

ARTÍCULO ORIGINAL

# PARASITOSIS DE *Orestias* DEL LAGO TITICACA EN CORRELACIÓN CON LOS FACTORES FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

## PARASITOSIS OF *Orestias* OF LAKE TITICACA IN CORRELATION WITH PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL FACTORS

Germán Mamani Uturunco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Puno Av. Floral 1153.

### RESUMEN

Se determinó parasitosis de *Orestias* del lago Titicaca en correlación con los factores físicoquímicos y bacteriológicos, por sus prevalencias de ecto y endoparásitos que afectan su desarrollo. Los objetivos específicos fueron: Determinar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas en las localidades de Olla (distrito de Juli), Chimu (distrito de Puno) y Llachón (distrito Capachica). La metodología se desarrolló mediante el análisis y la descripción de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos; se muestreó 420 ejemplares de *Orestias* distribuidos en *Orestias luteus* 204, *Orestias agassii* 111 y *Orestias ispi* 105 peces para el análisis de parasitismo y correlación entre la evaluación de la calidad del agua y el nivel de parasitismo de los peces se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos en las aguas de las localidades de Olla, Llachón y Chimu registraron valores promedios: temperatura de 15,89 °C, oxígeno disuelto de 6,38 mg/L, pH de 8,58, DBO<sub>5</sub> de 7,11 mg/L, fósforo total de 0,23 mg/L, nitratos de 0,038 mg/L y los coliformes termotolerantes en 49,89 NMP/100 mL. Con respecto al parasitismo se encontró que el 20,6% de *O. luteus* presentó parásitos, de similar modo el 28,8 % de *O. agassii* y el 50,5 % de *O. ispi*; sin embargo, no existió correlación significativa con la mayoría de las variables; siendo NO<sub>3</sub> la variable que más consistencia presentó en el análisis. Se concluye que el grado de parasitismo en el género *Orestias* no está determinado por la calidad de agua.

**Palabras clave:** ECAs, *Orestias*, parámetros físicoquímicos y bacteriológicos, parasitismo, Titicaca.

### ABSTRACT

Parasitosis of *Orestias* from Lake Titicaca was determined in correlation with physicochemical and bacteriological factors, for their prevalence of ecto- and endoparasites that affect their development. The specific objectives were: To determine the physicochemical and bacteriological parameters of the waters in the localities of Olla (Juli district), Chimu (Puno district) and Llachón (Capachica district). The methodology was developed through the analysis and description of physicochemical and bacteriological parameters; 420 specimens of *Orestias luteus* 204, *Orestias agassii* 111 and *Orestias ispi* 105 fish were sampled for the analysis of parasitism and correlation between the evaluation of water quality and the level of fish parasitism was determined by Pearson's correlation coefficient. The results of the physicochemical parameters in the waters of Olla, Llachón and Chimu registered average values: temperature of 15,89 °C, dissolved oxygen of 6,38 mg/L, pH of 8,58, BOD<sub>5</sub> of 7,11 mg/L, total phosphorus of 0,23 mg/L, nitrates of 0,038 mg/L and thermotolerant coliforms of 49,89 NMP/100 mL. With respect to parasitism, it was found that 20,6 % of *O. luteus* presented parasites, similarly 28,8% of *O. agassii* and 50,5 % of *O. ispi*; however, there was no significant correlation with the majority of the variables; NO<sub>3</sub> was the variable that presented the most consistency in the analysis. It is concluded that the degree of parasitism in the genus *Orestias* is not determined by water quality.

**KeyWords:** ECAs, *Orestias*, physicochemical and bacteriological parameters, parasitism, Titicaca.

\*Autor de correspondencia: [huancanepuno@gmail.com](mailto:huancanepuno@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-7594-4864>



## INTRODUCCIÓN

El lago Titicaca es el segundo lago más grande y navegable de Sudamérica ( $15^{\circ}13' - 16^{\circ}36' S$ ,  $68^{\circ}34' - 70^{\circ}02' W$ ) con una superficie de 8,400 km<sup>2</sup> y un volumen de 930 km<sup>3</sup>, localizado a una altitud de 3,810 msnm (Paredes & Gonfiantini 1999; Chura-Cruz *et al.* 2013). Los más importantes desembarques de “carachi gris” en la parte peruana del lago, ocurren en las localidades de Barco y Los Uros de la bahía de Puno, Ramis en la zona norte del lago, Juli y Villa Ccama en la zona sur e isla Anapia en el Lago Pequeño; las mismas que fueron seleccionadas para el muestreo biológico de los desembarques (Chura-Cruz *et al.* 2013).

