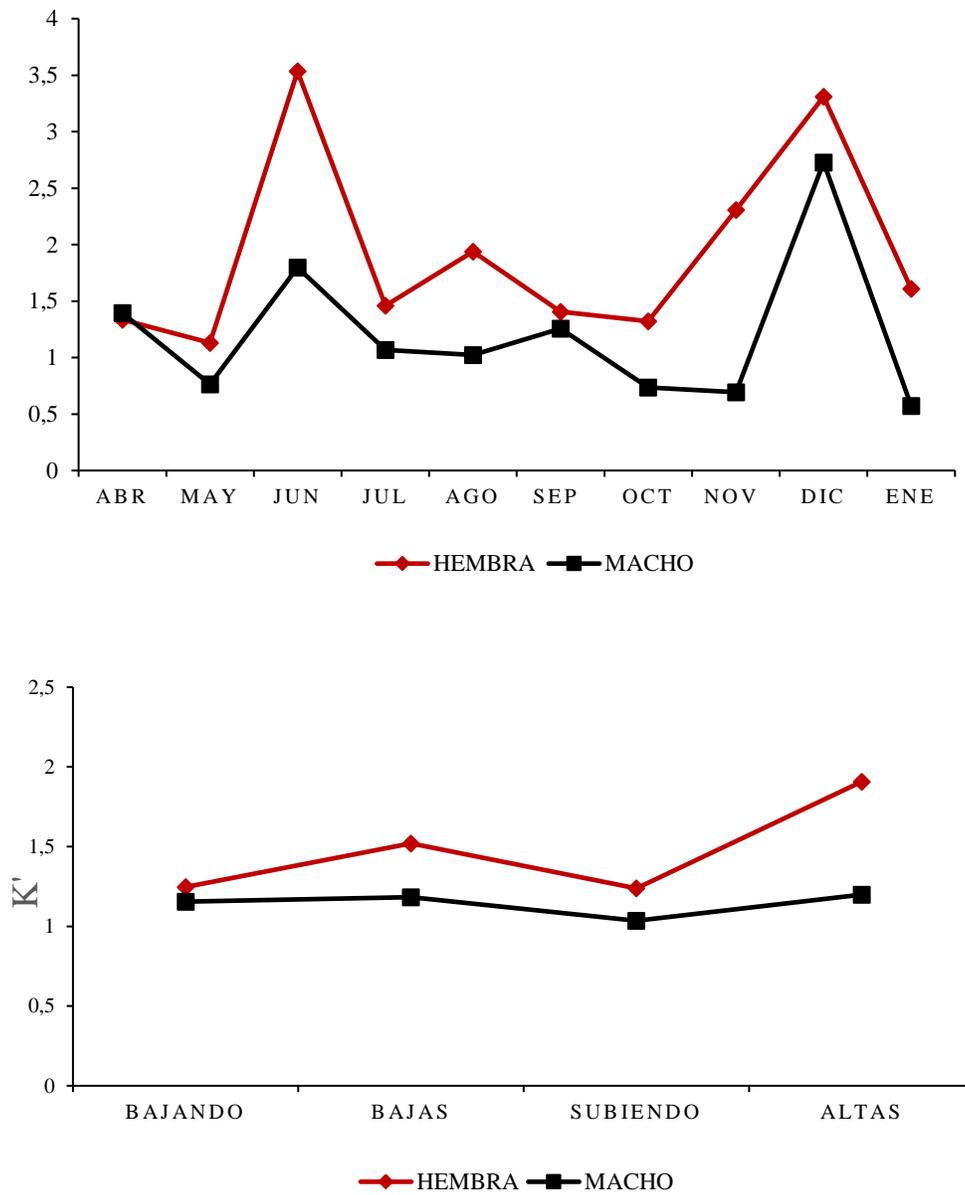


Figura 14. Factor de condición somático (K') para machos y hembras de *P. magdaleneae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Regresiones y correlaciones

Para relacionar la longitud y el peso las variables se linealizaron mediante transformación logarítmica. Los resultados de las estimaciones hechas para determinar la relación entre la longitud estándar y el peso total obtuvieron un buen ajuste al modelo lineal ($Y=2.071x-2.6067$, $R^2= 0.6347$); se observó una alta y positiva correlación ($r= 0.799$) (Figura 15).

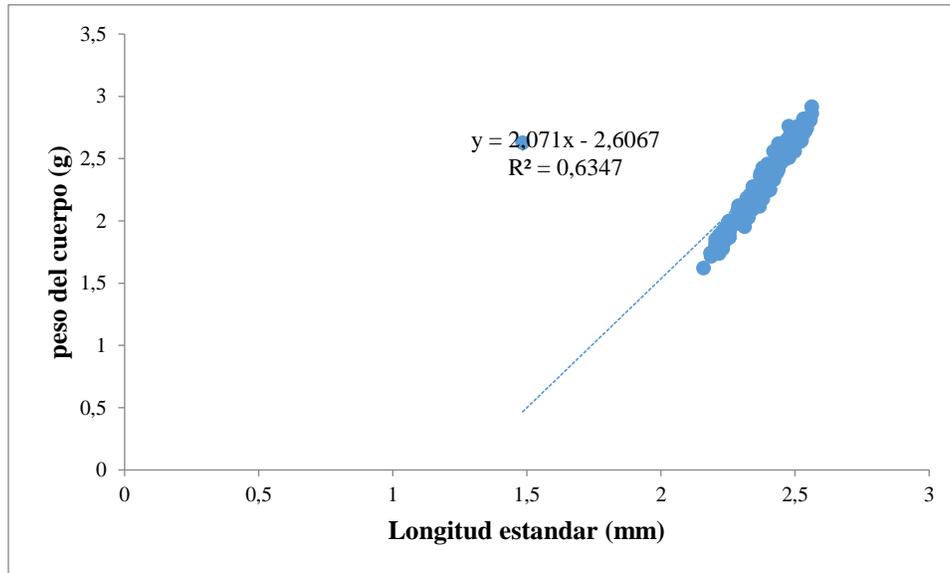


Figura 15. Relación lineal entre la longitud estándar (mm) y el peso del cuerpo (g) de hembras y machos de *Plagioscion magdalenae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia

En cuanto a las variables longitud estándar y la longitud del intestino, se ajustó al modelo lineal ($Y=2.5602x - 372.7$, $R^2=0.8051$); se muestra una alta, positiva y estadísticamente significativa correlación ($r= 0.918$) (Figura 16).

