



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA**

**TESIS**

**ECTOPARÁSITOS DE JUVENILES DE *Colossoma macropomum*, CULTIVADOS EN CUATRO CENTROS PISCÍCOLAS EN EL EJE DE LA CARRETERA IQUITOS - NAUTA LORETO - PERÚ, 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A)**

**PRESENTADO POR:**

**PAMELITA DE JESÚS MURRIETA VÁSQUEZ  
JORGE PABLO REYES ROMAN**

**ASESORES:**

**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.  
Blgo. HUMBERTO ARBILDO ORTIZ, Mg.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



# UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 012-CGT-UNAP-2021

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los \_\_\_\_\_ 15 \_\_\_\_\_ días del mes de diciembre de 2021, a horas \_\_\_\_\_ 16:08 \_\_\_\_\_, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "ECTOPARÁSITOS DE JUVENILES DE *Colossoma macropomum*, CULTIVADOS EN CUATRO CENTROS PISCÍCOLAS EN EL EJE DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA LORETO - PERÚ, 2018", presentado por los Bachilleres PAMELITA DE JESÚS MURRIETA VÁSQUEZ y JORGE PABLO REYES ROMAN, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°332-2021-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A)** que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°102- 2021-FCB-UNAP, de fecha 17 de mayo de 2021, integrado por los siguientes Profesionales:

- |  |              |
|--|--------------|
| - Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.     | - Presidenta |
| - Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.       | - Miembro    |
| - Blga. CARMEN TERESA REÁTEGUI DE KAHN, Mgr. | - Miembro    |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas: \_\_\_\_\_ SATISFACTORIAMENTE \_\_\_\_\_.

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis ha sido \_\_\_\_\_ APROBADA \_\_\_\_\_ con la calificación de \_\_\_\_\_ BUENA \_\_\_\_\_, estando los Bachilleres apto para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGO(A) ACUICULTOR(A)**.

Siendo las \_\_\_\_\_ 17:33 horas \_\_\_\_\_ se dio por terminado el acto de sustentación.

Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.  
Presidenta

Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.  
Miembro

Blga. CARMEN TERESA REÁTEGUI DE KAHN, Mgr.  
Miembro

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.  
Asesora

Blgo. HUMBERTO AREILDO ORTIZ, Mg.  
Asesor



## JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



**Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.**  
**Presidenta**



**Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.**  
**Miembro**



**Blga. CARMEN TERESA REATEGUI DE KAHN, Mgr.**  
**Miembro**

## ASESORES



**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.**  
**Asesora**



**Blgo. HUMBERTO AREILDO ORTIZ, Mg.**  
**Asesor**

## DEDICATORIA

A mi hija Luciane, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amada madre y hermanos, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante.

A mis amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristeza, y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome y lograr que este sueño se haga realidad.

**Pamelita de Jesús Murrieta Vásquez.**

A mis padres, por su apoyo incondicional, durante mi formación y por confiar en mí.

**Jorge Pablo Reyes Román.**

## AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en especial a todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Acuicultura de la Facultad de Ciencias Biológicas, por fórmanos como profesionales.

A nuestros asesores, Blga. Rossana Cubas Guerra M.Sc. y Blgo. Humberto Arbildo Ortiz Mg., por brindarnos los conocimientos durante elaboración, ejecución y redacción de tesis.

A los piscicultores, Robertina Dahua, Juan Vela, Manuel Panduro y Robert Torres, por habernos permitidos realizar las colectas de las muestras de juveniles de *Colossoma macropomum* de sus centros piscícolas.

Al Blgo. Carlos Chuquipiondo Guardia, Director de Amazon Research Center for Ornamental Fishes, por permitirnos ejecutar la tesis en sus instalaciones.

A todas las personas que colaboraron para la ejecución de la presente tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORES	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes.	4
1.1.1. Registro de ectoparásitos en el cultivo de gamitana.	4
1.1.2. Efecto de los parámetros limnológicos en la abundancia de parásitos.	9
1.2. Bases teóricas.	10
1.2.1. Descripción de la especie <i>Colossoma macropomum</i>	10
1.2.2. Aspectos generales de los monogeneos.	12
1.2.3. Aspectos generales <i>Piscinoodinium pillulare</i> .	16
1.3. Definición de términos básicos.	17
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	20

2.1. Formulación de la hipótesis.	20
2.2. Variables y su operacionalización.	20
2.2.1. Variables	20
2.2.2. Operacionalización de las variables.	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño.	22
3.1.1. Tipo de investigación.	22
3.1.2. Diseño de investigación.	22
3.2. Diseño muestral.	22
3.2.1. Población.	22
3.2.2. Muestra.	22
3.3. Procedimiento de recolección de datos.	23
3.3.1. Área de estudio.	23
3.3.2. Colecta del material biológico.	24
3.3.3. Medición de parámetros físico-químicos del agua.	25
3.3.4. Necropsia de los peces.	25
3.3.5. Registro biométrico.	25
3.3.6. Análisis de las partes externas de los peces.	26
3.3.7. Preservación, fijación y preparación de láminas de los ectoparásitos.	27
3.3.8. Identificación de los ectoparásitos.	28
3.3.9. Determinación y comparación de índices parasitarios.	28
3.3.10. Relación del peso y longitud de los peces, calidad de agua con la abundancia de los ectoparásitos.	29
3.4. Procesamiento y análisis de los datos.	29



3.5. Aspectos éticos.	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	30
4.1. Ectoparásitos identificados.	30
4.2. Índices parasitarios.	36
4.3. Relación entre el peso y longitud total de los peces y parámetros físicos-químicos con la abundancia de ectoparásitos.	38
CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN	47
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	54
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	56
CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN	57
ANEXOS	62

## LISTA DE TABLAS

	Páginas
<b>Tabla 1.</b> Características del manejo de los juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> y tamaño de los estanques en los centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta.	23
<b>Tabla 2.</b> Ectoparásitos identificados en juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, región Loreto.	30
<b>Tabla 3.</b> Índices parasitarios y sitio de infestación de ectoparásitos en juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> (n=84), procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.	36
<b>Tabla 4.</b> Índices parasitarios de ectoparásitos monogéneos presentes en juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.	37
<b>Tabla 5.</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( <i>rs</i> ) del peso (g) y longitud total (cm) de juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> (n=21) con la abundancia de ectoparásitos, según centro piscícola, del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.	38
<b>Tabla 6.</b> Coeficiente de correlación de Spearman ( <i>rs</i> ) de parámetros físicos-químicos del agua de los estanques de cultivo con la abundancia de ectoparásitos, según Centro Piscícola.	41

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
<b>Figura 1.</b> Especímenes adultos de <i>Colossoma macropomum</i> .	11
<b>Figura 2.</b> Espécimen de <i>Colossoma macropomum</i> infestado <i>Piscinoodinium pillulare</i> .	17
<b>Figura 3.</b> Espécimen de <i>Anacanthorus spathulatus</i> en vista dorsal (A), complejo copulador (B), haptor (C) y ganchos (c1). Fuente: Elaboración propia.	32
<b>Figura 4.</b> Espécimen de <i>Notozothecium janauachensis</i> en vista dorsal (A), complejo copulador (B); haptor (C); barra ventral (bd) y dorsal(bv); ancla dorsal (ad) y ventral (av), y ganchos (g). Fuente: Elaboración propia.	33
<b>Figura 5.</b> Espécimen de <i>Mymarothecium</i> sp. vista dorsal (A); complejo copulador (B); haptor (C); barra ventral (bd) y dorsal(bv); ancla dorsal (ad) y ventral (av), y ganchos. Fuente: Elaboración propia.	34
<b>Figura 6.</b> <i>Piscinoodinium pillulare</i> en diferentes estadios A y B. Fuente: Elaboración propia.	35
<b>Figura 7.</b> Curva de correlación del peso (g) de los juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> con la abundancia de ectoparásitos, por centro piscícola.	39
<b>Figura 8.</b> Curva de correlación de longitud total (cm) de los juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> con la abundancia de ectoparásitos, por centro piscícola.	40

- Figura 9.** Curva de correlación de la temperatura (°C) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centro piscícola. 42
- Figura 10.** Curva de correlación de pH (UI) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas. 43
- Figura 11.** Curva de correlación del oxígeno disuelto (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas. 44
- Figura 12.** Curva de correlación del dióxido carbono (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas. 45
- Figura 13.** Curva de correlación entre el amonio (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas. 46

## LISTA DE ANEXOS

	Páginas
<b>Anexo 1.</b> Ubicación de zonas de colecta de muestras biológicas y lugar de ejecución del estudio	63
<b>Anexo 2.</b> Colecta del material biológico	64
<b>Anexo 3.</b> Registro de la calidad de agua de los estanque de procedencia de los juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	64
<b>Anexo 4.</b> Calidad de agua de los cuatro centros piscícolas, del eje de la carretera Iquitos-Nauta.	65
<b>Anexo 5.</b> Necropsia de los peces (derecha) y evaluación biométrica (izquierda)	65
<b>Anexo 6.</b> Valores de biometría de los juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , según centro piscícola.	66
<b>Anexo 7.</b> Preservación de muestras de branquias de juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	66
<b>Anexo 8.</b> Especie de parásito y su abundancia, según centro piscícola	67
<b>Anexo 9.</b> Esquemas utilizados en la identificación de los ectoparásitos presentes en este estudio	68

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue identificar los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, que se cultivan en cuatro centros piscícolas (CP1, CP2, CP3 y CP4), del eje de la carretera Iquitos-Nauta. Para ello durante los meses marzo a mayo del 2019 se colectaron un total de 84 juveniles de *Colossoma macropomum*, siendo trasladados a las instalaciones de la ONG's Amazon Research Center for Ornamental Fishes. Los peces fueron sacrificados y se analizaron muestras de piel, ojos, aletas, narinas, cavidad bucal y branquias. Así mismo, se registraron la calidad del agua de los estanques de cultivo al momento de la colecta de los peces. Los parásitos fueron identificados mediante claves taxonómicas específicas para cada clase de parásito y se determinaron los índices parasitarios, prevalencia, abundancia, intensidad media y abundancia media. Para la relación entre el peso y longitud de los peces, parámetros físicos-químicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto, dióxido de carbono y amonio) del agua con la abundancia de los ectoparásitos se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (rs). Se identificaron a tres monogeneos, dos a nivel de especie (*Anacanthorus spathulatus* y *Notozothecium janauchensis*) y uno a nivel de género (*Mymarotecium* sp.), localizados en branquias; asimismo, se identificó a un protozooario, *Piscinoodinium pillulare*, localizado en piel, aletas y branquias. Los monogeneos estuvieron presentes en los cuatro centros piscícolas, a excepción del protozooario, que estuvo presente en el CP4. Los índices parasitarios fueron diferentes en cada centro piscícola. No hubo relación del peso y longitud de los peces con la abundancia de ectoparásitos. No hubo relación de los parámetros físicos-químicos del agua con la abundancia de los ectoparásitos en los centros piscícolas CP1, CP2 y CP3, a excepción del CP4. Los ectoparásitos monogeneos son frecuentes en el cultivo de los juveniles de *Colossoma macropomum*.

**Palabras claves:** peces, monogenea, dinoflagellida, piscicultura.

## ABSTRACT

The objective of this study was to identify the ectoparasites of *Colossoma macropomum* juveniles, which are cultivated in four fish farming centers (CP1, CP2, CP3 and CP4), on the axis of the Iquitos-Nauta highway. For this, during the months of March to May 2019, a total of 84 juveniles of *Colossoma macropomum* were collected, being transferred to the facilities of the NGO's Amazon Research Center for Ornamental Fishes. The fish were sacrificed and samples of skin, eyes, fins, nostrils, oral cavity and gills were analyzed. Likewise, the water quality of the culture ponds was recorded at the time of the fish collection. The parasites were identified using specific taxonomic keys for each class of parasite and the parasitic indices, prevalence, abundance, mean intensity and mean abundance were determined. For the relationship between the weight and length of the fish, the physical-chemical parameters (temperature, pH, dissolved oxygen, carbon dioxide and ammonium) of the water with the abundance of the ectoparasites, the Spearman correlation coefficient ( $r_s$ ) was used. Three monogeneans were identified, two at the species level (*Anacanthorus spathulatus* and *Notozothecium janauchensis*) and one at the genus level (*Mymaroteciium* sp.), Located in gills; Likewise, a protozoan, *Piscinoodinium pillulare*, located on the skin, fins and gills, was identified. Monogeneans were present in the four fish farming centers, with the exception of the protozoan, which was present in CP4. The parasitic indices were different in each fish farm. There was no relationship between the weight and length of the fish with the abundance of ectoparasites. There was no relationship of the physical-chemical parameters of the water with the abundance of the ectoparasites in the fish farms CP1, CP2 and CP3, with the exception of CP4. Monogeneous ectoparasites are frequent in the culture of *Colossoma macropomum* juveniles.

**Key words:** fish, monogenea, dinoflagellida, fish farming.

## INTRODUCCIÓN

*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), “gamitana” es un pez de la familia Serrasalminidae, que se encuentra distribuido en los países de Ecuador, Bolivia, Colombia, Venezuela y Perú. Es de régimen alimenticio omnívoro; en las etapas de larvas y juveniles tienen preferencia por zooplancton y larvas de insectos, en la etapa adulto prefieren las hojas, semillas y frutos de las plantas (1).

La sobreexplotación de *Colossoma macropomum* en el ambiente natural ha ocasionado un declive de los niveles de desembarque(2), siendo considerada en la actualidad dentro de las especies menos representativas en los desembarques pesqueros de la región Loreto(3). En tal sentido, la piscicultura ha ganado bastante atención en toda la Amazonía peruana como una efectiva herramienta de producción de proteína animal (pescado) en condiciones de cautiverio (4).

Uno de los principales departamentos del Perú donde se viene desarrollando la piscicultura de especies nativas dulceacuícolas es la Región Loreto, donde se viene cultivando especies como: *Colossoma macropomum* “gamitana”, *Brycon cephalus* “sábalo”, *Arapaima gigas* “paiche”, *Piaractus brachipomus* “paco” y *Prochilodus nigricans* “boquichico”, etc. Siendo el eje de la carretera Iquitos-Nauta el mayor centro de producción de *Colossoma macropomum*.

Los registros estadísticos del Ministerio de la Producción muestran que el año 2019, la producción de pescado procedente de la acuicultura



amazónica fue de 2 899 toneladas, estando *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* dentro de las especies representativas, con 64.54% (1871 toneladas) y 27.14% (787 toneladas)(5).

Los peces cuando son mantenidos en cautiverio están propensos a sufrir elevados niveles de estrés, alterando la homeostasis, tornándolos más sensibles y con menor resistencia a patógenos(6), ocasionando disminución en la producción en los centros piscícolas y pérdidas económicas(7). Entre los patógenos que perjudican el cultivo se encuentran el grupo de los ectoparásitos, principalmente los monogeneos y protozoarios, quienes tienen reproducción directa y no necesitan hospederos intermediarios, incrementando su proliferación a causa de la mala calidad del agua y la no aplicación de medidas sanitarias(8).

Dentro de los ectoparásitos que se registran en los cultivos de *Colossoma macropomum* en la región Loreto, se encuentran los monogeneos de la familia Dactylogyridae, entre ellos las especies: *Notozothecium janauachensis*, *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloide brinkmanni*, *Mymarothecium* sp1. y *Mymarothecium* sp2.(9); el copépodo *Perulernaea gamitanae*(10,11) y los protozoarios *Ichthyophthirius multifiliis*(12) y *Piscinoodinium pillulare*(13).

A pesar que *Colossoma macropomum* es el principal pez de piscicultura y de importancia económica en la región Loreto, existen vacíos de investigaciones, relacionada a ictioparasitología, concerniente a identificación de ectoparásitos en la fase de alevino y juvenil de *Colossoma macropomum*, y sus posibles

factores causantes de las infestaciones, ocasionando que muchas veces los piscicultores utilicen diversos fármacos, sin tener el conocimiento de que tipo de parásito está infestando sus peces.

En este contexto, el objetivo general del presente estudio fue identificar los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum* procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, y como objetivos específicos: determinar los índices parasitarios, relacionar el peso, longitud de los peces y parámetros físicos-químicos del agua con la abundancia de los ectoparásitos. Los resultados de este estudio son un aporte al conocimiento de la fauna ectoparasitaria de *Colossoma macropomum*, contribuyendo a mejorar los aspectos sanitarios de los centros de cultivo de la región Loreto.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes.

#### 1.1.1. Registro de ectoparásitos en el cultivo de gamitana.

En 2001, en Colombia evaluaron durante un año y medio el brote de enfermedades en *Piaractus brachypomus* procedentes de centros piscícolas, donde registraron que el 33% de los casos de brotes de enfermedades fue producida por el dinoflagelado *Piscinoodinium* sp.(14).

En 2012, en el Sureste del estado de Goiás en Brasil, registraron tres casos de infestaciones producida por *Piscinoodinium pillulare* en el cultivo *Piaractus mesopotamicus*, donde reportaron mortalidades de 58.57% (4100 especímenes de 70000 sembrados), 90% (1800 especímenes de 2000 sembrados) y 84% (420 especímenes de 500 sembrado) (15).

