

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

Puerto Colombia, **06 DE OCTUBRE DE 2020**

Señores

**DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS**

Universidad del Atlántico

Cuidad

**Asunto: Autorización Trabajo de Grado**

Cordial saludo,

Yo, **STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ.**, identificado(a) con **C.C. No. 1.045.717.513.** de **BARRANQUILLA**, autor(a) del trabajo de grado titulado **PARÁSITOS NEMATODO (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS PESQUERO DE 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

**STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ**

**C.C. No. 1.045.717.513. de BARRANQUILLA**

**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, **06 DE OCTUBRE 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:	<b>PARÁSITOS NEMATODOS (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS PESQUERO DE EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO – COLOMBIA</b>
Programa académico:	<b>BIOLOGÍA</b>

Firma de Autor 1:							
Nombres y Apellidos:	<b>STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ</b>						
Documento de Identificación:	CC	X	CE		PA	Número:	<b>1.045.717.513</b>
Nacionalidad:	<b>COLOMBIANA</b>			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**

<b>TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO DE GRADO</b>	<b>PARÁSITOS NEMATODOS (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS PESQUERO DE EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO – COLOMBIA</b>
<b>AUTOR(A) (ES)</b>	<b>STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ</b>
<b>DIRECTOR (A)</b>	<b>CARLOS A. GARCÍA ALZATE</b>
<b>CO-DIRECTOR (A)</b>	
<b>JURADOS</b>	<b>VERENA BAYUELO MELISSA EYES</b>
<b>TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE</b>	<b>BIÓLOGA</b>
<b>PROGRAMA</b>	<b>BIOLOGÍA</b>
<b>PREGRADO / POSTGRADO</b>	<b>PREGRADO</b>
<b>FACULTAD</b>	<b>CIENCIAS BÁSICAS</b>
<b>SEDE INSTITUCIONAL</b>	<b>SEDE NORTE</b>
<b>AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO</b>	<b>2020</b>
<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>	<b>96</b>
<b>TIPO DE ILUSTRACIONES</b>	<b>FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS</b>
<b>MATERIAL ANEXO (VÍDEO, AUDIO, MULTIMEDIA O PRODUCCIÓN ELECTRÓNICA)</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>PREMIO O RECONOCIMIENTO</b>	<b>NO APLICA</b>



**PARÁSITOS NEMATODOS (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS  
PESQUERO DE EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO – COLOMBIA**

**STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGA**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO  
PUERTO COLOMBIA**

**2020**



**PARÁSITOS NEMATODOS (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS  
PESQUERO DE EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO – COLOMBIA**

**STEPHANIE RODRIGUEZ RUIZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGA**

**Director: CARLOS A. GARCÍA-ALZATE Dr. Sc.  
Programa de Biología  
Grupo de investigación “Biodiversidad del Caribe Colombiano”  
Universidad del Atlántico**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO  
PUERTO COLOMBIA  
2020**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado: “PARÁSITOS NEMATODOS (Nematoda: Anisakidae) EN PECES DE INTERÉS PESQUERO DE EL EMBALSE EL GUAJARO, ATLÁNTICO - COLOMBIA.” presentado por la estudiante como requisito para optar al título de Bióloga, fue evaluado y calificado por:

### **DIRECTOR(A)**

CARLOS A. GARCÍA-ALZATE

### **JURADO(A) S**

VERENA BAYUELO

MELISSA EYES

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo afirmar, es que me disfrute cada instante de este proceso. Agradezco a Dios por guiarme y permitirme concluir una de mis metas, a mis padres José María y Luz Marina gracias infinitas por ser un ejemplo, por su apoyo y esfuerzo para que se cumpliera este sueño, que hoy es una realidad - Ser Bióloga!!, a mis hermanas Aurita y Yohana por estar siempre a mi lado, a mi amor Carlos Daniel, por brindarme su apoyo, comprensión y siempre escucharme, a mis amigas (Estefany, Danis, Melissa, Yanelis, Majo, Lucia) por su apoyo. Las mismas que llenaban mis días de color con su alegría.

A mi director y maestro Carlos García-Alzate por confiar en mí, por dedicarme su tiempo y acompañamiento, a Eduardo Ibarra y María José Silva por siempre despejar mis dudas estadísticas, a mis compañeros del semillero ICTIOCON, a la Universidad del Atlántico gracias a ustedes pude presentar este trabajo en el VI Encuentro de Ictiólogos Suramericanos y XV Congreso Colombiano de Ictiología y finalmente a la población del corregimiento de Repelón, especialmente a la señora Belkis y a los pescadores por su apoyo y acogimiento.

## RESUMEN

Con el fin de evaluar el grado de infección por parásitos nematodos- anisákidos a través de la prevalencia, abundancia parasitaria y el estado de salud en cinco especies de peces de interés pesquero, *Caquetaia kraussii*, *Oreochromis niloticus*, *Cyphocharax magdalenae*, *Trachelyopterus insignis* y *Plagioscion magdalenae*; se realizaron 4 muestreos bimensuales en El embalse El Guajaro. Se analizaron 264 individuos, dentro de los cuales 61 (23,1%) se encontraron parasitados; se registró un total de 160 parásitos pertenecientes al género *Contracaecum* sp. (Anisakidae) los cuales fueron aislados del mesenterio de los diferentes órganos internos de los peces. La mayor abundancia parasitaria fue de 89 parásitos de la especie *P. magdalenae* y la mayor prevalencia en *C. kraussii* con 41,9%; mientras que *O. niloticus* y *C. magdalenae* no se encontraron parasitadas. A su vez, no se encontraron diferencias significativas entre la abundancia parasitaria con respecto a la frecuencia de talla, sexo, meses de muestreo y zonas del embalse, a excepción de la zona sur. La mayor relación peso vs. longitud registro un promedio total de 1,34 en la especie *P. magdalenae*, mostrando un tipo de crecimiento alométrico negativo (valores  $b < 3$ ), mientras que la menor se presentó en *C. kraussii* con 0,44, presentando el mismo patrón de crecimiento. La mayor relación peso del hígado – peso corporal, registro un promedio total de 1,8 para *T. insignis*, mientras que el menor promedio se presentó en *P. magdalenae* con 0,65, coincidiendo con la especie que registro mayor abundancia parasitaria. Las especies *P. magdalenae* y *C. kraussii*; pueden constituirse un riesgo para la salud humana por su grado de infestación y su masivo consumo.

**PALABRAS CLAVES:** Parasitosis, Larvas, Infección, Riesgo.

## ABSTRACT

In order to evaluate the degree of infection by nematode-anisakid parasites through the prevalence, parasite abundance and health status in five species of fish of fishing interest, *Caquetaia kraussii*, *Oreochromis niloticus*, *Cyphocharax magdalenae*, *Trachelyopterus insignis* and *Plagioscion magdalenae*; 4 bimonthly samplings were carried out in El Guajaro reservoir. 264 individuals were analyzed, among which 61 (23.1%) were found parasitized; a total of 160 parasites belonging to the genus *Contracaecum* sp. (Anisakidae) which were isolated from the mesentery of the different internal organs of the fish. The highest parasite abundance was 89 parasites of the species *P. magdalenae* and the highest prevalence in *C. kraussii* with 41.9%; while *O. niloticus* and *C. magdalenae* were not found parasitized. In turn, no significant differences were found between parasite abundance with respect to size frequency, sex, months of sampling and reservoir areas, except for the southern area. The highest weight vs. Length recorded a total average of 1.34 in the species *P. magdalenae*, showing a negative allometric growth type (b values <3), while the smallest was presented in *C. kraussii* with 0.44, presenting the same pattern of increase. The highest ratio of liver weight - body weight, registered a total average of 1.8 for *T. insignis*, while the lowest average occurred in *P. magdalenae* with 0.65, coinciding with the species that registered the highest parasite abundance. The species *P. magdalenae* and *C. kraussii*; they can constitute a risk to human health due to their degree of infestation and their massive consumption.

**KEY WORDS** : Parasitosis, Larvae, Infection, Risk.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1. La pesca en el embalse el Guajaro.....	19
2.2. Clasificación taxonómica de nematodos Anisakidae.....	20
2.3. Localización de larvas.....	20
2.4. Características morfológicas generales de nematodos Anisákidos.....	21
2.5. Infección humana por nematodos Anisákidos.....	25
2.6. Indicadores de salud en los peces.....	26
<b>3. ESTADO DEL ARTE</b> .....	28
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	31
4.1. Objetivos generales.....	31
4.2. Objetivos específicos.....	31
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	32
5.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	32
5.2. DISEÑO DE MUESTREO.....	35
5.2.1. Fase de campo.....	35
5.2.2. Fase de laboratorio.....	37
5.2.3. Análisis de datos.....	39
<b>6. RESULTADOS</b> .....	41
6.1. PARAMETROS DE INFECCIÓN.....	41
6.1.1. <i>Caquetaia kraussii</i> .....	41
6.1.2. <i>Trachelyopterus insignis</i> .....	43
6.1.3. <i>Cyphocharax magdalenae</i> .....	44
6.1.4. <i>Oreochromis noliticus</i> .....	45
6.1.5. <i>Plagioscion magdalenae</i> .....	46

6.2. PARAMETROS MORFOMÉTRICOS.....	48
6.2.1. Factor de condición K.....	48
6.2.2. Índice hepatosomático.....	52
6.3. CAPTURA DE PECES.....	56
6.4. ASPECTOS FISICOQUÍMICOS.....	57
Oxígeno disuelto (mg/L).....	58
Ph (H <sup>+</sup> ).....	59
Conductividad (μS/cm).....	60
Salinidad (mg/L).....	61
Temperatura superficial del agua (°C).....	62
Turbidez (UNT).....	63
Nitrógeno total (mg/L).....	64
Fósforo total (mg/L).....	65
Demanda biológica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) y Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L).....	66
Clorofila “A” (mg/L).....	68
6.5. PARASITOS.....	69
6.6. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (ACC).....	71
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Prevalencia y abundancia parasitaria de las especies de peces estudiadas. .....	41
<b>Tabla 2.</b> Valores y promedios del factor de condición K por especies de peces estudiadas. <b>M1:</b> Muestreo 1, <b>M2:</b> Muestreo 2, <b>M3:</b> Muestreo 3 y <b>M4:</b> Muestreo 4. .....	48
<b>Tabla 3.</b> Valores y promedios del índice hepatosomático por especies de peces estudiadas. <b>M1:</b> Muestreo 1, <b>M2:</b> Muestreo 2, <b>M3:</b> Muestreo 3 y <b>M4:</b> Muestreo 4. .....	52
<b>Tabla 4.</b> Comportamiento general de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. <b>OXIG:</b> Oxígeno disuelto, <b>COND:</b> Conductividad, <b>SALI:</b> Salinidad, <b>TEMP:</b> Temperatura superficial del agua, <b>TURB:</b> Turbidez, <b>NITT:</b> Nitrógeno total, <b>FOST:</b> Fósforo total, <b>DBO:</b> Demanda biológica de oxígeno, <b>DQO:</b> Demanda química de oxígeno y <b>CLOR A:</b> Clorofila “a”. <b>Max:</b> Máximo, <b>Min:</b> Mínimo, <b>DE:</b> Desviación estándar.....	57
<b>Tabla 5.</b> Valores medios de las variables fisicoquímicas por momentos del pulso de inundación (Aguas bajando, Aguas bajas, Aguas subiendo y Aguas altas) y zonas de captura (Norte, Centro o Sur) del embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. <b>OXIG:</b> Oxígeno disuelto, <b>COND:</b> Conductividad, <b>SALI:</b> Salinidad, <b>TEMP:</b> Temperatura superficial del agua, <b>TURB:</b> Turbidez, <b>NITT:</b> Nitrógeno total, <b>FOST:</b> Fósforo total, <b>DBO:</b> Demanda biológica de oxígeno, <b>DQO:</b> Demanda química de oxígeno y <b>CLOR A:</b> Clorofila “a”.....	58
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de variación de los axis 1 y 2.....	71

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Características morfológicas de larvas L3 de *Anisakis simplex*. **A)** Parte anterior (lateral) **Es:** Esófago, **V:** Ventrículo, **I:** Intestino. **B)** Vista lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular. **C)** Corte sagital del extremo anterior **Pe:** Poro Excretor. **D)** Parte posterior (lateral). **E)** Extremo de la cola. Tomado de Olivero y Baldiris (2008)..... 22
- Figura 2.** Características morfológicas de larvas L3 de *Pseudoterranova decipiens* **A)** Parte anterior (lateral) **Es:** Esófago, **V:** Ventrículo, **Ci:** Ciego Intestinal. **B)** Vista lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular. **C)** Corte sagital del extremo anterior **Pe:** Poro Excretor. **D)** Parte posterior (lateral). **E)** Extremo de la cola. Tomado de Olivero y Baldiris (2008). ..... 23
- Figura 3.** Características morfológicas de larvas L3 de *Contraecaecum* sp. **A)** Parte anterior (lateral) **An:** Anillo Nervioso, **Es:** Esófago, **Ci:** Ciego Intestinal, **V:** Ventrículo, **Av:** Apéndice Ventricular, **I:** Intestino. **B)** Vista lateral del extremo anterior. **C)** Corte lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular, **Pe:** Poro Excretor. Tomado de Olivero y Baldiris (2008). ..... 24
- Figura 4.** Ciclo de vida de nematodos Anisákidos. Tomado y modificado de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (2017). ..... 26
- Figura 5.** Localización geográfica del embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. (**PP:** Puerto pesquero Boca del Caño)..... 34
- Figura 6.** Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en los niveles de agua de el embalse El Guajaro (Promedio 2004 – 2011), modificado de García-Alzate *et al.*, (2016) y estación AcuaCultivos..... 36
- Figura 7.** Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en el Caudal medio mensual de la estación Calamar - Bolívar (Promedio 2010 al 2019), tomado de [dhime.ideam.gov.co](http://dhime.ideam.gov.co) ..... 36

<b>Figura 8.</b> Especies en estudio. <i>Plagioscion magdalenae</i> , <i>Caquetaia kraussii</i> , <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Cyphocharax magdalenae</i> y <i>Trachelyopterus insignis</i> . Embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. Tomado de ICTIOCON (2015).....	37
<b>Figura 9.</b> Protocolo de fijación y aclaración de parásitos. Tomado de Ash y Orshiel (1991).....	38
<b>Figura 10.</b> Frecuencia de tallas de <i>C. kraussii</i> . Intervalos de talla: <b>I:</b> (11,10 - 12,24 cm), <b>II:</b> (12,24 - 13,38 cm), <b>III:</b> (13,38 - 14,52 cm), <b>IV:</b> (14,52 - 15,66 cm), <b>V:</b> (15,66 - 16,80 cm), <b>VI:</b> (16,80 - 17,94 cm), <b>VII:</b> (17,94 - 19,08 cm). ....	42
<b>Figura 11.</b> Frecuencia de tallas de <i>T. insignis</i> . Intervalos de talla: <b>I:</b> (12,6 - 13,52 cm), <b>II:</b> (13,52 - 14,44 cm), <b>III:</b> (14,44 - 15,36 cm), <b>IV:</b> (15,36 - 16,28 cm), <b>V:</b> (16,28 - 17,2 cm), <b>VI:</b> (17,2 - 18,12 cm), <b>VII:</b> (18,12 - 19,04 cm). ....	44
<b>Figura 12.</b> Frecuencia de tallas de <i>C. magdalenae</i> . Intervalos de talla: <b>I:</b> (12,3 - 12,87 cm), <b>II:</b> (12,87 - 13,44 cm), <b>III:</b> (13,44 - 14,01 cm), <b>IV:</b> (14,01 - 14,58 cm), <b>V:</b> (14,58 - 15,15 cm), <b>VI:</b> (15,15 - 15,72 cm), <b>VII:</b> (15,72 - 16,29 cm).....	45
<b>Figura 13.</b> Frecuencia de tallas de <i>O. niloticus</i> . Intervalos de talla: <b>I:</b> (20 - 21,26 cm), <b>II:</b> (21,26 - 22,52 cm), <b>III:</b> (22,52 - 23,78 cm), <b>IV:</b> (23,78 - 25,04 cm), <b>V:</b> (25,04 - 26,3 cm), <b>VI:</b> (26,3 - 27,56 cm), <b>VII:</b> (27,56 - 28,82 cm). ....	46
<b>Figura 14.</b> Frecuencia de tallas de <i>P. magdalenae</i> Intervalos de talla: <b>I:</b> (15,4 - 17,47 cm), <b>II:</b> (17,47 - 19,54 cm), <b>III:</b> (19,54 - 21,61 cm), <b>IV:</b> (21,61 - 23,68 cm), <b>V:</b> (23,68 - 25,75 cm), <b>VI:</b> (25,75 - 27,82 cm), <b>VII:</b> (27,82 - 29,89 cm), <b>VIII:</b> (29,89 - 31,96 cm), <b>IX:</b> (31,96 - 34,03 cm), <b>X:</b> (34,03 - 36,1 cm).....	47
<b>Figura 15.</b> Factor de condición K y abundancia parasitaria por especies de peces estudiadas.....	49
<b>Figura 16.</b> Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>P. magdalenae</i> .....	50

<b>Figura 17.</b> Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>C. kraussi</i> .....	51
<b>Figura 18.</b> Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>T. insignis</i> .....	52
<b>Figura 19.</b> Índice hepatosomático y abundancia parasitaria por especies de peces estudiadas.....	53
<b>Figura 20.</b> Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>T. insignis</i> .....	54
<b>Figura 21.</b> Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>P. magdalenae</i> .....	55
<b>Figura 22.</b> Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de <i>C. kraussii</i> .....	56
<b>Figura 23.</b> Abundancia absoluta de especies de peces recolectadas en el área de estudio. <b>M1:</b> Muestreo 1, <b>M2:</b> Muestreo 2, <b>M3:</b> Muestreo 3 y <b>M4:</b> Muestreo 4.....	57
<b>Figura 24.</b> Análisis temporal y espacial del Oxígeno disuelto (mg/L), registrado en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.....	59
<b>Figura 25.</b> Análisis temporal y espacial del pH (H <sup>+</sup> ), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.....	60
<b>Figura 26.</b> Análisis temporal y espacial de la Conductividad (μS/cm), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.....	61
<b>Figura 27.</b> Análisis temporal y espacial de la Salinidad (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.....	62

<b>Figura 28.</b> Análisis temporal y espacial de la Temperatura superficial del agua (°C), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.....	63
<b>Figura 29.</b> Análisis temporal y espacial de la Turbidez (UNT), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	64
<b>Figura 30.</b> Análisis temporal y espacial del Nitrógeno total (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	65
<b>Figura 31.</b> Análisis temporal y espacial del Fósforo total (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	66
<b>Figura 32.</b> Análisis temporal y espacial de la DQO (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	67
<b>Figura 33.</b> Análisis temporal y espacial de la DBO <sub>5</sub> (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	68
<b>Figura 34.</b> Análisis temporal y espacial de la Clorofila “a” (µg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	69
<b>Figura 35.</b> Características morfológicas de larvas L3 de <i>Contracaecum</i> sp. <b>M:</b> Mucrón, <b>A:</b> Ano, <b>GA:</b> Glándulas Anexas, <b>Di:</b> Diente Cuticular, <b>CE:</b> Cuticula transversalmente estriada, <b>Pe:</b> Poro Excretor, <b>L:</b> Labios Ventrolaterales, <b>Ec:</b> Extremo de la Cola.....	70
<b>Figura 36.</b> Análisis de correspondencia canónica ( <b>ACC</b> ) entre la abundancia parasitaria y valores promedios de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. Axis 1 en el eje X, Axis 2 en el eje Y. ....	72

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1. A)</b> Incisión con tijera de disección en la línea media ventral de <i>O. noliticus</i> .	
<b>B)</b> Remoción de los órganos internos de <i>O. noliticus</i> .....	95
<b>Anexo 2. A)</b> Revisión de órganos internos para la búsqueda de parásitos. <b>B)</b>	
Hígado pesado (WHi) con balanza digital (CAMRY). .....	95
<b>Anexo 3.</b> Parásitos enquistados y en disposición grupal en el mesenterio de	
órganos internos. ....	96
<b>Anexo 4.</b> Puerto pesquero Boca del caño (10°29'07.7"N - 75°07'02.4"W), embalse	
el Guajaro, Atlántico, Colombia .....	96

## 1. INTRODUCCIÓN

El Neotrópico posee la diversidad más grande de peces en el mundo (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005) y Colombia, con unas 4200 especies conocidas actualmente, alberga una cifra cercana a 12% de la totalidad de la riqueza de peces mundiales (Acero y Polanco, 2017); por ser un recurso alimentario fundamental e indispensable de nuestro país, la biodiversidad íctica se enfrenta a amenazas tales como el parasitismo, el cual, es frecuente, constante (Luque *et al.*, 2004) y de difícil control en peces de importancia económica (Olmos *et al.*, 2003). Este se manifiesta cuando en el medio se presentan las condiciones que permiten la proliferación de parásitos, ya que algunas especies ícticas subsisten con alimentos de diversos orígenes y de cierta forma esto contribuye a su infección (Mancini *et al.*, 2000).

Entre los parásitos que con mayor frecuencia encontramos en los peces están las larvas en estado terciario (L3) de los nematodos, en particular las pertenecientes a la familia Anisakidae, ampliamente distribuidas en un buen número de organismos acuáticos, tales como mamíferos marinos, peces, cefalópodos, crustáceos, moluscos, aves piscívoras y reptiles marinos. No obstante, aunque muchas son las especies de parásitos que infectan a los peces, no todos generan enfermedades y sólo pocas especies de nematodos son consideradas un factor de riesgo determinante para la calidad alimentaria (Chai *et al.*, 2005).

La transmisión entre las especies de esta familia es llevada a cabo en el agua y por lo general incluye invertebrados acuáticos y peces como hospederos intermediarios y paraténicos para completar su ciclo (Anderson, 1992; Zhang *et al.*, 2007) y humanos como huéspedes incidentales causándole enfermedades como la anisakidosis (Smiht y Wootten, 1978).

Evidencias científicas no sólo están sugiriendo multitud de problemas asociados con los efectos de los parásitos en los tejidos y órganos (Vuong *et al.*, 1999), sino que han puesto al descubierto su relación con un número importante de enfermedades

emergentes relacionadas con el consumo de alimentos (Keiser y Utzinger, 2005; Torres *et al.*, 2007), debido al impacto de estos sobre la producción mundial de alimentos y la protección de la salud del consumidor (Gajadhar *et al.*, 2006). Entre los productos con mayor riesgo de transmisión de parásitos a los humanos encontramos los pescados crudos, cefalópodos y otros recursos derivados de ecosistemas hídricos (Chappuis y Loutan, 2006). Aunque es cierto que algunas intoxicaciones alimentarias derivadas del consumo de pescado pueden prevenirse utilizando un adecuado tratamiento, el riesgo asociado con la ingestión de parásitos no puede ser eliminado completamente por procesos físicos tales como refrigeración o congelación (Uradznski *et al.*, 2007).

La presencia de parásitos en los productos de la pesca constituye un riesgo sanitario que no debe subestimarse, por lo cual resulta importante realizar investigaciones que provean información sobre la prevalencia, la calidad alimentaria y el estado de las parasitosis de especies ícticas de interés comercial que se asocian a infecciones “accidentales” en humanos. Además de esto, estudios de esta índole son convenientes debido a la incidencia parasitológica que puede ser reportada para especies presentes en este cuerpo de agua (Bouree *et al.*, 1995); ajustándose al plan de salud pública que busca garantizar de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo (Ley 1122 de 2007).

El embalse El Guajaro padece varios problemas que han contribuido a cambios en su dinámica hidrobiológica, tales como poca capacidad para sostener medidas de manejo y ordenamiento pesquero, contaminación por residuos sólidos y líquidos, fenómenos naturales, erosión, sedimentación y parásitos, encabezan la lista de agentes contaminantes que han influenciado en la disminución de las capturas de especies como *Caquetaia kraussi* (mojarra amarilla), *Oreochromis niloticus* (tilapia), *Plagioscion magdalenae* (pacora), entre otras; incorporándose a la dieta la población, especies que antiguamente no hacían parte de ella, como

*Trachelyopterus insignis* (cachegüa) y *Cyphocharax magdalena* (viejita) (García-Alzate *et al.*, 2016). Por lo cual nos hemos planteado como pregunta de investigación ¿Cómo es el grado de infección parasitaria por nematodos-anisákidos en peces de interés pesquero de el embalse El Guajaro?