Los estudios ambientales y biológicas del género *Orestias* son escasos según Ibañez *et al.* (2014), siendo las más estudiadas *O. agassii*, *O. luteus*, *O. pentlandii* y *O. ispi*, que la mayor parte del trabajo proviene de la literatura gris en tesis e informes inaccesibles (De La Barra *et al.* 2020). Los resultados del estudio sobre cuatro especies de *Orestias* están de acuerdo con las expectativas teóricas de adaptación morfológica a la dieta (Maldonado *et al.* 2009). Para cada uno de ellos se determinó la prevalencia, intensidad media, abundancia media y rango (Chirivella-Matorell *et al.* 2013). La comunidad íctica varía su abundancia en respuesta a los cambios de los factores físico-químicos (Bistoni *et al.* 1999).

Los peces del género *Orestias* suelen ser parasitados por *Diplostomum* sp, y más notable *Ligula intestinalis* que habita en la cavidad intestinal (Bocangel & Larrea 1999). Estos parásitos se alojan en el cerebro y ojos ocasionando ceguera (Amela *et al.* 1993), y tiene un ciclo de vida complejo que incluye dos huéspedes intermedios y un aveictiófaga como huésped final (Gabagambi *et al.* 2019); además, con una tendencia a nadar cerca de la superficie o en aguas menos profundas al alcance de aves piscívoras (Bean & Winfield 1989); asimismo, puede desempeñar un papel en la regulación de peces huéspedes y cambios morfológicos y de comportamiento en los peces infestados (Hadou-Sanoun *et al.* 2012). Las cercarias de *Diplostomum* sp, son totalmente inespecíficas, pueden penetrar también en reptiles, aves, mamíferos y humanos (Aguilar *et al.* 2020). *Hedruris* sp. parasita a los peces de mayor tamaño del género *Orestias* (Sarmiento

*et al.* 2000). Para el estudio, el pez fue colocado sobre una bandeja de disección, realizando un corte longitudinal con una tijera en la línea ventral del pez, desde la región anal hasta las branquias; fueron necesarios realizar cortes transversales de la pared del cuerpo con el objeto de exponer totalmente las vísceras y órganos (Tafur & Cotrina 2017).

El riesgo de enfermedades es latente en los animales acuáticos, ya sea en ambientes naturales o controlados (acuicultura), pueden ser provocadas por microorganismos como bacterias, hongos, virus y protozoarios, o macroorganismos como helmintos, hirudíneos, crustáceos, etc. Las patologías pueden manifestarse por alteraciones en el ambiente o por deficiencia nutricional (Gonzales, 2017), y pueden provocar disminución de su crecimiento adecuado, reproducción, población (Sánchez, 2014); así como estrés y otros factores biológicos (Auró de Ocampo & Camberos, 1999), que pueden indirectamente producir pérdidas económicas y de disponibilidad de los recursos (Cardemil 2012).

Por otro lado, los parásitos también son considerados como indicadores de calidad del ecosistema acuático, puesto que su afectación y prevalencia es mayor en aguas de baja calidad (Yadav *et al.* 2021), donde condiciones físicas y químicas del agua pueden propiciar el desarrollo de los parásitos (Muñoz *et al.*, 2015; Camargo & Alonso, 2007; Consuegra, 2009) y reducir la disposición de alimento, refugio u otros (Jiménez-González *et al.*, 2021).

Otro factor a considerar es la presencia de otros hospederos intermedios y definitivos como copépodos, caracoles y aves (Monks *et al.* 2013). Asimismo, en su forma de metacercaria representa el parásito que ataca en mayor cantidad al tiro *G. atripinnis*, y en forma secundaria el adulto de *Rhabdochona lichtenfelsi* (Marcos-Antonio *et al.* 2009). Otra variable a incluir sería el estado de madurez del pez que podrían desarrollar defensas para evitar a los parásitos (Marcos-Antonio *et al.* 2009).