En 2013, en un estudio sobre la presencia de parásitos en *Colossoma macropomum* en los estadios de larvas, post-larvas y alevinos, procedentes del Centro de Investigaciones Quistococha (IIAP-Loreto), reportaron que las larvas y postlarvas no fueron infestados por parásitos, a excepción de los alevinos, donde registraron a parásitos monogéneos con valor elevado de prevalencia (P=44%), intensidad media (IM= 6,7273) y abundancia media (AM = 2,96 parásitos/pez), y mixosporidios (P=12%, IM= 40,5 y AM= 4,86 parásitos/pez). En el estudio concluyen que la no presencia de parásitos en estadios de

larvas y postlarvas se debe al ambiente controlado donde se ejecutó la investigación(16).

En 2014, estudiaron los parásitos presentes en los alevinos de *Colossoma macropomum*, procedentes del Centro de Investigaciones Quistococha (IIAP-Loreto), donde registraron que el 63.7% (n=237) de los alevinos muestreados estaban infestados por los monogeneos *Anacanthorus* sp. y *Nothozotecium* sp., habiendo una correlación entre el peso y longitud de los peces con la abundancia de los parásitos. En el estudio concluyen que los peces de mayor tamaño tienen más espacio en la branquia para ser parasitado (17).

En 2015, en un estudio sobre parásitos de alevinos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*, procedente del Centro de Investigaciones Quistococha (IIAP-Loreto), registraron para *Colossoma macropomum* la presencia de los monogeneos de la familia Dactylogyridae y Gyrodactylidae, y en *Piaractus brachypomus* al protozoo ciliado *Trichodina* (prevalencia 33.3%). En *Colossoma macropomum* registraron valores elevados de prevalencia, intensidad de parásitos e índice de infestación parasitaria y en *Piaractus brachypomus* registraron mayor resistencia a infestación y al ataque de parásitos. La presencia de los parásitos atribuyeron a niveles bajo de oxígeno y al hacinamiento producidos por las altas densidades(18).

En 2015, en Brasil estudiaron a los parásitos de alevinos y adultos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*, de 10 granjas piscícolas del estado de Amapá, donde registraron la presencia de *Ichthyophthirius multifiliis* (P= 58.3%, IM= 85 725.4 parásitos/pez y AM= 147 167 parásitos/pez), *Piscinoodinium pillulare* (P=28%, IM= 12 208.9 parásitos/pez y AM= 43 554 parásitos/pez), *Trichodina* sp. (P= 0.8%, IM= 9.7 parásitos/pez y AM= 1.220 parásitos/pez), *Tetrahymena* sp. (P= 1.2%, IM= 6.6 parásitos/pez y AM= 555 parásitos/pez), *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri*, *Notozothecium janauachensis*, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (P=1.4%, IM= 0.03 parásitos/pez y AM= 2 parásitos/pez), *Neoechinorhynchus buttnerae* (P= 2.8%, IM= 1.2 parásitos/pez y AM =44 parásitos/pez) y *Perulernaea gamitanae* en branquias (P=5%, IM= 0.4 parásitos/pez y AM= 9 parásitos/pez). En el estudio concluyen que la presencia de los ectoparásitos con ciclo de vida directo, fue favorecida por la baja calidad del agua y las condiciones sanitarias del ambiente de cultivo (19).

En 2016, al elaborarse un checklist sobre metazoarios de parásitos de peces del Perú, reportaron para *Colossoma macropomum* la presencia ectoparásitos monogéneos (*Anacanthorus spathulatus*, Gyrodactylidae gen. sp. y Dactylogyridae gen. sp.), copépodos (*Perulernaea gamitanae*) y protozoarios (Myxobolidae gen. sp.) (20).

En 2016, estudiaron los parásitos presentes en alevinos y juveniles de *Colossoma macropomum* procedente del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra del IIAP-Perú, donde registraron la presencia de cinco parásitos monogéneos, *Notozothecium janauachensis*, *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloide brinkmanni*, *Mymarothecium* sp1. y *Mymarothecium* sp2.; siendo la especie *Anacanthorus spathulatus* la más prevalente y abundante en los alevinos(9).

En 2017, reportaron para el Perú la presencia del copépodo *Neoergasilus japonicas*, infestando la aleta dorsal de especímenes de *Colossoma macropomum*, cultivados en estanques de tierra en el departamento de San Martín. Atribuyeron que las especies exóticas que se vienen cultivando en la zona sean las responsables de transporte de este parásito(21).

En 2018, en la ciudad de Gama en Brasil, registraron una mortalidad de 1.2% (18 especímenes de 1500 sembrados) en un policultivo de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* y *Oreochromis niloticus* (22).

En 2018, en la región de Madre de Dios, estudió a los parásitos monogéneos presente en los juveniles de *Colossoma macropomum* colectados de mercados, pero procedente de piscicultura. Describió para la ciencia a dos monogéneos, *Mymarothecium peruvianus* y

*Mymarothecium tambopatensis*; asimismo, registró la presencia de los monogéneos *Notozothecium janauachensis*, *Anacanthorus spathulatus* y *Anacanthorus penilabiatus*. Los dos últimos parásitos fueron más abundantes (1308 *A. spathulatus* y 1527 *A. penilabiatus*), con prevalencia de 64.3%, intensidad media de 145.3 y 168.7 parásitos/pez, y abundancia media de 93.4 y 109 parásitos/pez infestado (23).

En 2018, reportaron la mortalidad de *Colossoma macropomum* cultivados en psicigranjas en la Amazonía peruana, siendo el responsable el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*. Concluyeron que las condiciones inadecuadas de la calidad del agua, como el bajo nivel de temperatura y elevados niveles de amonio, ayudaron en proliferación del protozoario (12).

En 2019, describieron en la región Loreto a un parásito monogéneo, *Mymarothecium iiapensis*, en especímenes de *Colossoma macropomum*, colectado de estanques piscícolas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en la región Loreto. Asimismo, el parásito presentó prevalencia de 10%, intensidad media de 21.5 parásitos/pez infestado y abundancia media 21.5 parásitos/pez (24).

En 2020, en la región Loreto, específicamente en un centro piscícola de la carretera Iquitos-Nauta, reportaron la presencia de infestación y

mortalidad del 30% de juveniles de *Colossoma macropomum*. La causa es atribuida al mal manejo, como la desinfección del estanque, alimentación inadecuada, y la proliferación tilapia (*Oreochromis niloticus*)(13).

### **1.1.2. Efecto de los parámetros limnológicos en la abundancia de parásitos.**

En 1994, en Venezuela registraron niveles de infestación de los monogeneos *Anacanthorus spathulatus* y *Linguadactyloides brinkmanni*. Concluyen que los parásitos son abundantes en peces de talla grande, es decir que hay relación directa entre longitud y peso del pez, evidenciando a su vez un coeficiente de correlación de  $r = 0,455$  para peso y de  $r = 0,455$  para longitud. La relación, puede estar relacionado ciclo directo de reproducción de los monogeneos, lo que facilita la auto-infestación; además, los peces más grandes proporcionan mayor superficie de tejido branquial a ser parasitado(25).

En 2004, al estudiarse la relación de los parasitarios, presentes en larvas, postlarvas y alevinos de *Piaractus brachypomus*, registró una correlación negativa e inversa entre la temperatura en los estadios de larvas ( $r = -0.471$ ) y alevines ( $r = -0.089$ ), y relación positiva y directa post larvas ( $r = 0.934$ ). Asimismo, el oxígeno disuelto del agua registró una relación positiva e inversa post larvas ( $0.678$ ), con la abundancia de parásitos. Por otro lado, al correlacionar la abundancia parasitaria



con el pH y el dióxido de carbono registró correlación positiva para todos los estadios evaluados (26).

En 2014, al evaluarse la calidad del agua con el estado sanitario de los juveniles de *Colossoma macropomum*, cultivados en la Carretera Yurimaguas- Tarapoto, registró una correlación negativa entre oxígeno disuelto ( $r_s=-0.91$ ,  $p=0.02$ ) y la abundancia de monogeneos en juveniles de *Colossoma macropomum* (27).

En 2017, al registrarse la abundancia de los monogeneos en juveniles de *Myleus schomburgkii* en peces cultivados en el Centro de Investigaciones, Fernando Alcántara en el IIAP-Loreto, observó una correlación significativa positiva entre la temperatura del agua y la abundancia de monogeneos ( $r=0.381 < 0.05$ ), a excepción del oxígeno disuelto ( $r=0.307 < 0.05$ ) y el pH ( $r=0.0547 < 0.05$ ) (28).

## **1.2. Bases teóricas.**

### **1.2.1. Descripción de la especie *Colossoma macropomum***

#### **▪ Características**

La gamitana es uno de los mayores peces escamados de la cuenca del Amazonas y Orinoco, sólo superado por el “paiche” *Arapaima gigas*. Su cuerpo es comprimido, con una coloración negruzca en el dorso y verde amarillento en la parte ventral. Las escamas son relativamente pequeñas y fuertemente adheridas a la piel, de borde ventral afilado con escamas en forma de V, es una especie

omnívora. Esta especie se caracteriza por una coloración negra en todo el cuerpo excepto en la parte posterior del abdomen que tiende a ser blanquecina, tiene una aleta adiposa radiada y puede llegar a pesar 30 kg y medir 100 cm(Figura 1)(29).

*Colossoma macropomum*, acumula grasa en la época lluviosa, cuando los individuos tienen un acceso favorecido a los árboles frutales y consume la grasa durante la época de aguas bajas. Durante esta época puede alimentarse de zooplancton, debido al elevado número de branquio-espinas que posee. El papel que estos grandes Characidae juegan en la ecología de los bosques o sabanas inundadas es de extrema importancia, puesto que sirven de agentes dispersantes de semillas que son ingeridas y expulsadas sin alteración(30).



**Figura 1. Especímenes adultos de *Colossoma macropomum*.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### ▪ **Reproducción**

Referente a la reproducción *Colossoma macropomum*, es desovador total, es decir desova una sola vez al año antes que las aguas alcancen su nivel máximo. Generalmente los individuos desovan en la confluencia de los ríos principales y sus tributarios. Durante la época de aguas bajas se encuentran en los ríos y lagunas adyacentes(29).

### ▪ **Ubicación taxonómica**

Reino : Animal  
Phylum : Vertebrata  
Clase : Teleostei  
Orden : Characiformes  
Familia : Characide  
Género : *Colossoma*  
Especie : *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816).

### **1.2.2. Aspectos generales de los monogeneos.**

Los monogeneos son parásitos platelmintos, encontrándose la mayoría como ectoparásitos y algunos endoparásitos; tiene como principal hospedero a los peces. Se han reportado la presencia de algunas especies de monogeneos en tracto digestivo y vejiga urinaria de anfibios y quelonios, y otras parasitando partes externas de crustáceo e hipopótamo(31). En los peces los monogeneos se localizan en la piel, aletas, ojos, narices y branquias (8).

Los ectoparásitos monogeneos causan patología directa en los peces, producido por dos métodos: uno por la adhesión física al tejido del huésped, mediante el órgano de fijación, y otro por la actividad de alimentación(32). En *Colossoma macropomum*, el monogeneo *Linguadactyloides brinkmanni* se alimenta de células sanguíneas y epitelio; al inicio de la infestación produce una reacción inflamatoria y con el transcurso de los días una destrucción de los filamentos branquiales(33).

El ciclo de vida de los monogeneos es directo y no necesitan de hospederos intermediarios. Las especies de monogeneos de la familia Gyrodactylidea y Dactylogiridae son las principales en agua dulce(31,33). Los Gyrodactylidea tienen reproducción vivípara, con una embriogénesis de poliembrionaria secuencial, donde un cigoto puede producir más de cuatro individuos; mientras, que los Dactylogiridae tiene reproducción ovípara, donde se distingue tres fases: huevo, larva (llamada oncomiracidio) y adulto. La alta densidad utilizadas en el manejo de los peces y temperaturas elevadas favorecen su proliferación(8).

▪ **Género *Anacanthorus***

Las especies de este género tienen el cuerpo fusiforme. En el prohaptor hay la presencia de cuatro manchas oculares, presentes o ausentes. La Faringe es bulbosa, ceca confluyente. Las gónadas en tándem; testículo anterior al germanio. El órgano copulador

compuesto por órgano copulador masculino con pieza accesoria (MCO). La MCO tiene la forma de J, sinuosa, algo recta, ligeramente curvada o enrollada. Pieza accesoria uno, no articulada o articulada directamente a MCO. La vesícula seminal es fusiforme. Los reservorios prostáticos redondos a cortos ovados. Germarium ovado o alargado; sólido. La vagina ausente. El haptor presentan 14 ganchos en forma dactilogyride, porción proximal de la caña inflada, dividida en dos porciones claramente definidas, o simples; con distribución anacanthorina (6 dorsales, 8 ventrales). Los ganchos ventrales, dorsales se presentan modificados como ganchos 4A (incipientes). Barras ausentes. Parásitos de las branquias de los peces Characiformes.

▪ **Género *Mymarothecium***

Las especies de este género tienen el cuerpo fusiforme, con tegumento liso. En el prohaptor hay la presencia de cuatro manchas oculares. La faringe es bulbosa, una subunidad. Ceca confluyente. Las gónadas son superpuestas. El órgano copulador está compuesto por un órgano copulatorio masculino (MCO), con presencia de pieza accesoria. La MCO recto o ligeramente curvado; la pieza accesoria es articulada directamente al MCO, o articulada a MCO por ligamento copulador. La vesícula seminal de forma fusiforme. Los reservorios prostáticos son redondos a cortos, ovados. Germarium de forma ovado o alargado. Tiene una vagina dextro-dorsal, muscular. En haptor presenta 14 ganchos en forma de

dactylogyrides, vástago dividido en dos porciones claramente definidas; con distribución ancirocefalina (4 dorsal, 10 ventral); asimismo, presenta dos pares de anclas, ventral y dorsal. El ancla ventral tiene punta, fuste y raíces bien definidas; mientras que el ancla dorsal con fuste, punta, base compuesta por dos raíces. La barra ventral en forma de varilla; con proyecciones anteriores, posteriores presentes o ausentes. La barra dorsal ligeramente en forma de U o en forma de varilla, con proyección anterior presente o ausente; proyección posterior ausente. Parásitos de branquias de peces Serrasalminidae (Characiformes).

▪ **Género *Notozothecium***

Las especies del género tienen el cuerpo fusiforme, con tegumento liso. En el prohaptor hay la presencia de cuatro manchas oculares, ausentes o presentes. La faringe es bulbosa, una subunidad. Ciego confluyente. Las gónadas están superpuestas. El órgano copulador está compuesto por órgano copulador masculino (MCO) y pieza accesoria. La MCO está enrollado (generalmente menos de un anillo) o en forma de J. Pieza accesoria articulada a MCO por ligamento copulador. La vesícula seminal de forma fusiforme. Los reservorios prostáticos son redondos a cortos, ovados. Germarium ovado o alargado. Tiene una vagina dorso-dextral, esclerotizada, en bucle ciego derecho. El haptor presenta 14 ganchos en forma dactylogyrid, vástago dividido en dos porciones claramente definidas; con distribución ancirocefalina (4 dorsal, 10 ventral);

asimismo, existen la presencia de dos pares de anclas, ventral y dorsal. El ancla ventral tiene punta, fuste y raíces bien definidas. El ancla dorsal con fuste, punta y base compuesta por dos raíces. La barra ventral en forma de varilla; proyección anterior presente; proyección posterior ausente. Barra dorsal en forma de varilla o ligeramente en forma de V, con proyecciones anterior, posterior ausentes. Parásitos de las branquias de Serrasalminidae (Characiformes).

### **1.2.3. Aspectos generales *Piscinoodinium pillulare*.**

*Piscinoodinium pillulare* es un ectoparásito, registrado con frecuencia en el cultivo de peces amazónicos (34,35). El estadio trofante tiene la forma del cuerpo subesférico a ovoide, con 10 x 85 µm de talla promedio, de color claro a dorado. El citoplasma podemos encontrar cloroplastos, mitocondrias, vacuolas digestivas y un núcleo de tamaño grande, presenta un órgano de fijación denominada rizoides(36). El ciclo de vida de *Piscinoodinium pillulare* puede darse de 10 a 14 días, cuando las condiciones son óptimas, siendo un rango de temperatura óptima de 23 a 25 °C (37). En los peces *Piscinoodinium pillulare* produce hemorragias, petequias en el tegumento, degeneración y necrosis de las células. En la branquia produce hiperplasia celular y fusión laminar(8).



Figura 2. Especimen de *Colossoma macropomum* infestado *Piscinoodinium pillulare*.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3. Definición de términos básicos.

- **Abundancia media**

Es el número de hospederos infectados por una determinada especie de parásito, dividido entre el número de hospederos analizados, multiplicado por cien, el resultado es expresado en porcentaje(38)

- **Ectoparásitos**

Son parásitos que están presentes en las partes externas de los peces(8).

- **Haptor**

Es la modificación del órgano de fijación de los monogeneos, situado en la región anterior(39).