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. La pesca en el embalse el Guajaro

El embalse el Guajaro se considera el sistema dulceacuícola más grande e importante del departamento del Atlántico; por la importancia biológica, ecológica, alimentaria, económica y social que posee.

En los últimos años ha experimentado cambios en su dinámica hidrobiológica debido a la alta contaminación por residuos sólidos y líquidos (actividad minera, pesticidas agroindustriales de cultivos, industriales, domésticos y lixiviados), fenómenos naturales (El Niño y La Niña), problemas ambientales históricos no resueltos derivados de la deforestación, desecación de humedales, erosión, sedimentación, y una poca capacidad para sostener medidas de manejo y ordenamiento pesquero, en la cuenca del Magdalena y, específicamente, en menor proporción que en décadas anteriores, la producción de peces apenas mantiene la producción para subsistencia local. Especies como *C. magdalena* y *T. insignis* han sido incorporadas a la dieta de la población sin conocer el grado de acumulación de contaminantes que presentan estas especies como resultado de los procesos de contaminación de los ambientes en que éstos residen.

Lo anterior ha traído como consecuencia la presencia de parásitos en los productos de la pesca; situación que es afirmada por Koponen *et al.*, (2001), el cual indica que la presencia de contaminantes tales como hidrocarburos, detergentes, metales,

partículas suspendidas y plaguicidas, entre otros, aceleran la desaparición de los peces y contribuyen con la supresión de su sistema inmune, lo cual trae como consecuencia la vulnerabilidad a parásitos y compromete la calidad sanitaria y alimenticia de los mismos.

## **2.2. Clasificación taxonómica de nematodos Anisakidae**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Nematoda

**Clase:** Chromadorea

**Orden:** Ascaridida

**Familia:** Anisakidae

Tomado y modificado de [www.itis.gov](http://www.itis.gov), 2020.

La familia Anisakidae comprende 24 géneros, dentro de los que se destacan: *Anisakis*, *Contraecum*, *Pseudoterranova*, *Ophidascaris*, *Phocascaris*, *Raphidascaris*, *Terranova*, entre otros; por ser los más abundantes y de mayor interés sanitario. (Myers, 1975; Olivero y Baldiris, 2008).

## **2.3. Localización de larvas**

Las larvas de nematodos en los peces suelen localizarse principalmente en la cavidad visceral (mesenterio), tejido hepático y algunas veces enquistadas en los músculos adyacentes, adoptando forma enrollada (Smith, 1984; Mc Clelland, 1990; Olivero y Baldiris, 2008). Numerosos autores describen la presencia de larvas encapsuladas en la musculatura ventral del pez (Huang, 1990).

## 2.4. Características morfológicas generales de nematodos Anisákidos

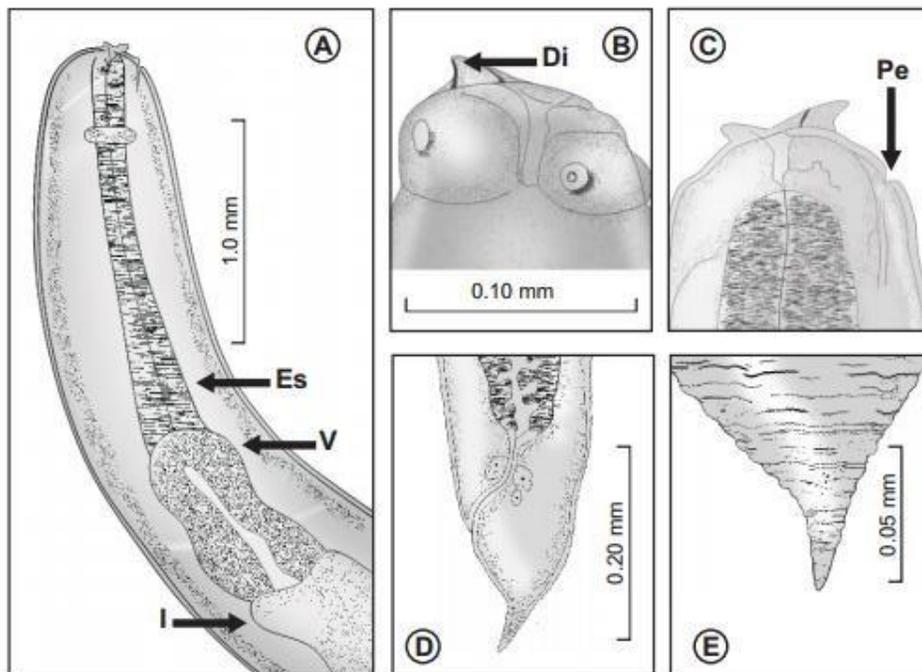
El cuerpo de los nematodos anisákidos es cilíndrico, alargado, sin segmentación y puntiagudo en los extremos. La cutícula está marcada por estriaciones finas transversales. El sistema digestivo es completo, dispuesto en boca, esófago, intestino y ano. La apertura bucal consta de varios labios y un diente cuticular.

El esófago posee dos porciones bien diferenciadas; una anterior muscular llamada proventrículo y otra posterior glandular denominada ventrículo, que puede tener o no apéndice, con presencia de intestino y/o ciego intestinal, dependiendo del género (Moller y Anders, 1986). Los nematodos poseen un sistema nervioso rudimentario, destacándose un anillo nervioso situado en el tercio anterior del organismo. El sistema excretor está compuesto por una glándula y un conducto que finaliza en el llamado poro excretor, situado por debajo de la apertura bucal, o bien a nivel del anillo nervioso según el género. La diferencia principal entre los estadíos larvarios y los adultos está determinada por el desarrollo del sistema reproductor, claramente visible en estos últimos (Cheng, 1982; Olivero y Baldiris, 2008).

- **Género *Anisakis* (Dujardin, 1845)**

Este género posee nueve grupos dentro de los cuales el más conocido y estudiado en peces es *A. simplex*. El género se caracteriza por un poro excretor situado entre las bases de los labios rudimentarios subventrales; un ventrículo más o menos desarrollado, sin apéndice ventricular ni ciego intestinal, color blanquecino generalmente (Rello *et al.*, 2004), diente cuticular prominente (8µm), triangular y dirigido hacia afuera (anteroventralmente), con una longitud que varía desde los 7mm a 45mm variando el diámetro (Wadnipar, 2013). El plano de unión del ventrículo- intestino es oblicuo y el extremo posterior tiene forma cónica finalizando en un mucrón (Hurst, 1984).

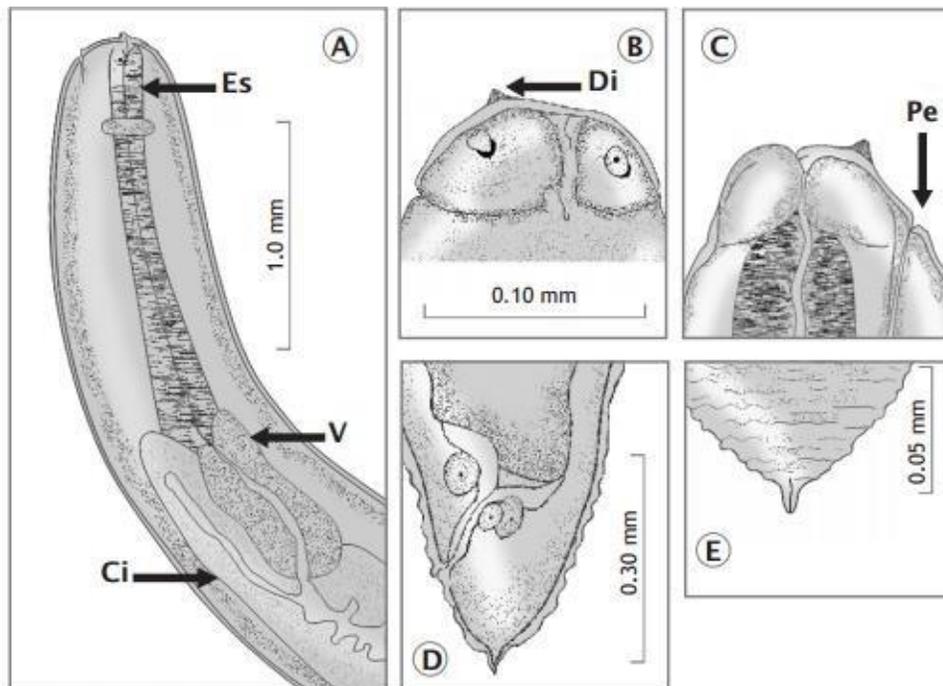
El estadio tercero de la larva *A. simplex* (*Anisakis* tipo I), es caracterizada morfológicamente por un ventrículo largo con la unión ventrículo-intestinal oblicua, el extremo posterior tiene forma cónica, una cola redondeada, corta y una espina terminal. Por otro lado, *A. physeteris* (*Anisakis* tipo II), tiene el ventrículo corto con una unión horizontal al intestino y posee una cola larga, puntiaguda y sin apéndice terminal (Anderson, 1992; Rello *et al.*, 2004; Olivero y Baldiris, 2008, Consuegra, 2009) (**Figura 1**).



**Figura 1.** Características morfológicas de larvas L3 de *Anisakis simplex*. **A)** Parte anterior (lateral) **Es:** Esófago, **V:** Ventrículo, **I:** Intestino. **B)** Vista lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular. **C)** Corte sagital del extremo anterior **Pe:** Poro Excretor. **D)** Parte posterior (lateral). **E)** Extremo de la cola. Tomado de Olivero y Baldiris (2008).

- **Género *Pseudoterranova* (Mozgvoi, 1951)**

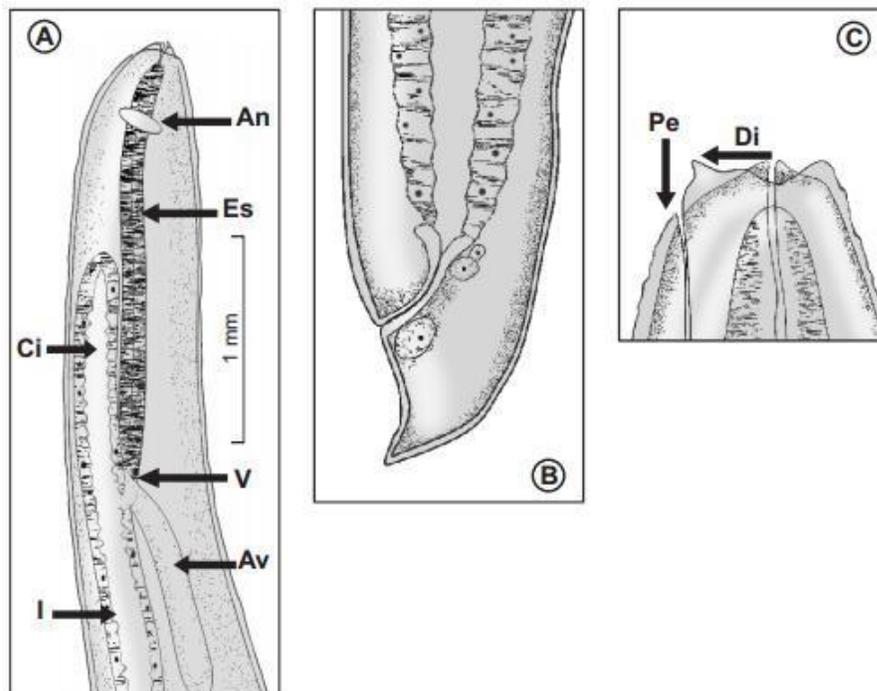
Las larvas pertenecientes a este género son de gran tamaño, color rojizo y presentan el ciego intestinal bien desarrollado, extendiéndose hacia el extremo anterior, sobrepasando el margen anterior del ventrículo y ausencia de apéndice esofágica, lo que las distingue. Presentan una cola post-anal corta y cónica con una espina terminal fina. La cutícula, a lo largo de todo el cuerpo, está finamente estriada por lo que muestra una apariencia lisa. El extremo anterior tiene un diente pequeño y triangular dirigido hacia afuera. El poro excretor aparece situado justo en posición ventral al diente (Berland, 1989; Olivero y Baldiris, 2008, Consuegra, 2009). El cuerpo es algo más grueso en la mitad posterior y afilado hacia los extremos (Wadnipar, 2013) (**Figura 2**).



**Figura 2.** Características morfológicas de larvas L3 de *Pseudoterranova decipiens* **A)** Parte anterior (lateral) **Es:** Esófago, **V:** Ventrículo, **Ci:** Ciego Intestinal. **B)** Vista lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular. **C)** Corte sagital del extremo anterior **Pe:** Poro Excretor. **D)** Parte posterior (lateral). **E)** Extremo de la cola. Tomado de Olivero y Baldiris (2008).

- **Género *Contraecum* (Railliet y Henry, 1912)**

Las larvas de este género son de color blanquecino, miden entre 4 y 16 mm. En el extremo anterior posee tres labios, uno dorsal de mayor tamaño con dos papilas laterales y dos ventro- laterales con una pequeña papila en cada uno. Un diente cuticular cónico y ligeramente romo. En el tubo digestivo pueden destacarse: el ventrículo pequeño y esférico, el apéndice ventricular posterior, el intestino que expone un ciego anterior más pequeño que el apéndice ventricular, dependiendo esta morfología de la especie. El extremo posterior es cónico, la cola post-anal larga y no presenta espina terminal. La cutícula de esta larva es gruesa con las estriaciones transversales muy marcadas, cabeza redondeada (Berland, 1989; Olivero y Baldiris, 2008; Consuegra, 2009). Entre el anillo nervioso y las papilas cervicales tres glándulas rectales unicelulares (Wadnipar, 2013) (**Figura 3**).



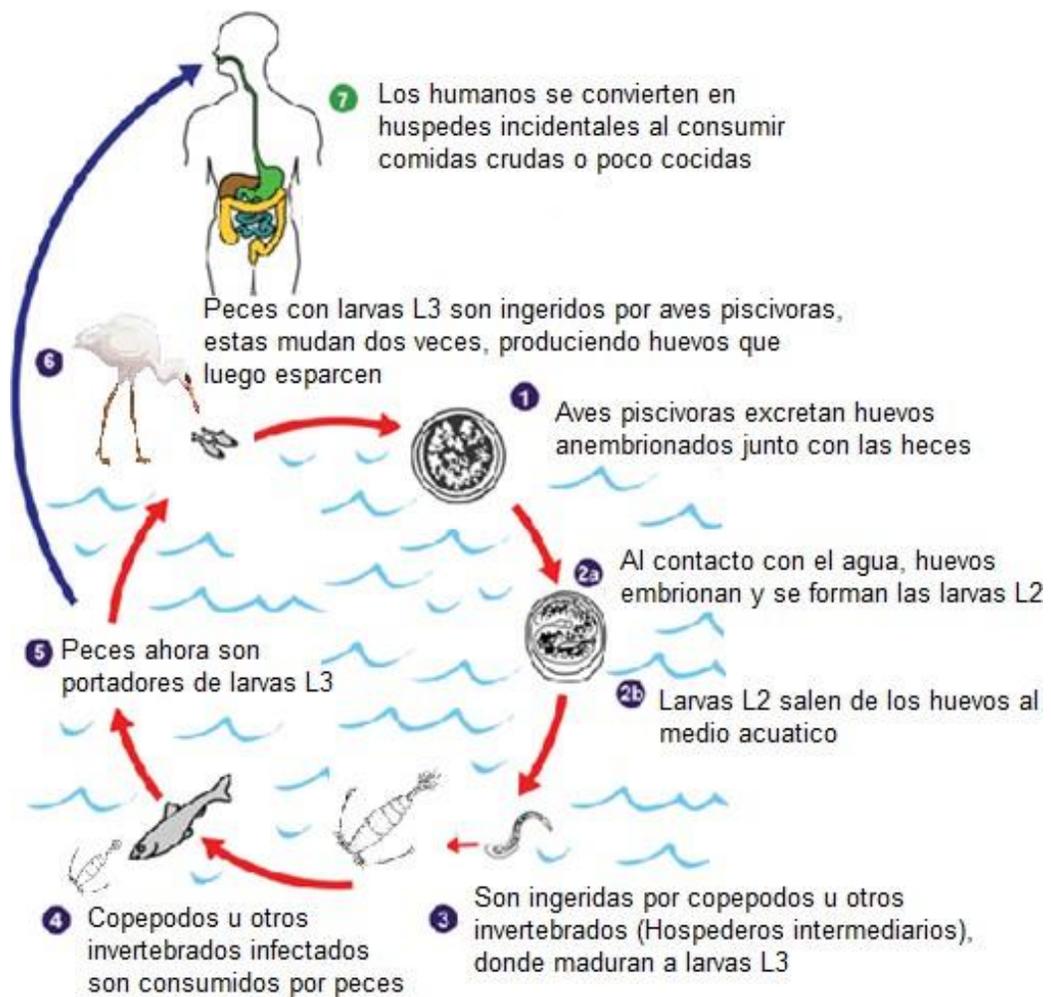
**Figura 3.** Características morfológicas de larvas L3 de *Contraecum* sp. **A)** Parte anterior (lateral) **An:** Anillo Nervioso, **Es:** Esófago, **Ci:** Ciego Intestinal, **V:** Ventrículo, **Av:** Apéndice Ventricular, **I:** Intestino. **B)** Vista lateral del extremo anterior. **C)** Corte lateral del extremo anterior **Di:** Diente Cuticular, **Pe:** Poro Excretor. Tomado de Olivero y Baldiris (2008).

## 2.5. Infección humana por nematodos Anisákidos

El ciclo de vida de los nematodos Anisákidos está dado por la expulsión de los huevos al medio acuático junto con las heces del hospedador definitivo. Una vez en contacto con el agua, inician el desarrollo embrionario, formando larvas L2 (Koie *et al.*, 1995). Las larvas que emergen de los huevos nadan libremente, hasta ser finalmente ingeridas por copépodos u otros invertebrados (hospedadores intermediarios), donde completan su desarrollo y derivan larvas L3, las cuales representan la etapa infecciosa. Los peces son infectados al momento de ingerir dichos hospedadores intermediarios o por depredación de otros peces contaminados, completándose el ciclo en las aves piscívoras (hospederos definitivos) (Socarras *et al.*, 2012).

Las larvas pueden llegar al hombre (huésped accidental) al ingerir pescado, con insuficiente cocción o ligeramente marinados (sushi, cebiche). Albergan las larvas en estado terciario (L3) de estos nematodos, provocando un espectro de manifestaciones clínicas diferentes en el hombre, las cuales pueden variar desde cuadros gastrointestinales (anisakiasis o anisakidosis) hasta reacciones alérgicas provocadas por antígenos somáticos y de excreción-secreción, llegando a generar incluso shock que suele ser anafiláctico y letal.

En el ser humano, el estado larvario L3 no alcanza a desarrollarse, pero pasa a L4 y no llega a su madurez sexual, por lo que no aparece el estado adulto y finalmente muere (Ishikura *et al.*, 1995; Olivero y Baldiris, 2008) (**Figura 4**).



**Figura 4.** Ciclo de vida de nematodos Anisákidos. Tomado y modificado de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (2017).

## 2.6. Indicadores de salud en los peces

Los parámetros de infección parasitaria tales como: prevalencia y abundancia parasitaria, son variables y dependen de múltiples factores tales como la especie, edad, tamaño del hospedador o individuo, zona geográfica, época del año, entre otras (Wadnipar, 2013). Por otra parte, Stromnes y Andersen, 1998 afirman que la distribución de estos parásitos en las vísceras o músculo no depende

significativamente del tamaño del hospedador, sino que tanto la presencia como la incidencia van a depender más de la especie que de su tamaño.

Ahora bien, la prevalencia se define como el número de huéspedes, en nuestro caso peces infectados con al menos un parásito, dividido por el total de peces examinados y la abundancia parasitaria, se refiere al número de parásitos encontrados de una especie determinada, respecto al número de individuos totales examinados (Consuegra, 2009; Wadnipar, 2013).

También se tienen indicadores que permiten determinar el estado de salud de los peces dentro de los cuales se tienen el factor de condición K, que relaciona peso-longitud corporal de los peces y los índices organosomáticos dentro de los cuales encontramos el hepatosomático, que hace una proporción del peso del hígado con respecto al peso corporal total de los peces. Considerándose entonces unos de los principales parámetros usados como indicadores de perturbaciones en sistemas biológicos en peces.

### 3. ESTADO DEL ARTE

En el siglo XIII, se realizaron las primeras observaciones de larvas de nemátodos en peces, pero su descripción se dio solo hasta mediados del siglo XX, cuando se prestó mayor atención al estudio de estos parásitos y el posible efecto que tienen sobre sus hospederos accidentales. Dicha inclinación se dio por dos factores importantes como el económico y el sanitario (Smith y Wootten 1978). Tomado de Socarras *et al.*, 2012.

En Valdivia, Chile Torres *et al.*, (2000), registra la presencia de nematodos anisákidos (*Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens* y *Hysterothylacium* sp.) en musculo de especies comerciales. En el 2016, Fernández *et al.*, en aguas de la costa centro sur de Chile, reportan la presencia de parásitos nematodo *Anisakis* sp. en *Mola mola*.

En Ecuador, Alvares y Ortega (2019), reportan la presencia de nemátodos de la familia Anisakidae en *Ichthyoelephas humeralis*, *Oreochromis niloticus* y *Hoplias microlepis* en los ríos Vinces y Mocache.

En Mexico, Arias-Valdés *et al.*, (2015), registran nematodos en lisas provenientes de distintas pescaderías y supermercados de la Ciudad. Los nematodos se encontraron ubicados en el intestino.

En Perú, Chiclla-Salazar y Davies Tantas-García, (2015), reportan la presencia de *Contracaecum* sp. en el intestino y la cavidad celómica de *Oreochromis niloticus*. Rivadeneyra, (2018), reporta *Procamallanus inopinatus* en el tracto intestinal de *Brycon cephalus* "Sábalo cola roja". En Lima metropolitana, Serrano-Martínez *et al.*, (2017), reportan en cinco especies de peces marinos (*Sarda chiliensis chiliensis*, *Scomber japonicus peruanus*, *Trachurus picturatus murphyi*, *Mugil cephalus* y *Coryphaena hippurus*) destinados al consumo humano la presencia de 13 parásitos dentro de los cuales encontramos *Anisakis simplex*, *Anisakis physeteris*, *Contracaecum* sp. y *Proleptus* sp. Airahuacho *et al.*, (2019), también registran la

presencia de *Anisakis* sp. en peces de agua dulce en Huacho, Perú; estas se presentaron en el hígado y en la cavidad visceral.

En la región costera nor-oriental e insular de Venezuela, Maniscalchi *et al.*, (2015), reportan la presencia de Anisakidos en peces del género *mugil*, estos se encontraban ubicados en vísceras y musculatura. Mientras que en Caracas, Bandes *et al.*, (2005), se registra la presencia de Anisakidos como *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp. e *Hysterothylacium* sp. en especies de pescado fresco de mayor consumo; tales como, la lisa (*Mugil curema* o *Mugil incilis*) y el lebranche (*Mugil liza*). Los parásitos se ubicaron principalmente en el mesenterio y las vísceras.

En Colombia, los estudios parasitológicos se vienen desarrollando desde 1971 y se enfocan en su mayoría a determinaciones de parásitos que afectan los peces generalmente de agua dulce con interés comercial (Cortés *et al.*, 2009).

Se ha registrado la presencia de *Contracaecum* sp. en varias especies tales como: la lisa (*Mugil incilis*), este se reportó para la bahía de Cartagena y la Ciénaga del Totumo por Olivero- Verbel *et al.*, (2005), encontrándose debajo de la columna vertebral, dentro del hígado, mesenterios intestinales y un pequeño porcentaje en musculo. No obstante Arenas y García (2004), registran la presencia de *Pseudoterranova decipiens complex* en moncholo *Hoplias malabaricus* en la Ciénaga Grande de Lórica, Córdoba, Colombia.

En moncholo *Hoplias malabaricus*, fue reportada la presencia de *Contracaecum* sp. en seis ríos diferentes y un pantano perteneciente a la cuenca de la costa norte de Colombia y del río Amazonas por Olivero- Verbel *et al.*, (2006), registrando su presencia en los mesenterios intestinales y un porcentaje muy bajo en musculo y para el rubio *Salminus affinis* se reportó en las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge por Pardo *et al.*, (2007) y se registró su presencia en la cavidad visceral. Posteriormente para la especie *Hoplias malabaricus* pero en la Ciénaga grande de

Lorica, Córdoba por Pardo *et al.*, 2008 donde solo fueron encontrados en las vísceras.