El agua como recurso, es el elemento más abundante de cada una de las células vivas y que constituye el 95% de cada célula con un promedio de 65 – 75 % (Gualdrón 2018). La

temperatura encontrada no resulta ser adversos para los organismos (Manjarrez *et al.* 2019). Indican que la intensidad de parasitismo incrementa en temperaturas frías y disminuye con temperaturas cálidas, es probable que al calentarse el agua y tener menor capacidad de retención de oxígeno disuelto (Muñoz *et al.* 2015).

Pueden generar los desechos orgánicos domésticos e industriales cuando se descargan en cursos de agua aeróbicos, generalmente, se determinan dentro de los cinco días (Raffo & Ruiz 2014). Este grupo no incluye una especie específica, sin embargo, la especie más importante es *Escherichia coli* (Camacho *et al.* 2009). Así también los factores que determinan la dinámica poblacional de ellos debido a que los parámetros fisicoquímicos no influenciarían fuertemente sobre las poblaciones de los peces, pero si podría hacerlo sobre sus hospederos (Cogollos *et al.* 2020).

Cuando N / P = 16 no se restringen los nutrientes; es decir, los dos elementos forman la relación atómica en el fitoplancton, y cuando N / P (Rivas *et al.* 2009). Asimismo, cuando las bacterias se multiplican en materia orgánica, pueden consumir mucho oxígeno en el agua y dañar la vida de los peces (Hahn-Vonhessberg *et al.* 2009) y pueden ser monitoreados con más frecuencia que los métodos biológicos, que se basan en la observación y medición de ciertas comunidades de organismos que viven en el agua (Samboni *et al.* 2007). Las características fisicoquímicas del agua no están fuertemente relacionadas con la dinámica poblacional de las especies acuáticas, y la relevancia como por la disposición de alimento, refugio u otros (Jiménez-González *et al.* 2021), la incidencia de peces hospederos para estos parásitos, puesto que los peces están acostumbrados a bajos niveles de NO<sub>3</sub> (Camargo & Alonso 2007). Además, los mayores índices de contaminación de cuerpos de agua están asociados con el contenido de materia orgánica y eutrofización lo que afecta el estado de salud de los peces (Consuegra 2009).

En ese sentido, el objetivo de la investigación fue determinar la parasitosis de *Orestias* en correlación con los factores fisicoquímicos y bacteriológicos del lago Titicaca en las localidades de Llachón (distrito de Capachica), Chimu (distrito de Puno), Olla (distrito de Juli) con la finalidad de conocer el grado de

parasitismo en peces del género *Orestias* en el lago Titicaca.

## MÉTODOS

### Ámbito o Lugar de Estudio

La investigación se desarrolló con peces nativos del género *Orestias* en las localidades de Olla, el cual está ubicado en la provincia de Chucuito al sur de la Región Puno; Chimu, que se encuentra en el distrito de Puno y Llachón en el distrito de Capachica, provincia de Puno. Estas localidades se ubican a orillas del lago Titicaca y comprendidas geográficamente entre los 15°13'19" – 16°35'37" de latitud sur y 68°33'36" – 70°02'13" de longitud oeste y una altitud de 3810 msnm.

### Descripción de Métodos

La investigación fue de tipo cuantitativo y se ejecutó de enero a marzo del 2019. Las muestras biológicas (especímenes de *Orestias*) fueron obtenidas por pescadores locales. De manera complementaria se hizo monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua en los lugares seleccionados para estudio; para lo cual, se emplearon los procedimientos de Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA (Autoridad Nacional del Agua [ANA] 2016).

El estudio se llevó a cabo con 420 ejemplares de peces adultos, de las cuales 204 fueron *Orestias luteus*, 111 *Orestias agassii* y 105 *Orestias ispi*. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA Puno, donde se efectuó la identificación de ectoparásitos mediante la observación en superficie corporal, aletas y opérculos branquiales (García-Ruiz *et al.* 2013; Tafur & Cotrina 2017). Identificación de endoparásitos en cerebro, ojos, hígado, riñón, estómago, intestino y ciego pilóricos colocando en placas de Petri con agua destilada y solución fisiológica (SSF) empleando el microscopio estereoscópico de 10x (Tafur & Cotrina 2017) y consultando claves de identificación (Heckmann 1992; Sarmiento *et al.* 2000; Tantaleán 1994).