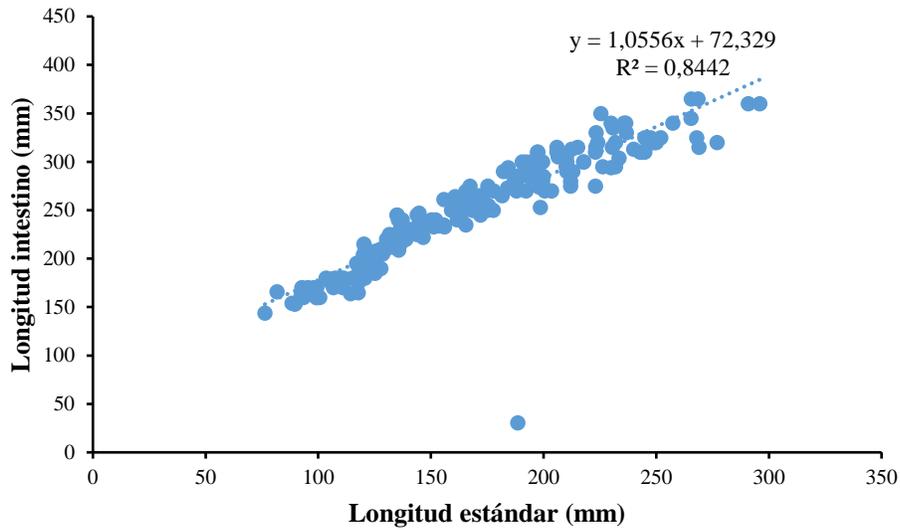


Figura 16. Relación lineal entre la longitud estándar (mm) y longitud de intestino (mm) de hembras y machos de *Plagioscion magdalenae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

Para las variables peso de estómago y el ancho del estómago se determinó un grado de asociación relativamente alta y positiva correlación ($Y=1.1849 + 8.3646$, $R^2=0.6193$); ($r=0.7869$) (Figura 17).

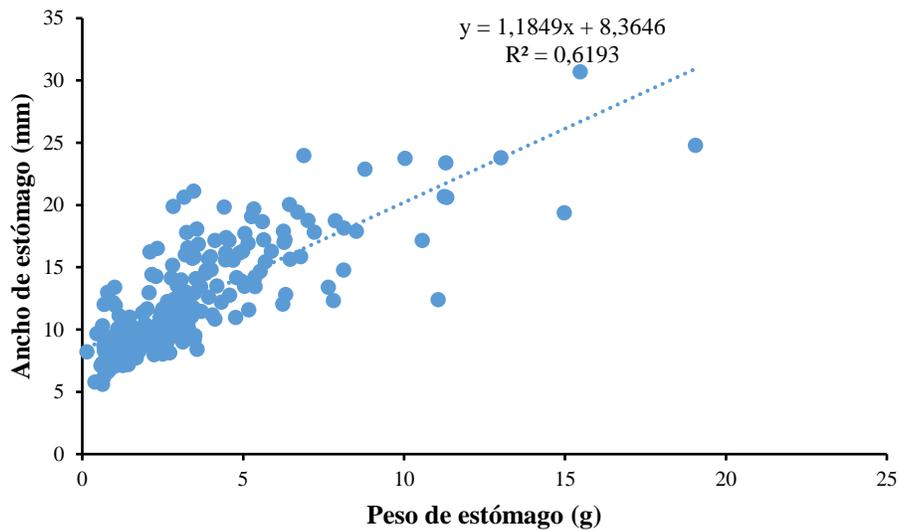


Figura 17. Relación lineal entre el peso de estómago (g) y ancho de estómago (mm) de hembras y machos de *Plagioscion magdalenae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico, Colombia.

El análisis de correlación entre las variables longitud del estómago y ancho del estómago, nos indica que hay un grado de asociación alto, positivo y significativo entre las variables ($Y=0.2244x + 3.45$, $R^2=0.505$); ($r= 0.71$) (Figura 18).

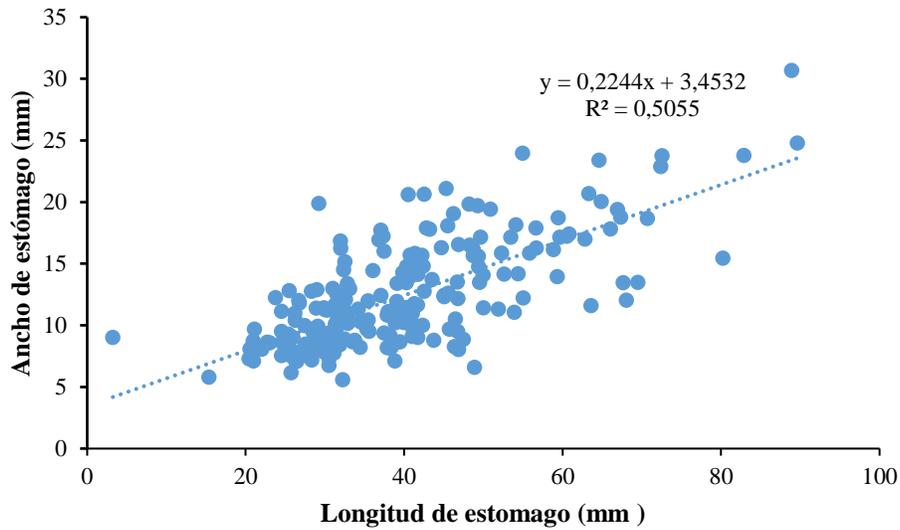


Figura 18. Relación lineal entre la longitud de estómago (mm) y ancho de estómago (mm) de hembras y machos de *Plagioscion magdalenae*, en el embalse El Guajaro, Atlántico.