Consuegra, (2009), reporta este mismo género de parásitos en peces y también para aves piscívoras en el complejo cenagoso de Caimito, departamento de Sucre, Colombia; a su vez, para este mismo año Pardo *et al.*, también lo reporta pero para el blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*) en el Río Sinú, hallándolo solamente en la cavidad visceral. Para géneros como *Raphidascaris* se reporta una alta predominancia, en las dos especies de lutjánidos de interés económico examinados (*Lutjanus synagris* y *L. analis*) para la bahía de Santa Marta y Neguanje (Parque Nacional Natural Tayrona) Cortés *et al.*, 2009

Ruiz y Vallejo, (2013) por otro lado reportan también para el norte de Colombia en la bahía de Cartagena especies de mugilidos parasitados por miembro de la familia Anisakidae no solo del género *Contraecum* sp., si no también de *Pseudoterranova* sp. que fueron aislados de la cavidad abdominal de los peces. Sánchez, M. (2014), lo reporta en seis zonas de la cuenca del Río Magdalena (Puerto Berrio, Honda, Magangué, Gamarra, El Banco y Girardot) en peces comerciales, registrando su presencia en estómago e intestino.

Ávila y García-Alzate (2015) registran nematodos en lebranche (Pisces: Mugilidae) en el municipio costero del Atlántico, Puerto Colombia. En el 2018, Mattiucci *et al.*, encuentran una especie de *Contraecum* en un pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) al norte de Colombia. Oliveros y García-Alzate (2019) registran el mismo género para *Plagioscion magdalenae* en el embalse el Guajaro, Atlántico. Castellanos *et al.*, (2020), identificaron larvas del género *Anisakis* y *Pseudoterranova* en *Mugil Curema*, comercializados en Tumaco; estas fueron aisladas principalmente del intestino.

En general, en los diferentes departamentos del Caribe, como los ya mencionados anteriormente, ya se ha reportado la presencia de larvas en estado L3 de la familia Anisakidae en órganos de la cavidad mesentérica.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivos generales

- Evaluar la abundancia y prevalencia parasitaria en *Caquetaia kraussii*, *Oreochromis noliticus*, *Cyphocharax magdalenae*, *Trachelyopterus insignis* y *Plagioscion magdalenae*, especies de interés pesquero de el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### 4.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado de salud de los peces por medio de parámetros morfométricos.
- Establecer la prevalencia de nematodos anisákidos presentes en dermis, branquias, músculo y órganos internos
- Identificar morfológicamente las especies de parásitos anisákidos que infectan los peces.
- Relacionar la abundancia parasitaria con las condiciones fisicoquímicas del medio.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El embalse El Guajaro está localizado al norte de Colombia, al sur del departamento del Atlántico entre los 10º 25' y 10º 38' de latitud norte y los 75º 00' y 75º 08' de longitud oeste (**Figura 5**). Este es el resultado de la interconexión artificial de diferentes cuerpos de agua como La Peña, Guajaro, Centro y su principal aporte de agua es recibido del Canal del Dique el cual a través de compuertas como El Limón y Villa Rosa regulan y dan paso al flujo de agua en diferentes épocas del año abasteciendo a la comunidad del componente íctico que sirve de fuente primaria de alimentación. Posee un área de 16.000 ha, un clima tropical cálido seco, temperaturas promedio anuales de 27,8 °C - 28 °C, relieve plano con algunas elevaciones aledañas y zonas con bosque seco tropical y matorral espinoso tropical a sus alrededores. Con respecto, a la vegetación acuática predominan las especies pertenecientes a las familias Mimosacea y Poaceae (García-Alzate *et al.*, 2016).

El embalse El Guájaro se caracteriza por poseer gradientes limnológicos horizontales con concentraciones de mayor a menor en sentido Norte-Sur de la conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza y pH, especialmente en periodos de sequía (Villalón y Vega, 2016; García-Alzate *et al.*, 2016; tomado de Morales y García-Alzate, 2018). Coincidiendo con lo encontrado en las variables fisicoquímicas estudiadas, donde en su gran mayoría se observan los valores más altos en la zona norte y en aguas bajas (sequía) disminuyendo a la zona sur en aguas altas. El oxígeno disuelto presento un promedio 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. Un valor superior a 4 mg/L es aceptable para la sobrevivencia de la mayoría de los organismos acuáticos. García-Alzate *et al.*, (2016) afirman que las mayores concentraciones de oxígeno que se registran

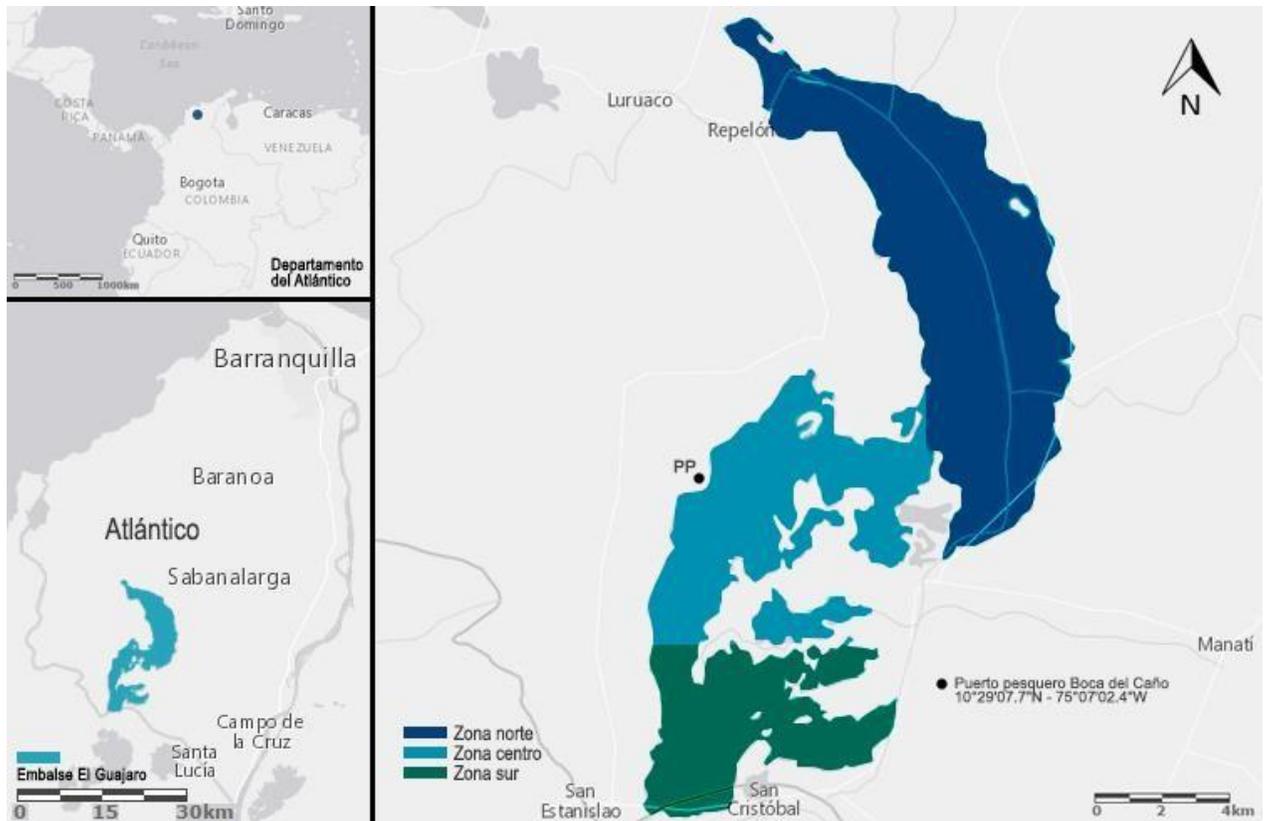
para el norte del embalse pueden estar asociadas a los fuertes vientos, lo que genera intensos procesos de mezcla, y también a la presencia de algunos grupos fitoplanctónicos, especialmente algas verde-azules (Cyanophyceae), siendo este sector caracterizado como eutrófico desde el punto de vista productivo, mientras que el sector sur se caracteriza por una tendencia a la mesotrofia.

La turbidez por otro lado registro los valores más altos (86,5 UNT) en la zona norte del embalse donde se generan intensos procesos de mezcla (García-Alzate *et al.*, 2016) que pueden resuspender el material sólido.

Los valores de DQO y DBO registraron valores promedios totales de 65,99 y 7,1 mg/L, respectivamente; los valores de DBO indican que el agua del embalse no cumple con el objetivo de calidad establecido para el periodo 2011-2020 en el complejo de humedales y ciénagas del Canal del Dique (<5 mg/L), determinado por la CRA en el 2011. Las altas concentraciones de DBO podrían estar relacionadas principalmente por aportes de aguas servidas domésticas y desechos orgánicos que comúnmente son vertidos sin ningún tipo de tratamiento previo por parte de las comunidades presentes en sus orillas. Con respecto a los registros históricos que se tienen de DQO, siempre muestran valores promedio relativamente altos en todos los periodos, presentando una distribución similar a los valores de DBO (García-Alzate *et al.*, 2016).

El pH exhibió cierta tendencia a la basicidad, comportamiento típico de aguas eutróficas (Chapman & Kimstach 1996), esto es congruente con los altos valores de conductividad, la cual depende en gran medida de la naturaleza geoquímica del terreno, estado trófico del sistema y época de lluvias y sequía. En estos ecosistemas los valores de conductividad son considerados como un indicador de la alta productividad, esto es corroborado por Roldan y Ramírez (2008), ellos consideran que en ecosistemas eutróficos predominan las Cyanophytas, Chlorophyta y Euglenophyta, donde los valores normales de conductividad en el Neotrópico están entre 30 y 60  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ , los resultados por debajo de estos valores indican aguas con

bajo contenido iónico y valores por encima desde  $500 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  hasta  $2000 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  son consideradas aguas fuertemente mineralizadas indicando eutrofia o alta productividad, como es lo ocurrido en estas aguas, donde sus valores llegan a los  $1543 \mu\text{S}/\text{cm}$ .



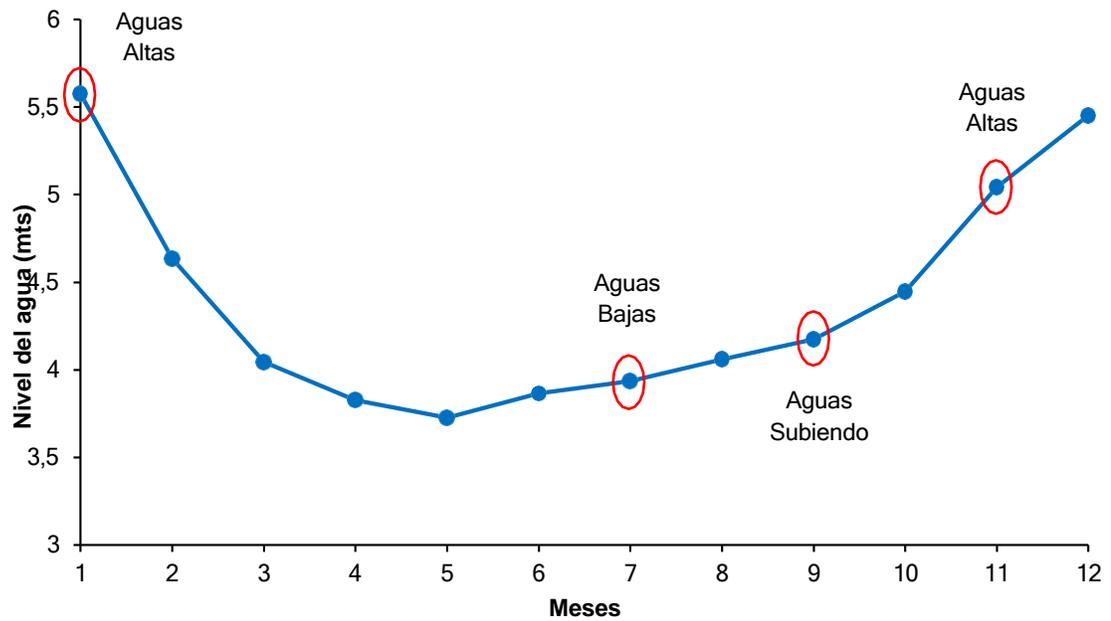
**Figura 5.** Localización geográfica del embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. (PP: Puerto pesquero Boca del Caño).

## 5.2. DISEÑO DE MUESTREO

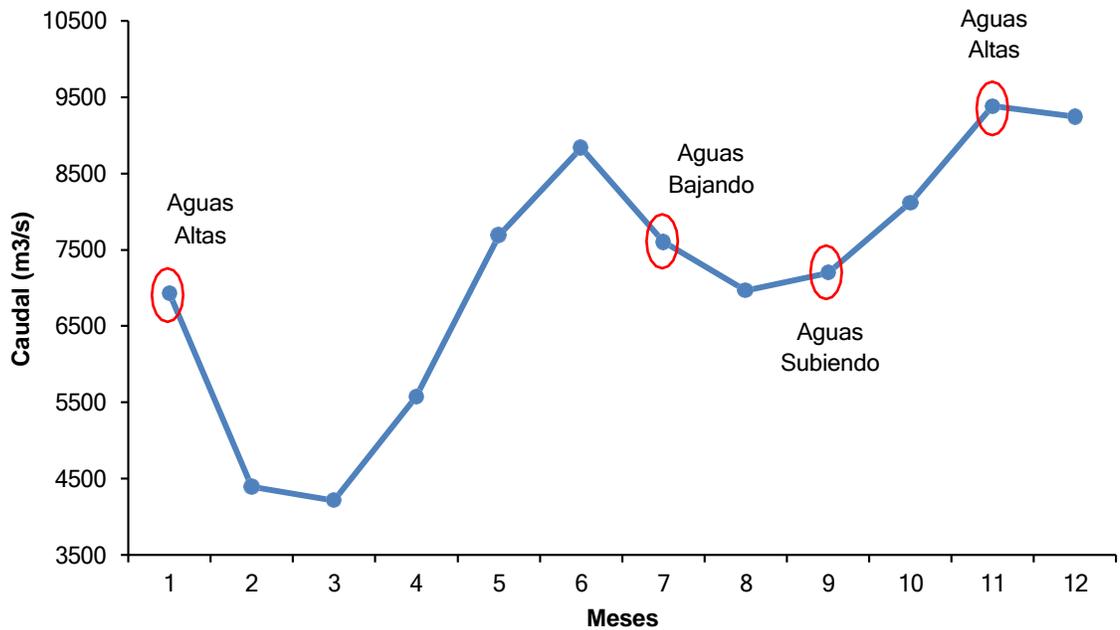
### 5.2.1. Fase de campo

Los muestreos tuvieron lugar en el embalse el Guajaro, donde se realizaron un total de cuatro muestreos bimensuales (M1: Julio, M2: Septiembre y M3: Noviembre 2018 – M4: Enero 2019); teniendo en cuenta los momentos contrastantes del pulso de inundación (aguas bajas, aguas bajando, aguas altas y aguas subiendo), basándonos en los niveles de agua de el embalse El Guajaro (Promedio 2004 – 2011) modificado de García- Alzate *et al.*, (2016) y estación AcuaCultivos (**Figura 6**) y el caudal medio mensual de la estación Calamar - Bolívar (Promedio 2010 al 2019), estación en la que se bifurca el Río Magdalena y el Canal del Dique, brindándonos información de como estaba el pulso de inundación en el embalse en el momento que se tomaron los datos (**Figura 7**).

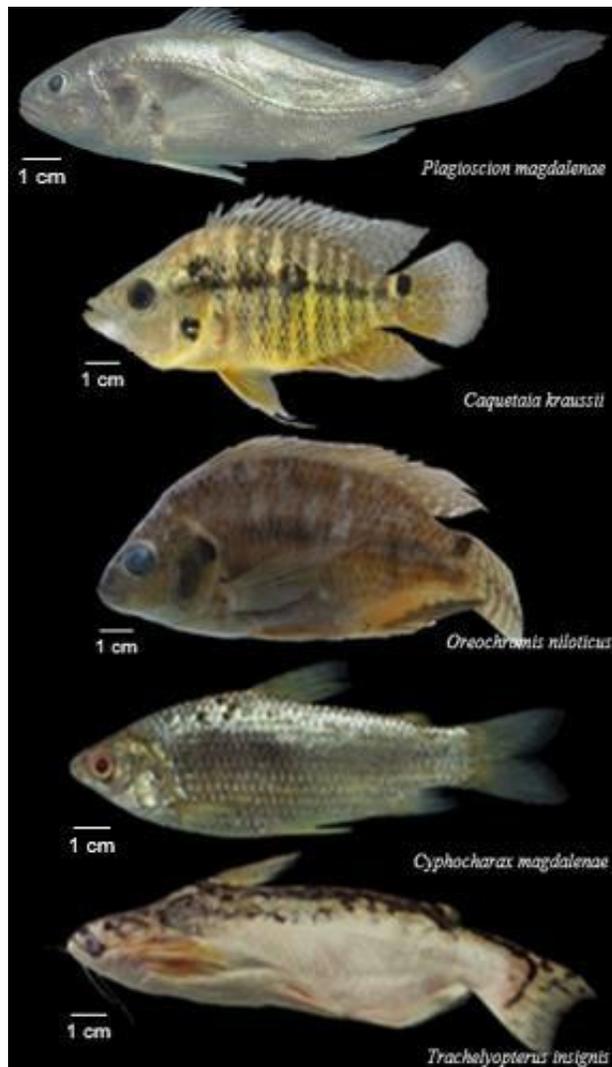
Los individuos de las diferentes especies fueron recolectados *C. kraussii*, *O. niloticus*, *C. magdalenae*, *T. insignis* y *P. magdalenae*; se obtuvieron de embarcaciones de pesca artesanal en el puerto pesquero Boca del caño (10°29'07.7"N – 75°07'02.4"W) (**Figura 8**); la captura de estos se llevó a cabo mediante artes de pesca, tales como redes de caída tipo atarraya y trasmallo. Los individuos fueron clasificados por zona de captura (Norte, Centro o Sur), se procedió a tomar medidas como Longitud total (LT) y estándar (LE) en cm, con una cinta métrica y peso total (Wt) en gramos, con una balanza digital (OHAUS); se les realizo una incisión en la línea media ventral (desde el orificio excretor hasta el opérculo del ejemplar) (Osanz, 2001) con una tijera de disección y se removieron órganos internos los cuales fueron depositados en bolsas ziploc previamente rotuladas y conservadas con alcohol al 70% y finalmente las muestras fueron depositadas en neveras de icopor con hielo para trasladarlas hasta el Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad del Atlántico (UARC).



**Figura 6.** Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en los niveles de agua de el embalse El Guajaro (Promedio 2004 – 2011), modificado de García- Alzate *et al.*, (2016) y estación AcuaCultivos.



**Figura 7.** Momentos contrastantes del pulso de inundación, basado en el Caudal medio mensual de la estación Calamar - Bolívar (Promedio 2010 al 2019), tomado de dhime.ideam.gov.co.

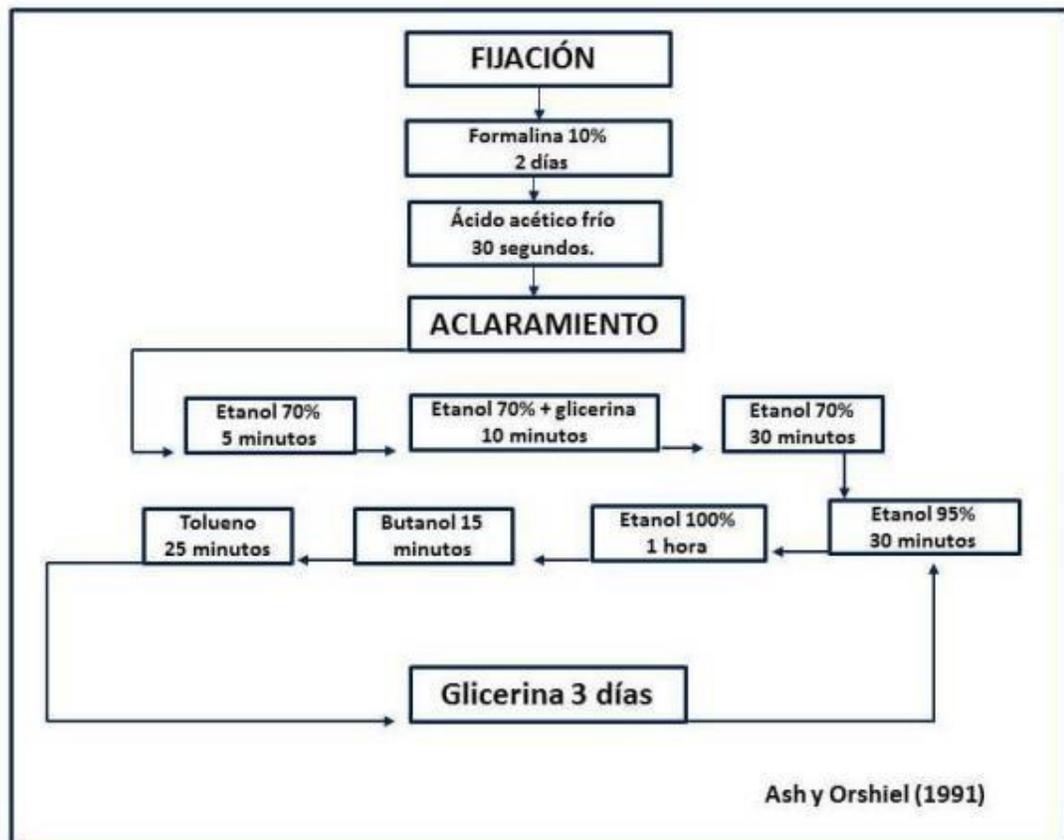


**Figura 8.** Especies en estudio. *Plagioscion magdalenae*, *Caquetaia kraussii*, *Oreochromis niloticus*, *Cyphocharax magdalenae* y *Trachelyopterus insignis*. Embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. Tomado de ICTIOCON (2015).

### 5.2.2. Fase de laboratorio

Se revisaron órganos internos para la búsqueda de parásitos. Los parásitos fueron contabilizados, clasificados por individuo, y donde se localizaron: tejidos u órganos y posteriormente fijados en formalina al 10% para su posterior aclaramiento e identificación. El hígado fue pesado (WHi) con una balanza digital (CAMRY).

Posterior a la fijación los parásitos fueron aclarados mediante la técnica de Ash y Orihel (1997), la cual consiste en hacer pasar el parásito por una batería de reactivos (**Figura 9**). Esta técnica facilito la observación de estructuras internas mediante un microscopio (LEICA) y con base a características morfológicas tales como; forma de la cola, posición del poro excretor, longitud y posición del ciego intestinal anterior, entre otras; fueron identificados utilizando las claves propuestas por Yamaguti (1961), Olson *et al.*, (1983), Moravec *et al.*, (1997), Anderson (2000) y Martins *et al.*, (2005).



**Figura 9.** Protocolo de fijación y aclaración de parásitos. Tomado de Ash y Orshiel (1991).

### 5.2.3. Análisis de datos

Para el análisis se emplearon los siguientes métodos:

Parámetros de infección parasitaria:

- Prevalencia: Número de huéspedes infectados con una especie particular de parásito dividido por el número de huéspedes examinados.
- Abundancia parasitaria: Número de individuos de un parásito particular en un solo huésped.

Cada especie de pez se distribuyó en tallas según su longitud estándar (L.E.), 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.

La condición de salud de los peces fue cuantificada determinando el factor de condición K (Vazzoler, 1996):

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

Dónde: **Wt**: peso total (g), **Ls**: longitud estándar (mm), **b**: coeficiente angular de regresión  $Wt - Ls$ .

Las reservas de energía de los peces se determinaron por medio del índice hepatosomático (IHS) (Vazzoler, 1996):

$$IHS = Whi * 100 / (Wt - Whi)$$

Dónde: **Whi**: peso del hígado (g), **Wt**: peso total (g).

Para comprobar la distribución de los datos se aplicó un Test de Normalidad (Shapiro-Wilk  $n < 30$ ), entre los datos de abundancia parasitaria con respecto al sexo, estructura de tallas, zonas del embalse y meses de muestreo. Seguidamente se hizo un test de contraste de hipótesis (ANOVA), para observar la significancia estadística. Además, se realizaron correlaciones de Pearson por especie entre la abundancia parasitaria y el factor de condición K y el índice hepatosomático (IHS).