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos del nivel de parasitismo de los peces de *Orestias*, se analizó mediante una estadística de tipo descriptiva, con variación porcentual

entre el valor mínimo o valor último año con respecto al valor máximo observado y con un análisis de Chi-cuadrado de Pearson de *Orestias* con la cantidad de parásitos registrados

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

Donde:

O<sub>i</sub>: Valor observado

E<sub>i</sub>: Valor esperado

(Mendivelso & Rodríguez 2018).

Para la evaluación de correlación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua con la infestación parasitaria en *Orestias luteus*, *Orestias agassii* y *Orestias ispi* se usó el coeficiente de correlación de Pearson.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 1.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las localidades Olla, Chimu, Llachón en los meses de enero, febrero y marzo de 2019.

Parámetros	Localidades	Enero	Febrero	Marzo	Promedio	DE
Temperatura °C	Olla	14,5	15,4	16,5	15,4	1,0
	Chimu	15,5	16,9	18,4	16,9	1,5
	Llachón	14,9	15,4	15,7	15,3	0,4
OD (mg/L)	Olla	6,5	6,4	6,4	6,4	0,1
	Chimu	5,9	6,1	5,9	6,0	0,1
	Llachón	6,7	6,9	6,6	6,7	0,1
(Unidad de pH)	Olla	7,8	7,9	8,0	7,9	0,1
	Chimu	8,5	8,6	8,7	8,6	0,1
	Llachón	8,5	8,6	8,5	8,5	0,0
DBO (mg/L)	Olla	8,8	8,9	8,8	8,8	0,1
	Chimu	7,5	7,9	8,8	8,0	0,6
	Llachón	4,7	4,0	4,7	4,4	0,4
Fósforo total (mg/L)	Olla	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
	Chimu	0,5	0,7	0,7	0,6	0,1
	Llachón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO <sub>3</sub> - (mg/L)	Olla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Chimu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
	Llachón	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Olla	12,7	78,7	40,7	44,0	33,1
	Chimu	100,0	112,7	46,3	86,3	35,2
	Llachón	37,0	12,3	8,0	19,1	15,6

Los resultados de temperatura indican que presentó bajos niveles de dispersión que influye en la concentración de oxígeno disuelto

Los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas en las localidades de Olla (distrito Juli), Chimu (distrito Puno), Llachón (distrito Capachica) en los meses de enero, febrero y marzo del 2019 se registran en la tabla 1. La temperatura se ubicó en el rango promedio de 15,89 °C y el oxígeno en el rango promedio de 6,38 mg/L.

El pH mostró valores neutros entre un promedio de 8,58 unidades; DBO<sub>5</sub> registró el valor promedio de 7,11 mg/L en contraste en la localidad de Olla y Chimu se ubicó entre el rango de 7,5 – 8,9 mg/L. La concentración de fósforo total con un promedio de 0,23 mg/L. Con respecto a NO<sub>3</sub> se ubicó con un rango promedio de 0,038 mg/L y concentraciones de coliformes termotolerantes entre el rango promedio de 49,89 NMP/100 mL.

(Callisto 1996; Mariano *et al.* 2011); las temperaturas altas favorecen la presencia de coliformes fecales de 7 a 45°C (Manjarrez *et al.*

2019). Con una temperatura media en general de 15,89 °C, los valores de concentración fueron admisible para el desarrollo de *Orestias luteus* (Amaru *et al.* 2021).

Los valores de oxígeno disuelto presentaron bajos niveles de dispersión, siendo la localidad de Llachón presentó valores más elevados de oxígeno disuelto respecto a las otras dos localidades. La estabilidad del valor de oxígeno disuelto es un factor que produce estrés agudo en los peces y por lo tanto cambios en su comportamiento (Auró de Ocampo & Camberos 1999), el desplazamiento de una zona a otra en mejores condiciones de oxígeno, aunque esto sucede principalmente con la distribución vertical de los peces (Eslava *et al.* 2002).

Los valores de pH mostraron un bajo grado de dispersión; no se evidenció diferencias significativas, siendo similares los valores en las localidades de Olla, Chimu, Llachón; lo que tiene efecto adverso sobre estos organismos, y hace más vulnerables a patógenos y también a la infestación parasitaria (Cogollos *et al.* 2020).