DISCUSIÓN

Los análisis del contenido estomacal obtenidos en este trabajo muestran a *P. magdalenae* como un carnívoro, con preferencia por los peces, pero con consumo de invertebrados como insectos, moluscos y camarones, resultados que coinciden con los obtenidos en una especie congénere como es *Plagioscion squamosissimus* por Stefani & Rocha (2009), Riofrío (2009), Gonzales & Vispo (2004); Lasso *et al.*, (1998) y otras especies pertenecientes de la familia Sciaenidae como *Pachypops trifilis* por Hawlitschek *et al.*, (2013), *Pachypops fourcroy* por Sá-Oliveira (2014).

La mayor representación de los peces como alimento principal puede deberse a adaptaciones por sus características morfológicas (por ejemplo, boca terminal, dientes cónicos y estómago corto) y/o atribuido a la amplia disponibilidad de esas presas en el medio ambiente. Según Zavala-Camim (1996), el comportamiento de una especie particular no solo se asocia a la abundancia de ciertos organismos presa en el medio ambiente, sino al tamaño de la presa, la forma y disposición de la boca del depredador, el tamaño de los dientes, la morfología del sistema digestivo y las tácticas de forrajeo se consideran aspectos importantes para localizar e ingerir presas en la columna de agua para los peces Sciaenidae. Goulding (1980) basado en sus observaciones sobre los hábitos y morfología anatómica se considera que las curvinatas o corvinatas son depredadoras que caza en el centro de la columna vertical del agua o sea es pelágica. Su boca grande le permite consumir presas relativamente grandes sin embargo el consumo de camarones y sardinas y sus puestas en el fondo indican hábitos bento-pelágicos.

Gran número de especies de peces de agua dulce no poseen un régimen alimentario estricto, dado que los recursos tróficos disponibles pueden variar a lo largo del año, encontrándose un grado importante de generalísimo en la dieta (Lowe-McConnell 1987; Castro & Sánchez 1994) lo cual no es el caso de *Plagioscion magdalenae* que fue catalogado como una especie especialista. Pese a esto se encontró una gran variedad de especies de peces y otros invertebrados en el contenido estomacal, lo que sugiere que la especie explora diferentes hábitats en busca de su alimento, aprovechando la oferta del sistema. Aunque se ha

establecido que *P. magdalenae* presenta una dieta carnívora, en este estudio se encontraron restos vegetales, siendo este un ítem cuya aparición se puede deber a la acción predatoria de la especie en un ambiente con presencia macrófitas, lo que indica que el consumo de plantas sería un ítem accidental (Riofrío, 2009).

Por otra parte en el presente trabajo se observó que *Plagioscion magdalenae* consume ejemplares juveniles de su propia especie (canibalismo). Este comportamiento ha sido observado por otros autores como Lasso *et al.*, (1998); Moraes *et al.*, (2001); Bezerra *et al.*, (2014) y Santos *et al.*, (2016) en especies pertenecientes a la familia Sciaenidae. Según Acha *et al.*, (2002) el canibalismo parece tener una base genética, pero está controlado o inducido por diferentes señales ambientales.

El canibalismo puede ocurrir cuando hay una reducción en el suministro de alimentos, o en el caso de un gran número de individuos de un tamaño determinado, En tales casos, puede haber una escasez de alimentos para individuos con ciertos tamaños, lo que puede llevar a la ingestión de huevos y peces juveniles (Folkvord, 1997). Según Smith y Reay (1991), el canibalismo puede considerarse como un tipo de depredación con potencial para regular la densidad de población, observándose especialmente en especies piscívoras o en aquellas que exhiben altos niveles de cuidado parental.

En la presente investigación se observó una alta incidencia de estómagos vacíos que ya se ha reportado también en *Plagioscion squamosissimus* por Hahn *et al.*, (1999) y Bennemann *et al.*, (2006), siendo este hecho, generalmente, asociado al hábito carnívoro de la especie un digestión rápida, sin embargo la elevada proporción de los estómagos vacíos podría deberse a una expulsión violenta del contenido estomacal (regurgitación), a causa de una contracción de la musculatura esofágica originada como respuesta del animal a la violencia de la captura (González, 1981). No obstante, llama la atención el elevado número de estómagos vacíos encontrados en el período de aguas bajas (26,4%).

Según Welcomme (1985), la mayor disponibilidad de recursos y dispersión de los peces acontece en momentos de aguas altas, favoreciendo que los peces se alimenten intensamente y contrario a esto, durante el período de sequía y aguas bajas los recursos disminuyen y los

peces se concentran en un área menor, alimentándose en menor grado. El cese o la disminución de la actividad trófica de muchos peces carnívoros durante la estación seca o de aguas bajas, ha sido observado por otros autores en los llanos de Venezuela (Machado-Allison, 1987; Lasso *et al.*, 1998). Aparentemente, esta inactividad en la alimentación es una respuesta fisiológica de los depredadores concerniente al estrés respiratorio (bajas concentraciones de oxígeno), durante la estación seca o de aguas bajas.