Se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC) que relacionó la abundancia parasitaria con los datos de variables fisicoquímicas que fueron proporcionados por la estación AcuaCultivos El Guájaro en La Peña (Histórico 2010-2014). Todo esto se realizó a través del programa Excel y Past 3.0.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. PARAMETROS DE INFECCIÓN

La mayor prevalencia se presentó en *C. kraussii* con 41,9%, mientras que *C. magdalenae* y *O. noliticus* presentaron prevalencias de 0%. Además, la mayor abundancia parasitaria encontrada fue de 89 parásitos de la especie *P. magdalenae*. (**Tabla 1**).

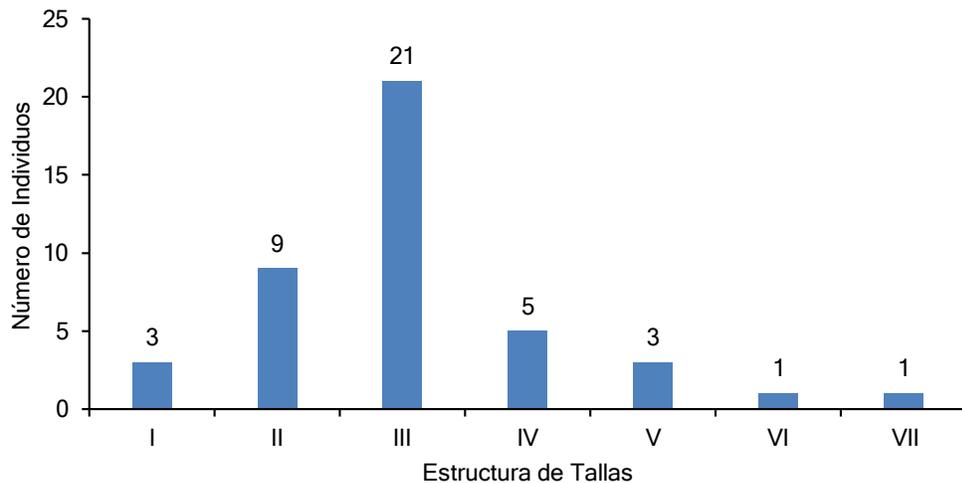
**Tabla 1.** Prevalencia y abundancia parasitaria de las especies de peces estudiadas.

	PREVALENCIA	ABUNDANCIA PARASITARIA
<i>C. kraussii</i>	41,9	38
<i>T. insignis</i>	25	33
<i>C magdalenae</i>	0	0
<i>O. noliticus</i>	0	0
<i>P. magdalenae</i>	33,3	89

#### 6.1.1. *Caquetaia kraussii*

En cuanto a *C. kraussii*, se encontraron un total de 38 parásitos (**Tabla 1**); en los muestreos tres (noviembre – 2018) y cuatro (enero – 2019) momentos de aguas altas, se registran las mayores abundancias parasitarias (12); mientras que el muestreo uno (julio – 2018) momento de aguas bajas, registra la menor con cuatro parásitos. Con respecto a las zonas del embalse, se encontraron 37 parásitos en la zona centro, uno en la zona sur y por el contrario en la zona norte del embalse no se registraron parásitos. A su vez, las hembras de esta especie registran la mayor abundancia parasitaria (22) y los machos la menor con 16 parásitos. Además de presentar la mayor prevalencia (41,9%).

Se establecieron siete intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 11,10 – 19,08 cm y una amplitud de 1,14 cm entre las tallas. La talla III fue la más abundante (13,38 - 14,52 cm LE) con 21 individuos que comprenden el 48,8% de los ejemplares recolectados, mientras que las menos abundantes fueron las tallas VI (16,80 – 17,94 cm LE) y VII (17,94 – 19,08 cm LE) con 1 individuo cada una (**Figura 10**). Con respecto a la talla con mayor abundancia parasitaria fue la talla III (13,38 – 14,52 cm LE) con 14 parásitos, mientras que la talla con la menor abundancia parasitaria fue la talla I (12,24 - 13,38 cm LE) con un parásito. El test de normalidad (Shapiro-Wilk) ( $p= 0,06895$ ) y el de contraste de hipótesis (ANOVA) ( $p= 0,3101$ ) entre la abundancia parasitaria y las frecuencias de tallas, no establecieron diferencias estadísticamente significativas.

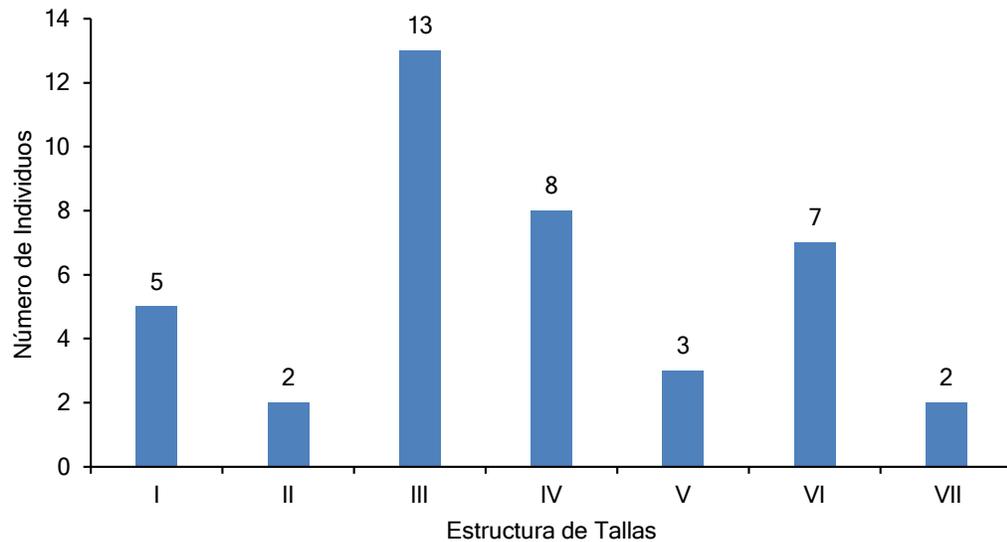


**Figura 10.** Frecuencia de tallas de *C. kraussii*. Intervalos de talla: I: (11,10 - 12,24 cm), II: (12,24 - 13,38 cm), III: (13,38 - 14,52 cm), IV: (14,52 - 15,66 cm), V: (15,66 - 16,80 cm), VI: (16,80 - 17,94 cm), VII: (17,94 - 19,08 cm).

### 6.1.2. *Trachelyopterus insignis*

En cuanto a *T. insignis*, se encontraron un total de 33 parásitos (**Tabla 1**); en el muestreo uno (julio – 2018) momento de aguas bajas, se registra la mayor abundancia parasitaria (16); mientras que el muestreo cuatro (enero – 2019) momento de aguas altas, registra cero parásitos. Con respecto a las zonas del embalse, se encontraron 15 parásitos en la zona centro, 18 en la zona sur y por el contrario en la zona norte del embalse no se registraron parásitos. A su vez, las hembras de esta especie registran la mayor abundancia parasitaria (30) y los machos la menor con tres parásitos. Además presentó una prevalencia de 25%.

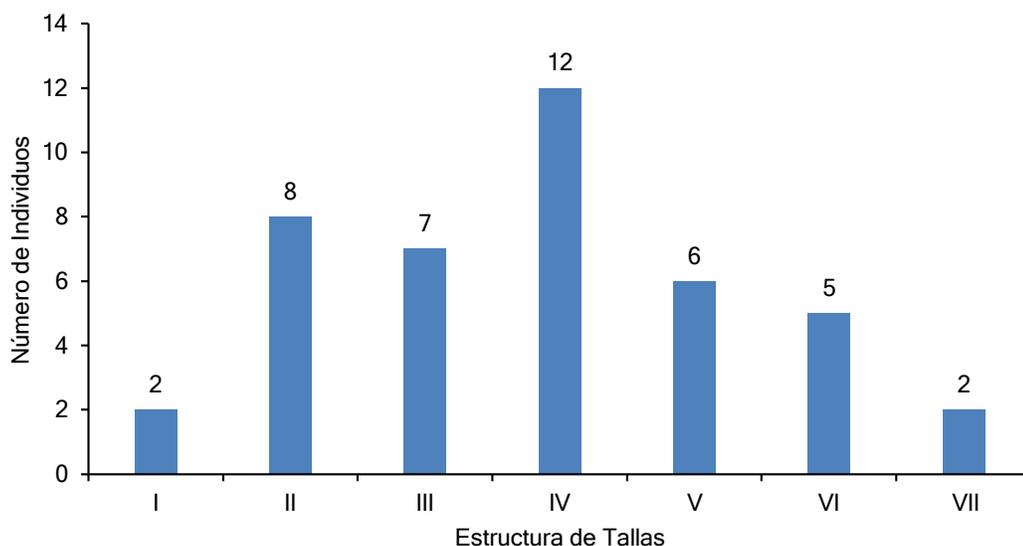
Se establecieron siete intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 12,6 - 19,04 cm y una amplitud de 0,92 cm entre las tallas. La talla III fue la más abundante (14,44 – 15,36 cm LE) con 13 individuos que comprenden el 32,5% de los ejemplares recolectados, mientras que las menos abundantes fueron las tallas II (13,52 – 14,44 cm LE) y VII (18,12 – 19,04 cm LE) con 2 individuos cada una (**Figura 11**). Con respecto a la talla con mayor abundancia parasitaria tenemos la talla VII (18,12 - 19,04 cm LE) con 13 parásitos, mientras que la talla con la menor abundancia parasitaria fue la talla II (13,52 – 14,44 cm LE) con cero parásitos. El test de normalidad (Shapiro-Wilk) ( $p= 0,06008$ ) y el de contraste de hipótesis (ANOVA) ( $p= 0,3101$ ) entre la abundancia parasitaria y las frecuencias de tallas, no establecieron diferencias estadísticamente significativas.



**Figura 11.** Frecuencia de tallas de *T. insignis*. Intervalos de talla: I: (12,6 - 13,52 cm), II: (13,52 - 14,44 cm), III: (14,44 - 15,36 cm), IV: (15,36 - 16,28 cm), V: (16,28 - 17,2 cm), VI: (17,2 - 18,12 cm), VII: (18,12 - 19,04 cm).

### 6.1.3. *Cyphocharax magdalenae*

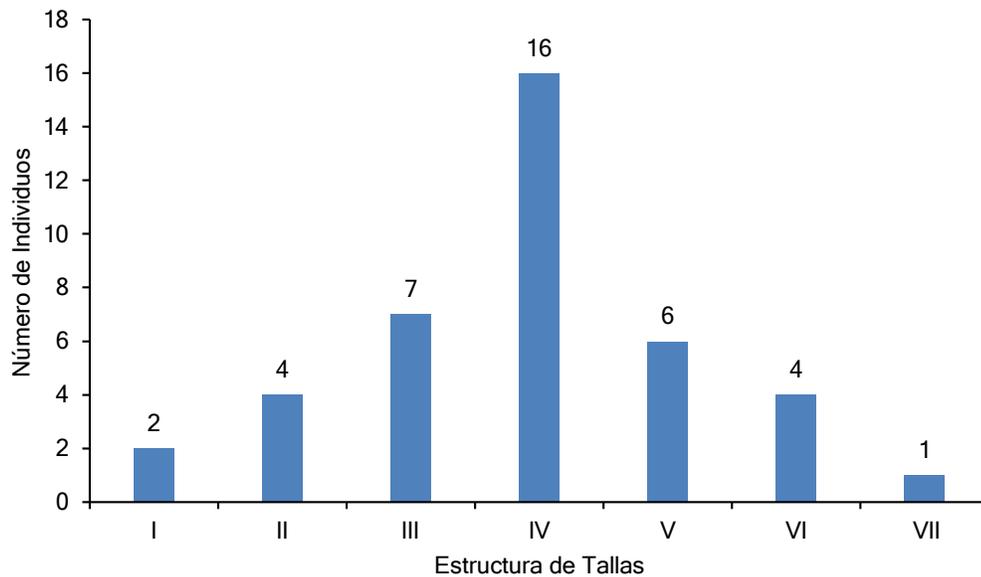
En cuanto a *C. magdalenae*, a pesar de realizar una búsqueda intensiva en cada uno de los ejemplares examinados no fue posible encontrar parásitos (**Tabla 1**). Se establecieron siete intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 12,3 - 16,29 cm y una amplitud de 0,57 cm entre las tallas. La talla IV fue la más abundante (14,01 – 14,58 cm LE) con 12 individuos que comprenden el 28,6% de los ejemplares recolectados, mientras que las menos abundantes fueron las tallas I (12,3 - 12,87 cm LE) y VII (15,72 - 16,29 cm LE) con 2 individuos cada una (**Figura 12**).



**Figura 12.** Frecuencia de tallas de *C. magdalenae*. Intervalos de talla: I: (12,3 - 12,87 cm), II: (12,87 - 13,44 cm), III: (13,44 - 14,01 cm), IV: (14,01 - 14,58 cm), V: (14,58 - 15,15 cm), VI: (15,15 - 15,72 cm), VII: (15,72 - 16,29 cm).

#### 6.1.4. *Oreochromis noliticus*

En cuanto a *O. noliticus*, a pesar de realizar una búsqueda intensiva en cada uno de los ejemplares examinados no fue posible encontrar parásitos (**Tabla 1**). Se establecieron siete intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 20 – 28,82 cm y una amplitud de 1,26 cm entre las tallas. La talla IV fue la más abundante (23,78 – 25,04 cm LE) con 16 individuos que comprenden el 40% de los ejemplares recolectados, mientras que la menos abundante fue la talla VII (27,56 – 28,82 cm LE) con 1 individuo (**Figura 13**).



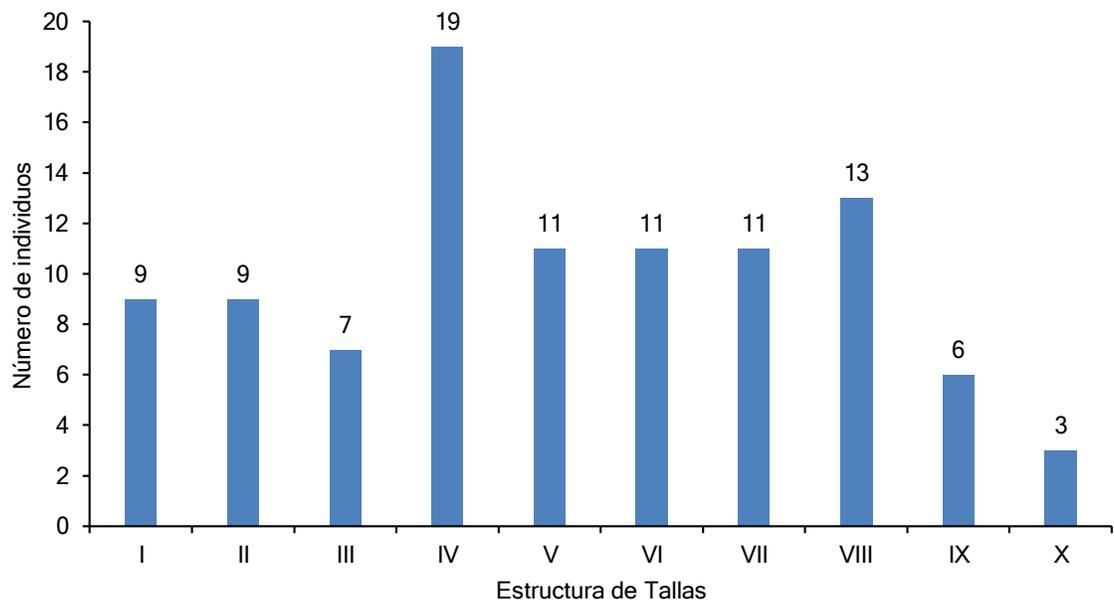
**Figura 13.** Frecuencia de tallas de *O. noliticus*. Intervalos de talla: I: (20 - 21,26 cm), II: (21,26 - 22,52 cm), III: (22,52 - 23,78 cm), IV: (23,78 - 25,04 cm), V: (25,04 - 26,3 cm), VI: (26,3 - 27,56 cm), VII: (27,56 - 28,82 cm).

#### 6.1.5. *Plagioscion magdalenae*

En cuanto a *P. magdalenae*, se encontraron un total de 89 parásitos (**Tabla 1**); en el muestreo dos (septiembre – 2018) momento de aguas subiendo, se registra la mayor abundancia parasitaria (37); mientras que el muestreo uno (julio – 2018) momento de aguas bajas, registra cinco parásitos. Con respecto a las zonas del embalse, se encontraron 33 parásitos en la zona centro, 56 en la zona sur y por el contrario en la zona norte del embalse no se registraron parásitos. A su vez, los machos de esta especie registran la mayor abundancia parasitaria (50) y las hembras la menor con 39 parásitos. Además presentó una prevalencia de 33,3%.

Se establecieron diez intervalos de tallas basados en la longitud estándar (LE), que comprenden un rango de 15,4 - 36,1 cm y una amplitud de 2,07 cm entre las tallas.

La talla IV fue la más abundante (21,61 – 23,68 cm LE) con 19 individuos que comprenden el 19,2% de los ejemplares recolectados, mientras que la menos abundante fue la talla X (34,03 – 36,1 cm LE) con 3 individuos (**Figura 14**). Con respecto a la talla con mayor abundancia parasitaria tenemos la talla VIII (29,89 – 31,96 cm LE) con 20 parásitos, mientras que la talla con la menor abundancia parasitaria fue la talla III (19,54 – 21,61 cm LE) con cero parásitos. El test de normalidad (Shapiro-Wilk) ( $p= 0,1171$ ) y el de contraste de hipótesis (ANOVA) ( $p= 0,3101$ ) entre la abundancia parasitaria y las frecuencias de tallas, no establecieron diferencias estadísticamente significativas.



**Figura 14.** Frecuencia de tallas de *P. magdalenae* Intervalos de talla: I: (15,4 - 17,47 cm), II: (17,47 - 19,54 cm), III: (19,54 - 21,61 cm), IV: (21,61 - 23,68 cm), V: (23,68 - 25,75 cm), VI: (25,75 - 27,82 cm), VII: (27,82 - 29,89 cm), VIII: (29,89 - 31,96 cm), IX: (31,96 - 34,03 cm), X: (34,03 - 36,1 cm).

## 6.2. PARAMETROS MORFOMÉTRICOS

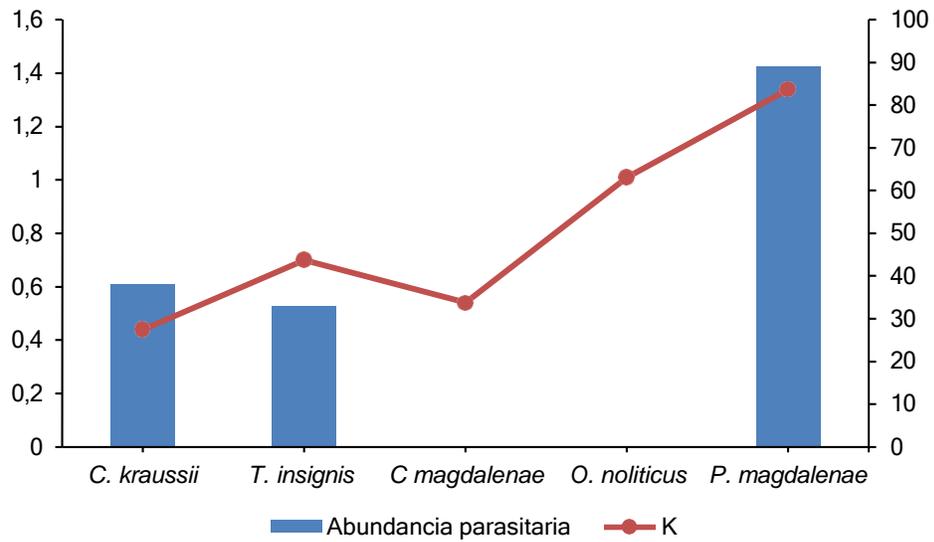
### 6.2.1. Factor de condición K

El valor máximo registrado fue de 1,96 y se presentó en aguas altas (M3) para la especie *P. magdalенаe*, mientras que el mínimo fue de 0,38 y se presentó en aguas subiendo (M2) para la especie *C. kraussii* (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores y promedios del factor de condición K por especies de peces estudiadas. **M1:** Muestreo 1, **M2:** Muestreo 2, **M3:** Muestreo 3 y **M4:** Muestreo 4.

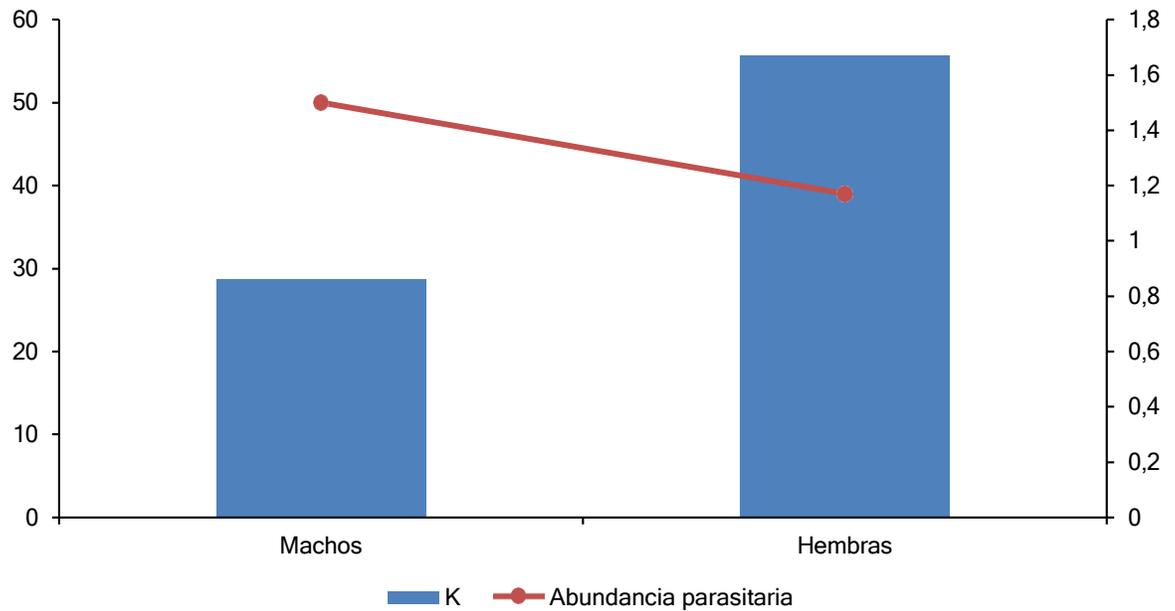
	<i>C. kraussii</i>	<i>T. insignis</i>	<i>C. magdalенаe</i>	<i>O. noliticus</i>	<i>P. magdalенаe</i>
<b>M1 BAJAS</b>	0,55	0,70	0,62	1,007	1,13
<b>M2 SUBIENDO</b>	0,38	0,77	0,51	1,006	1,34
<b>M3 ALTAS</b>	0,39	0,81	0,49	1,01	1,96
<b>M4 ALTAS</b>	0,42	0,66	0,53	1,007	0,94
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,44</b>	<b>0,7</b>	<b>0,54</b>	<b>1,01</b>	<b>1,34</b>

La mayor relación peso – longitud registro un promedio total de 1,34 en *P. magdalенаe* especie que a su vez registra la mayor abundancia parasitaria con 89 parásitos y muestra un tipo de crecimiento alométrico negativo (valores  $b < 3$ ); la menor relación peso – longitud se presentó en *C. kraussii* con 0,44, presentando el mismo crecimiento y una abundancia parasitaria de 38 (Figura 15). Se presentó una alta, positiva (0,63) pero no significativa correlación ( $p = 0,5916 - p = 0,539$ ) entre la abundancia parasitaria y el factor de condición K de *P. magdalенаe*, mientras que *C. kraussii* presento una relación alta, negativa (-0,90) pero no significativa correlación ( $p = 0,08649 - p = 0,1063$ ) y *T. insignis* presento una baja, positiva (0,09) pero no significativa correlación ( $p = 0,3038 - p = 0,7843$ ) entre estas dos variables.