- **Hemorragias**

Salida de la sangre del sistema sanguíneo(8).

- **Intensidad media**

Es el número total de individuos de una especie de parásito, entre el número de hospederos infectados de una muestra(39).

- **Monogeneo**

Son parásitos, del filo Platyhelminthes, de la clase Monogenea, la mayoría ectoparásitos y una minoría endoparásitos(39).

- **Juveniles:**

En piscicultura, peces en fase de inmadurez, normalmente desde la fase de post-larva hasta que alcanzan la madurez sexual(40).

- **Piscicultura**

Cultivo de peces en ambientes controlados(40)

- **Petequia**

Son pequeñas hemorragias capilares(8)

- **Prevalencia**

Es el porcentaje de una especie hospedadoras infectadas por un parásito específico en una muestra determinada(39).

- **Protozario**

Son organismos unicelulares eucariotas con uno a más núcleos. La mayoría son especies de vida libre, viven en aguas marinos, agua dulce y salobre, y terrestre(39).

- **Prohaptor**

Es la parte anterior del haptor que presentan los monogoneos, está compuesta por órganos con fusión de adhesión y alimentación.

- **Trofante o trofozoitos**

Son formas activas de algunos protozoarios de vida parasitaria, intra o extracelular(39).

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de la hipótesis.**

Los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, presentan índices parasitarios diferentes.

### **2.2. Variables y su operacionalización.**

#### **2.2.1. Variables**

- Índices parasitarios
- Centro piscícola
- Calidad de agua

## 2.2.2. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición	Por su naturaleza	Indicadores	Escala de medida	Categoría	Valores de la categoría	Medio de verificación
Índices parasitarios de los ectoparásitos	Son indicadores cuantitativos de los ectoparásitos	Cuantitativo	Prevalencia	Ordinal	Alta	> 60%	Ficha de registro ictioparasitología. Registro de calidad de agua
					Media	30 – 60%	
					Baja	< 30%	
			Abundancia	Numérica	N° total de parásitos de una determinada especie en un único hospedero	-----	
			Intensidad media	Numérica	N° total de parásitos de una especie /N° de peces infectados	-----	
			Abundancia media	Numérica	N° total de parásitos de una especie /N° total de peces examinados	-----	
Lugar de fijación	Nominal	Piel, aletas, ojos, branquias, fosas nasales	-----				
Centro piscícola	Lugar de cultivo de peces	Cuantitativo	Estanques piscícolas	Nominal	N° de estanques	CP1 CP2 CP3 CP4	Registro fotográfico
Calidad de agua	Características físicas y químicas del agua de los estanques de los centros piscícolas	Cuantitativo	Parámetros físicos y químicos	Numérica	Temperatura (°C)	25 – 31 °C	Base de datos
					pH	6 -8	
					Oxígeno disuelto mg/L	3- 6 mg/L	
					Dióxido de carbono mg/L	3-20 mg/L	
					Amonio mg/L	0- 3 mg/L	

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño.**

#### **3.1.1. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación fue descriptivo - correlacional, con un enfoque cuantitativo.

#### **3.1.2. Diseño de investigación.**

El diseño de investigación fue no experimental. En este tipo de diseño no se manipulan las variables, sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

### **3.2. Diseño muestral.**

#### **3.2.1. Población.**

La población fue constituida 8400 especímenes juveniles de *Colossoma macropomum*, presentes en cuatro centros piscícolas del eje Carretera Iquitos - Nauta.

#### **3.2.2. Muestra.**

La muestra fue constituida por 84 especímenes de juveniles de *Colossoma macropomum*, 21 especímenes por cada centro piscícola.

### 3.3. Procedimiento de recolección de datos.

#### 3.3.1. Área de estudio.

La investigación tuvo como área de estudio a cuatro Centros Piscícolas, ubicados en el Km 3, 26, 37 y 52 del eje de la carretera Iquitos - Nauta, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto, Perú. En la tabla 1, se muestra las características del manejo de los juveniles de *Colossoma macropomum* y tamaño de los estanques, según centro piscícola.

**Tabla 1. Características del manejo de los juveniles de *Colossoma macropomum* y tamaño de los estanques en los centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta.**

Nombre del centro piscícola	Ubicación (Km)/	Características del cultivo
CP1 "Fundo Roma" (Anexo 1)	Carretera Iquitos-Nauta Km 3	N° de peces sembrados: 2000 Tamaño de estanque: 1000 m <sup>2</sup> , con entrada y salida de agua Alimentación: Balanceado y víscera de pollo, con frecuencia alimenticia de dos veces al día. Densidad de siembra: 2 peces/m <sup>2</sup> Procedencia del agua: Escorrentía y ojos de agua.
CP2 "Fundo Agropecuario Torbellino" (Anexo 1)	Carretera Iquitos-Nauta Km 26	N° de peces sembrados: 400 peces Tamaño de estanque: 400 m <sup>2</sup> , con entrada y salida de agua Alimentación: Balanceado, con frecuencia alimenticia de una vez al día. Densidad de siembra: 1 pez/m <sup>2</sup> Procedencia del agua: Escorrentía
CP3	Carretera	N° de peces sembrados: 1000 peces

Nombre del centro piscícola	Ubicación (Km)/	Características del cultivo
"Fundo La Mitad" (Anexo 1)	Iquitos-Nauta, Km 37	Tamaño de estanque: 1500m <sup>2</sup> , con entrada y salida de agua  Alimentación: Balanceado y sub producto acuícola, con frecuencia alimenticia de dos vez al día.  Densidad de siembra: 1.5 pez/m <sup>2</sup>  Procedencia del agua: Escorrentía
<b>CP4</b> "Fundo Enith" (Anexo 1)	Carretera Iquitos-Nauta Km 52	N° de peces sembrados: 5000 peces  Tamaño de estanque: 4000m <sup>2</sup> , con entrada y salida de agua  Alimentación: Balanceado, con frecuencia alimenticia de una vez al día.  Densidad de siembra: 0.8 pez/m <sup>2</sup>  Procedencia del agua: Escorrentía

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. Colecta del material biológico.

Se colectaron 84 especímenes de *Colossoma macropomum*, 21 de cada Centro Piscícola (7 cada mes), en horas de la mañana (8:00 a 11:00 am), en los meses de marzo, abril y mayo del 2019. Para la captura se utilizó una red de pesca y en algunos casos anzuelos (Anexo 2). Los peces fueron trasladados en bolsas plásticas hacia el Laboratorio de Sanidad del Amazon Research Center for Ornamental Fishes (ARCOF) para su análisis respectivo; en algunos casos en el mismo centro piscícola se realizó la necropsia de los peces (*in situ*) y colecta de las muestras.

El ARCOF, está ubicado en el Asentamiento Humano 31 de mayo, Km 0.6 del eje de la carretera Zungarococha, en las coordenadas 3° 48.9' 9" S y 73° 19'18.2" W, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto, provincia de Maynas (Anexo 1).

### **3.3.3 Medición de parámetros físico-químicos del agua.**

La calidad de agua fue registrada al momento de la colecta de los peces de los estanques, mediante el uso de un kit limnológico de agua dulce, marca LAMOTTE (Anexo 3). Se registró la temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH (UI), dióxido de carbono (mg/L) y amonio (mg/L) (Anexo 3). Los datos fueron almacenados en la ficha de calidad de agua (Anexo 4).

### **3.3.4. Necropsia de los peces.**

La necropsia de los peces se realizó de acuerdo a la recomendación de Eiras *et al.*, (41). Consistiendo en perforar la parte superior de la cabeza (fontanela), mediante el uso de un estilete agujerando hasta la zona de la primera vertebra (Anexo 5). Este es la manera más sencilla y eficaz de causar la muerte en los peces.

### **3.4.5. Registro biométrico.**

Luego de la necropsia, se registró los datos biométricos, peso (g) y longitud total (cm), mediante el uso de una balanza analítica (g) y un ictiómetro (cm) (Anexo 5 y 6).



### **3.3.6. Análisis de las partes externas de los peces.**

#### **a) Análisis de la superficie del cuerpo:**

Se analizó ocularmente la superficie del cuerpo y luego con una espátula se realizó un raspado de la piel, colocando la muestra en envase de plástico, con formalina al 1:4000. Seguidamente se agitó y se dejó reposar de 1-3h. Al final se adicionó formalina pura para obtener una concentración final de 5%.

#### **b) Análisis de aletas:**

Las aletas, dorsal, pectoral, anal y caudal, fueron puestas en placa de petri con agua destilada, utilizando para el corte una tijera.

#### **c) Análisis de branquias:**

Se cortaron los opérculos de los especímenes de *Colossoma macropomum*, para retirar las branquias y colocarlos en frascos de tamaño proporcional, conteniendo formalina 1:4000. Luego se agitó de 50-70 veces y se dejó reposar con un lapso de 1-3 h (Anexo 7). Finalmente se adicionó formalina pura para obtener una concentración final de 5%.

#### **d) Análisis de la cavidad bucal**

Se analizó la cavidad bucal de los peces, para la búsqueda de ectoparásitos.

#### **e) Análisis de los ojos**

Con una tijera punta fina los ojos de los peces fueron retirados, seguidamente se lavó la cavidad ocular con agua destilada sobre una placa de petri, posteriormente se abrió el globo ocular con estiletes.

#### **f) Análisis de las narinas**

Se lavó la cavidad nasal con agua destilada, luego la roseta nasal fue retirada y colocada en una placa de petri, con agua destilada, lavándose varias veces con la ayuda de una piseta. Seguidamente se examinó el agua, con auxilio de finos estiletes, para la búsqueda de ectoparásitos.

Las muestras colectadas de las partes externas de los peces fueron observadas bajo microscopio compuesto de marca CARL ZEIS Primo Start con aumento de 10 y 40x, para la búsqueda de ectoparásitos y conteo de los mismos (Anexo 8). En caso de protozoarios, el conteo se realizó mediante el uso de una cámara de Neubauer, colocando 1ml de la muestra con preservada y siendo observada al microscopio.

### **3.3.7. Preservación, fijación y preparación de láminas de los ectoparásitos.**

Para preservar los monogeneos y protozoarios se utilizó formol al 5%. Para el estudio de los monogeneos se estudiaron las estructuras esclerotizadas, ganchos, anclas, barras del haptor y complejo copulatorio y se elaboraron láminas permanentes, utilizando el reactivo

Gray & Wess (42); mientras que, para los protozoarios se estudiaron la forma, tamaño y estadios.

### **3.3.8. Identificación de los ectoparásitos.**

La identificación de los ectoparásitos se realizó con la ayuda de claves taxonómicas, de Thatcher(43) y Cohen *et al* (44), así como descripciones originales (Anexo 9). La confirmación de las especies de ectoparásitos estuvo a cargo de nuestros asesores.

### **3.3.9. Determinación y comparación de índices parasitarios.**

De los ectoparásitos registrados en cada centro piscícola, se determinó los índices parasitarios, prevalencia, abundancia, abundancia media, intensidad media, según Bush *et al.*(38), mediante el análisis cuantitativo.

#### **a) Prevalencia de parásito (P):**

$$P = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hospederos infectados}}{\text{N}^\circ \text{ de hospederos examinados}} \times 100$$

#### **b) Abundancia de parásito**

A= número total de una determinada especie de parásito

#### **c) Abundancia media de los parásitos (AM):**

$$AM = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de una especie de parásito}}{\text{N}^\circ \text{ total total de hospederos examinados (infestados o no)}}$$

#### **e) Intensidad media (IM):**

$$IM = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de parásitos de una especie particular}}{\text{N}^\circ \text{ de hospederos infectados por esta especie de parásito}}$$

### **3.3.10. Relación del peso y longitud de los peces, calidad de agua con la abundancia de los ectoparásitos.**

Para determinar la relación parásito-hospedero, se realizó una correlación entre los datos de peso (g) y longitud (cm) de los juveniles de *Colossoma macropomum* con la abundancia de los ectoparásitos; asimismo, para la relación entre parásito-ambiente, se correlacionó los parámetros físicos-químicos (pH, temperatura, oxígeno disuelto, amonio y dióxido de carbono) de los estanques (donde procedían los peces) con la abundancia de los ectoparásitos.

### **3.4. Procesamiento y análisis de los datos.**

Los datos fueron almacenados en una hoja de Microsoft Excel. Para el análisis e interpretación de los datos, se utilizó la estadística descriptiva, mediante la ayuda de cuadros. Para determinar la relación del peso y longitud de los peces, y calidad de agua con la abundancia de los ectoparásitos, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (rs), a un nivel de significancia 95% ( $p < 0.05$ ). Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico Sigma Plot 11.0.

### **3.5. Aspectos éticos.**

Los peces muestreados fueron adquiridos de ambientes controlados (centros piscícolas), la cual no representa una amenaza para el medio ambiente. Asimismo, en la captura de los peces se trató de no generar impactos negativos que perjudiquen el normal desarrollo del cultivo.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Ectoparásitos identificados.

De los 84 peces analizados procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos Nauta, se identificaron a cuatro ectoparásitos, tres pertenecientes a la clase Monogenea, *Anacanthorus spathulatus* (Kritsky, Thatcher & Kayton, 1979) (Figura 1), *Mymarothecium* sp. (Figura 2) y *Notozothecium janauachensis* (Belmont-Jegu, Domínguez & Martins 2004) (Figura 3), y uno perteneciente a la clase Dinoflagellida (protozoario), *Piscinoodinium pillulare* (Lom, 1981) (Figura 4). Los ectoparásitos de la clase Monogenea estuvieron presentes en los cuatro centros piscícolas; a diferencia de la clase Dinoflagellida, que estuvo presente en el centro piscícola 4 (CP4) (Tabla 2).

**Tabla 2. Ectoparásitos identificados en juveniles de *Colossoma macropomum*, procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, región Loreto.**

Ectoparásito	Centro piscícola			
	CP1	CP2	CP3	CP4
<b>Monogeneos</b>				
<i>Anacanthorus spathulatus</i>	+	+	+	+
<i>Mymarothecium</i> sp.	+	+	+	+
<i>Notozothecium janauachensis</i>	+	+	+	+
<b>Protozoario</b>				
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	-	-	-	+

Legenda: + = presencia; - = ausencia

Fuente: Elaboración propia.

- **Clasificación taxonómica y características de los ectoparásitos registrados.**

**1. *Anacanthorus spathulatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1979**

- Filo : Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
- Clase: Monogenea Van Beneden, 1858
- Orden: Dactylogiridea Bychowsky, 1937
- Familia: Dactylogiridae Bychowsky, 1933
- Género: *Anacanthorus*, Kritsky, Thatcher & Kayton, 1979

*Anacanthorus spathulatus* presenta un cuerpo fusiforme; prohaptor provisto de lóbulos cefálicos y cuatro manchas oculares, siendo los dos posteriores mayores que los anteriores (Figura 3-A); haptor no presenta barras, ni anclas, pero si 14 ganchos con distribución anacanthorine (6 dorsal y 8 ventral) (Figura 3-C); órgano copulador en forma de tubo, teniendo una base grande ligada a la pieza accesoria. La pieza asesoria tiene extremidades distales, presenta forma de varilla y espátula en el extremo (Figura 3-B).



**Figura 3.** Especimen de *Anacanthorus spathulatus* en vista dorsal (A), complejo copulador (B), haptor (C) y ganchos (c1).

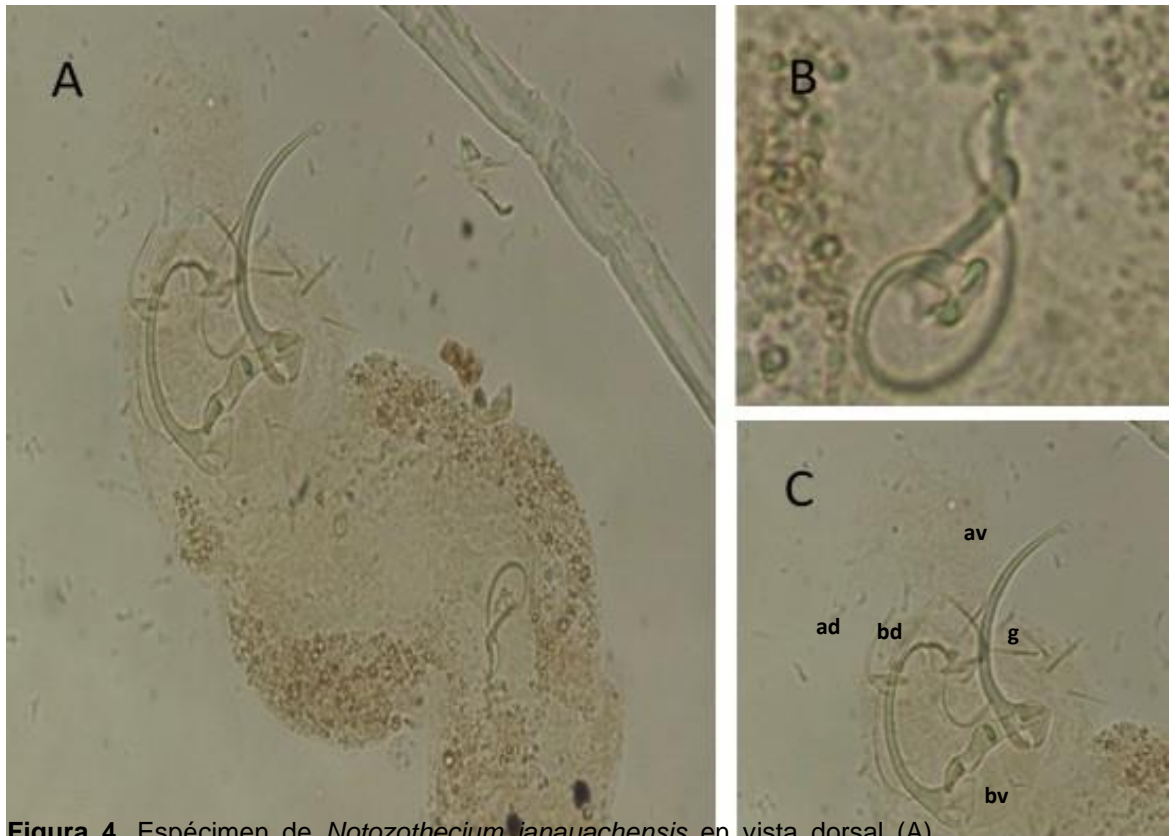
Fuente: Elaboración propia.