Se observó que la mayor diversidad de ítems encontrado, se presentó durante el período hidrológico de aguas altas esto puede reflejar la expansión del medio ambiente, que incorpora nuevos microhábitats a medida que se inunda, trayendo nuevos recursos alimenticios a los peces (Fugi *et al.*, 2007); además Según Braga (1990) indica que los peces como la curvinatas son en su mayoría oportunistas y aprovechan la disponibilidad de alimento conforme a las variaciones del nivel del cuerpo de agua.

De acuerdo con Diana (1989) en: Hahn *et al.*, 1999, la mayoría de los piscívoros obtienen una dieta constituida por un solo individuo-presa, siendo, el hecho de que las presas ingeridas sean relativamente grandes, les da un alto valor nutricional y que son fácilmente digeribles, disminuyendo el tiempo gastado para saciar al carnívoro. Los cambios en la toma del alimento, más pronunciadas en los momentos de pulso de inundación en aguas altas, pueden estar relacionados con las propias características de un ambiente aún inestable, que influye tanto la disponibilidad de recursos y en el ritmo de los predadores y de las presas.

Se considera importante el hecho que el comportamiento alimentario de la especie por tallas fue heterogeneo, ya que no todos los recursos alimenticios estuvieron presentes en cada talla. Todos los ítems, algunos más ocasionales que otros, dieron su aporte a la composición de la dieta en mayor o menor medida; esto puede estar relacionado con la dinámica del embalse y sus variables bióticas y abióticas (Margalef *et al.*, 1976).

Las variaciones ontogenéticas fueron las más importantes para la dieta de *P. magdalenae*. El patrón ontogenético mostrado por esta especie en el embalse El Guajaro se observa especialmente en los peces de la familia Sciaenidae (Chao & Musick, 1977; McMichael &

Ross, 1987; Vendel & Chaves, 1998; Lasso *et al.*, 1998; Fonseca & Castro, 2000; Raymundo-Huizar *et al.*, 2005; Giberto *et al.*, 2007; Stefani & Rocha, 2009; Palmeira & Monteiro-Neto, 2010; Lima & Behr, 2010).

Los individuos más pequeños de los grupos de tallas I, II y III se aprovecharon o explotaron básicamente las larvas de dípteros, efemerópteros, odonatos y peces más pequeños, este patrón cambió gradualmente a medida que los peces de tallas mayores consumían alimentos más grandes, como *Caquetaia kraussii*, *Roeboides dayi*, *Hyporhamphus unifaciatatus*. Este patrón se puede atribuir a las diferencias en los requisitos de energía y las limitaciones morfológicas (Abelha *et al.*, 2001; Rezende & Mazzoni, 2006). Además, que estos cambios ontogenéticos en la dieta son una estrategia que pueden disminuir la competencia intraespecífica (Araújo *et al.*, 2005).

El consumo de larvas de insectos disminuyó gradualmente con el tamaño creciente de la especie. A medida que crecen los peces depredadores, la alimentación de pequeños organismos se vuelve menos ventajosa (Hynes, 1950). La captura de tales organismos, a menos que sea muy abundante, resulta en una baja eficiencia de forraje y retorno de energía. De acuerdo Wootton (1999), los cambios ontogenéticos en la dieta de los peces también están determinados por los cambios morfológicos y una mayor capacidad locomotora en los peces más grandes.

Respecto a la dieta de los Sciaenidos, las especies marinas se alimentan principalmente de crustáceos como decápodos (Lunardon, 1990; Vazzoler, 1991; Figueiredo & Vieira, 1998; Chaves & Vendel, 1998; Soares & Vazzoler, 2001; Branco *et al.*, 2005; Bezerra *et al.*, 2014). Los sciaénidos de agua dulce consumen principalmente peces e insectos (Mourão & Torres, 1984; Hahn *et al.*, 1997, 1999; Alvim & Peret, 2004; Bennemann *et al.*, 2006; Fugi *et al.*, 2007; Pacheco *et al.*, 2008). Puede ser una adaptación de las especies que invadieron el agua dulce a la baja disponibilidad de crustáceos y la gran disponibilidad de insectos en comparación con los hábitats marinos.

La amplitud del nicho de la especie mide su nivel de especialización relacionada con el uso de los recursos locales (Colwell y Futuyama 1971). Los resultados muestran similitud trófica de casi el 65 % entre las dieta por tallas el cual fue considerado como un falso o parcial

solapamiento trófico, ya que hacen uso diferencial del recurso ya que existen variaciones estadísticamente significativas de la dieta por tallas, además que la especie explota su recurso trófico en espacios diferentes del hábitat y seguramente el alimento es abundante en el medio y disponible durante todo el periodo de estudio. De acuerdo con la Teoría de búsqueda óptima, las especies son capaces de aprovechar la abundancia de cierto recurso. Por lo tanto, el recurso más abundante será generalmente el más consumido por los individuos (Hughes, 1997). Esto puede ocurrir debido a la ausencia, baja abundancia o dificultad para capturar el alimento de preferencia, lo que lleva a las especies a explotar otros recursos disponibles en mayor abundancia que la presa preferida. Esto se llama adaptabilidad trófica, que es responsable de los cambios en los hábitos alimentarios en respuesta a la variación diaria o estacional en la disponibilidad de alimentos (Gerking 1994, Lowe-McConnell 1999).

La especie tuvo un crecimiento alométrico negativo teniendo un aumento en longitud relativamente mayor que en relación a su peso, contrario a esto un aumento de peso relativamente mayor en relación con la longitud, es posible en ciertas condiciones, como la piscicultura y los entornos sin estrés (Sarkar *et al.*, 2009). Este tipo crecimiento alométrico negativo fue observado por De la Hoz *et al.* (2015) y por Marinho *et al.* (2017) en una especie congénere.