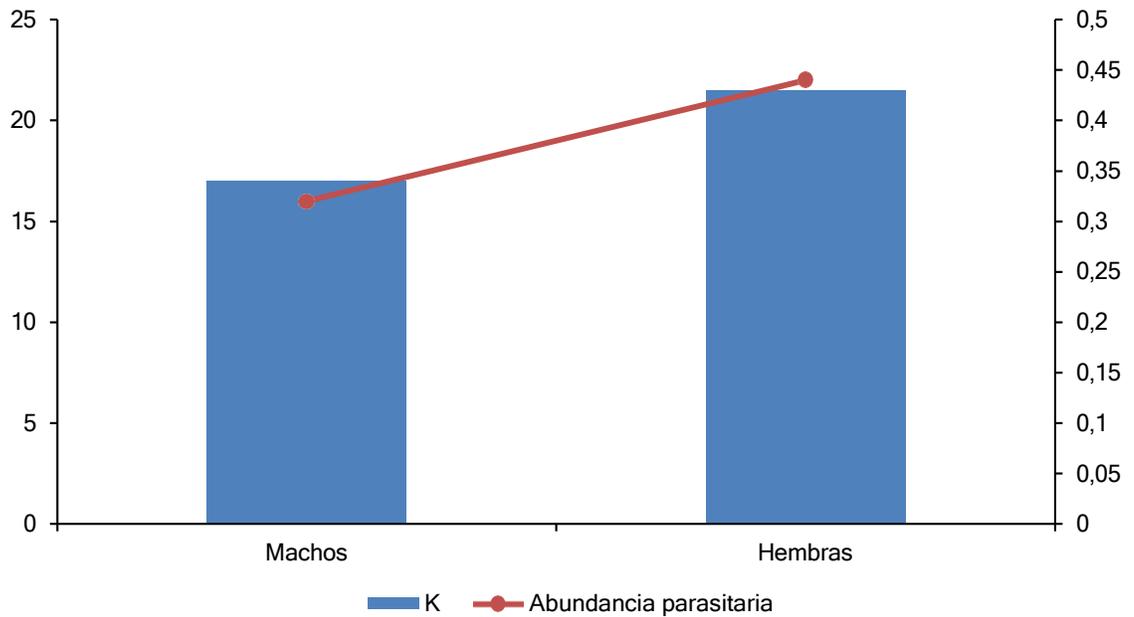
**Figura 15.** Factor de condición K y abundancia parasitaria por especies de peces estudiadas.

Con respecto al factor de condición K por sexo, las hembras de *P. magdalanae* presentaron la mayor relación peso - longitud registrando un promedio total de 1,67 y la menor abundancia parasitaria con un total de 39 parásitos; a su vez, la menor relación peso - longitud se presentó en los machos con un promedio total de 0,86 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 50 parásitos (**Figura 16**).



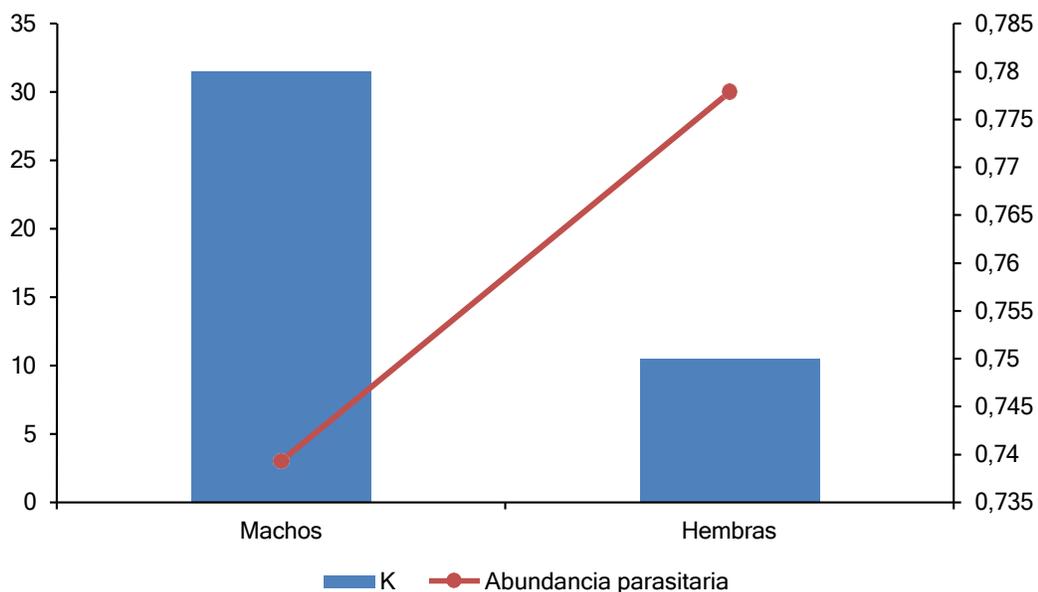
**Figura 16.** Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de *P. magdalenae*.

Las hembras de *C. kraussii* presentaron la mayor relación peso - longitud registrando un promedio total de 0,43 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 22 parásitos; a su vez, la menor relación peso - longitud se presentó en los machos con un promedio total de 0,34 y la menor abundancia parasitaria con un total de 16 parásitos (**Figura 17**).



**Figura 17.** Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de *C. kraussi*.

Los machos de *T. insignis* presentaron la mayor relación peso - longitud registrando un promedio total de 0,78 y la menor abundancia parasitaria con un total de 3 parásitos; a su vez, la menor relación peso - longitud se presentó en las hembras con un promedio total de 0,75 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 30 parásitos (**Figura 18**).



**Figura 18.** Factor de condición K y abundancia parasitaria para machos y hembras de *T. insignis*.

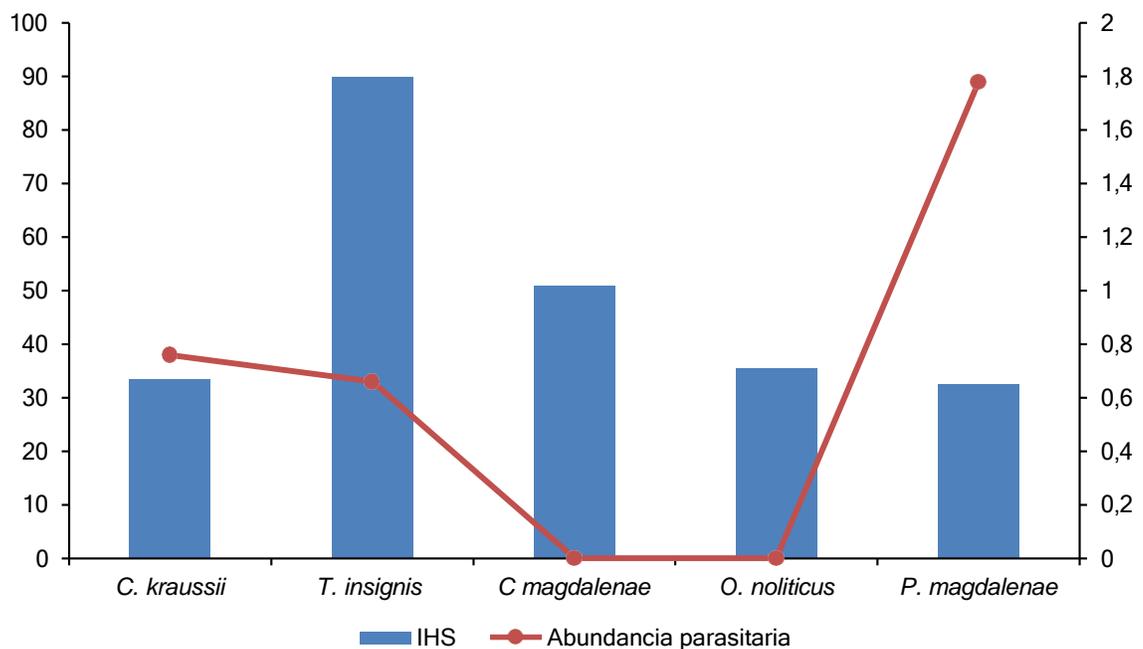
### 6.2.2. Índice hepatosomático

El valor máximo registrado fue de 2,03 y se presentó en aguas bajas (M1) para la especie *T. insignis*, mientras que el mínimo fue de 0,51 y se presentó también en aguas bajas para la especie *C. kraussii* (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Valores y promedios del índice hepatosomático por especies de peces estudiadas. **M1:** Muestreo 1, **M2:** Muestreo 2, **M3:** Muestreo 3 y **M4:** Muestreo 4.

	<i>C. kraussii</i>	<i>T. insignis</i>	<i>C. magdalenae</i>	<i>O. noliticus</i>	<i>P. magdalenae</i>
<b>M1 BAJAS</b>	0,51	2,03	0,86	0,78	0,6
<b>M2 SUBIENDO</b>	0,54	1,78	0,96	0,78	0,78
<b>M3 ALTAS</b>	0,81	1,7	1,06	0,67	0,66
<b>M4 ALTAS</b>	0,81	1,62	1,2	0,59	0,55
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,67</b>	<b>1,8</b>	<b>1,02</b>	<b>0,71</b>	<b>0,65</b>

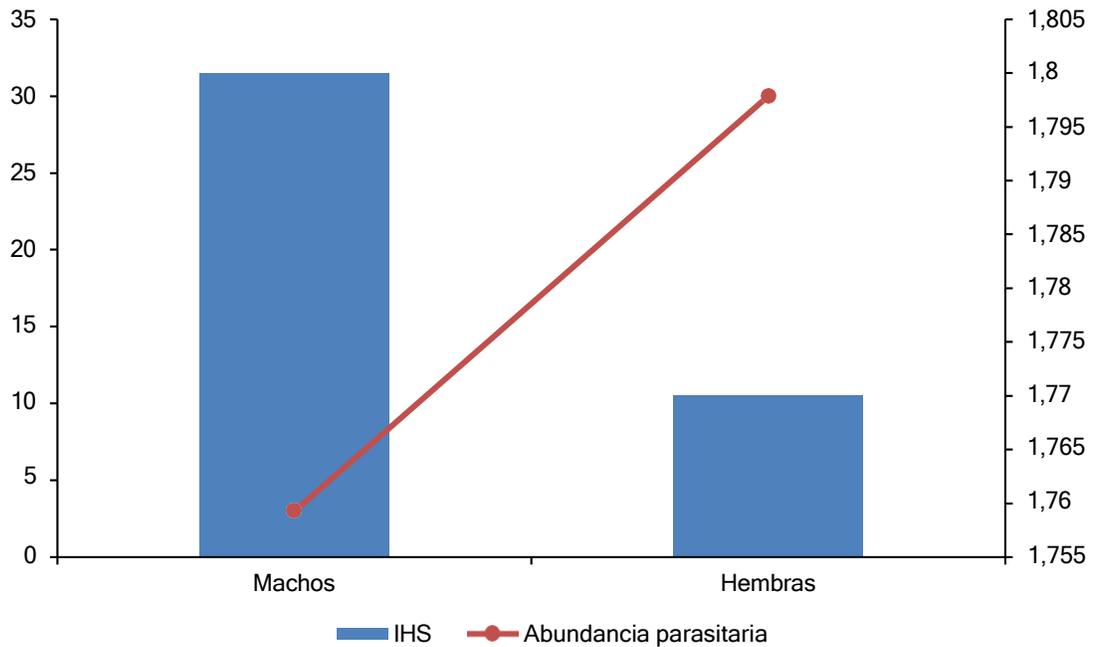
La mayor relación peso del hígado – peso corporal, registro un promedio total de 1,8 para *T. insignis* y una abundancia parasitaria de 33 parásitos, mientras que el menor promedio se presentó en *P. magdalenae* con 0,65, coincidiendo con la especie que registro mayor abundancia parasitaria con 89 parásitos (**Figura 19**). Se presentó una alta, positiva (0,87) pero no significativa correlación ( $p= 0,3038 - p= 0,5464$ ) entre la abundancia parasitaria y el índice hepatosomático de *T. insignis*, mientras que *P. magdalenae* presento una alta, positiva (0,81) pero no significativa correlación ( $p= 0,5916 - p= 0,7672$ ) y *C. kraussii* presento una alta, positiva (0,80) pero no significativa correlación ( $p= 0,0864 - p= 0,0606$ ) entre estas dos variables.



**Figura 19.** Índice hepatosomático y abundancia parasitaria por especies de peces estudiadas.

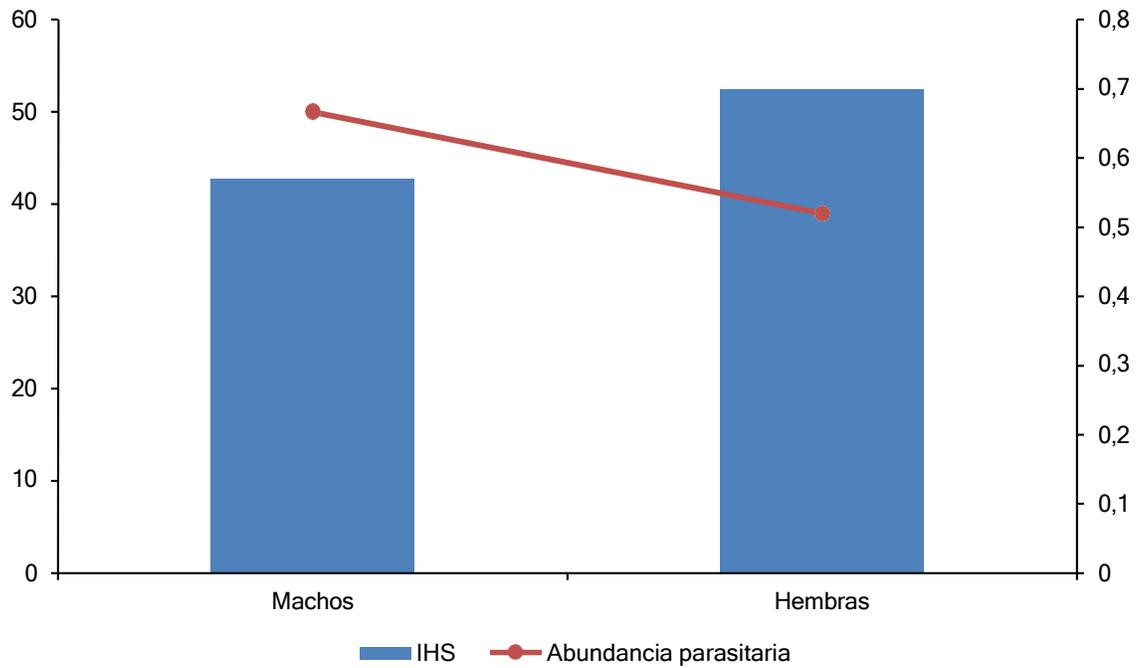
Con respecto al índice hepatosomático por sexo, los machos de *T. insignis* presentaron la mayor relación peso del hígado – peso corporal registrando un promedio total de 1,8 y la menor abundancia parasitaria con un total de 3 parásitos; a su vez, la menor relación peso del hígado – peso corporal se presentó en las

hembras con un promedio total de 1,77 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 30 parásitos (**Figura 20**).



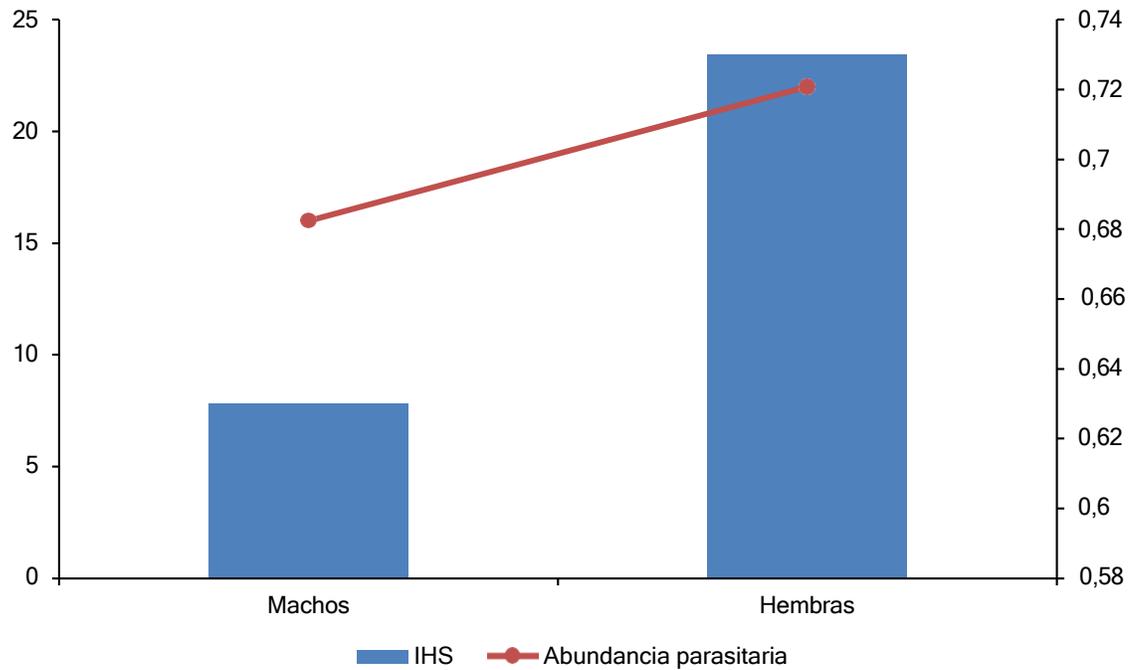
**Figura 20.** Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de *T. insignis*

Las hembras de *P. magdalanae* presentaron la mayor relación peso del hígado – peso corporal registrando un promedio total de 0,7 y la menor abundancia parasitaria con un total de 39 parásitos; a su vez, la menor relación peso del hígado – peso corporal se presentó en los machos con un promedio total de 0,57 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 50 parásitos (**Figura 21**).



**Figura 21.** Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de *P. magdaleneae*.

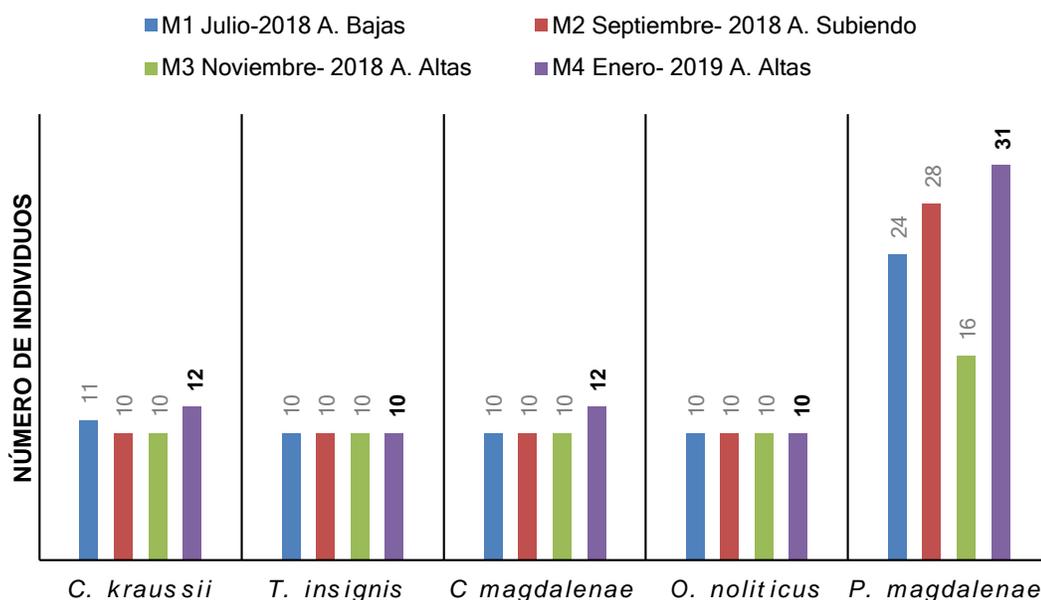
Las hembras de *C. kraussii* presentaron la mayor relación peso del hígado – peso corporal registrando un promedio total de 0,73 y la mayor abundancia parasitaria con un total de 22 parásitos; a su vez, la menor relación peso del hígado – peso corporal se presentó en los machos con un promedio total de 0,63 y la menor abundancia parasitaria con un total de 16 parásitos (**Figura 22**).



**Figura 22.** Índice hepatosomático y abundancia parasitaria para machos y hembras de *C. kraussii*.

### 6.3. CAPTURA DE PECES

Se recolectaron un total de 264 individuos (155 hembras – 109 machos), dentro de los cuales la especie más abundante fue *P. magdalenae* con un total de 99 (37,5%) individuos y las menos abundantes fueron *O. noliticus* y *T. insignis* con 40 (15,2%) individuos cada una. En el muestreo cuatro (enero – 2019) momento de aguas altas fue el muestreo en el que hubo una mayor abundancia de individuos (75) y el mes de noviembre el menos abundante con 56 individuos (**Figura 23**). Con respecto a la zona del embalse donde más se recolectaron individuos tenemos la zona centro con 166 individuos y por el contrario en la zona norte del embalse no se recolectó ninguno.



**Figura 23.** Abundancia absoluta de especies de peces recolectadas en el área de estudio. **M1:** Muestreo 1, **M2:** Muestreo 2, **M3:** Muestreo 3 y **M4:** Muestreo 4.

#### 6.4. ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS

A continuación, se presenta el comportamiento general y detallado (Momentos del Pulso de Inundación y Zonas de Captura) de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

**Tabla 4.** Comportamiento general de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. **OXIG:** Oxígeno disuelto, **COND:** Conductividad, **SALI:** Salinidad, **TEMP:** Temperatura superficial del agua, **TURB:** Turbidez, **NITT:** Nitrógeno total, **FOST:** Fósforo total, **DBO:** Demanda biológica de oxígeno, **DQO:** Demanda química de oxígeno y **CLOR A:** Clorofila "a". **Max:** Máximo, **Min:** Mínimo, **DE:** Desviación estándar.

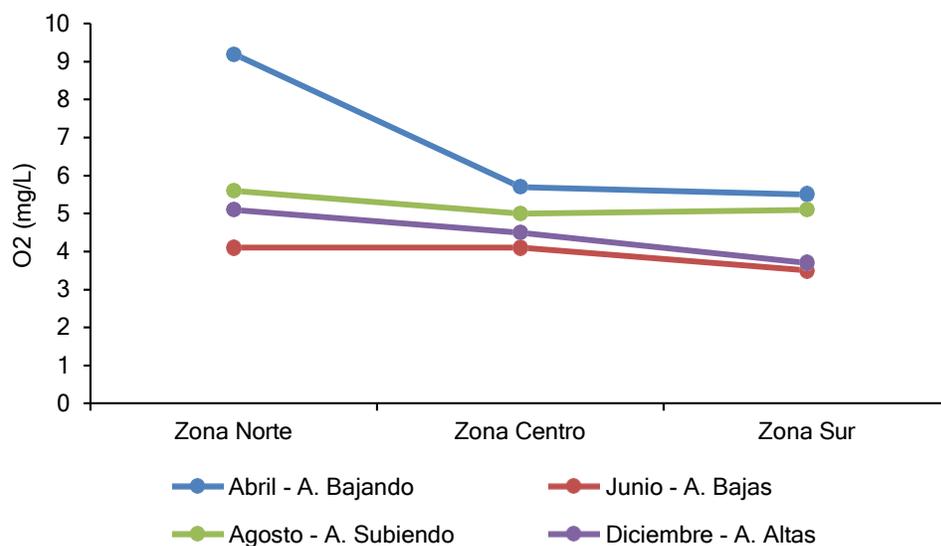
	OXIG	PH	COND	SALI	TEMP	TURB	NITT	FOST	DQO	DBO	CLOR A
<b>PROMEDIO</b>	4,99	8,16	850,88	0,35	31,71	60,40	2,21	0,42	65,99	7,10	15,71
<b>MAX</b>	10	10,1	1543	0,7	35,3	275,4	13,1	0,883	201,1	98,4	110,81
<b>MIN</b>	2,08	6,5	151,1	0	28,8	16	0,776	0,12	25	2,466	2,59
<b>DE</b>	1,48	0,87	425,99	0,22	1,47	53,78	2,26	0,18	45,05	18,01	21,87

**Tabla 5.** Valores medios de las variables fisicoquímicas por momentos del pulso de inundación (Aguas bajando, Aguas bajas, Aguas subiendo y Aguas altas) y zonas de captura (Norte, Centro o Sur) del embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. **OXIG:** Oxígeno disuelto, **COND:** Conductividad, **SALI:** Salinidad, **TEMP:** Temperatura superficial del agua, **TURB:** Turbidez, **NITT:** Nitrógeno total, **FOST:** Fósforo total, **DBO:** Demanda biológica de oxígeno, **DQO:** Demanda química de oxígeno y **CLOR A:** Clorofila “a”.