## 2. *Notozothecium janauachensis* Belmont-Jegu, Domínguez & Martins 2004

- Filo: Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
- Clase: Monogenea Van Beneden, 1858
- Orden: Dactylogiridea Bychowsky, 1937
- Familia: Dactylogiridae Bychowsky, 1933
- Género: *Notozothecium*, Kritsky, Thatcher & Kayton, 1979

*Notozothecium janauachensis* presenta un cuerpo fusiforme; prohaptor provisto de lóbulos cefálicos y cuatro manchas oculares, siendo los dos posteriores mayores que los anteriores (Figura 4-A); haptor de forma sub-hexagonal, con presencia de anclas, barras y siete pares de ganchos; ancla

ventral más larga que la dorsal; barra ventral robusta, levemente curvada hacia abajo y con raíz superficial alargada; barra dorsal menores, semicurvadas, en forma de U y con extremo expandidos (Figura 4-C); complejo copulatorio en forma de J, formado por el órgano copulatorio y pieza accesoria (Figura 4-B).



**Figura 4.** Especimen de *Notozothecium janauachensis* en vista dorsal (A), complejo copulador (B); haptor (C); barra ventral (bd) y dorsal (bv); ancla dorsal (ad) y ventral (av), y ganchos (g).

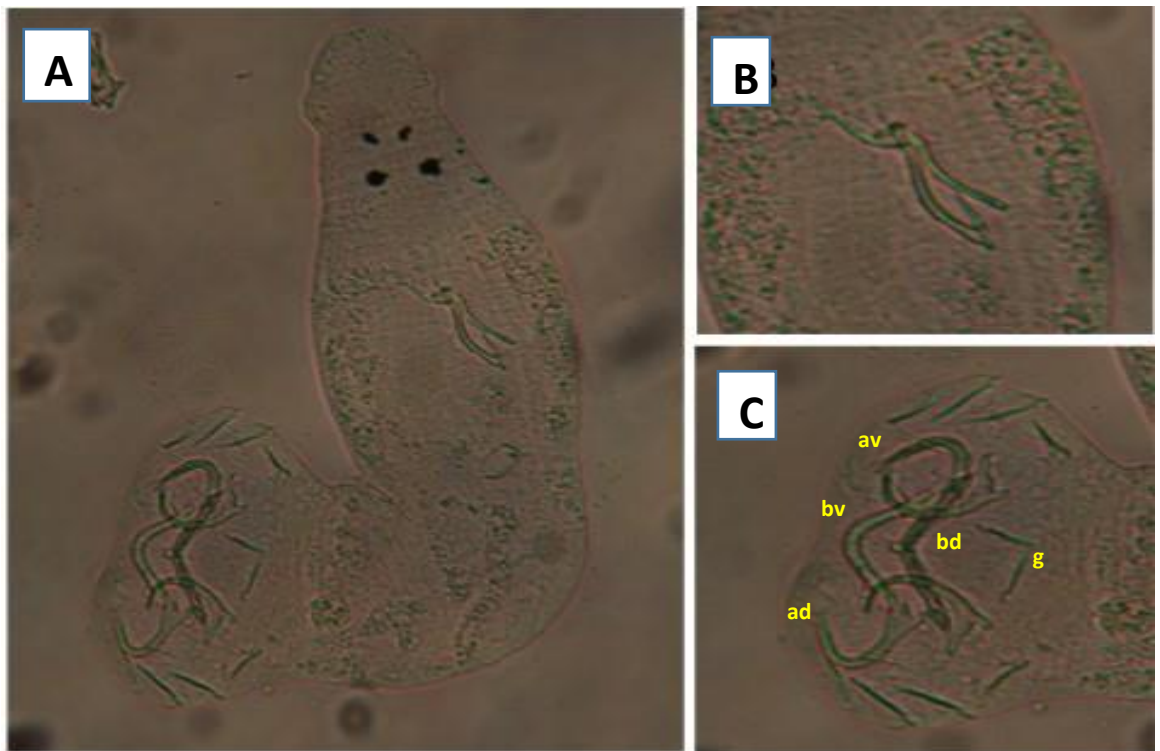
Fuente: Elaboración propia.

### 3. *Mymarothecium* sp.

- Filo: Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
- Clase: Monogenea Van Beneden, 1858
- Orden: Dactylogiridea Bychowsky, 1937
- Familia: Dactylogiridae Bychowsky, 1933
- Género: *Mymarothecium*, Kritsky, Boeger & Jégu, 1996



*Mymarothecium* sp., presente un cuerpo alargado; prohaptor provisto de lóbulos cefálicos y cuatro machas oculares, siendo los dos posteriores mayores que los anteriores (Figura 5-A); haptor presenta barras (dorsal y ventral), anclas (dorsal y ventral) y 14 ganchos con distribución ancyrocephaline (4 ventral y 10 dorsal), barra ventral en forma de V y barra dorsal en forma de U (Figura 5-C); órgano copulador en forma de tubo, con pieza accesoria bifurcada a la base (Figura 5-C).

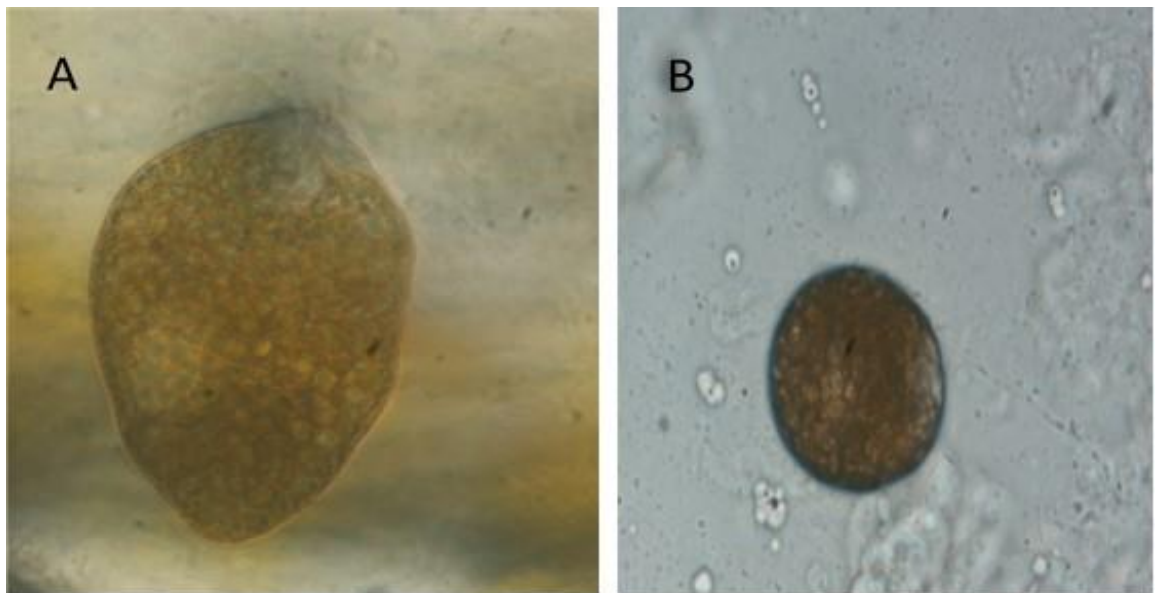


**Figura 5.** Espécimen de *Mymarothecium* sp. vista dorsal (A); complejo copulador (B); haptor (C); barra ventral (bv) y dorsal(bd); ancla dorsal (ad) y ventral (av), y ganchos. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. *Piscinoodinium pillulare* Lom, 1981

- Filo: Mastigophora
- Clase: Dinoflagelado
- Género: *Piscinoodinium*

El trofante es el estadio parasitario de *Piscinoodinium pillulare*; tiene el cuerpo de subesférico a ovoide de color claro a dorado, talla 10 por 85  $\mu\text{m}$  de promedio, tiene órgano de fijación denominado rizoides (Fig. 8a). En los juveniles de *Colossoma macropomum* se ha observado la presencia de este parásito en la piel y branquias (Fig.8c),



**Figura 6.** *Piscinoodinium pillulare* en diferentes estadios A y B.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Índices parasitarios.

De los 84 peces analizados se registraron un total de 44 543 ectoparásitos, siendo las especies de monogeneos las que tuvieron elevada prevalencia, entre 48.81 a 100%; localizados en las branquias, a diferencia del protozoario *Piscinoodinium pillulare*, que registró una baja prevalencia (8.33%), pero elevada abundancia (41 439 individuos), intensidad media (5919.86 individuos/pez infestado) e abundancia media (493.32 individuos/pez analizado), siendo el sitio de localización, piel, aletas y branquias (Tabla 3).

**Tabla 3. Índices parasitarios y sitio de infestación de ectoparásitos en juveniles de *Colossoma macropomum* (n=84), procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.**

Ectoparásitos	PE	PP	P%	A	Im	AM	SI
<b>Monogeneos</b>							
<i>Anacanthorus spathulatus</i>	84	84	100.00	4 485	53.39	53.39	Branquias
<i>Notozothecium janauachensis</i>	84	70	83.33	2371	33.87	28.87	Branquias
<i>Mymarothecium sp.</i>	84	41	48.81	1006	24.54	11.98	Branquias
<b>Protozoario</b>							
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	84	7	8.33	41439	5919.86	493.32	Piel, aletas y branquias

Leyenda: PE= peces examinados; PP= peces parasitados; P%=prevalencia; A=Abundancia; Im= Intensidad media; Am= abundancia media, SI=sitio de infestación.  
Fuente: Elaboración propia.

Al analizarse los índices parasitarios de acuerdo a cada centro piscícola, se observa que los monogeneos estuvieron presentes en todos los centros piscícolas, registrando diferentes valores de índices parasitarios; siendo *Anacanthorus spathulatus* > *Notozothecium janauachensis* > *Mymarothecium sp.* Referente al protozoario, este fue registrado en el

CP4, con una baja prevalencia en comparación con las especies de monogéneos; sin embargo, el índice de abundancia, intensidad media y abundancia media registraron valores elevados (Tabla 4).

**Tabla 4. Índices parasitarios de ectoparásitos monogéneos presentes en juveniles de *Colossoma macropomum*, procedentes de cuatro centros piscícolas del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.**

Centro piscícola	Índice parasitario	Ectoparásitos			
		<i>Anacanthorus spathulatus</i>	<i>Notozothecium janauachensis</i>	<i>Mymarothecium sp.</i>	<i>Piscinoodinium pillulare</i>
CP1	PE / PP	21/21	21/18	21/10	-
	P%	100	85.71	47.62	-
	A	1430	668	302	-
	Im	68.1	37.11	30.2	-
	AM	68.1	31.81	14.38	-
CP2	PE / PP	21/21	21/16	21/12	-
	P%	100	76.19	57.14	-
	A	1245	701	253	-
	Im	59.29	43.81	21.08	-
	AM	59.29	33.38	12.05	-
CP3	PE / PP	21/21	21/17	21/8	-
	P%	100	80.95	38.1	-
	A	937	563	267	-
	Im	44.62	33.12	33.38	-
	AM	44.62	26.81	12.71	-
CP4	PE / PP	21/21	21/15	21/7	21/7
	P%	100	71.43	33.33	33.33
	A	873	439	184	41439
	Im	41.57	29.27	26.29	5919.86
	AM	41.57	20.9	8.76	1973.29

Leyenda: PE= peces examinados; PP= peces parasitados; P%=prevalencia; A=Abundancia; Im= Intensidad media; Am= abundancia media, SI=sitio de infestación.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Relación entre el peso y longitud total de los peces y parámetros físicos-químicos con la abundancia de ectoparásitos.

##### Peso y longitud total de los peces

Al realizarse el análisis de correlación de  $r$  de Spearman del peso de los juveniles *Colossoma macropomum* de cada centro piscícola, con la abundancia de los ectoparásitos se registró correlaciones positivas en el CP1 ( $p=0.86$ ), CP2 ( $p=0.84$ ) y CP4 ( $p=0.21$ ), y correlación negativa en el CP3 ( $p=0.18$ ); sin embargo, estas correlaciones no fueron significativas ( $p>0.05$ ) (Tabla 5 y Figura 8).

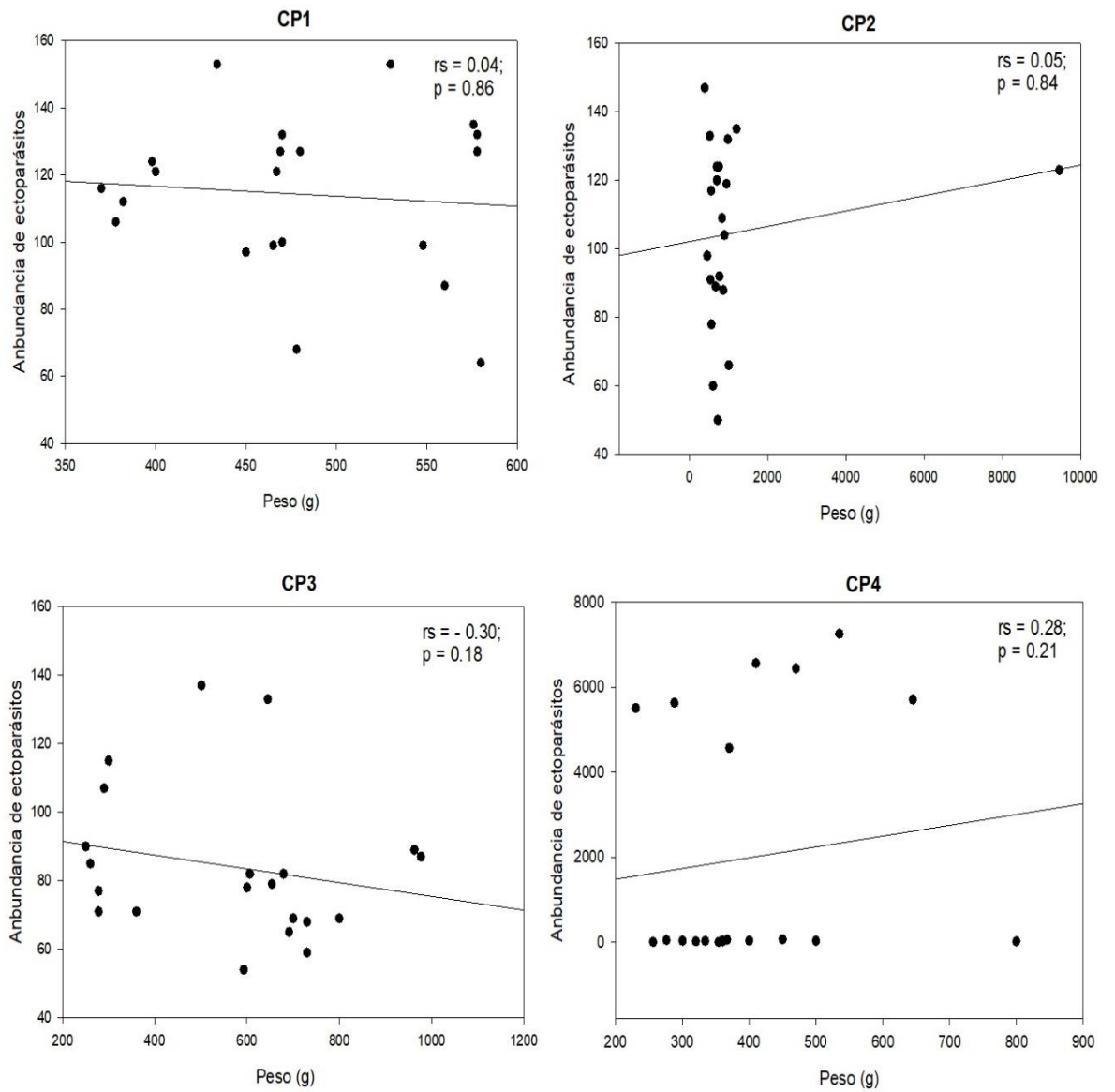
Referente a la correlación de la longitud total de los peces de cada centro piscícola con la abundancia de ectoparásitos, se registraron correlaciones negativas, no significativas en el CP1 ( $p=0.29$ ), CP2 ( $p=0.40$ ) y CP4 ( $p=0.86$ ), y significativa en el CP3 ( $p=0.03$ ) (Tabla 5 y Figura 8).