En cuanto al factor de condición somático evaluado por sexos se observó que las hembras se encuentran mejor alimentadas con respecto a los machos, y esto tiene una gran relación con la demanda energética que tienen las hembras en los procesos fisiológicos e incluyendo procesos reproductivos; valores mayores a 1.5 permiten relacionar condiciones nutricionales propicias para la especie; así como una alta oferta alimentaria (Ibarra-Trujillo & García-Alzate, 2017). Los valores máximos tanto para los machos como para las hembras se presentaron en diciembre en el período de aguas altas; el valor mínimo para las hembras se presentó en mayo, coincidiendo con el período de aguas bajando, para los machos el valor más bajo se registró en octubre- noviembre período de aguas subiendo e inicio de aguas altas.

Para el factor de condición somático en particular, los meses con bajos K' observados para *P. magdalenae* en mayo, julio y luego en octubre, posiblemente indicarían una época de desove

para esta especie. Según Zavala-Camin (1996), la mala alimentación verificada durante el período de desove puede atribuirse al hecho de que las gónadas se agrandan mucho y ocupan un espacio importante en la cavidad abdominal durante la temporada de desove, previniendo o limitando la ingesta de alimentos, por lo que algunas hembras grávidas optan por no alimentarse, debido a que estas ahorran con anterioridad suficiente reserva energética para esta fase y prefieren evitar los riesgos de ser depredados y el gasto energético que conlleva la caza.

Los picos de K' entre junio y diciembre estarían asociadas con un iniciación del período reproductivo, evidenciado por la presencia de hembras en inicios de maduración y maduras durante los meses mencionados este coincide con lo reportado por Bayuelos & Sanz (2003) esta buena condición indicaría que la especie está alimentándose y usando la energía constantemente para la maduración de los ovocitos, además de atribuírsele a las alzas del caudal que propician una mayor disponibilidad de alimento en planicies de inundación.

CONCLUSIONES

- *P. magdalena* es una especie carnívora, y especialista con predominio de peces en su dieta. Además, consume invertebrados como insectos, camarones y gasterópodos, su tendencia es al mayor consumo de peces por lo cual se clasifica como piscívora. Su dieta se basa principalmente de Characidos y de Engraulidos seguido insectos como Dípteros (Chironomidae), Efemerópteros (*Campsurus* sp) y Odonata con (*Pantala flavescens*).
- No hubo variación variaciones significativas de la dieta por sexo y momentos del pulso, la especie presento solo cambios ontogenéticos en la dieta, Se observó una disminución en el número de recursos consumidos a medida que el pez crece, lo que indica una especialización alimentaria de la curvinata con la edad.
- Se registró a un elevado número de estómagos vacíos encontrados durante período de aguas bajas, posiblemente se asocia a la disminución de la actividad trófica que muchos peces carnívoros presentan durante dichas épocas y posiblemente a la expulsión del contenido estomacal por el estrés de la captura.
- Se registró un elevado número de estómagos vacíos debido posiblemente a la expulsión del contenido estomacal como respuesta del animal por el estrés de la captura. además, el elevado número de estómagos encontrados específicamente durante período de aguas bajas, posiblemente se asocia a la disminución de la actividad trófica que muchos peces carnívoros presentan durante dichas épocas como respuesta fisiológica ante el estrés respiratorio.
- *P. magdalena* mostro un tipo de crecimiento alométrico negativo, se evidencio que la especie se encuentra relativamente bien alimentada. Las hembras se encuentran mejor alimentadas con respecto a los machos y esto posiblemente a sus requerimientos energético para la reproducción.

- se evidencio un falso solapamiento de nicho de la especie por tallas a pesar de que estas comparten en su mayoría todos los ítems, sin embargo, esta los explota en menor o mayor grado según su tamaño además de que el recurso puede que tenga una alta disponibilidad la cual sea aprovechada por la especie.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de la calidad del agua a lo largo de todo el embalse del Guajaro, principalmente los nutrientes que nos permitan dar un diagnóstico de las condiciones en el cuerpo de agua, su productividad y los efectos sobre la fauna y flora acuática actualmente.
- Dar continuidad a los estudios con las comunidades hidrobiológicas macroinvertebrados, plancton y macrófitas que permitan aumentar la información taxonómica y ecológica existente.
- Ampliar el área del cual fue evaluada la ecología trófica de la especie. Adicionalmente, considerar rasgos relacionados con la dinámica reproductiva de las especies como tamaño de ovocitos, fecundidad y número de eventos reproductivos que dan un enfoque más amplio y reconocer las estrategias de vida de esta.

REFERENCIAS

- Alvim, MCC, & Peret, AC. (2004). Recursos alimentarios que sustentan la fauna de peces en una sección de la parte alta del río São Francisco en Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Biología*, vol. 64 (2), p. 195-202
- Abelha, MCF., Agostinho, AA. & Goulart, E. (2001). Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiae*, vol. 23 (2), 425-434.
- Amundsen, PA., Glaber, HM & Staldvik, FJ. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach content data-modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 48: 607-614.
- Araújo, FG., Andrade, CC., Santos, RN., Santos, AFGN. & Santos, LN. (2005). Spatial and seasonal changes in the diet of *Oligosarcus hepsetus* (Characiformes, Characidae) in a brazilian reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 65 (1), 1-8.
- Barbosa, Nayara., Martins, Rossineide, & Lucena, Flávia. (2010). Reproductive biology of *Plagioscion magdalenae* (Teleostei: Sciaenidae) (Steindachner, 1878) in the bay of Marajo, Amazon Estuary, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(2), 333-340
- Bayuelos, V, & Sanz A. (2003). Morfología externa y ciclo ovárico del pez pacora (*Plagioscion magdalenae*) en el embalse del Guájaro, Colombia. *Revista Biológica Colombiana*, 17(1), 26-30.
- Braga, F. 1990. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, Estados do Maranhão e Tocantins, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 50 (3): 547-558.
- Branco, JO., Lunardon-Branco, MJ. & Verani, JR., 2005. Aspectos biológicos y pesqueros de *Paralonchurus brasiliensis* Steindachner (Piscis, Sciaenidae), Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* , vol. 22 (4), p. 1063-1071.
- Bennemann, S., Capra, L., Galves, W, & Shibatta, O.(2006). Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia. Série Zoologia*, 96(1), 115-119.
- Bezerra Figueiredo, M., & Fortes Carvalho Neta, R., & Silva Nunes, J., & da Silva de Almeida, Z. (2014). Feeding habits of *Macrodon ancylodon* (Actinopterygii, Sciaenidae) in northeast, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49 (3), 559-566.
- Castro P., R. Sánchez. (1994). Estudio íctico comparativo entre dos ambientes del río Yucao, Departamento del Meta. Santa fe de Bogotá. (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Carrera de Biología, 136 pp