		OXIG	PH	COND	SALI	TEMP	TURB	NITT	FOST	DQO	DBO	CLOR A
<b>MOMENTO</b>	<b>A. Bajando</b>	6,61	8,27	868,86	0,36	32,4	53,26	1,73	0,389	57,703	2,836	25,56
	<b>A. Bajas</b>	3,81	8,04	1058,57	0,47	31,84	103,13	3,70	0,49	90,07	19,71	17,33
	<b>A. Subiendo</b>	5,2	7,3	1018,43	0,4	31,34	52,53	1,73	0,389	57,703	2,836	13,86
	<b>A. Altas</b>	4,32	9,01	457,66	0,16	31,26	32,67	1,67	0,394	58,49	3,01	6,1
<b>ZONA</b>	<b>Sur</b>	4,45	7,61	545,63	0,19	31,28	58,52	1,40	0,28	44,49	3,65	7,18
	<b>Norte</b>	5,97	8,77	1301,88	0,56	33,48	86,58	2,43	0,57	70,11	4,69	36,11
	<b>Centro</b>	4,80	8,36	857,75	0,36	30,6	37,04	3,20	0,46	94,13	14,67	8,12

### Oxígeno disuelto (mg/L)

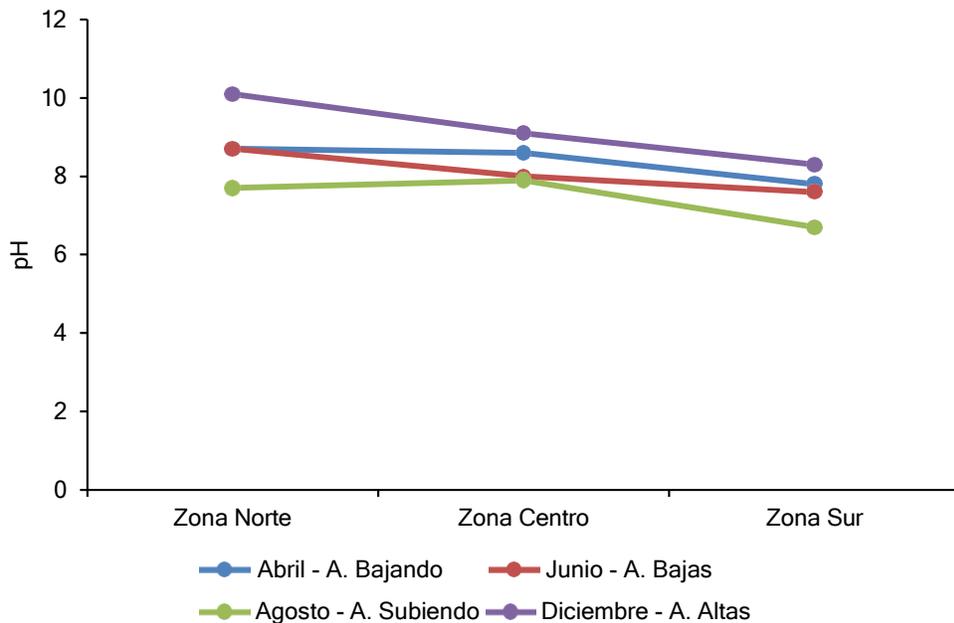
El oxígeno disuelto presentó un promedio de 4,99 mg/L (**Tabla 4**), el cual se encuentra dentro de los límites mínimos permisibles propuestos por el decreto 1594 (1984) de la Normativa Ambiental Colombiana. El máximo valor fue registrado en aguas bajando en la zona norte del embalse (9,2 mg/L) y el mínimo en aguas bajas en la zona sur (3,5 mg/L), encontrándose diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=6,851E-05$ ) (**Figura 24**); datos que coinciden con los valores medios (**Tabla 5**) donde se registra también el mayor promedio (6,61 mg/L) en aguas bajando y el mínimo (3,81 mg/L) en aguas bajas. En cuanto a la distribución espacial, las concentraciones más altas fueron reportadas para la zona norte disminuyendo hacia la zona sur del embalse y no se encontraron diferencias significativas entre los datos (ANOVA,  $p= 0,3516$ ).



**Figura 24.** Análisis temporal y espacial del Oxígeno disuelto (mg/L), registrado en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

## Ph (H<sup>+</sup>)

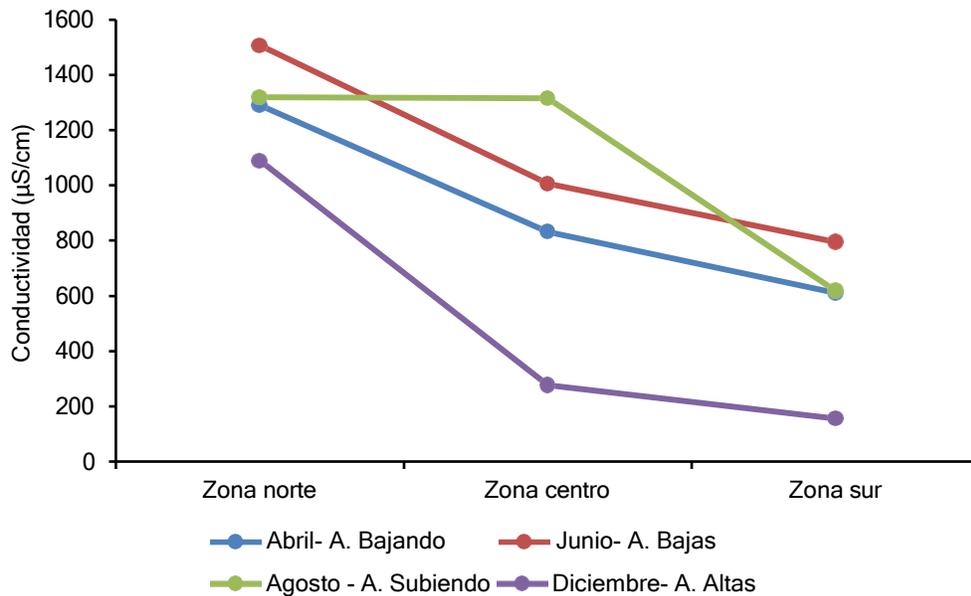
El pH registrado tiende a la basicidad con un promedio de 8,16, que oscila entre 6,5 y 10,1 (**Tabla 4**), el máximo valor fue registrado en aguas altas en la zona norte del embalse (10,1) y el mínimo en aguas subiendo en la zona sur (6,7) (**Figura 25**), además se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (ANOVA,  $p=0,0004876$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos registrados en aguas altas (9,01) y los mínimos en aguas subiendo (7,3). En cuanto a la distribución espacial, los valores más altos fueron reportadas para la zona norte (8,7) y disminuyendo hacia la zona sur (7,6), además no se encontraron diferencias significativas entre los datos (ANOVA,  $p= 0,1461$ ).



**Figura 25.** Análisis temporal y espacial del pH ( $H^+$ ), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Conductividad ( $\mu S/cm$ )

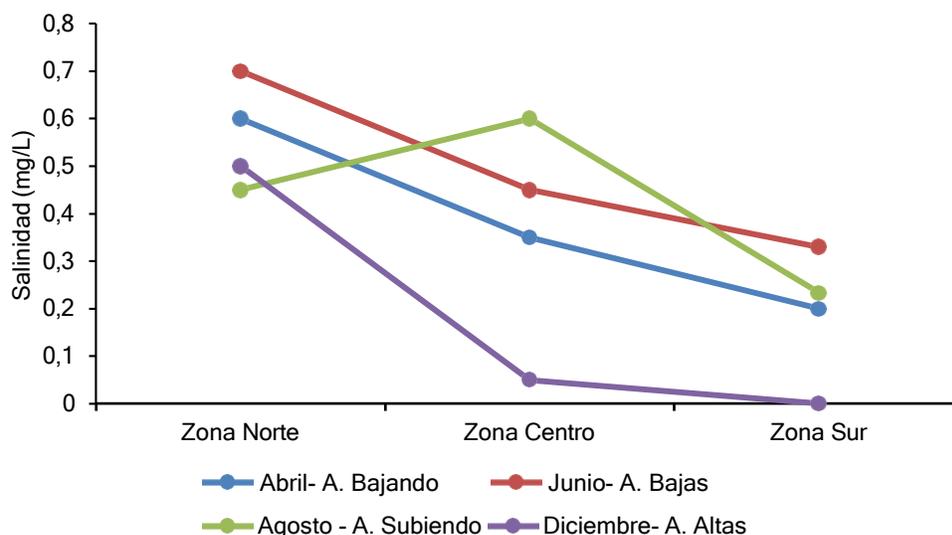
La conductividad registró un valor promedio de  $850,88 \mu S/cm$ , que osciló entre  $151,1$  y  $1543 \mu S/cm$  (**Tabla 4**), el máximo valor fue registrado en aguas bajas en la zona norte del embalse ( $1506,5 \mu S/cm$ ) y el mínimo en aguas altas en la zona sur ( $156,2 \mu S/cm$ ) (**Figura 26**), además se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,04812$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos en aguas bajas ( $1058,57 \mu S/cm$ ) y los mínimos en aguas altas ( $457,65 \mu S/cm$ ). En cuanto a la distribución espacial, se observan los valores más altos en la zona norte ( $1301,87 \mu S/cm$ ) y los más bajos en la zona sur ( $545,63 \mu S/cm$ ) observándose un gradiente limnológico horizontal con concentraciones de mayor a menor en sentido norte-sur; además se encontraron diferencias significativas entre los datos (ANOVA,  $p= 0,02295$ ).



**Figura 26.** Análisis temporal y espacial de la Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Salinidad (mg/L)

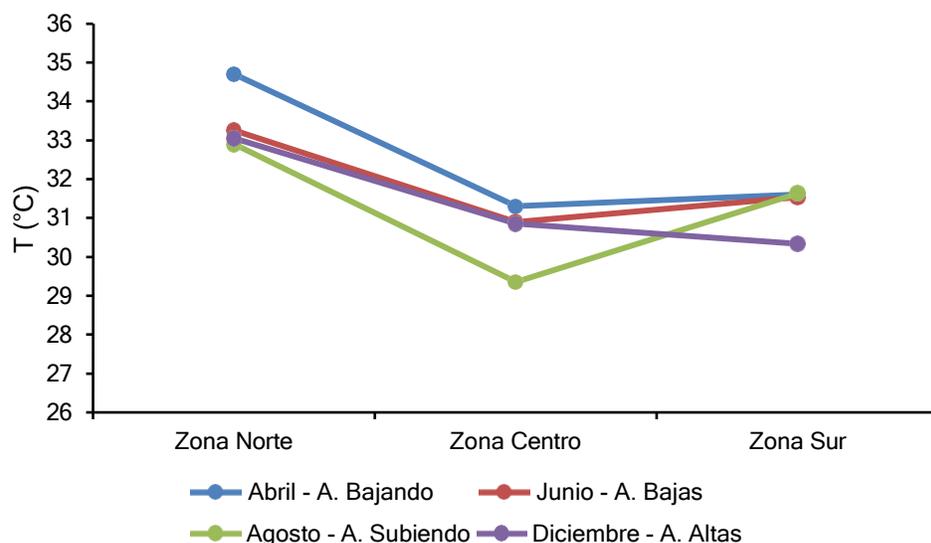
La salinidad tuvo un valor promedio de 0,35 mg/L, oscilando entre 0 y 0,7 mg/L (**Tabla 4**), el máximo valor fue registrado en aguas bajas en la zona norte del embalse (0,7 mg/L) y el mínimo en aguas altas en la zona sur (0 mg/L) (**Figura 27**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,05951$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos en aguas bajas (0,47 mg/L) y los valores mínimos en aguas altas (0,15 mg/L). En cuanto a la distribución espacial, los valores más altos fueron reportados para la zona norte (0,56 mg/L) para todos los momentos, a excepción del periodo de aguas subiendo donde fue mayor en la zona centro, sin embargo se evidencia un gradiente que va en aumento desde la zona sur hacia la zona norte y se encontraron diferencias significativas entre los datos (ANOVA,  $p=0,03778$ ).



**Figura 27.** Análisis temporal y espacial de la Salinidad (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Temperatura superficial del agua (°C)

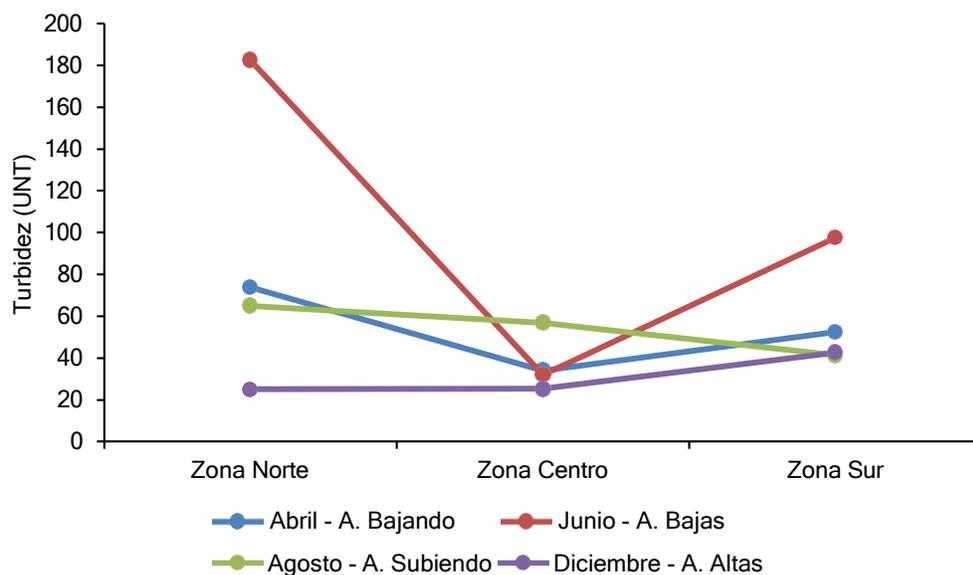
La temperatura superficial de agua presento un promedio de 31,71°C con un rango de variación de 28,8 - 35,3°C (**Tabla 4**); el máximo valor fue registrado en aguas bajando en la zona norte del embalse (34,7 mg/L) y el mínimo en aguas subiendo en la zona centro (29,35 mg/L) (**Figura 28**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,575$ ); los valores medios (**Tabla 5**) registran también el mayor promedio (32,4°C) en aguas bajando pero el mínimo (31,25 °C) lo reporta para aguas altas. En cuanto a la distribución espacial, las concentraciones más altas (33,47 °C) fueron reportadas para la zona norte y las más bajas en la zona centro (30,6 °C), encontrándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,0154$ ).



**Figura 28.** Análisis temporal y espacial de la Temperatura superficial del agua (°C), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Turbidez (UNT)

La turbidez tuvo un valor promedio de 60,4 UNT, que osciló entre 16 UNT y 275,4 UNT (**Tabla 4**); el máximo valor fue registrado en aguas bajas en la zona norte del embalse (182,45 UNT) y el mínimo en aguas altas en la zona norte (25 UNT) (**Figura 29**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,143$ ); los valores medios (**Tabla 5**) registran también los valores máximos en aguas bajas- bajando y los mínimos en aguas altas-subiendo. En cuanto a la distribución espacial, los valores más altos (86,5 UNT) fueron reportados para la zona norte y los valores más bajos (37,0 UNT) en la zona centro y no se encontraron diferencias significativas entre los datos (ANOVA,  $p= 0,304$ ).

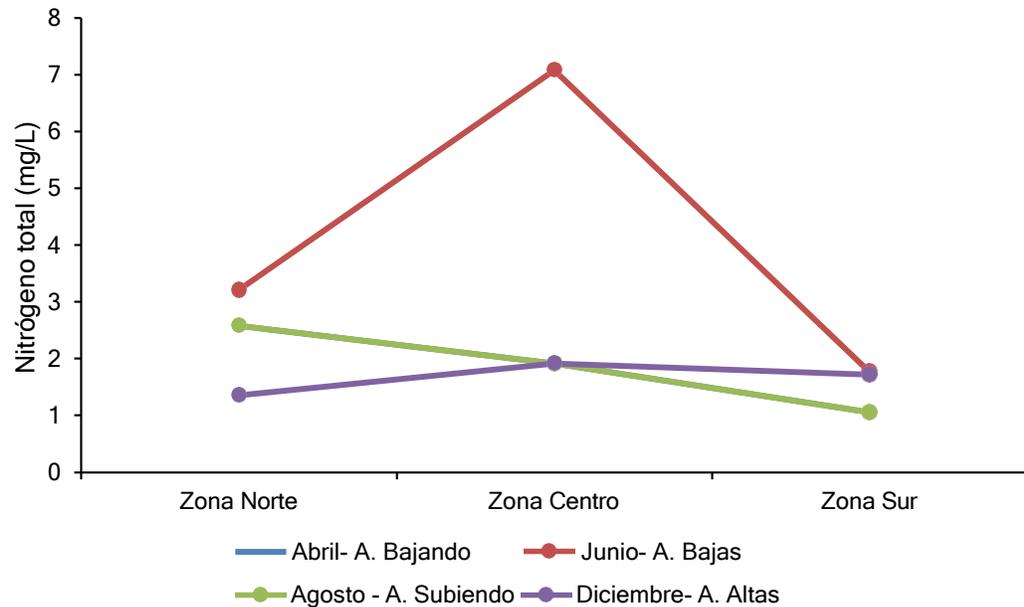


**Figura 29.** Análisis temporal y espacial de la Turbidez (UNT), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Nitrógeno total (mg/L)

El nitrógeno total (mg/L) registró un promedio de 2,21 mg/L, que osciló entre 0,776 y 13,1 mg/L (**Tabla 4. Comportamiento general de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.** OXIG: Oxígeno disuelto, COND: Conductividad, SALI: Salinidad, TEMP: Temperatura superficial del agua, TURB: Turbidez, NITT: Nitrógeno total, FOST: Fósforo total, DBO: Demanda biológica de oxígeno, DQO: Demanda química de oxígeno y CLOR A: Clorofila “a”. Max: Máximo, Min: Mínimo, DE: Desviación estándar.), el máximo valor fue registrado en aguas bajas en la zona centro del embalse (7,08 mg/L) y el mínimo en aguas altas – subiendo en la zona norte – sur, respectivamente (1,053 mg/L) (**Figura 30**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,7242$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos registrados en aguas bajas (3,69 mg/L) y los mínimos en aguas altas (1,67 mg/L).

En cuanto a la distribución espacial, se observó variación ya que a diferencia de otras variables, los valores más altos fueron reportados para la zona centro (3,20 mg/L) y los más bajos en la zona sur (1,39 mg/L). Se registraron valores de nitrógeno total similares tanto en aguas bajando como en aguas subiendo. No se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,05745$ ).

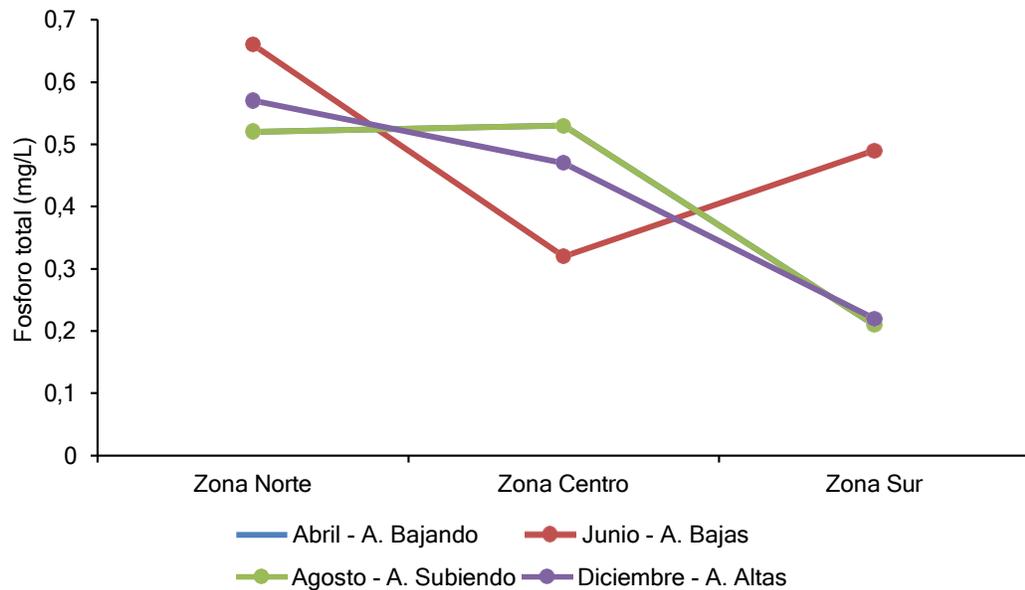


**Figura 30.** Análisis temporal y espacial del Nitrógeno total (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Fósforo total (mg/L)

El fósforo total tuvo un valor promedio de 0,42 mg/L con un rango de 0,12 a 0,88 mg/L (**Tabla 4**), el máximo valor fue registrado en aguas bajas en la zona norte del embalse (0,66 mg/L) y el mínimo en aguas bajando – subiendo en la zona sur (0,21 mg/L) (**Figura 31**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (ANOVA,  $p=0,6901$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos registrados en aguas bajas (0,48 mg/L) y mínimos en aguas bajando y subiendo (0,38 mg/L). En cuanto a la distribución espacial, los valores

más altos fueron reportados para la zona norte (0,56 mg/L); para todos los momentos se observó un gradiente que va en aumento desde la zona sur hacia la zona norte, sin embargo, se evidencia para el momento de aguas bajas en la zona centro los valores más bajos, encontrándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,03534$ ).

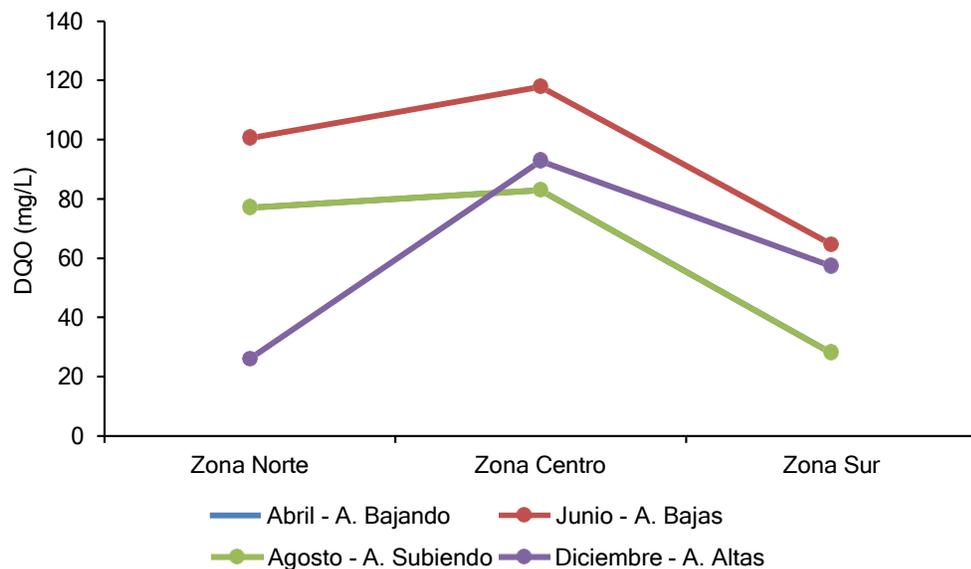


**Figura 31.** Análisis temporal y espacial del Fósforo total (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

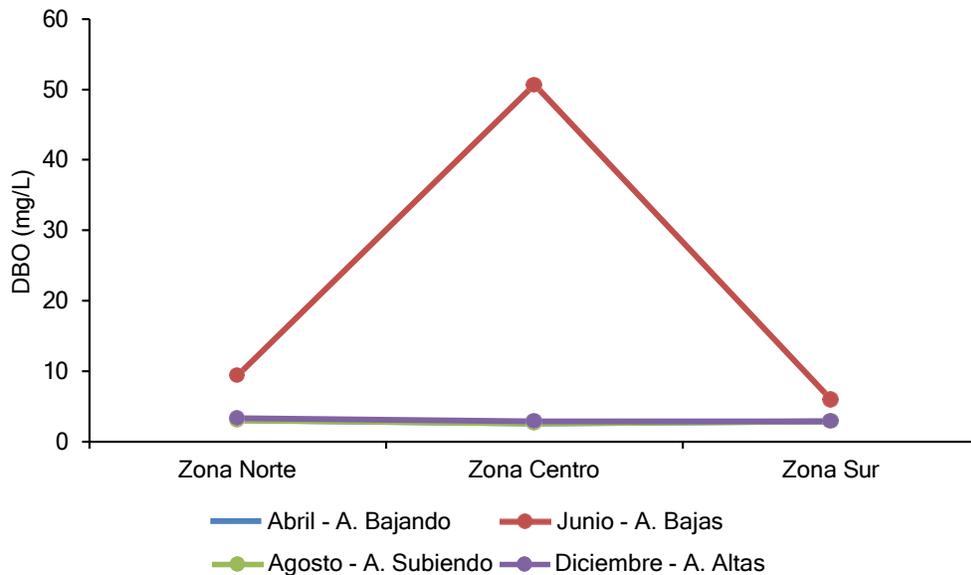
### **Demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L)**

Las demandas químicas y biológicas de oxígeno registraron valores promedios totales de 65,99 y 7,1 mg/L respectivamente (**Tabla 4**). El máximo valor de DQO fue registrado en aguas bajas en la zona centro del embalse (117,835 mg/L) y el mínimo en aguas altas en el norte (25,93 mg/L); a su vez, el máximo valor de DBO<sub>5</sub> fue

registrado en aguas bajas en la zona centro del embalse (50,65 mg/L) y el mínimo en aguas bajando – subiendo en la zona centro (2,573 mg/L) (**Figura 32, Figura 33**), además a nivel temporal a la DQO no se le encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,3223$ ), contrario a la  $DBO_5$  en la cual si se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,006882$ ); los valores medios (**Tabla 5**) registran comportamientos similares en ambas variables, para momentos de aguas bajas los valores promedios más altos de DQO fueron 90,7 y de  $DBO_5$  19,7 mg/L y para aguas bajando - subiendo los valores promedios más bajos 57,7 y 2,83 mg/L respectivamente. En cuanto a la distribución espacial, los valores más altos fueron reportados para la zona centro 94,1 y 14,6 mg/L y los más bajos en la zona sur 44,4 y 3,6 mg/L respectivamente, a su vez, se encontraron diferencias significativas a nivel espacial para la DQO (ANOVA,  $p= 0,0435$ ), mientras que la  $DBO_5$  por el contrario no se le encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $p=0,2999$ ).