**Tabla 5. Coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ) del peso (g) y longitud total (cm) de juveniles de *Colossoma macropomum* ( $n=21$ ) con la abundancia de ectoparásitos, según centro piscícola, del eje de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto.**

Correlación $r$ de Spearman	CP1		CP2		CP3		CP4	
	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	p	$r_s$	p
Abundancia de ectoparásitos Vs Longitud total	-0.24	0.29	-0.19	0.40	-0.47	0.03	-0.40	0.86
Abundancia de ectoparásitos Vs Peso	0.04	0.86	0.05	0.84	-0.30	0.18	0.28	0.21

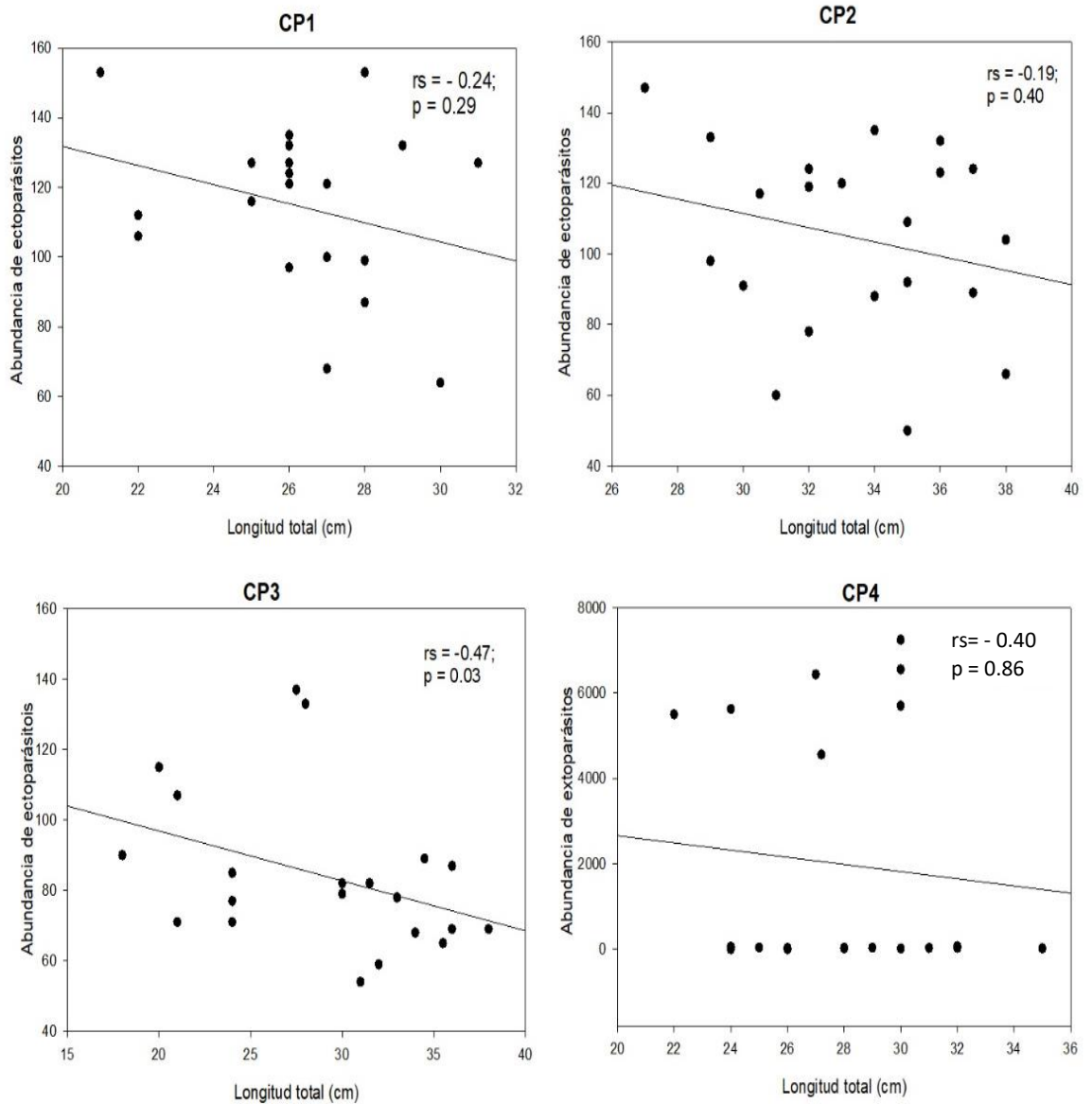
Leyenda:  $r_s$ : correlación de Spearman, p: significancia bilateral.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.** Curva de correlación del peso (g) de los juveniles de *Colossoma macropomum* con la abundancia de ectoparásitos, por centro piscícola.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8. Curva de correlación de longitud total (cm) de los juveniles de *Colossoma macropomum* con la abundancia de ectoparásitos, por centro piscícola.**

Fuente: Elaboración propia.

### Parámetros físicos-químicos del agua.

Al realizarse el análisis de correlación de  $r$  de Spearman de los parámetros físicos-químicos del agua, de cada estanque donde fueron colectados los juveniles de *Colossoma macropomum*, se registró que no hubo correlación ( $p > 0.05$ ) con la abundancia de ectoparásitos en el CP1, CP2 y CP3; a diferencia del CP4, donde se registró al oxígeno disuelto con correlación negativa moderada, pH con correlación negativa alta, temperatura con correlación positiva moderada y amonio con correlación positiva alta, siendo estas correlaciones significativas ( $p < 0.05$ ) (Tabla 6 y Figuras del 9 al 13).

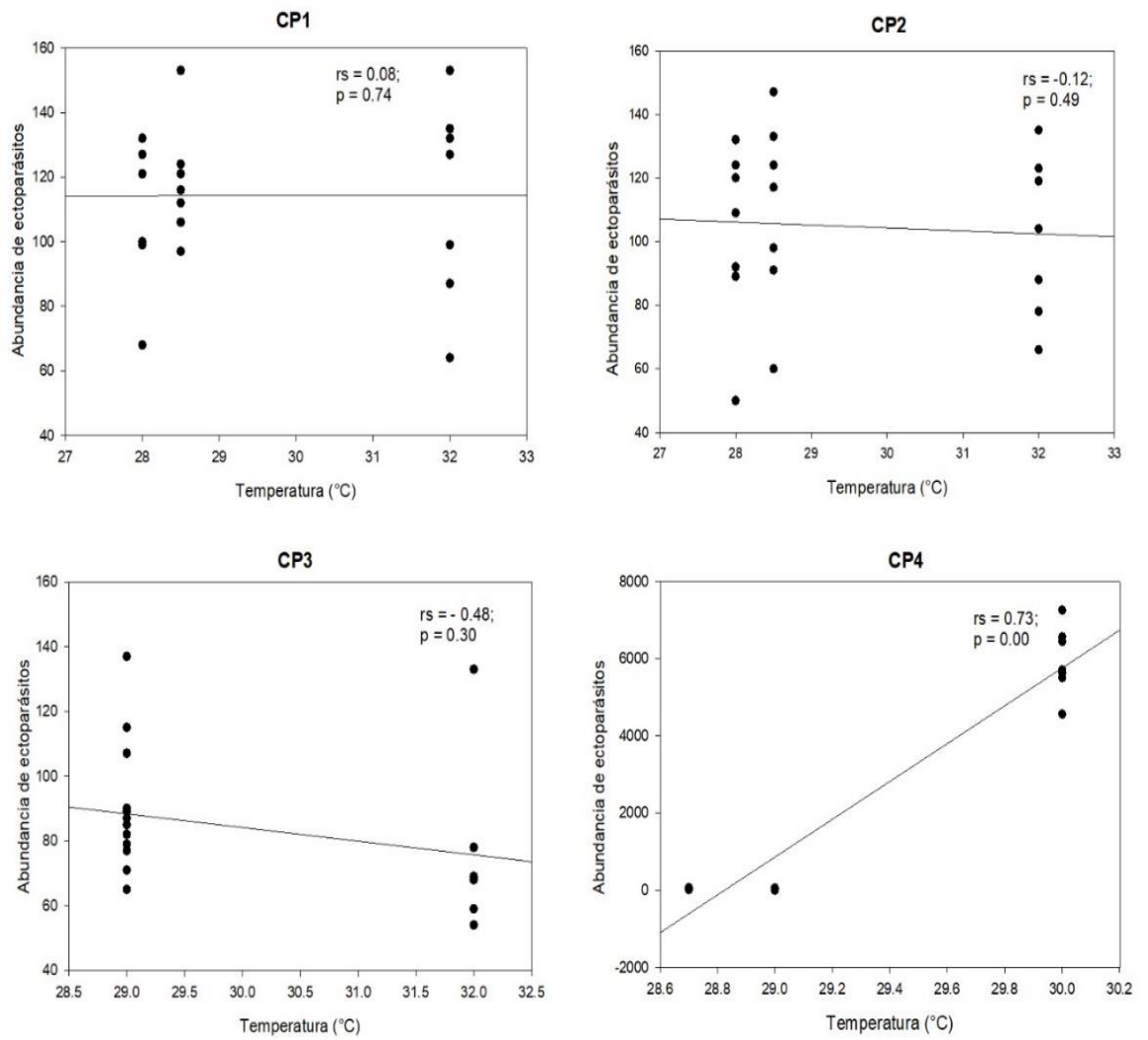
**Tabla 6. Coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ) de parámetros físicos-químicos del agua de los estanques de cultivo con la abundancia de ectoparásitos, según Centro Piscícola.**

Correlación $r$ de Spearman	CP1		CP2		CP3		CP4	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$P$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
Temperatura Vs abundancia de ectoparásitos	0.08	0.74	-0.12	0.49	-0.48	0.30	0.73	<b>0.00</b>
pH Vs abundancia de ectoparásitos	0.05	0.82	-0.12	0.61	-0.42	0.05	-0.73	<b>0.00</b>
Oxígeno disuelto Vs abundancia de ectoparásitos	0.08	0.74	0.04	0.85	-0.42	0.60	-0.68	<b>0.00</b>
Dióxido de carbono Vs abundancia de ectoparásitos	-0.08	0.74	0.12	0.61	0.01	0.97	0.68	<b>0.00</b>
Amonio Vs abundancia de ectoparásitos	0.07	0.74	-0.12	0.49	-0.42	0.06	0.81	0.00

Leyenda:  $r_s$ : correlación de Spearman,  $p$ : significancia bilateral

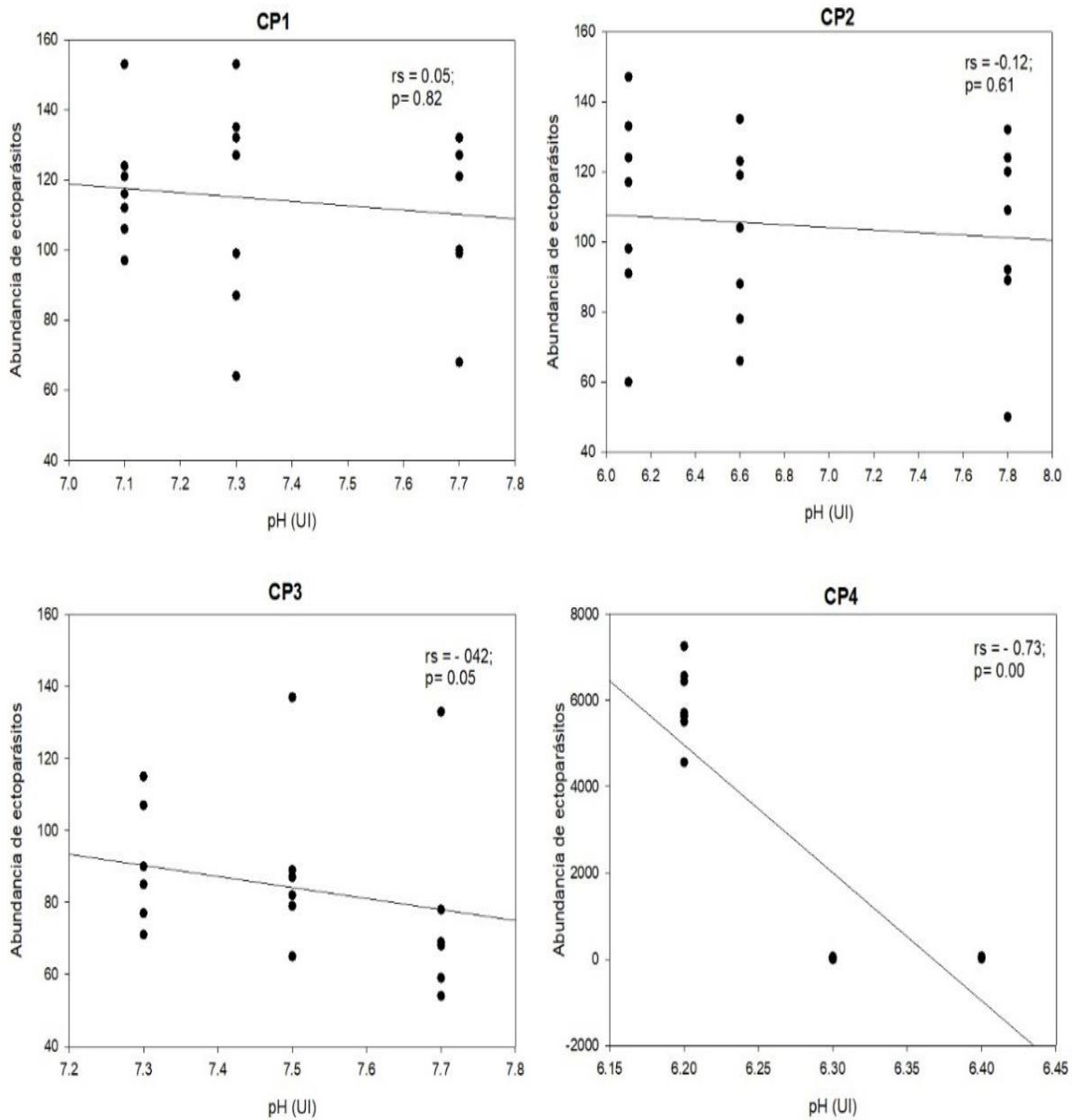
Fuente: Elaboración propia.





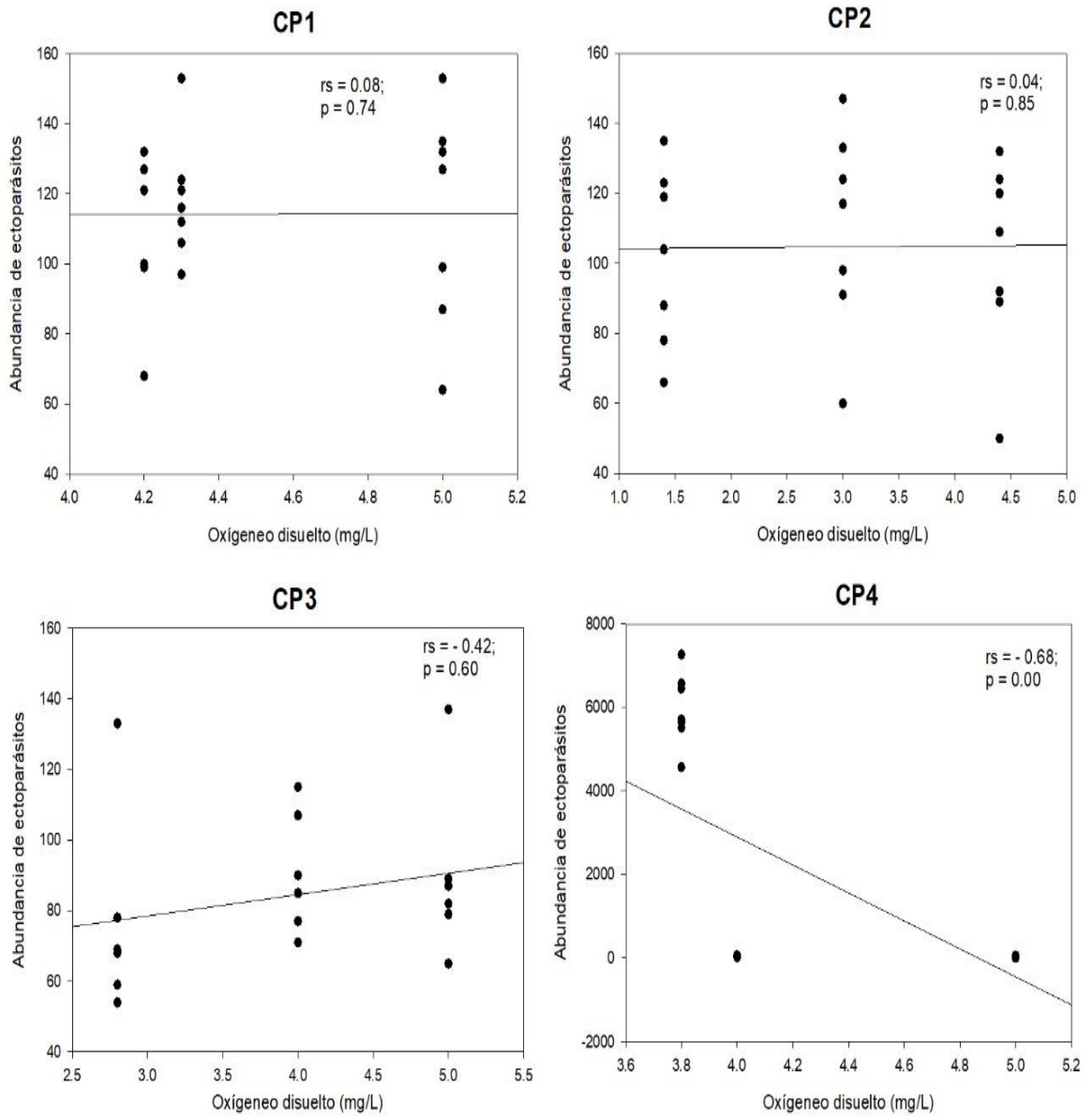
**Figura 9. Curva de correlación de la temperatura (°C) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centro piscícola.**

Fuente: Elaboración propia.