Casatti, L. (2003). Sciaenidae (drums or croakers). In: R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, pp. 599-602.

Casatti, L. (2005). Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). *Zootaxa*, 1080: 39-64.

Caraballo G, Pedro. (2009). Efecto de tilapia *Oreochromis niloticus* sobre la producción pesquera del embalse el Guájaro atlántico - Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3), 1796-1802.

Chaves M.E. & N. Arango (eds.). (1998). Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Santafé de Bogotá

Chaves, Paulo de Tarso C., & Vendel, Ana Lúcia. (1998). Feeding habits of *Stellifer rastrifer* (Perciformes, Sciaenidae) at Guaratuba mangrove, Parana, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 41(4), 423-428.

Chao LN & JA Musick. (1977). Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile Sciaenid fishes in the York River Estuary, Virginia. *Fishery Bulletin* 75(4): 657-702.

De la Hoz, J., Duarte, L. y Manjarrés-Martínez, L. (2015). Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas en aguas marinas y continentales de Colombia. Relaciones biométricas e indicadores basados en tallas. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Bogotá, 36.

Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

DoNascimento C, Herrera-Collazos EE, Herrera-R GA, Ortega-Lara A, Villa-Navarro FA, Usma-Oviedo JS, Maldonado-Ocampo JA (2017) Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys* 708: 25-138

Duncan, J., & Lockwood, J.L. (2001). Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. *Biological Conservation*, 102(1), 97-105.

Faña, B. J. (2002). Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica. Ediciones G.H.e.N. Grupo Hidro-ecológico Nacional, Inc. (G.H.e.N).

Fonseca FAL & ACL Castro. (2000). Dinâmica da nutrição da pescada-gó, *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei, Sciaenidae) no litoral do Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 13: 43-49

Folkvord A. (1997). Early life history and recruitment in fish populations. Ontogeny of cannibalism in larval and juvenile fishes with special emphasis on Atlantic cod. Chapman and Hall Fish and Fisheries Series 21: 251-278.

Fugi, R., Hahn, NS., Novakowski, GC. & Balassa, GC. (2007). Ecología alimentar da corvina, *Pachyurus bonariensis* (Perciformes, Sciaenidae) em duas baías do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, vol. 97(3), p. 343-347.

García-Alzate CA., DoNascimentoC., Villa-Navarro F., García-Melo & Herrera G. 2020. Peces del Magdalena: Diversidad y Biogeografía. Serie Recursos Hidrobiologicos instituto alexander von Humboldt.

García-Alzate, C. A., Román-Valencia, C., & Barrero, A. M. (2012). Biología alimentaria y reproductiva de *Farlowella vittata* (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca del río Güejar, Orinoquía, Colombia. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 60(4).

García-Alzate, C., Gutiérrez, L., & De la parra, A. (2016). Embalse del Guajaro: diagnóstico ambiental y estrategias de rehabilitación. En M. Alvarado (Ed.), *Sur del atlántico una nueva oportunidad* (pp. 148-178). Fundación promigas.

Gerking, S.D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego, 416 pp.

Giberto DA, CS Bremec, EM Acha & HW Mianzan. (2007). Feeding of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae; Pisces) in the estuary of the rio de la Plata and adjacent Uruguayan coastal waters. *Atlántica* 29(2): 75-84.

Girberto, DA. (2008). Estructura de la comunidad bentónica y ecología trófica de Sciaenidae (Pisces: Osterichthyces) en el estuario del rio de la plata. (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Camahue, Venezuela.

Gonzalez, N & Vispo, C. (2004). Ecología trófica de algunos peces en lagunas inundables Bajo río Caura. Memoria de la Fundacion La Salle de Ciencias Naturales. 147-183.

González, L. (1981). Régimen alimentario del corocoro *Orthopristis ruber* (Cuvier, 1830) (Pisces: Pomadasyidae) en zonas adyacentes a la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Ocean. de Venezuela*, 20 (1-2): 23-32.

Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest: explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press, Berkely, Los Angeles 280 pp.

Granados, C. (1996). Ecología de peces. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Serie: Ciencias. Num. 45: 353.

Hahn, NS., Agostinho, A., & Goitein, R. (1997). Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. *Acta limnologica Brasiliensia*, 9 (1), 11-22

Hahn, NS., Agostinho, AA. & Delariva, RL. (1999). Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no Rio Paraná. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 21 (2), p. 309-314.

Hughes RN. (1997). Selección de dieta. En: Godin J (ed). *Ecología del comportamiento de los peces teleosteos* (pp. 134-162). Oxford University Press, Oxford.

- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis a review and methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Horn, H. S. (1966). Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *American naturalist*, 419-424.
- Hynes, HBN. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pigosteus pungitius*), with a review of method used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, vol. 19 (1), p. 36-56.
- Ibarra-Trujillo, E., & García-Alzate, C. (2017). Ecología trófica y reproductiva de *Hemibrycon sierraensis* (Characiformes: Characidae), pez endémico del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65 (3), 1033-1045.
- Jaramillo, A.M. (2009). Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados. Universidad politécnica de valencia.
- Kawakami, E., & Vazzoler, G. (1980). Método gráfico eestimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 29(2), 205-207.
- Krebs, C. J. (2014). *Ecological Methodology* (2nd ed). Menlo Park California: Addison-Welsey Educational Publisher, Inc.
- Lasso-Alcalá, O., Lasso, C. & Señaris, C. (1998). aspectos de la biología y ecología de la curvinata *Plagioscion squamosissimus* (heckel, 1840) (pisces: sciaenidae), en los llanos inundables del estado apure, venezuela. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 58 (149): 3-33.
- Langton R. (1982). Diet overloap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other Northwest Atlantic finfish. *Fish Bulletin* 80: 745-759.
- Lima, DO., & Behr, ER.. (2010). Feeding ecology of *Pachyurus bonariensis* Steindachner, 1879 (Sciaenidae: Perciformes) in the Ibicuí River, Southern Brazil: ontogenetic, seasonal and spatial variations. *Brazilian Journal of Biology*, 70(3), 503-509.
- Lowe-McConnell, R.H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. London.176 pp.
- Lowe-McConnell RH. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo. 373 pp.
- López D; Domínguez R, & N, Duarte. (1985). Hidroquímica de la superficie e interfase agua-sedimento de la Laguna costera (Laguna de Tacarigua). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 24(1-2): 225-236.
- Lunardon, MJ. (1990). Hábitos alimentarios de *Menticirrhus littoralis* (Holdrock, 1860) (Perciformes - Sciaenidae) na Baía de Paranaguá y adjacências, Paraná, Brasil. *Braz. Archivos brasileños de biología y tecnología*, vol. 33 (3), p. 717-725.

Margalef, R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, N. Prat, A. Guiset, J. Toja, & M. Estrada. (1976). *Limnología de los embalses españoles*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.

Marinho, R., Silva, K., Brasil, P., Rodrigues, L., Ferreira, A. & dos Santos Pantoja, A. (2017). Relação peso-comprimento e fator de condição da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*, Heckel 1840) comercializada no município de Santarém, Pará, Brasil. *Biota Amazônia*, 7(2), 44-48.

Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. & Usma, J. S. (2008). Checklist of the freshwater fishes in Colombia. *Biota Colombiana* 9(2):143-237.

Machado-Allison, A. (1987). *Los Peces de los Llanos de Venezuela: Un Ensayo Sobre su Historia Natural*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 144 p.

Ministerio del Medio Ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo, CRA & CARDIQUE. (2002). *Plan de manejo ambiental del complejo de ciénagas El Totumo, Guájaro y El Jobo en la ecorregión estratégica del Canal del Dique*. Corporación Regional Autónoma del Canal del Dique.

Mojica, J. I., Castellanos, C., Sánchez-Duarte, P & Díaz, C. (2006). Peces de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 129-142.

Mojica-Figueroa, B., & Díaz-Olarte, J. (2016). Comunidad de peces de la ciénaga de Paredes, Magdalena medio, Santander (Colombia) y su asociación con variables espacio temporales y ambientales. *Biota Colombiana*, 17(1), 27-43.

Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León & C. A. Lasso (Eds). 2012a. *Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 320 pp.

Mourão, G. y Torres, G. (1984). Espectro alimentar y atividade predatória da corvina, *Pachyurus squamipinnis* (Piscis, Sciaenidae) no reservatório de Três Marias, Rio São Francisco, MG. *Anais do Seminário Regional de Ecologia*, vol. 4, p. 295-309.

Moraes LE, Oliveira-Silva & Lopes PRD. (2001). Canibalismo em *Larimus breviceps* (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Sciaenidae) na Praia de Ponta da Ilha (Ilha de Itaparica), Bahia. *Multitemas* 22: 63-68.

McMichael RH Jr & ST Ross. 1987. The relative abundance and feeding habits of juvenile kingfish (Sciaenidae: *Menticirrhus*) in a Gulf of Mexico surf zone. *Northeast Gulf Science* 9(2): 109-123

Nascimento, M. (2006). Alimentação de peixes na plataforma continental externa e talude superior na região sudeste-sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. 89pp.

Nico, Leo & Taphorn, Donald. (1984). Biología de la curvinata, *Plagioscion squamosissimus*, en el módulo "Fernando Corrales" de la UNELLEZ, edo. Apure. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*. 31-39.

OEA. (2004). Metodología estadística para la medición de la calidad de los recursos hídricos en los países de la Comunidad Andina (p.22). Centro de Edición de la Oficina Técnica de Difusión del INEI. Lima, Perú: INEI.

Pacheco, ACG., Albrecht, MP & Pelegrini-Caramaschi, E. (2008). Ecology of duas espécies of *Pachyurus* (Perciformes: Sciaenidae) do Rio Tocantins, en la región represada por la UHE en Serra da Mesa, GO. *Iheringia, Série Zoologia*, vol. 98 (2), p. 270-277.

Palazón J. (2000). Condiciones hidroquímicas del saco de la isla de Coche, Venezuela, mayo 1989-mayo 1990. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 39(1-2): 55-65.

Palmeira LP & Monteiro-Neto. (2010). Ecomorphology and food habits of teleost fishes *Trachinotus carolinus* (Teleostei: Carangidae) and *Menticirrhus littoralis* (Teleostei: Sciaenidae), inhabiting the surf zone of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 58: 1-9

Pereira, C.C.G.F., Smith, W.S.; & Espíndola, E.L.G. (2004). Hábitos alimenticios de nueve especies de peces del embalse de três irmãos, são paulo, brasil. *Universidad y Ciencia*, Num. Esp. 33-38.