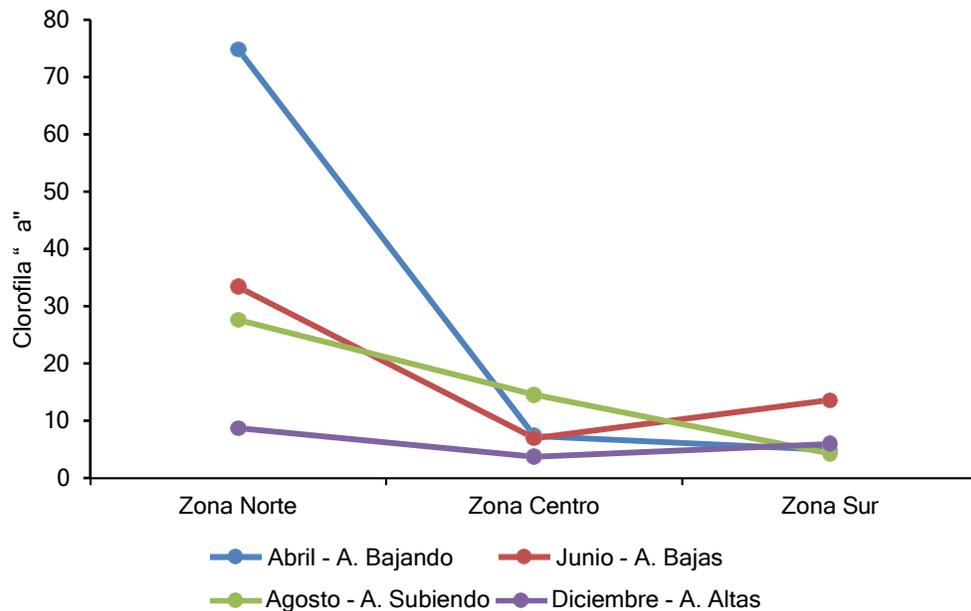
**Figura 32.** Análisis temporal y espacial de la DQO (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.



**Figura 33.** Análisis temporal y espacial de la DBO<sub>5</sub> (mg/L), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

### Clorofila "A" (mg/L)

La clorofila a presentó un promedio 15,71 mg//L, con un rango que va desde 2,59 mg/L a 110,81 mg/L (**Tabla 4**), el máximo valor fue registrado en aguas bajando en la zona norte del embalse (74,76 mg/L) y el mínimo en aguas altas en la zona centro (3,715 mg/L) (**Figura 34**), además no se encontraron diferencias significativas a nivel temporal (Kruskal-Wallis,  $p=0,4778$ ); los valores medios (**Tabla 5**) coinciden también con los valores máximos registrados en aguas bajando (25,55 mg/L) y los mínimos en aguas altas (6,1 mg/L). En cuanto a la distribución espacial, los valores más altos fueron reportadas para la zona norte (36,10 mg/L) disminuyendo hacia la zona sur (7,17 mg/L). No se encontraron diferencias significativas (ANOVA,  $p=0,0578$ ).

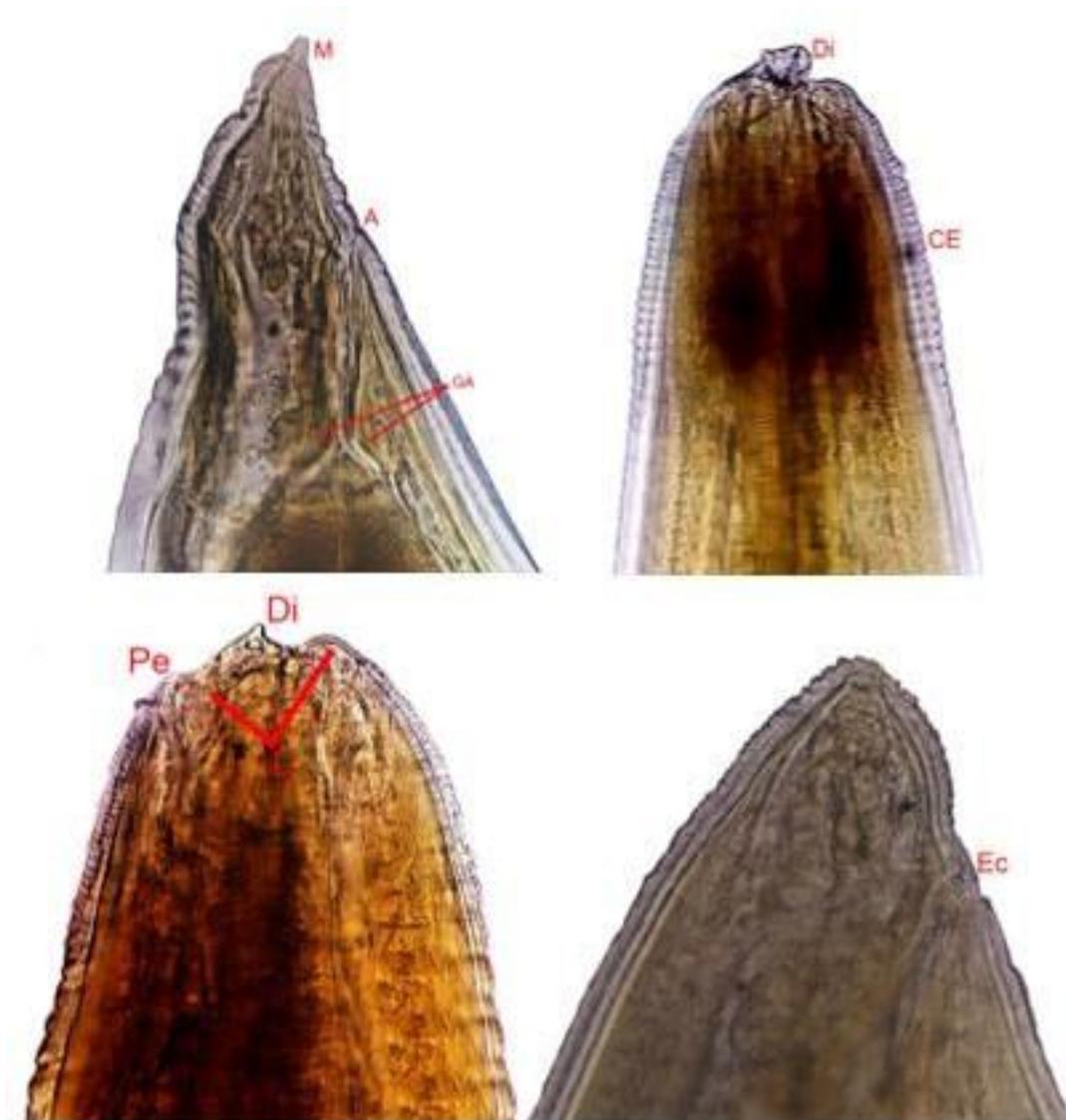


**Figura 34.** Análisis temporal y espacial de la Clorofila “a” ( $\mu\text{g/L}$ ), registrada en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.

## 6.5. PARASITOS

De los 264 individuos examinados el 23,1% (61) presento parásitos, siendo *P. magdalenae* la especie más parasitada con 33 individuos parasitados y especies como *O. noliticus* y *C. magdalenae* no registraron parásitos, además las hembras fueron las más parasitadas con el 55,7% (34) de la población mientras que los machos solo presentaron 44,3% (27) de individuos parasitados.

Se encontraron un total de 160 parásitos pertenecientes al género *Contraecum* sp. (Anisakidae) (**Figura 35**). Los cuales fueron aislados del mesenterio del intestino e hígado de los peces, se observó una disposición grupal de los parásitos y en su gran mayoría quistes de los mismos.



**Figura 35.** Características morfológicas de larvas L3 de *Contracaecum* sp. **M:** Mucrón, **A:** Ano, **GA:** Glándulas Anexas, **Di:** Diente Cuticular, **CE:** Cutícula transversalmente estriada, **Pe:** Poro Excretor, **L:** Labios Ventrolaterales, **Ec:** Extremo de la Cola.

El máximo número de parásitos lo presento *P. magdaleneae* con 89 parásitos. A nivel temporal el Muestreo 2 (septiembre- 2018) fue el que presento más parásitos (61), coincidiendo con el momento de aguas subiendo del embalse; además, no se encontraron diferencias significativas ( $p=0,5$ ) entre la abundancia parasitarias por

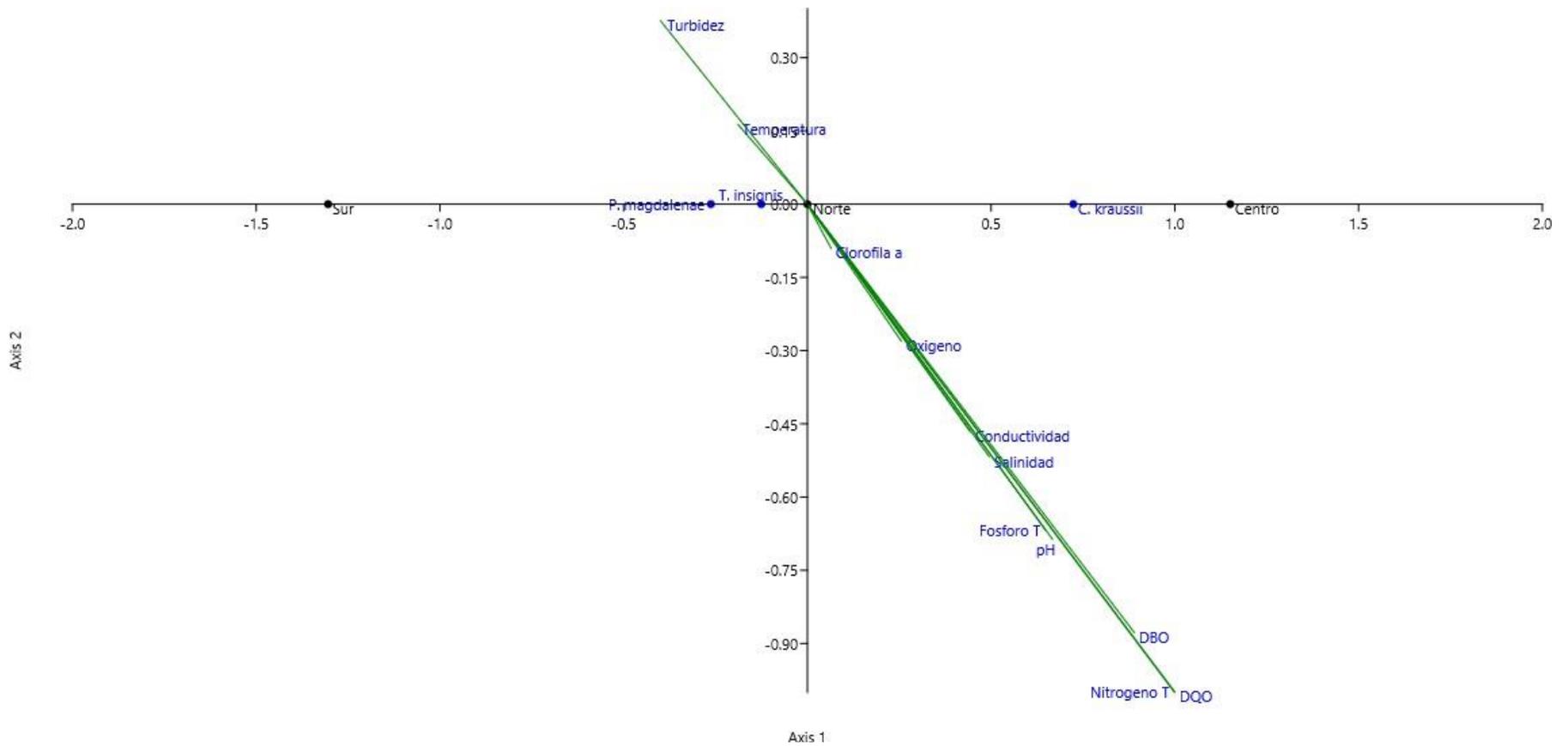
especies y la distribución temporal. Con respecto a la distribución espacial, la zona del embalse en la que se presentó la mayor abundancia parasitaria fue la zona centro con un total de 85 parásitos, pero no presento diferencias significativas ( $p=0,21$ ). La zona sur por el contrario si presento diferencias significativas ( $p=0,02$ ). Aunque la mayor abundancia parasitaria la presentaron las hembras con un 56,8% (91) no se presentaron diferencias significativas (Machos  $p=0,5$  - Hembras  $p=0,9$ ) entre la abundancia parasitaria y el sexo.

## 6.6. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (ACC)

El análisis de correspondencia canónica (ACC) entre la abundancia parasitaria y los valores promedios de las variables fisicoquímicas explico el 100% de la variación total (**Tabla 6**); además indico que la abundancia parasitaria de *P. magdalenae* y *T. insignis* se ven afectadas por variables como la temperatura y la turbidez, mientras que en *C. kraussii* se ve afectada por variables como Fosforo Total, pH y DQO (**Figura 36**).

**Tabla 6.** Porcentaje de variación de los axis 1 y 2.

AXIS	EIGENVALUE	%
1	0,23573	100
2	3,56E-18	1,51E-15



**Figura 36.** Análisis de correspondencia canónica (ACC) entre la abundancia parasitaria y valores promedio de las variables fisicoquímicas en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. Axis 1 en el eje X, Axis 2 en el eje Y.

## 7. DISCUSIÓN

A los nematodos les son atribuidas diversas funciones dentro de los ecosistemas, en los ciclos vitales de otros organismos y también como indicadores potenciales de la contaminación y la alteración del medio ambiente en general. Existen aproximadamente 650 especies de nematodos que pueden ser parásitos de peces en su fase adulta y otra cantidad de especies que utilizan estos hospederos como intermediarios, afortunadamente para el hombre, no todas las especies parasitas tienen incidencia sobre la salud del consumidor, lo que quiere decir que no todos ellos suponen un riesgo alimentario; los que representan un riesgo para la salud del hombre son los nematodos de la familia Anisakidae (Pereira, 1997, Berruezo, 2002), a la cual pertenece el género registrado en las especies estudiadas, *Contracaecum* sp., este resultado coincide con lo encontrado por Consuegra (2009) donde reporta este mismo género de parásito en *C. kraussii*, *P. magdaleneae* y *T. insignis*; especies que también fueron estudiadas en este trabajo.

Koponen *et al.*, (2001), indica que la presencia de contaminantes tales como hidrocarburos, detergentes, metales, partículas suspendidas y plaguicidas, entre otros, aceleran la desaparición de los peces y contribuyen con la supresión de su sistema inmune, lo cual trae como consecuencia la vulnerabilidad a parásitos.

Los parásitos fueron aislados del mesenterio de los diferentes órganos internos de los peces. Van Thiel PH (1976) han reportado que la migración de estos parásitos es directamente proporcional al tiempo que lleve el pez sin vida, razón por la cual no podemos afirmar con certeza de que esta era su ubicación real ya que los individuos eran examinados 6 – 8 horas después de ser capturados. Además, la mayoría de los parásitos se encontraron agrupados, esta disposición observada probablemente esta asociada con la edad y susceptibilidad del hospedero.

La mayor abundancia parasitaria fue registrada en *P. magdalanae* con 89 parásitos, resultado que coincide con lo reportado por Olivero *et al.*, (2008) donde registra para el canal del dique la mayor abundancia parasitaria en esta especie ( $9.8 \pm 4.2$ ). Se afirma a su vez, que en especies ubicadas en niveles tróficos altos, es común que estén altamente parasitadas. Además, *P. magdalanae* presentó una de las prevalencias más altas (33,3) situación que también ha sido observada por Tavares *et al.*, (2007) para infecciones con larvas L3 de *Terranova* sp., y en menor proporción por Martins *et al.*, (2000) para el nemátodo Anisakidae *Thynnascaris* sp. (44.1%); aunque otros parásitos tales como los Monogéneos (*Euryhaliotrema dontykoleos* n. sp.) y Digéneos (*Diplostomum*) también suelen ser comunes en dicha especie (Machado *et al.*, 2005; Fehlauer y Boeger, 2005). Tomado de Olivero *et al.*, (2008).

La mayor prevalencia se presentó en *C. kraussii* con 41,9%; un valor similar lo reporta Cañate, (2017) para esta misma especie con 40% pero con *Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp., afirmando que esta especie se caracteriza por ser un pez de apetito voraz, que no muestra preferencia por ningún tipo de alimento, lo que lo convierte en un animal oportunista, que también pueden ser detritívoro y hasta carroñero; que es altamente resistente en aguas que presenten algún tipo y grado de contaminación, lo que lo predispone a las parasitosis.

Teniendo a su vez prevalencias y abundancias parasitarias de 0% para especies como *O. noliticus* y *C. magdalanae*. Monks, Zarate y Moreno, (2003) también registran la no presencia de parásitos en el ciclido *O. noliticus*, una especie introducida omnívora. Que posee atributos fisiológicos, tales como; tolerancia a variaciones de condiciones ambientales, adaptación a amplios rangos de salinidad y una resistencia a baja oxigenación (Cowan y Bromage, 2000) Tomado de Chiclla-Salazar y Davies Tantas-García, (2015). Por el contrario, Chiclla-Salazar y Davies Tantas-García, (2015) registran la presencia de *Contracaecum* sp. en *O. noliticus*, afirmando que la infección parasitaria de esta especie, puede estar relacionada con el comportamiento de alimentación, en donde peces de hábitos omnívoros como

esta, podrían convertirse en hospederos intermediarios de parásitos. A su vez, hasta la fecha no se tienen información de la presencia de *Contracaecum* sp. y tampoco de la ecología comunitaria de la infección parasitaria de *C. magdalenae*.

En el caso de la frecuencia de tallas y la abundancia parasitaria de *C. kraussii*, *P. magdalenae* y *T. insignis*, no establecieron diferencias estadísticamente significativas.

En conjunto con este trabajo Oliveros y García-Alzate, (2019), desarrollaron un estudio de ecología trófica de *P. magdalenae* en el embalse, este reporto la talla V: (270 -301 mm) con la mayor diversidad de alimentos y la talla VI (301 – 333 mm) con un mayor uso como recurso a restos de peces. Tallas que coinciden con la talla que registro la mayor abundancia parasitaria en nuestro estudio talla VIII (29,89 – 31,96 cm), una de las tallas más grandes, que desde el punto de vista del consumidor son las tallas más apetecidas, lo que sugiere que la especie explora diferentes hábitats en busca de su alimento, aprovechando la oferta del sistema, lo cual puede aumentar el riesgo de infección. Lowe-McConnell, (1987) y Castro y Sánchez, (1994) afirman que el 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. A su vez, Oliveros y García-Alzate, (2019) afirman que *P. magdalenae* es un pez carnívoro con preferencia por los peces; resultado que también explica por qué durante las tallas V y VI se registraron las mayores abundancias parasitarias; dado que el contenido estomacal reporto la presencia de *C. kraussii*, pez que presento una de las mayores abundancias parasitarias en nuestro estudio.

Sin embargo, longitudes menores como en el caso de *C. kraussii* (Talla III (13,38 – 14,52 cm LE)) y *T. insignis* (Talla VII (18,12 – 19,04 cm LE)) que fueron las tallas más parasitadas, también son adquiridas regularmente en los mercados. Nachev *et al.*, (2013) afirma que el parasitismo en animales esta dado con predilección hacia

los ejemplares más débiles, pequeños y que por esta situación no han podido desarrollar su sistema inmune de manera adecuada. Tomado de Sánchez, M. (2014).

Las hembras presentaron la mayor abundancia parasitaria; esto puede estar dado por cambios fisiológicos vinculados a la reproducción, diferencias en la alimentación o mayor resistencia de algunos de los sexos (Leno y Holloway, (1989), Moser y Hsieh, (1992)) Tomado de Chiclla-Salazar y Davies Tantas-García, (2015).

Se encontraron diferencias significativas entre la zona sur del embalse y la abundancia parasitaria; a su vez, el ACC indicó que la abundancia parasitaria de *P. magdalенаe* y *T. insignis* (especies que tuvieron la mayor abundancia parasitaria en la zona sur del embalse) está relacionada en esta zona con las variables fisicoquímicas (temperatura y turbidez). Variables a las que se les observaron fluctuaciones; Arenas *et al.*, (2007) afirman que los cambios en los factores ambientales como temperatura, turbidez, pH, oxigenación, enmascaran enfermedades subclínicas de tipo bacteriano y parasitario.

A su vez, se observó la mayor abundancia parasitaria durante el periodo de aguas subiendo; situación que es ostensible dado que se viene de un momento de aguas bajas, una época que según Thatcher, (1991) se caracteriza por la escasez de lluvias, lo cual ocasiona cambios en el medio donde viven los peces, impidiendo la recirculación y recambio de agua, por ende, permanecen estancadas y con material orgánico en descomposición, la causa de estas diferencias en los índices y en la alta proliferación de nemátodos no está determinada, sin embargo, se sugiere que estas razones crean un ambiente apto para la proliferación del nematodo. Tomado de Rivadeneyra, (2018).

Tanto *P. magdalенаe* como *C. kraussii*, presentaron un crecimiento alométrico negativo ( $b < 3$ ), es decir, incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso, resultado que coincide con lo encontrado por De la Hoz, Duarte y Manjarrés-Martínez (2015) donde reportan el mismo crecimiento para estas dos

especies. Además se presentó una alta, positiva (0,63) pero no significativa correlación entre la abundancia parasitaria y el factor de condición K de *P. magdalенаe*, lo que nos indica que estas dos variables son directamente proporcionales; mientras que *C. kraussii* presento una relación alta, negativa (-0,90) pero no significativa correlación entre la abundancia parasitaria y el factor de condición K, indicándonos que son inversamente proporcionales, es decir, que si la abundancia parasitaria aumenta puede alterar procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento y desarrollo, haciendo que el factor de condición K disminuya. El factor de condición K, a su vez, registro que las hembras tanto de *P. magdalенаe* como de *C. kraussii*, se encontraron mejor alimentadas que los machos, Ibarra-Trujillo y García-Alzate (2017) sostienen que esto tiene relación con la demanda energética que tienen las hembras en los procesos fisiológicos y reproductivos. Registros superiores a 1,5 infieren condiciones nutricionales favorables y una alta oferta alimentaria; estos valores  $\geq 1,5$  solo se presentaron en las hembras de *P. magdalенаe* en los muestreos 3 (Noviembre K: 2,25) y 4 (Enero K: 1,62) (Figura 24) que coinciden con los momentos de aguas altas del embalse, esto podría atribuirse a que en esta época hay una mayor disponibilidad de alimento, debido principalmente a la incorporación de material biológico terrestre al medio acuático y al incremento de la producción de todos los niveles tróficos (Solano-Peña, Segura-Guevara y Olaya-Nieto, 2013), por lo que *P. magdalенаe*, respondió a dicha disponibilidad de alimento con su mayor consumo que se traduce en el incremento del factor de condición en esta época, situación que no presento *C. kraussii*; ya que este es un pez sedentario cuyo ciclo de vida (crecimiento y reproducción, por ejemplo) no está sujeto o es poco influenciado por el ciclo hidrológico del cuerpo de agua en que habita (Solano-Peña, Segura-Guevara y Olaya-Nieto, 2013).