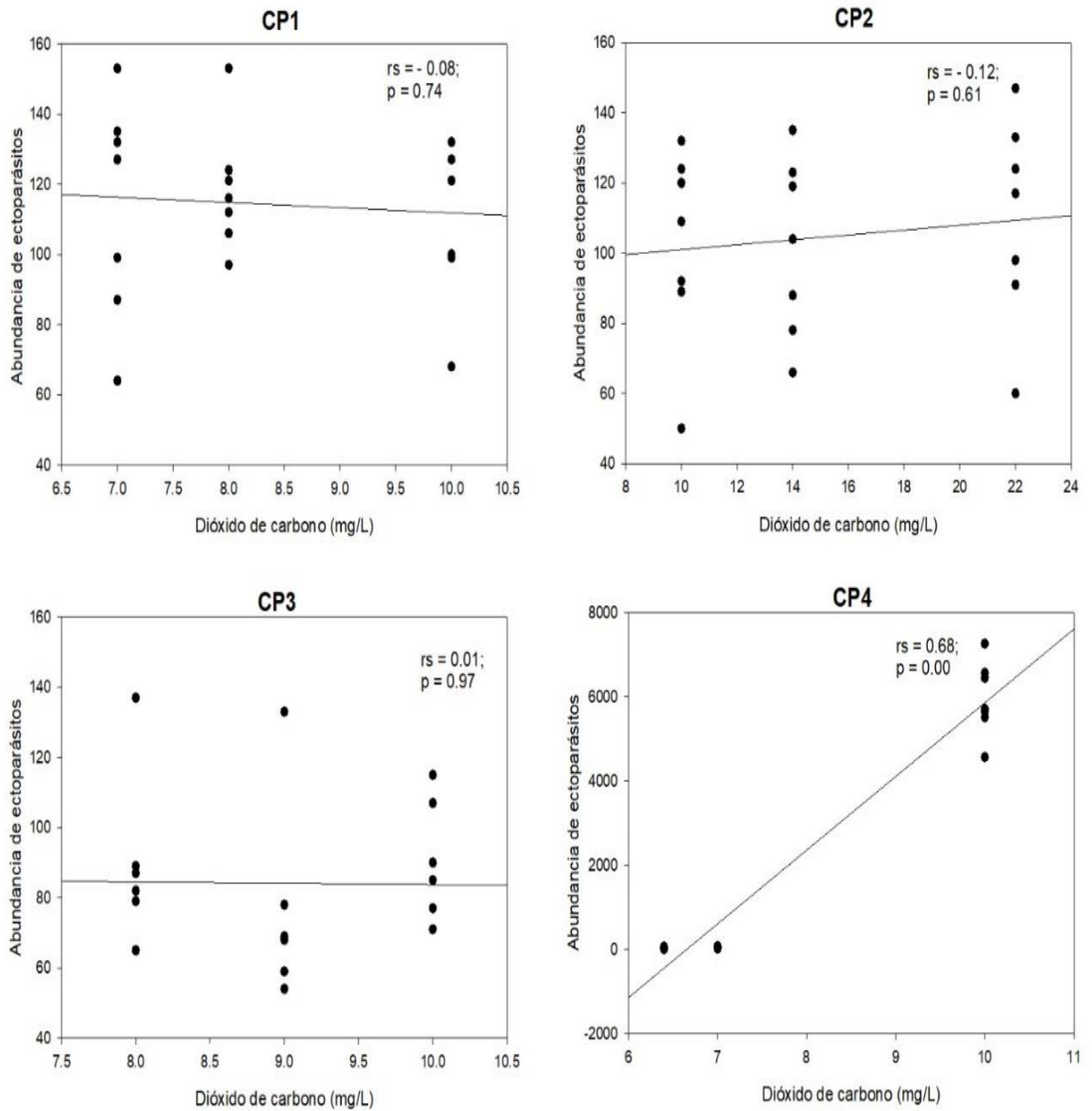
**Figura 10.** Curva de correlación de pH (UI) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas.

Fuente: Elaboración propia.



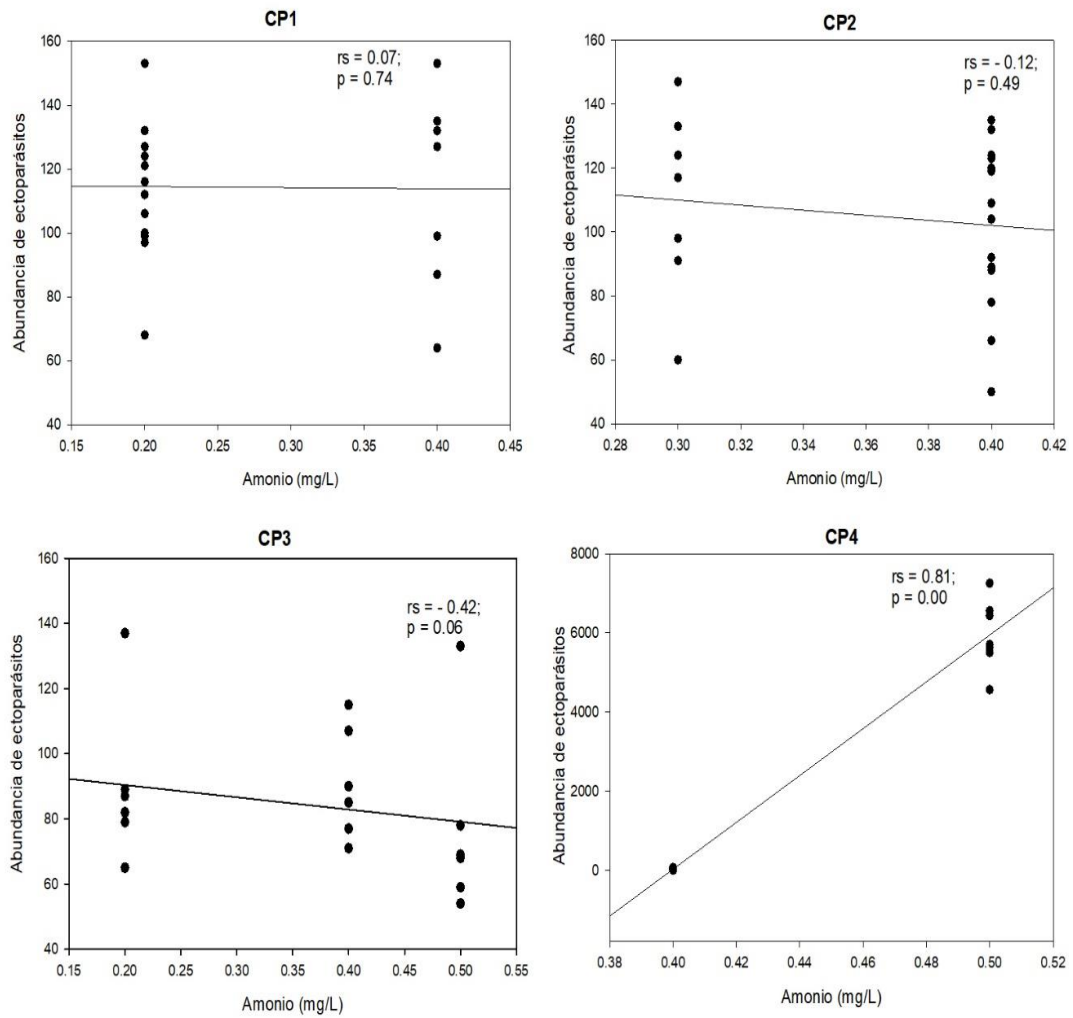
**Figura 11. Curva de correlación del oxígeno disuelto (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas.**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12.** Curva de correlación del dióxido carbono (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 13. Curva de correlación entre el amonio (mg/L) del agua con la abundancia de los ectoparásitos de juveniles de *Colossoma macropomum*, según centros piscícolas.**

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN

Los ectoparásitos de los juveniles de *Colossoma macropomum* identificados en este estudio, coinciden con lo reportado en el Perú, por Arbildo *et al.*(9), Flores(13,17) y Murrieta *et al.*(45), en peces colectados de la misma zona, pero de diferentes centros de producción; asimismo, con Cayulla(23) en peces colectados de la región de Madre de Dios; también, coincide con los reportados en otros países, como Colombia(14), Venezuela y Brasil(15) (19) (22) (25).

La presencia de los monogeneos en los cuatro centros piscícolas, a diferencia del protozooario que fue registrado en un centro piscícola, indican que los ectoparásitos monogeneos son frecuentes, en el cultivo de juveniles de *Colossoma macropomum* en el eje de la carretera Iquitos-Nauta. Por otro lado, la incidencia elevada de los monogeneos puede ser atribuida a la especificidad parasitaria que presentan; a diferencia de protozooario *Piscinoodinium pillulare*, que no tiene especificidad parasitaria, siendo un parásito que infesta a diferentes peces(41). Asimismo, la especificidad de los monogeneos se debe a que son un grupo de parásitos que han co-evolucionado juntos a sus hospederos (46).

Las tres especies de monogeneos registrados en este estudio pertenecen a tres géneros (*Anacanthorus*, *Notozothecium* y *Mymarothecium*) de parásitos que son mencionados como específicos para especies de peces de la familia Serrasalmidae; siendo corroborado con los resultados de este estudio; asimismo se refuta la afirmación Thatcher(43), quien menciona que los monogeneos tienen especificidad parasitaria, por una familia, género o

especie de pez, siendo común registrar a monogeneos del género *Anacanthorus*, *Linguadactyloides*, *Notozothecium* y *Mymarothecium* en peces de las familias, Characidae, Serrasalminidae y Curimatidae.

En este estudio la presencia de los tres monogeneos en las branquias de los juveniles de *Colossoma macropomum*, podría significar que no hubo competición interespecíficas por el mismo espacio. Similar resultado fue registrado por Biffi *et al.*(47), al identificar a cinco monogeneos presentes en las branquias de *Osteoglossum bicirrhosum*, colectados de la Reserva Nacional Pacaya Samiria.

Las características observadas de los monogeneos en este estudio son similares a lo reportado por Kritsky *et al.*(37) para *Anacanthorus spathulatus*, Belmont-Jegú *et al.*(48) para *Mymarothecium janauchensis* y Kritsky *et al.*(49) para *Mymarothecium* sp.

En la literatura científica se ha descrito a 10 especies de monogeneos del género *Mymarothecium*, *Mymarothecium dactylosum*, *Mymarothecium galeolum*, *Mymarothecium perplanum*, *Mymarothecium whittingtoni*(49), *Mymarothecium viatorum*, *Mymarothecium boegeri*(50), *Mymarothecium ianwhittingtoni*(51), *Mymarothecium peruvianus* y *Mymarothecium tambopatensis* (23), de las cuales las tres últimas han sido descritas en Perú. El monogeneo *Mymarothecium* sp. registrado en este estudio se asemeja a *Mymarothecium peruvianus* de las 10 especies descritas para *Colossoma macropomum*, por la forma de ganchos, complejo copulador, forma de la barra ventral, pero con diferencia de la forma de la barra dorsal, siendo en forma de V en *Mymarothecium peruvianus* y en forma de U en *Mymarothecium* sp., lo

que significa que el monogeneo podría ser una nueva especie, planteándose la hipótesis de que existen nuevas especies de monogeneos, que aún no han sido descritas para *Colossoma macropomum* en el Perú.

Referente al protozooario *Piscinoodinium pillulare*, las características observadas en esta estudio son similares a lo mencionado por Noga y Dezon (52,53), siendo la fase parasitaria el trofote, la cual tiene un órgano de fijación llamado rizoides, que le sirven de fijación (52) y nutrición (53).

En este estudio los peces infestados por *Piscinoodinium pillulare* presentaban un color verde-amarillento en la superficie del cuerpo; además las branquias presentaban un color rojo opaco. A pesar del elevado número de trofontes de *Piscinoodinium pillulare* no se registraron mortalidades en los peces del CP4; posiblemente la proliferación de este protozooario estaba en la fase de inicio. La presencia de *Piscinoodinium pillulare* en cultivo de *Colossoma macropomum* tiene que ser monitoreada constantemente, debido a la alta patogenicidad que presenta; como lo refutan los casos reportados en Brasil, donde se ha registrado mortalidades de 1.2% (18 especímenes de 1500 sembrados), 58.57% (4100 especímenes de 70000 sembrados) (15), 84% (420 especímenes de 500 sembrado) y 90% (1800 especímenes de 2000 sembrados). Asimismo, en el Perú, Arbildo *et al.*, registran mortalidad del 30% en juveniles de *Colossoma macropomum* y en Colombia Verján *et al.*(14) registran que el 33% de los casos brotes de enfermedades en el cultivo de *Piaractus brachyomus* fue producida por el dinoflagelado *Piscinoodinium* sp.



En este estudio, los índices parasitarios determinados para los ectoparásitos fueron diferentes para cada centro piscícola, variando de acuerdo a la especie de ectoparásito; esta diferencia puede estar relacionada por las condiciones de manejo que se venían dando en el cultivo al momento de la colecta de los peces y por las características de cada centro piscícola, las cuales posiblemente contribuyeron a la proliferación de los ectoparásitos (cuadro 1).

A nivel de especie de monogéneos, *Anacanthorus spathulatus* estuvo presente en todos centros piscícolas, con valores elevados de índice parasitarios. Siendo la prevalencia diferente a lo reportado por Arbildo *et al.*(9), quienes registraron para *Anacanthorus spathulatus* y *Notozothecium janauchensis* prevalencia de 55% y para *Mymarothecium* sp.1 prevalencia de 60%, en juveniles de *Colossoma macropomum* colectados en la región Loreto; Soberon *et al.*,<sup>(47)</sup> quienes registraron para *Anacanthorus spathulatus* prevalencia de 27.8%, y Cayulla(23) quien reporta prevalencia de 64.3% y 28.2% para *Anacanthorus spathulatus* y *Mymarothecium janauchensis* en juveniles de *Colossoma macropomum* y prevalencia de 14.3% en juveniles de *Piaractus brachipomus* colectados de Madre de Dios. La diferencia de los valores de los índices parasitarios de los autores mencionados y de nuestro estudio, podría deberse al manejo que recibían los peces durante el tiempo de ejecución de las investigaciones.

Referente al protozoario *Piscinoodinium pillulare*, registró una baja prevalencia (8.33%, n=84 peces), pero valores elevados de abundancia (41439 trofontes), intensidad media (5919.86 parásitos/ pez infestado) y abundancia media (1973.29 pez/analizado) a comparación de los tres monogéneos. La diferencia de índices parasitarios de los monogéneos y el

protozoario, puede estar relacionado por el ciclo de vida directo que presenta los ectoparásitos, siendo favorecida por la baja calidad del agua y las condiciones sanitarias del ambiente de cultivo(19). Los monogeneos tienen reproducción ovípara y pueden reproducirse en menos de un día en condiciones favorables o en cinco días en condiciones normales(54); recientemente se ha reportado que los huevos del monogeneo *Dawestrema cycloancistrum* eclosionan después de 72 horas, a una temperatura de 29 a 32 °C y 96 horas a temperatura de 24 °C(55), Mientras que *Piscinoodinium pillulare* se reproducen entre 2 – 3 días, a temperaturas de agua entre 23 a 25°C(53) y producen de 128 a 256 tomites (56).

Por otro lado, la prevalencia de los parásitos está influenciada por factores externos tales como: el encuentro entre hospedadores y etapas infectivas de los parásitos, entre otros(57). Posiblemente esto haya sucedido en los centros piscícolas, debido a la densidad de siembra de los peces en los estanques (CP1= 2 peces/m<sup>2</sup>, CP2= 1pez/m<sup>2</sup>, 1.5 pez/ m<sup>2</sup> y CP4 =0.8 pez/m<sup>2</sup>), favoreciendo a los ectoparásitos, principalmente a los monogeneos para que puedan infestar a otros peces.