Pyke, GH., Pulliam, HR & Charnov, EL. (1977). Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology*, 52, 137-154

Raymundo-Huizar AR, H Pérez-España, M Mascaró & X Chiappa-Carrara. (2005). Feeding habits of the dwarf weakfish (*Cynoscion nannus*) off the coasts of Jalisco and Colima, Mexico. *Fishery Bulletin* 103(2): 453-460.

Ramírez, G. A., & Viña, V. G. (1998). *Limnología colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Bogotá: Editada bajo contrato con BP Exploration Co. (Colombia) Ltd. por la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Reis, RE, Albert, JS, Di Dario, F., Mincarone, MM, Petry, P. & Rocha, LA (2016). La biodiversidad y la conservación de los peces en América del Sur. *Journal of fish biology*, 89(1): 12-47.

Rezende, CF., & Mazzoni, R. (2006). Disponibilidade e uso de recursos alóctones por *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii, Characidae), no córrego Andorinha, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 23(1), 218-222.

Riofrío, José C. (2009). Contribución al conocimiento de la biología de la corvina plagioscion squamosissimus (Perciformes: Sciaenidae) de Ucayali. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(2), 339-344.

Ríos, E., Palacio, J., & Aguirre, N. (2008). Variabilidad fisicoquímica del agua en la ciénaga El Eneal, reserva natural Sanguaré municipio de San Onofre-Sucre, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (46), 39-45

Rodriguez, N. (2016). Ecología trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) Em um Trecho da Bacia do Rio Machado, Rondônia, Brasil. Ministério da Educação Fundação Universidade Federal de Rondônia Campus de presidente médici departamento de engenharia de pesca. Brasil.

Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá: Impreades Presencia S.A. Colombia

Roldán, G. (2003). La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.

Roldán, G. & Ramírez, J.J., (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. 2ª Edición. Universidad De Antioquia.

Rodríguez-Gutiérrez, M. (1992). Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. *AGT, México, DF*.

Sarkar, U. K., P. K. Deepak & R. S. Negi. (2009). Length-weight relationship of clown knifefish *Chitala chitala* (Hamilton, 1822) from the River Ganga basin, India. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 232-233.

Sá-oliveira, Júlio C., Angelini, Ronaldo, & Isaac-Nahum, Victoria J. (2014). Diet and niche breadth and overlap in fish communities within the area affected by an Amazonian reservoir (Amapá, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(1), 383-406.

Sabinson, L. (2014). Estrutura da ictiofauna e ecología trófica de Sciaenidae acompañante na pesca do camarao sete-barbas, no litoral de santa Catarina, Brasil- Sao carlos (tesis doctoral). Universidad Federal de sao Carlos, Brasil.

Santos, Nayara Barbosa, Rocha, Rossineide Martins da, & Fredóu, Flávia Lucena. (2010). Reproductive biology of *Plagioscion magdalenae* (Teleostei: Sciaenidae) (Steindachner, 1878) in the bay of Marajo, Amazon Estuary, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(2), 333-340

Santos, Marcella N, Rocha, Gecely R. A, & Freire, Kátia M. F. (2016). Diet composition for three sciaenids caught off northeastern Brazil. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(3), 493-504.

Segatti, N., Esgarbossa, V., & Luciana, R. (1999). Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná *Acta Scientiarum*, 21(2), 309-314.

Silva, V., Morales, R., & Nava, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*, 16(2), 13-16.

Soares LSH & AEAM Vazzoler. (2001). Diel changes in food and feeding activity of sciaenid fishes from the Southwestern Atlantic, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61(2): 197-216

Stefani, PM., & Rocha, O. (2009). Diet composition of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a fish introduced into the Tietê River system. *Brazilian Journal of Biology*, 69(3), 805-812.

Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Nuño, C., Vivas, S., Bonada, N., Prat, N., Alba-Tercedor, J., Casas, J., Guerrero -Romero, C., Jaimez-Cuéllar, P., Moreno, J. L., Moya, G., Ramón, G., Suárez, A. M., Vidal-Abarca, M., Alvarez, M & Pardo, I. (2002). Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. *Limnetica*. 21. 63-75.

Tundisi, J.G. 1993, Represas do Paraná superior: Limnologia e bases científicas para o gerenciamento. *Conferences on Limnology*, Institute do Limnologia R. Ringuelet, pp. 41-52.

Trujillo Rojas, W., & Rodríguez Betancourt, C., & Reyes Rengifo, O. (2016). Análisis del contenido estomacal y la ecología trófica de la *Triportheus auritus* (Jolombo). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17 (11), 1-9.

Windell, j. t. & Bowen, S. H. (1978).Methods for study of fishes diets based on analysis of stomach contents. In: BAGENAL, T.ed. *Methods for assessment of fihs production in fresh water*.Oxford, *Blackwell Scientific*. p.219-226.

Wootton, R. J. (1999). *Ecology of teleost fishes*. Second edition. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 386 pp.

Vazzoler, A.E. (1991). Síntese de conhecimento sobre una biología da corvina *Micropogonias furnieri*(Desmarest, 1823), da costa do Brasil. *Atlântica* , vol. 13, (10), p. 55-74.

Vazzoler, A.E. (1996). *Biología de reproducao de pexis teleosteos: teoría y práctica*. Universidad Estatal do Brasil. Maringá, EDUEM; Sau Paulo, Brasil.

Vendel AL & PTC Chaves. (1998). Alimentação de *Bairdiella ronchus* (Cuvier) (Perciformes, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná,

Zavala-Camin LA. (1996). *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*, 129 pp. EDUEM, Maringá.