Con respecto al índice hepatosomático; la mayor relación peso del hígado – peso corporal, registro un promedio total de 1,8 para *T. insignis*; varios autores (Kime 1998, Porter y Janz 2003, Toft *et al.*, 2003, 2004), han observado un incremento del IHS como consecuencia de la exposición de los organismos a agentes estresantes.

Se ha demostrado que el hígado puede aumentar su tamaño en presencia de determinado estrés, particularmente después que el pez ha sido expuesto a la contaminación o a tóxicos específicos (Arcand-Hoy y Metcalfe 1999). El incremento de este órgano puede deberse a la hiperplasia o a la hipertrofia como una respuesta adaptativa para ampliar la capacidad del hígado de desintoxicarse de compuestos extraños (Addison 1984). Tricklebank *et al.*, (2002), por el contrario, han encontrado que algunas fuentes de contaminación pueden conllevar a una reducción de este índice. Se ha demostrado una reducción del IHS en peces expuestos a aguas ácidas (Lee *et al.*, 1983) y a sustancias químicas por ejemplo el cloruro de cadmio (Pereira *et al.*, 1993). Tomado de Cabrera, Aguilar y Gonzáles (2008).

## 8. CONCLUSIONES

- La especie *P. magdalanae* presento la mayor abundancia parasitaria; mientras que la mayor prevalencia la presento la especie *C. kraussi*; estas pueden constituirse un riesgo para la salud humana por su grado de infestación y su masivo consumo.
- El parasito anisakido identificado morfológicamente en este estudio fue *Contracaecum* sp.
- Los parásitos solo fueron aislados del mesenterio de los diferentes órganos internos de los peces por lo cual, no se pudo establecer la prevalencia de nematodos en dermis, branquias, músculo y órganos internos.
- A pesar de no observarse relación estadísticamente significativa entre la abundancia parasitaria y los parámetros morfométricos de las especies, pudo distinguirse una especie con parámetros morfométricos altos (*P. magdalanae*).
- Cambios en las condiciones fisicoquímicas de variables como la temperatura y la turbidez, enmascaran enfermedades parasitarias.

## 9. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda:

- Corroborar la identificación de los parásitos aislados por medio de técnicas histológicas.
- Realizar estudios donde se evalué un rango más amplio de variables fisicoquímicas a lo largo del embalse.
- Considerar la inclusión de aspectos reproductivos de las especies de peces y de esta manera verificar si la abundancia parasitaria se ve influenciada por periodos de desove, reproducción, entre otros.
- Realizar disecciones al capturar los peces, ya que, en un pez parasitado, la mayoría de los nematodos se localizan en los órganos internos y se puede presentar localización en musculo, como consecuencia de la migración larvaria.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, A. y Polanco, A. 2017. Biodiversidad íctica de los mares colombianos: riqueza amenazada. Revista de la Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 41(159): 200-212.
- Addison, R. 1984. Hepatic mixed functions oxidase induction in fish as possible biological monitoring system. 51-60. En : Hodson, P. y Niragu, J. (eds.). Contaminant effects on fisheries. Wiley, Nueva York, EEUU.
- Airahuacho, F., Cuellar, J., Romero, J. y Encarnacion, Nel. 2019. Primer reporte de *Anisakis* spp en peces de agua dulce en Huacho, Perú. Rev. investig. vet. Perú. 30(4):1662-1669.
- Alvares, A. y Ortega, J. (2019). Prevalencia parasitaria en tres peces comerciales de agua dulce en los ríos de Vinces y Mocache, Ecuador. Quevedo. UTEQ. 131.
- Anderson, R. 1992. Nematode Parasites of Vertebrates: their development and transmission. Centro para la Agricultura y la Biociencia Internacional (CABI). 256-270.
- Arcand, L. y Metcalfe, C. 1999. Biomarkers of exposure of broen bullheads to contaminants in the lower great lakes, North America. Env. Toxicol. Chem. 18: 740-749.
- Arenas, M. y García, Y. 2004. Determinación de parásitos en estructuras viscerales del Moncholo *Hoplias malabaricus* procedentes de la Ciénaga Grande de Lórica, Córdoba, Colombia. 2004. Trabajo de Pregrado, Facultad

de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Departamento de Ciencias Acuícolas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

- Arenas, D., Guarguati, F., Tarazona, A. y Nossa, M. 2007. Estudio ictioparasitológico de las especies cachama (*Piaractus brachypomus*) y mojarra roja (*Oreochromis* spp.) en el Parque Ecológico “El Portal”, municipio de Rionegro, Santander. *Revista Spei Domus*. 6-7.
- Arias-Valdés, C., Bernal-Gómez, M., Calderón-Ramírez, H., García-Becerril, L. y Gómez-Jácome, A. 2015. Nematodos parásitos de algunos peces encontrados como lisa en el comercio de la Ciudad de México. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ash, L. y Orighel, T. 1997. *Atlas of Human Parasitology*. 4° ed. American Society of Clinical Pathologists. ASCP Press, Chicago. 410.
- Ávila, L. y García-Alzate, C. 2015. Prevalencia de parásitos nematodos en Lebranche (Pisces: Mugilidae) de la zona costera del municipio de Puerto Colombia, Costa Caribe Colombiana.
- Bandes, A., Selgrad, S., Ríos de S, M. y Salas, H. 2005. Nemátodos de la Familia Anisakidae en el pescado fresco que se expende para el consumo humano en Caracas, Venezuela. *INHRR*. 36(2): 44-71.
- Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish. 16-22. In: *Nematode problems in north Atlantic fish*, Moller, H. (Ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F. 6:16-22.

- Bouree, P., Paugam, A. y Petithory, J. 1995. Anisakiasis: report of 25 cases and review of the literature. *Inmunología Comparada, Microbiología Enfermedades Infecciosas*. 18(2): 75-84.
- Berruezo, R. 2002. Anisakidos en pescado y su relación con la seguridad alimentaria. *Nutrición y Bromatología*; Campus de Espinardo. Universidad de Murcia, Murcia, España, 13.
- Cabrera, P., Aguilar, C. y González, G. 2008. Indicadores morfológicos y reproductivos del pez *Gambusia puncticulata* (Poeciliidae) en sitios muy contaminados del río Almendares, Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 56 (4): 1991-2004.
- Chai, J., Darwin-Murrell, K. y Lymbery, A. 2005. Lymbery. Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *Revista Internacional de Parasitología*. 35(11-12): 1233-1254.
- Cañate, A. 2017. Parasitismo en peces nativos comerciales del Rio Cesar. Tesis de maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente, Universidad de Manizales, Manizales. 71.
- Castellanos, J., Mercado, R., Peña, S., Pustovrh, M. y Salazar, L. 2020. *Anisakis physeteris* y *Pseudoterranova decipiens* en el pez *Mugil Curema* comercializado en Tumaco, Colombia. *Rev MVZ Córdoba*. 25(2): e1781.
- Castro, P. y Sánchez, R. 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.

- Chapman, D. y Kimstach, V. 1996. Selection of water quality variables. En: Chapman, D (ed). Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. E& FN Spon, Londres, Inglaterra. 626.
- Chappuis, F. y Loutan, L. 2006. Human helminthiasis transmitted by fishes. *Revue Médicale Suisse*. 2(65):1245, 1247-1250.
- Cheng, T. 1982. Anisakiasis. En: Steele, J. (Ed.). CRC handbook series in zoonoses. Section C: parasitic zoonoses. Boca Raton: CRC Press. 2:37-54.
- Chiclla-Salazar y Davies Tantas-García, 2015. Infección por larvas de *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) en la tilapia *Oreochromis niloticus* de Peru. *The Biologist* (Lima), 13(2), jul-dec: 419-427
- Congreso de la Republica de Colombia. 2007. Ley 1122 de 2007. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-1122-de-2007.pdf>. (04/04/2017).
- Consuegra, A. 2009. Parásitos nematodos- anisákidos en peces y aves piscívoras del complejo cenagoso de caimito en el departamento de Sucre, Colombia. Tesis Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad de Cartagena, Cartagena. 146.
- Cortés, J., Valbuena, J. y Manrique, G. 2009. Nematodos parásitos de *Lutjanus synagris* (Linneaus, 1758) y *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) (Perciformes, Lutjanidae) en las zonas de Santa Marta y Neguanje, Caribe Colombiano. *Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia*. 56: 23- 31.

- Coward, K. & Bromage, N.R. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 1-125.
- 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.
- Fehlauer, K., Boeger, W. 2005. Neotropical Monogenoidea: *Euryhaliotrema dontykoleos* n. sp. (Dactylogyridae) from the gills of the freshwater sciaenid, *Pachyurus junki* (Perciformes). *The Journal of Parasitology*. 91(5):1025-1027.
- Fernández, I., Oyarzún, C., Valenzuela, A., Burgos, C., Guaquín, V. y Campos, V. 2016. Parásitos del pez luna *Mola mola* (Pisces: Molidae). Primer registro en aguas de la costa centro sur de Chile. *Gayana (Concepc.)*. 80(2): 192-197.
- García-Alzate, C., Gutiérrez, L. y De la Parra, A. 2016. Embalse El Guajaro: Diagnostico ambiental y estrategias de rehabilitación. 148- 181. En: Alvarado, M. (Ed.). *Sur del Atlántico: Una nueva oportunidad*. Fundación Promigas, Barranquilla. 372.
- Gajadhar, A., Scandrett, W. y Forbes, L. 2006. Overview of food- and water-borne zoonotic parasites at the farm level. *Revista científica y técnica*. 25(2):595-606.
- Huang, W. 1990. Methodes de recherche de larves d'Anisakides dans les poissons marins. Possibilites d'application a l'inspection des poissons

commercialises en region parisienne. Recueil de medicine veterinarie. 166: 895-900.

- Hurst, R. 1984. Identification and description of larval *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Anisakidae: Nematoda) from New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 18:177-186.
- Ishikura, H., Takahashi, S., Sato, N., Kon, S., Ohtani, S., Ishikura, H., Yagi, K., Yamamoto, N., Ito, T., Sato, T., Mizuma, K., Tokogawa, O., Joong-Moon, C., Minase, T. y Kikuchi, K. 1995. Alteration of parasite-host relationship in anisakiosis. *Sapporo Medical Journal*. 64: 239-252.
- Ibarra-Trujillo, E. y 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.
- Keiser, J. y Utzinger, J. 2005. Emerging foodborne trematodiasis. *Enfermedades infecciosas emergentes*. 11(10):1507-1514.
- Kime, D. 1998. Disruption of liver function, p. 201-246. In D. Kime. *Endocrine disruption in fish*. Kluwer, Boston, Dordrecht, London, Inglaterra.
- Koie, M., Berland, B. y Burt, M. 1995. Development to third-stage larvae occurs in the eggs of *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 52(1): 134-139.

- Koponen, K., Myers, M., Ritola, O., Huuskonen, S. y Lindstrom-Seppa, P. 2001. Histopathology of Feral Fish from a PCB- Contaminated Freshwater Lake. *Ambio*. 30(3): 122 – 126.
- Lee, R., Gerking, S. y Jezierska, B. 1983. Electrolyte balance and energy mobilization in acid stressed 2004 *Rev. Biol. Trop.* 56: 1991-2004.
- Leno, G. y Holloway, H. 1989. The occurrence of *Diplostomum spathaceum* metacercariae in the freshwater drum, *Aplodinotus grunnius*. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2853-2856.
- Lowe-McConnell, R. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. London.176.
- Luque, J., Mouillot, D. y Poulin, R. 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*. 128(6): 671-682.
- Machado, P.M., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2005. *Diplostomum* (*Austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the UpperParanáRiver,Brazil.*ParasitologyResearch*. 97(6):436-444.
- Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma, J., Vergara, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedreras, S. y Ardila, C. 2005. *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. - Colombia. 346.
- Mancini, M., Larriestra, A. y Sánchez, J. 2000. Estudio ictiopatólogico en poblaciones silvestres de la región centro-sur de la Provincia de Córdoba,

Argentina. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Argentina. 8(2): 104-108.

- Maniscalchi, M., Lemus-Espinoza, D., Marcano, Y., Nounou, E., Zacarías, M. y Narváez, N. 2015. Anisakidae larvae in fish of the genus mugil commercialized in markets of the north-eastern and insular coastal region of Venezuela. Saber 27:(1). 30-38.
- Martins, M.L., Fujimoto, R.Y., Moraes, F.R., Andrade, P.M., Nascimento, A.A., Malheiros, E.B. 2000. Description and prevalence of Thynnascaris sp. Larvae Dollfus, 1933 (Nematoda: Anisakidae) in Plagioscion squamosissimus heckel, 1840 from Volta Grande Reservoir, State of Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Biologia. 6(3):519-526.
- Mattiucci, S., Paoletti, M., Olivero-Verbel, J., Baldiris, R., Arroyo-Salgado, B., Garbin, L., Navone, G. y Nascetti, G. 2008. Systematic Parasitology. 69 (2): 101 - 121.
- McClelland, G. 1990. Larval sealworm Pseudoterranova decipiens infections in benthic macrofauna. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences. 222(7): 47-65.
- Moller, H. y Anders, K. 1986. Diseases and parasites of marine fishes. Edit. Verlag Moller, Kiel, 365.
- Monks-Sheets W., Zárate-Ramírez V. y Moreno-Flores S. 2003. Helmintos bioindicadores de la calidad del agua en la reserva de Barranca de Metztitlán. Memorias del Foro Sobre la Problemática del Agua: un Desafío para las IES en la Región Centro-Sur de la República Mexicana, Foro Consultivo Científico

y Tecnológico, A.C. y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), A.C.. CL-10. 1-10.

- Morales, J. y García-Alzate C. 2018. Ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triporthidae) en el embalse El Guájaró, río Magdalena, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 66(3): 1208-1222.
- Moser, M. y Hsieh, J. 1992. Biological tags for stock separation in Pacific herring *Clupea harengus pallasii* in California. *Journal of Parasitology*, 78: 54-60.
- Myers, B. 1975. The nematodes that cause anisakiasis. *Journal of Milk and Food Technology*. 38: 774- 782.
- Nachev, M., Schertzinger, G. y Sures, B. 2013. Comparison of the metal accumulation capacity between the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* and larval nematodes of the genus *Eustrongylides* sp. infecting barbel (*Barbus barbus*). *Parasites y Vectors*, 6:21.
- Olivero, J., Baldiris R. y Arroyo B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo marsh, North of Colombia. *Environmental and Computacional Chemistry Group. Universidad de Cartagena. Journal of Parasitology*. 91(5): 1109-1112.
- Olivero-Verbel, J., Baldiris-Ávila, R., Güette-Fernández, J., Benavides-Alvarez, A., Mercado-Camargo, J. y Arroyo-Salgado, B. 2006. *Contraecum* sp. infección en *Hoplias malabaricus* (moncholo) de ríos y pantanos de Colombia. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 6 (2017). 265- 270.

- Olivero, J. y Baldiris, R. 2008. Introducción. 9- 24. En: Olivero, J. y Baldiris, R. (Ed.). Parásitos en peces colombianos: Están enfermando nuestros ecosistemas?. Universidad de Cartagena, Cartagena. 121p.
- Olivero, J., Baldiris, R., Caballero, K. y Pacheco, Y. 2008. Nematodos de la familia Anisakidae en especies ícticas de la Bahía de Cartagena y el Canal del Dique. 63 – 84. En: Olivero, J. y Baldiris, R. (Ed.). Parásitos en peces colombianos: Están enfermando nuestros ecosistemas?. Universidad de Cartagena, Cartagena. 121.
- Oliveros, M. y García-Alzate, C., Aspectos de la ecología trófica de *Plagioscion magdalenae* (Teleostei: Sciaenidae) (Steindachner, 1878), en el embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia. Tesis de pregrado. Universidad del Atlántico, Puerto Colombia. 86.
- Olmos, V., Victoriano, P., Habit, E. y Valdovinos, C. 2003. Parásitos de peces nativos de la cuenca del Río Laja (Chile Central) y alcances sobre sus ciclos de vida. Archivos de Medicina Veterinaria. 35:195-203.
- Osanz, A. 2001. Presencia de larvas de anisákidos (nematoda: ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de tarragona. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. Bellaterra. 147.
- Pardo, S., Mejía, K., Navarro, Y. y Atencio, V. 2007. Prevalencia y abundancia de *Contracaecum* sp. En rubio *Salminus affinis* en el Río Sinu y San Jorge: Descripción morfológica. Revista MVZ. Córdoba. 12: 887- 896.

- Pardo, S., Zumaque, A., Noble, H. y Suarez, H. 2008. *Contracaecum* sp (Anisakidae) en el pez *Hoplías malabaricus*, capturado en la Ciénaga Grande de Lórica, Córdoba. Revista MVZ. Córdoba. 13: 1304- 1314.
- Pardo, S., Núñez, M., Barrios, R., Prieto, M. y Atencio, V. 2009. Índices parasitarios y descripción morfológica de *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) en blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Pimelodidae) del Río Sinú. Rev.MVZ Córdoba. 14(2): 1712-1722.
- Pereira, J., Mercalado, R., Kuropat, C., Luedke, D. y Senne, G. 1993. Effects of cadmiun accumulation on serum vitelogenin levels and hepatosomatic and gonadosomatic indices of winter flounder. Env. Toxicol. 24: 427-431.
- Pereira, B. 1997. Parásitos del pescado. Junta De Castilla y León. Consejería de Sanidad y Bienestar Social, 12.
- Porter, C. y Janz, D. 2003. Treated municipal sewage discharge affects multiple levels on biological organization in fish. Ecotox. Env. Saf. 54: 109-206.
- Rello, F., Adroher, F. y Valero, A. 2004. Anisákidos parásitos de peces comerciales. riesgos asociados a la salud pública. Anales de la real academia de ciencias veterinarias de Andalucía oriental. 17: 173 – 194.
- Rivadeneyra, N. 2018. Efectos de la frecuencia parasitaria de *Procamallanus inopinatus* y su caracterización estructural asociados a las lesiones histológicas en “Sábalo Cola Roja” (*Brycon cephalus*), en muestras de ambientes controlados. Tesis de grado. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Peru. 103.

- Roldan, P. y Ramirez J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2a. ed. Medellín. Editorial Universidad de Antioquia.
- Ruiz, L. y Vallejo, A. 2013. Parámetros de infección por nematodos de la familia Anisakidae que parasitan la lisa (*Mugil incilis*) En la Bahía de Cartagena (Caribe Colombiano). Revista intropica 8: 53-60.
- Sánchez, M. 2014. Identificación de parásitos en peces comerciales como bioindicadores de contaminación en seis zonas de la cuenca del Río Magdalena. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/11809>.
- Serrano-Martínez, E., Quispe, M., Hinostroza, E. y Plasencia, L. 2017. Detección de Parásitos en Peces Marinos Destinados al Consumo Humano en Lima Metropolitana. Rev Inv Vet Perú, 28(1): 160-168.
- Smith, J. y Wootten, R. 1978. Anisakis and anisakiasis. Avances en Parasitología. 16:93-163.
- Smith, S. 1984. The abundance of *Anisakis simplex* in the body-cavity and flesh of marine teleosts. International Journal for Parasitology. 14 (5): 491-495.
- Socarras, M., Demóstenes, G. y Sánchez, C. 2012. Evaluación de la infección natural por anisákidos (Nematoda: Ascaridoidea) en peces de interés comercial de la zona marino- costera de Riohacha y Camarones – la Guajira. <https://www.researchgate.net/publication/268226123>. (26/04/ 2017).

- Solano-Peña, D., Segura-Guevara, F. y Olaya-Nieto, C. 2013. Crecimiento y reproducción de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en el embalse de Urrá, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 18(2):3525-3533.
- Stromnes, E. y Andersen, K. 1998. Distribution of whaleworm (*Anisakis simplex*, Nematoda, Ascaridoidea) L3 larvae in three species of marine fish: Saithe (*Pollachius virens* L.), Cod (*Gadus morhua* L.) and, Redfish (*Sebastes marinus* L.) from Norwegian waters. *Parasitol. Res.*, 84: 281-285.
- Thatcher, V. 1991. Amazon Fish Parasites. *Amazoniana*. Perú, 9(3/4):263-572.
- Tavares, L., Saad, C., Cepeda, P. y Luque, J. 2007. Larvals of *Terranova* sp. (Nematoda: Anisakidae) parasitic in *Plagioscion squamosissimus*(Perciformes: Sciaenidae) from Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 16(2):110-115.
- Toft, G., Edwards, T., Baatrup E. y Guillet, L. 2003. Disturbed sexual characteristics in male *Gambusia halbrooki* from a lake contaminated with endocrine disruptors. *Env. Health Persp.* 3: 695-701.
- Toft, G., Baatrup E. y Guillet, L. 2004. Altered social behavior and sexual characteristics in *Gambusia halbrooki* living downstream of a paper mill. *Aquat. Toxicol.* 70: 213-222.
- Torres, P., Jercic, M., Weitz, J., Dobrew, E. y Mercado, R. 2007. Human pseudoterranovosis, an emerging infection in Chile. *Diario de Parasitología*. 93(2):440-443.

- Torres, P.; Moya, R. y Lamilla, J. 2000. Anisakid nematodes of interest in public health in fishes commercialized in Valdivia, Chile. *Arch. med. vet.* 32(1):107-113.
- Tricklebank, K., M. Kingsford y H. Rose. 2002. Organochloride pesticide and hexachlorobenzene along central coast of New South Wales: multiscale distributions using *Parma microlepis* as an indicator. *Env. Pol.* 116: 319-335.
- Uradzński, J., Wysok, B. y Gomólka-Pawlicka, M. 2007. Biological and chemical hazards occurring in fish and fishery products. *Revista Polaca de Ciencias Veterinarias.* 10(3):183-188.
- Van Thiel PH. 1976. The present state of anisakiasis and its causative worms. *Trop Geogr Med.* 28: 75-85.
- Vazzoler, A. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.* Eduem, Maringá, Brazil, 169p.
- Villalón, J., y Vega, A. 2016. Aspectos históricos, Sur del Atlántico: cuatro mil años de historia. En M. Alvarado (Ed.), *Sur del Atlántico* (pp. 29-49). Barranquilla, Colombia: Fundación Promigas. ISBN: 978-958-8767-43-7.
- Vuong, P., Richard, F., Snounou, G., Coquelin, F., Rénia, L., Gonnet, F., Chabaud, A. y Landau, I. 1999. Development of irreversible lesions in the brain, heart and kidney following acute and chronic murine malaria infection. *Parasitology.* 119(6): 543-553.
- Wadnipar, L. 2013. Evaluación de la infección parasitaria por nematodos anisákidos en peces de interés comercial en el municipio de San Marcos

(Sucre). Tesis de Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente, Universidad de Manizales, Manizales. 84p.

- Zhang, L., Hu, M., Shamsi, S., Beveridge, I., Li, H., Xu, Z., Li, L., Cantacessi, C. y Gasser, R. 2007. The specific identification of anisakid larvae from fishes from the Yellow Sea, China, using mutation scanning-coupled sequence analysis of nuclear ribosomal DNA. *Molecular and Cellular Probes*. 21: 386-390.

## 11. ANEXOS



**Anexo 1. A)** Incisión con tijera de disección en la línea media ventral de *O. noliticus*. **B)** Remoción de los órganos internos de *O. noliticus*.



**Anexo 2. A)** Revisión de órganos internos para la búsqueda de parásitos. **B)** Hígado pesado (WHi) con balanza digital (CAMRY).



**Anexo 3.** Parásitos enquistados y en disposición grupal en el mesenterio de órganos internos.



**Anexo 4.** Puerto pesquero Boca del caño (10°29'07.7"N - 75°07'02.4"W), embalse el Guajaro, Atlántico, Colombia.