En este estudio la no correlación entre el peso y talla de juveniles de *Colossoma macropomum* con la abundancia de ectoparásitos, podría atribuirse a las condiciones de manejo que se venían dando a los peces en los centros piscícolas, durante el tiempo de ejecución de este estudio.

Nuestro resultado de correlación no coincide con lo registrado por Caballero (27), quien registra una correlación negativa entre el peso y longitud con la abundancia de monogeneos, en juveniles *Colossoma macropomum* cultivado

en la carretera Yurimaguas- Tarapoto, en Yurimaguas; con Aragot(58), quien registra en Venezuela una correlación positiva entre el peso ( $r = 0.455$ ) y longitud ( $r = 0.455$ ) con la abundancia de *Anacanthorus spathulatus* y *Linguadactyloides brinkmanni*, colectado en *Colossoma macropomum*; y con Gonzales *et al.*, (17) quienes registran una correlación del peso y longitud de alevinos de *Colossoma macropomum* con la abundancia de los monogeneos. Esta diferencia de resultados puede estar relacionado, a la heterogeneidad de las tallas y pesos de *Colossoma macropomum*, a las condiciones de manejo, lugar de colecta; asimismo, pudiera existir otros factores, como los aspectos de especificidad parasitaria, fisiología de cada pez y el sexo, quienes posiblemente contribuyen a la abundancia de ectoparásitos. Según la literatura los parásitos de ciclo directo, como los monogeneos, la relación que existe con el tamaño de los hospederos está influenciado por el grado de especialización de los órganos de fijación de los parásitos y por la disponibilidad de las formas infectantes a determinadas formas de poblaciones de hospederos (49).

Los resultados diferentes de correlación de los parámetros físicos- químicos del agua de los estanques de donde procedían los peces con la abundancia de los ectoparásitos de este estudio, se atribuyen a la densidad de siembra, tipo de alimentación, tamaño de estanque, tiempo de cultivo y recambio de agua de los estanques; quienes posiblemente dieron condiciones para la proliferación de los ectoparásitos. Asimismo, la fecha y hora diferente utilizadas en los registros de los datos físicos-químicos de los estanques, posiblemente contribuyeron a los resultados de correlación de estudio. Cabe mencionar que en este estudio la colecta de los peces y el registro de los

parámetros físicos-químicos del agua se realizaron quincenalmente, teniendo como duración entre uno a dos horas por cada centro de piscícola. Por otro lado, al cultivarse *Colossoma macropomum* en densidades de 50 y 100 m<sup>3</sup> registraron diferencia en los índices parasitarios, atribuyéndose a la densidad de siembra, quien haya influenciado en la proliferación de los parásitos.

Los resultados de correlación del centro piscícola CP4, indican que cuando se incrementa la temperatura (°C), dióxido de carbono (mg/L) y amonio (mg/L), la abundancia de los ectoparásitos aumenta, y cuando se incrementa pH (UI), oxígeno disuelto (mg/L) la abundancia de los ectoparásitos disminuyen. Coincidiendo con Gonzales(28), quien registra correlación positiva entre la abundancia de monogeneos y la temperatura del agua, pero difiriendo con Batista y Boijink (58), quienes registran que el oxígeno disuelto, pH, temperatura, amonio, alcalinidad y dureza no influyen en la abundancia de los monogeneos, al evaluar la incidencia de monogeneos en *Colossoma macropomum* criados en viveros escavados, en Brasil. Según la literatura, la densidad de siembra (59) y la mala calidad del agua (60) en los estanques de cultivos dan condiciones para una proliferación de ectoparásitos

El manejo adecuado en el cultivo de *Colossoma macropomum*, con una buena calidad de agua, alimentación adecuada, según el estadio, y el monitoreo de la calidad del agua, ayudarán a prevenir la proliferación de ectoparásitos, disminuyendo la mortalidad y pérdidas económicas en los centros de cultivo de eje de la carretera Iquitos-Nauta.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Los juveniles de *Colossoma macropomum* fueron infestado por tres monogeenos: dos a nivel de especies (*Anacanthorus spathulatus* y *Notozothecium janauachensis*) y uno a nivel de género (*Mymarothecium* sp.), presentes en branquias; asimismo, por un protozooario (*Piscinoodinium pillulare*), presente en piel, aletas y branquias.
2. Los índices parasitarios fueron diferentes en cada centro piscícola y para cada especie de ectoparásito, siendo el monogeneo *Anacanthorus spathulatus* el que tuvo mayor prevalencia (100%), registrándose en todos los centros piscícolas; mientras que, el protozooario *Piscinoodinium pillulare*, tuvo mayor abundancia (41 439 individuos), intensidad media (5 919. 86 *P. pillulare*/pez infestado) y abundancia media (493.32 *P. pillulare*/pez analizado), estando presente en un centro piscícola (CP4).
3. La abundancia de los ectoparásitos no estuvo influenciada por la longitud de los juveniles de *Colossoma macropomum* procedentes de los centros piscícolas CP1, CP2 y CP4, a excepción del centro piscícola CP3, donde la longitud de los peces influenció en la abundancia de los ectoparásitos. La abundancia de los ectoparásitos no estuvo influenciada por el peso.
4. La abundancia de los ectoparásitos no estuvo influenciada por los parámetros físicos-químicos (temperatura, oxígeno disuelto, dióxido de

carbono y amonio) del agua, en los estanques de tres centros piscícola (CP1, CP2 y CP3), a excepción del centro piscícola CP4, donde los parámetros si influyeron en la abundancia de los ectoparásitos.

## CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios con mayor número peces, centros piscícolas y mayor tiempo de ejecución, analizándose alevinos y juveniles de *Colossoma macropomum*.
2. Realizar estudios sobre incidencia de *Piscinoodinium pillulare* en diferentes estadios y fases de cultivo de *Colossoma macropomum*, en el eje de la carretera Iquitos - Nauta.
3. Realizar estudios sobre el control del protozoario *Piscinoodinium pillulare* y del monogeneo *Anacanthorus spathulatus* en *Colossoma macropomum*.

## CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Garcia Davila Carmen Rosa, Sánchez Riveiro Homero, Flores Silva Mayra Almendra, Mejia de Loayza Jose Eduardo, Angulo Chavez Carlos Alberto Custodio, Castro Ruiz Diana, et al. Peces de consumo de la Amazonía peruana. 2018. Iquitos, Perú; 2018. 218 p.
2. A G, S T, G V, F D. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiol Biochem* [Internet]. 2009 Mar [cited 2021 Aug 2];35(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19189235/>
3. García A, Vargas G, Tello S, Duponchelle F. Desembarque de pescado fresco en la ciudad de Iquitos, región Loreto Amazonía peruana. 2012;21(1–2):45–52.
4. Chu Koo F, Alcantara Bocanegra F. De la selva su acuicultura. *Perú Económico*. 2007;30(1):11–2.
5. PRODUCE. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2019 [Internet]. 2020 [cited 2021 Jul 22]. Available from: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oeo-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/949-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2019>
6. Mathews DP, Malta JCO, Ismiño OR, Chu KFW, Silva ALG, Tello MS. Metazoarios parásitos de paiches adultos, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae), cultivados en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*. 2007;16(1–2):63–8.
7. Dezon De Fogel DE, Fuentes Zambrano JL, Gonzales I. Parasitosis en *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae) cultivado, ocasionada por los protozoos *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) y *Piscinoodinium pillulare* (Schaperclaus). *Agrobiología*. 2004;16(1):3–8.
8. Pavanelli G. C, Eiras J. C, Takemoto R. M. Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento. Maringá, Ed. Universidade Estadual de Maringá. 1999;264.
9. Arbildo-Ortiz H, López Marín P, Mori Freitas M, Chu-Koo F. Monogeneos En alevinos y juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* procedentes de acuicultura, Loreto-Perú. In: LACQUA-SARA [Internet]. Lima-Perú; 2016. Available from: <https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=44569>
10. Delgado PM, Delgado JPM, Arenas JV, Orbe RI. Infestación masiva por *Perulernaea gamitanae* (Crustacea Cyclopoida: Lerneidae) en juveniles de gamitana, cultivados en la Amazonia peruana. *Vet México*. 2011;42(1):59–64.
11. Arbildo-Ortiz H, Alvez-Robledo J, Silva de Souza AK. *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Lerneidae) en juveniles de *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalmidae) en cultivo semi-intensivo en Loreto, Perú. *Rev Investig Vet Perú*. 2019 Jan;30(1):350–6.
12. Murrieta Morey G, Bravo Aliano AM, Díaz Medina MA, Zumaeta Cachique JC. Mortality Of *Colossoma Macropomum* (Actynopterygii, Serrasalmidae) By



Infestation Of *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliata, Ichthyophthiriidae) In A Fish Farm, Loreto, Peru. *Neotropical Helminthology*. 2018;12(2):179–86.

13. Arbildo Ortiz H, Alvez Robledo J, Chuquipiondo Guardia C, Silva de Souza AK. Primer registro de infestación de *Piscinoodinium pillulare* (Dinoflagellida) en juveniles de *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae) en cultivo semi-intensivo en Loreto, Perú | Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2020;31(3):e16662.
14. Verján N, C I, Rey A, Eslava P. Estudio de brotes de enfermedades en la cachama blanca *Piaractus brachypomus*: Diagnóstico y caracterización. *Rev Med Vet Zoot*. 48:48–56.
15. Sant’Ana F, Oliveira S, Rabelo R, Vulcani V, Silva S, Ferreira J. Surtos de infecção por *Piscinoodinium pillulare* e *Henneguya* spp. em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados intensivamente no Sudoeste de Goiás. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2012;32(2):121–5.
16. Bances K, Arbildo H, Ruiz A, Pizango G, Cubas-Guerra R, Del Aguila M. Índices parasitarios en larvas, poslarvas y alevinos de *Colossoma macropomum* (gamitana) en estanques del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Conocimiento amazónico*. 2013;4:107–13.
17. Fernández CH, Gonzales A, Ismiño R, Pizango G. Abundancia de monogéneos en alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae), cultivados en estanques de tierra. *Memoria Institucional del IIAP*. 2014.
18. Alcántara-Bocanegra F, Verdi-Olivares L, Murrieta-Morey G, Rodríguez-Chu L, Chu-Koo F, Del Águila-Pizarro M. Parásitos de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) cultivados en el C.I. Quistococha, Loreto, Perú. *Ciencia Amazonica*. 2015;5(1):42–9.
19. Dias MKR, Neves LR, Marinho R das GB, Pinheiro DA, Tavares-Dias M. Parasitismo em tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*. 2015;45(2):231–8.
20. Luque J, Cruces C, Chero J, Paschoal F, Alves P, Silva A, et al. Metazoan Parasites of Fishes from Peru. *Neotropical Helminthology*. 2016;10(2):301–75.
21. Marques Mendes T, Murrieta Morey GA. First record of *Neogergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda: Cyclopioda) infecting a fishes species in south america. *Folia Amazonica*. 2019;27(1):111–7.
22. San’t Ana F, Oliveira S, Rabelo R, Valcimir V, Silva S, Junior Ferreira J. Surtos de infecção por *Piscinoodinium pillulare* e *Henneguya* spp. em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados intensivamente no Sudoeste de Goiás. *Pes Vet Bras*. 2012;32(2):121–5.
23. Cayula Quispe DB. Identificación de monogéneos en juveniles de *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Piaractus brachypomus* “paco” procedentes del distrito de Tambopata, Madre de Dios [Tesis de Pregrado]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.

24. Murrieta Morey GA, Bravo Aliano AM, Guerra Grandez FA. New species of Dactylogyridae Bychowsky, 1933 infecting the gills of *Myloplus schomburgkii* (Jardine) and *Colossoma macropomum* (Cuvier) in the Peruvian Amazon. *Syst Parasitol.* 2019;96:511–9.
25. Aragort W. Parasitismo por tremátodos monogénicos branquiales en cachamas, *Colossoma macropomum* bajo condiciones de cultivo. [Tesis de Maestría]. [Maracay, Venezuela]: Universidad Central de Venezuela (UCV); 1994.
26. Dinis Vásquez NZ. Índices parasitarios en larvas, post larvas y alevinos de *Piaractus brachypomus* “Paco” en relación a los factores ambientales, en el Centro de Investigaciones Quistococha del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos-Perú [Tesis de Maestría]. [Iquitos-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2004.
27. Caballero Pozo W. Parámetros físico-químicos del agua en relación con el estado sanitario de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* en cultivo, en el eje de la carretera Yurimaguas–Tarpoto. Provincia de Alto Amazonas [Tesis Pregrado]. [Yurimaguas-Loreto-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2014.
28. Gonzales Flores APP. Abundancia de monogéneos en juveniles de *Myloplus schomburgkii* “banda negra” (Pisces: Serrasalminidae), cultivados en estanques de tierra del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Iquitos–Perú, 2015 [Tesis Pregrado]. [Iquitos-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2017.
29. Lauzanne L, Loubens G. Peces del río Mamoré. I'Orstom. Paris: Travaux et Documents; 1985. 113 p.
30. Martínez Espinoza M. El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América latina. Santiago, Chile: FAO; 1984 p. 47. (Serie RLAC/84/41-PES 5).
31. Reichenbach-Klinke H. Enfermedades de los peces. 2 a ed. España: Acriba; 1982. 524 p.
32. Smith S, Roberts H. Parasites of fish. In: Fundamentals of ornamental fish health. 1st ed. USA: Wiley-Blackwell; 2010. p. 102–13.
33. Thatcher VE. Amazon fish parasite. 2nd ed. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers; 2006. 508 p.
34. Dias MKR, Neves LR, Marinho R das GB, Pinheiro DA, Tavares-Dias M. Parasitismo em tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica.* 2015;45(2):231–8.
35. Dias MKR, Marinho RGB, Tavares-Dias M. Parasitic infections in tambaqui from eight fish farms in Northern Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2015;67(4):1070–6.
36. Dezon De Fogel DE, Fuentes Zambrano JL, Gonzales I. Parasitosis en *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae) cultivado, ocasionada por los

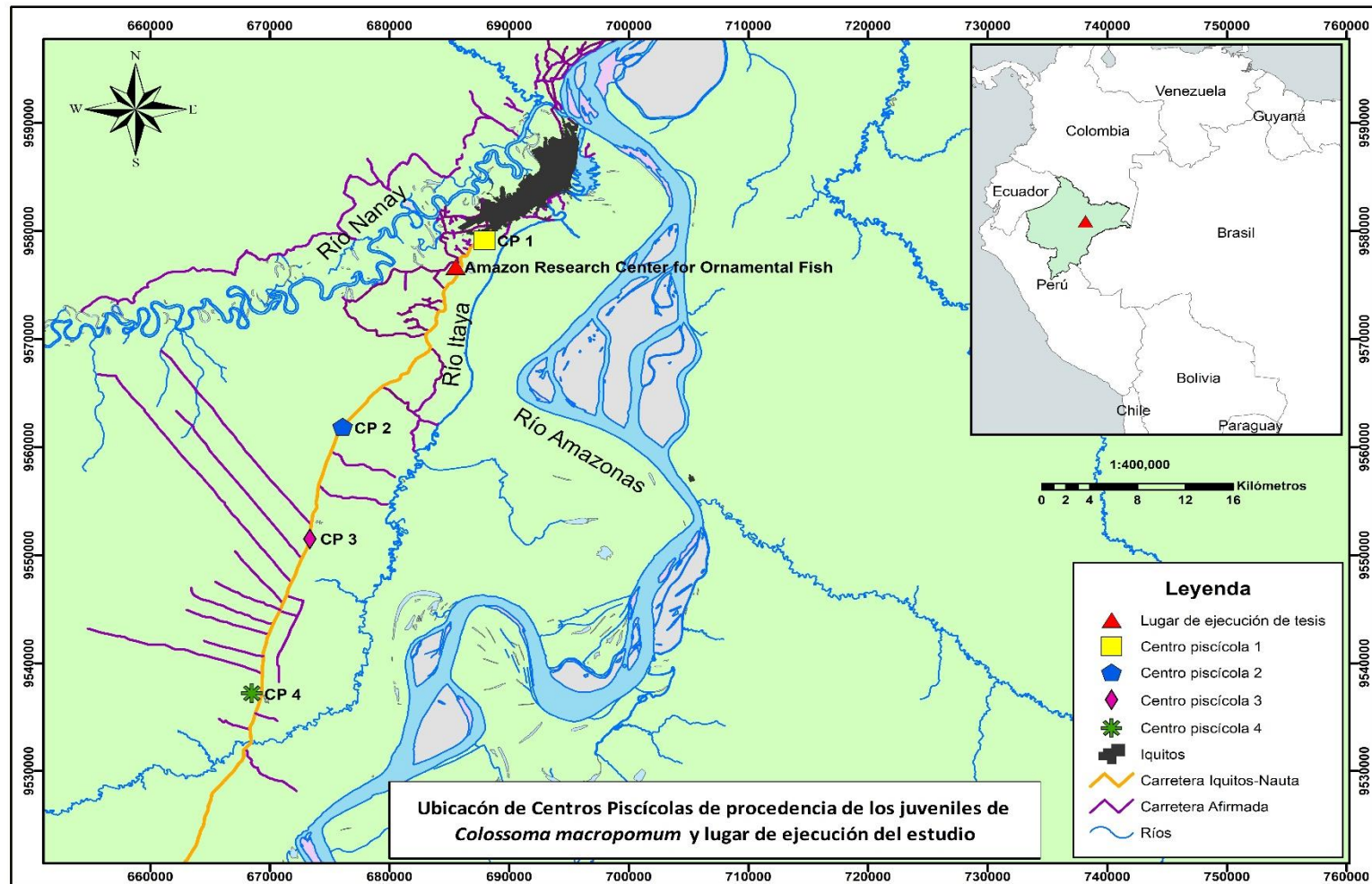
protozoos *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) y *Piscinoodinium pillulare* (Schaperclaus). *Agrobiología*. 2004;16(1):3–8.

37. Noga EJ. *Fish disease: diagnosis and treatment*. 2nd ed. USA: Mosby Year Book; 2010. 367 p.
38. Bush AO, Lafferty KD, Lotz J, Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms. *Journal of Parasitology*. 1997; 83(4):575–83.
39. Cruz-Reyes A, Camargo-Camargo B. *Glosario de términos en parasitología y ciencias afines*. 1 era ed. Mexico: Plaza y Valdez; 2001. 347 p.
40. FONDEPES. *Manuel de cultivo de gamitana en ambientes convencionales*. Lima-Perú, 2009.
41. Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. *Método de estudio y técnica laboratoriales en parasitología de peces*. Zaragoza (España): Acribia; 2003.
42. Amato J, Boeger W, Amato S. *Protocolo para Laboratório-coleta e processamento de parasitos do pescado*. 1ra ed. São Paulo; 1991. 81 p.
43. Thatcher VE. *Amazon fish parasite*. 2nd ed. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers; 2006. 508 p.
44. Cohen SC, Justo MC., Kohn A. *Justo South American monogeneoid parasites of fishes, amphibians and reptiles*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). 2013;
45. Murrieta Morey GA, Bravo Aliano AM, Guerra Grandez FA. New species of Dactylogyridae Bychowsky, 1933 infecting the gills of *Myloplus schomburgkii* (Jardine) and *Colossoma macropomum* (Cuvier) in the Peruvian Amazon. *Systematic Parasitology*. 2019;
46. Šimková O. Specificity and specialization of congeneric monogeneans parasitizing cyprinid fish. *Evolution*. 2006; 60:1023–37.
47. Biffi García C, Ruiz Arce A, Arbildo Ortiz H, Duponchelle F, Murrieta Morey GA. Ectoparasitos asociados a las branquias de la arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) procedentes de la cocha el Dorado (Reserva Nacional Pacaya Samiria), Amazonía peruana. *Folia Amazónica*. 2018;27(1):91–9.
48. Belmont-Jégu E, Domingues (Marcus Vinicus, Martins ML. *Notozothecium janauachensis* n. sp. (Monogeneoidea: Dactylogyridae) from wild and culture tambaqui, *Colossoma macropomum* (Teleostei: Characidae: Serrasalminidae) in Brazil. *Zootaxa*. 2004;736:1–8.
49. Kristsky D., Boeger W., Jégu M. Neotropical Monogeneoidea. 28. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalminidae) from Brazil and French Guiana: species of *Notozothecium* Boeger and Kristsky, 1988, and *Mymarothecium* gen. n. *J Helminthol Soc Wash*. 1996; 63:153–75.
50. Cohen SC, Kohn A. A new species of *Mymarothecium* and new host and geographical records for *M. viatorum* (Monogenea: Dactylogyridae), parasites of freshwater fishes in Brazil. 2005; 52:307–10.

51. Leão MS., Justo MC., Bueno G., Cohen S., São Clemente S. Parasitism by Monogeneoidea in *Piaractus mesopotamicus* (Characiformes, Characidae) cultivated in Paraná River (Brazil). *Braz J Biol.* 2017;77(4):787–93.
52. Dezon De Fogel DE, Fuentes Zambrano JL, Gonzales I. Parasitosis en *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae) cultivado, ocasionada por los protozoos *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) y *Piscinoodinium pillulare* (Schaperclaus). *Agrobiología.* 2004;16(1):3–8.
53. Noga EJ. Fish disease: diagnosis and treatment. 2nd ed. USA: Mosby Year Book; 2010. 367 p.
54. Flores J, Flores R. Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. *Téc Perú Mex.* 2003;41(2):175–92.
55. Maciel PO, Muniz CR, Alves RR. Eggs hatching and oncomiracidia lifespan of *Dawestrema cycloancistrum*, a monogenean parasitic on *Arapaima gigas*. *Vet Parasitol.* 2017 Nov;247:57–63.
56. Lom J, Dykova I. Protozoan parasites of fishes. Elsevier Science Publishers; 1992. (Developments in Aquaculture and Fisheries Science).
57. Poulin R. Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *International Journal for Parasitology.* 2006;36:877–855.
58. Aragort W, Morales G, Leon E, Pino A, Gillen A, Silva M. Patologías asociadas a monogeneos branquiales en cachama bajo cultivo. *Veterinaria Trop.* 2002;27(2):75–8.
59. Cressey R, Collette B. Copepods and needlefishes: A study in host-parasite relationships. *Fish Bull.* 1970;347–432.
60. Vargas M, Sandoval N, Casas E, Pizango G, Manchego A. Parásitos y lesiones histopatológicas en branquias de gamitanas (*Colossoma macropomum*) juveniles bajo crianza semiintensiva. *Rev Inv Vet Perú.* 2015; 26(4):577-86.

# **ANEXOS**

Anexo 1: Ubicación de zonas de colecta de muestras biológicas y lugar de ejecución del estudio



## Anexo 2. Colecta del material biológico



Captura con red de pesca

Captura con anzuelo



Acondicionamiento de los peces

## Anexo 3. Registro de la calidad de agua de los estanques de procedencia de los juveniles de *Colossoma macropomum*



**Anexo 4. Calidad de agua de los cuatro centros piscícolas, del eje de la carretera Iquitos-Nauta.**

Centro piscícola /muestreo		Temperatura (°C)	pH (UI)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Dióxido de carbono (mg/L)	Amonio (mg/L)
CP1	M1	28.5	7.1	4.3	8	0.2
	M2	32	7.3	5	7	0.4
	M3	28	7.7	4.2	10	0.2
	Promedio	29.50 ± 2.18 <sup>a</sup>	7.37 ± 0.31	4.50 ± 0.44	8.33 ± 1.53	0.27 ± 0.12
CP2	M1	27.5	6.1	3	22	0.3
	M2	28	6.6	1.4	14	0.4
	M3	28	7.8	4.4	10	0.4
	Promedio	27.83 ± 0.29 <sup>a</sup>	6.83 ± 0.87	2.93 ± 1.50	15.33 ± 6.11	0.37 ± 0.06
CP3	M1	29	7.3	4	10	0.4
	M2	32	7.7	2.8	9	0.5
	M3	29	7.5	5	8	0.2
	Promedio	30.00 ± 1.73 <sup>a</sup>	7.50 ± 0.20	3.93 ± 1.10	9.00 ± 1.00	0.37 ± 0.15
CP4	M1	29	6.3	5	6.4	0.4
	M2	28.7	6.4	4	7	0.4
	M3	30	6.2	3.8	10	0.5
	Promedio	29.23 ± 0.68 <sup>a</sup>	6.30 ± 0.10	4.27 ± 0.64	7.80 ± 1.93	0.43 ± 0.06

**Anexo 5. Necropsia de los peces (derecha) y evaluación biométrica (izquierda)**





**Anexo 6. Valores de biometría de los juveniles de *Colossoma macropomum*, según centro piscícola, del eje de la carretera Iquitos-Nauta.**

N° de pez	Centro piscícola CP1		Centro piscícola CP2		Centro piscícola CP3		Centro piscícola CP4	
	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso (g)
1	26	398	29	452	24	260	25	360
2	22	382	31	598	20	300	29	500
3	21	434	27	385	21	278	24	276
4	22	378	32	694	18	250	26	354
5	25	370	29	519	24	360	24	367
6	27	400	30.5	553	24	278	24	256
7	26	450	30	534	21	290	26	334
8	28	560	32	560	36	700	35	800
9	31	578	34	1200	33	600	32	400
10	26	576	38	890	28	645	30	360
11	28	530	34	860	32	730	31	500
12	30	580	32	945	38	800	28	320
13	28	548	38	1000	34	730	32	450
14	29	578	36	9460	31	593	28	300
15	26	467	35	722	30	654	30	645
16	26	480	37	666	34.5	963	30	410
17	27	470	35	762	30	606	24	288
18	25	469	35	830	27.5	501	27.2	370
19	27	478	36	977	31.5	679	27	470
20	28	465	37	749	36	977	30	535
21	26	470	33	700	35.5	691	22	230
Rango	21-31		27-38		18 -38		22-35	

**Anexo 7. Preservación de muestras de branquias de juveniles de *Colossoma macropomum***

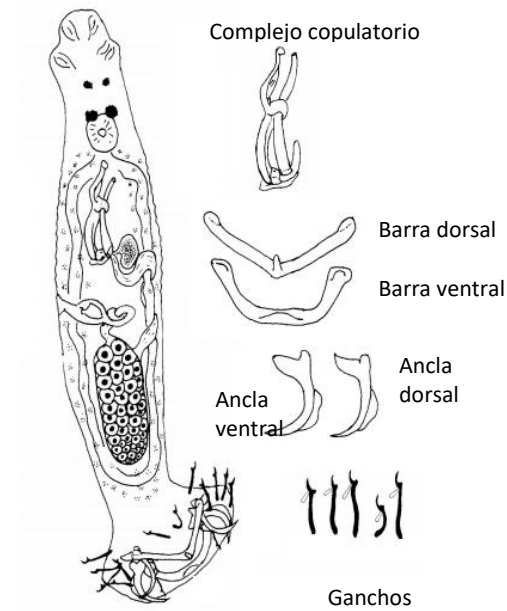
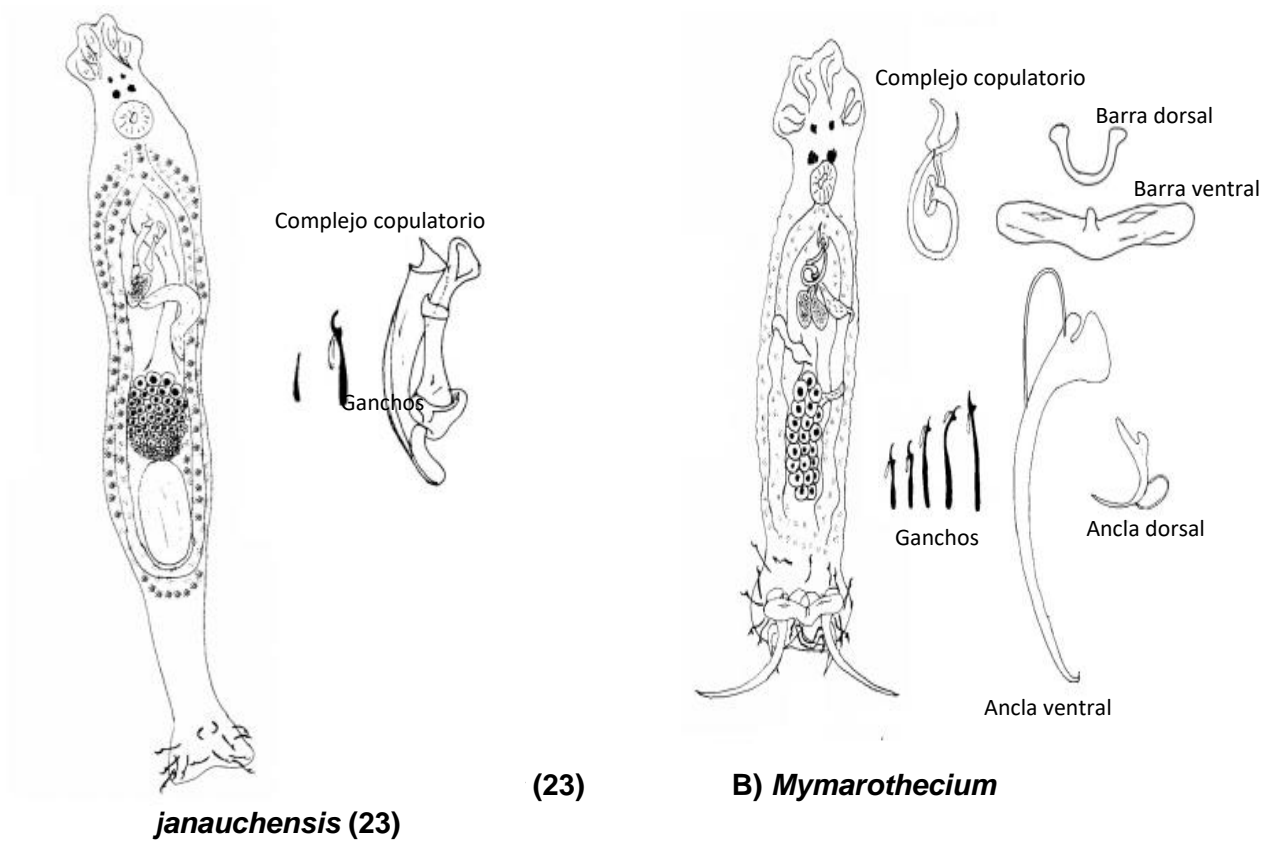


**Anexo 8.** Especie de parásito y su abundancia, según centro piscícola

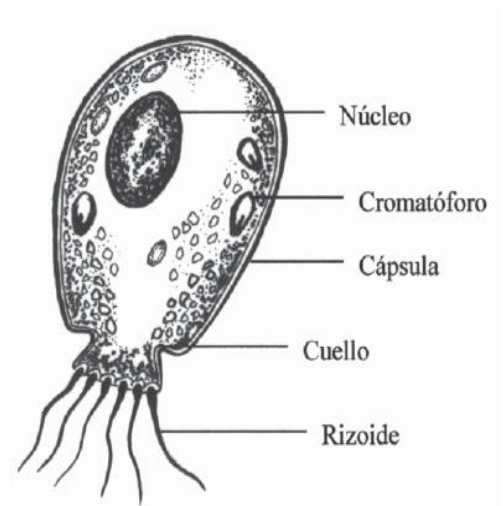
N° de pez	Centro Piscícola 1 (CP1)				Centro Piscícola 2 (CP2)				Centro Piscícola 3 (CP3)				Centro Piscícola 4 (CP4)				
	A s	N j	M b	Total	A s	N j	M b	Total	A s	N j	M b	Total	A s	N j	M b	P p	Total
1	67	28	29	124	55	43	0	98	45	19	21	85	45	19	18	0	37
2	77	35	0	112	60	0	0	60	50	33	32	115	35	33	0	0	33
3	85	34	34	153	59	70	18	147	34	37	0	71	34	47	0	0	47
4	70	36	0	106	67	34	23	124	36	54	0	90	36	0	0	0	0
5	64	31	21	116	69	41	23	133	43	0	28	71	43	42	15	0	57
6	65	33	23	121	75	30	12	117	33	18	26	77	33	0	0	0	0
7	73	24	0	97	24	56	11	91	50	24	33	107	45	24	0	0	24
8	59	28	0	87	66	0	12	78	45	24	0	69	45	17	0	0	17
9	68	34	25	127	70	37	28	135	28	26	24	78	43	26	6	0	32
10	75	36	24	135	56	33	15	104	56	44	33	133	49	15	0	0	15
11	68	61	24	153	59	29	0	88	59	0	0	59	26	29	0	0	29
12	64	0	0	64	65	54	0	119	52	17	0	69	50	17	0	0	17
13	65	34	0	99	66	0	0	66	44	24	0	68	34	37	28	0	65
14	70	29	33	132	57	40	26	123	34	20	0	54	40	0	32	0	32
15	65	22	34	121	50	0	0	50	47	32	0	79	47	15	0	5690	5705
16	68	34	25	127	53	36	0	89	53	36	0	89	53	35	33	6493	6561
17	66	34	0	100	54	38	0	92	44	38	0	82	44	0	28	5602	5630
18	64	63	0	127	60	32	17	109	47	56	34	137	47	40	0	4523	4563
19	68	0	0	68	67	43	22	132	46	0	36	82	33	0	0	6439	6439
20	64	35	0	99	59	33	32	124	54	33	0	87	54	15	0	7239	7254
21	65	37	30	132	54	52	14	120	37	28	0	65	37	28	24	5453	5505
Total	1430	668	302	2400	1245	701	253	2199	937	563	267	1767	873	439	184	41439	42062

**Leyenda:** As= *A. spathulatus*, Aj *N. janauachensis*, Mb *M. Mymarothecium boegeri* y Pp= *Piscinoodinium pillulare*.

**Anexo 9. Esquemas utilizados en la identificación de los ectoparásitos presentes en este estudio**



**C) *Mymarothecium peruvianus* (23)  
(36)**



**D) *Piscinoodinium pillulare***