La concentración de BDO<sub>5</sub> presentó bajos niveles de dispersión; por tanto, es un parámetro importante, debido a que en lagos y lagunas altoandinas el reciclado de materia orgánica sucede con lentitud (Callisto 1996), de tal forma que las hace propensas a presentar valores altos de DBO<sub>5</sub> e hipoxia.

Los resultados de fósforo total dan a conocer que poseen leves y moderados niveles de dispersión; en las localidades de Chimu y Olla, se debe a la actividad acuícola intensiva

(truchicultura), como indica (Mariano *et al.* 2011); este parámetro es de importancia de modo que indica la disponibilidad de nutrientes en el agua y por tanto la penetración de la luz en la columna de agua (Sánchez 2012).

Los nitratos (NO<sub>3</sub>) indica que en cada punto de muestra tienen un bajo grado de dispersión y limitará la asimilación de oxígeno en la sangre produciendo cambios en el comportamiento de los peces e incluso la muerte (Camargo & Alonso 2007), este parámetro favorece la proliferación de fitoplancton y macrófitas de modo que tendrá efectos indirectos sobre la penetración de la luz solar en la columna de agua (Sánchez 2012).

Los coliformes termotolerantes en cada punto de muestreo tienen un bajo grado de dispersión, pueden estar asociados a vertimiento de aguas residuales y granjas piscícolas. Los valores bajos reflejan que las condiciones ambientales no les es favorable y que existen pocas fuentes en las zonas próximas a los lugares donde se hizo la colecta de las muestras, debido a que algunos valores como el pH y la temperatura encontrados no resultan ser adversos para estos organismos (Manjarrez *et al.* 2019).

#### Determinación de las especies parasitarias en *Orestias luteus*, *Orestias agassii* y *Orestias ispi*

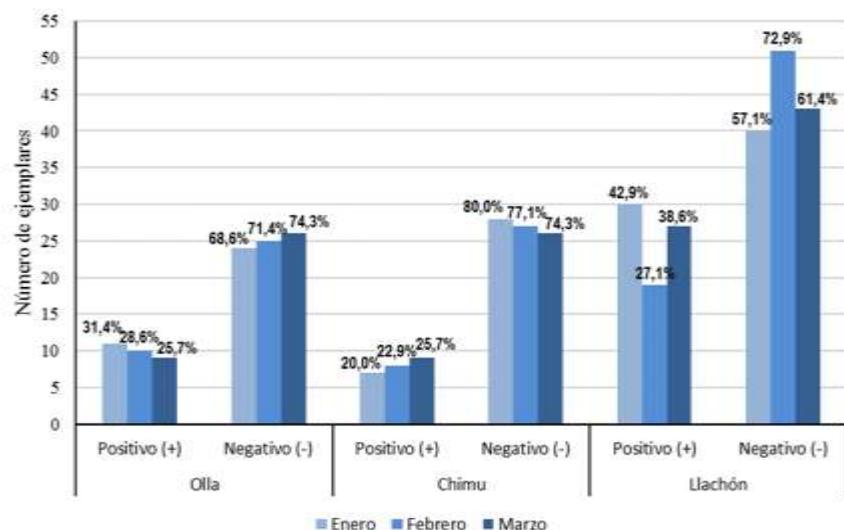
Se evaluaron 420 ejemplares; se obtuvo el 34,29% presentó parásitos en el mes de enero, el 26,43% presentó parásitos en el mes de febrero y el 32,14% presentó parásitos en el mes de marzo, existiendo poca diferencia entre los meses, lo que se observa en las desviaciones estándar correspondientes (Tabla 2).

**Tabla 2.** Número de parásitos registrados en las localidades de muestreo del lago Titicaca.

Meses 2019	Localidades de Muestreo						Preval. Parasitosis %	Total		
	Olla		Chimu		Llachón					
	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Negativo (-)				
Enero	11	24	7	28	30	40	34,29	140		
Febrero	10	25	8	27	19	51	26,43	140		
Marzo	9	26	9	26	27	43	32,14	140		
Promedio	10,00	25,00	8,00	27,00	25,33	44,67	30,95	140		
DE	1,000	1,000	1,000	1,000	5,686	5,686	4,062	0		
CV (%)	10,00	4,00	12,50	3,70	22,45	12,73	13,12	0		

(+) número de ejemplares con parasitismo, (-) número de ejemplares sin parasitismo, DE= desviación estándar. CV= coeficiente de variación.

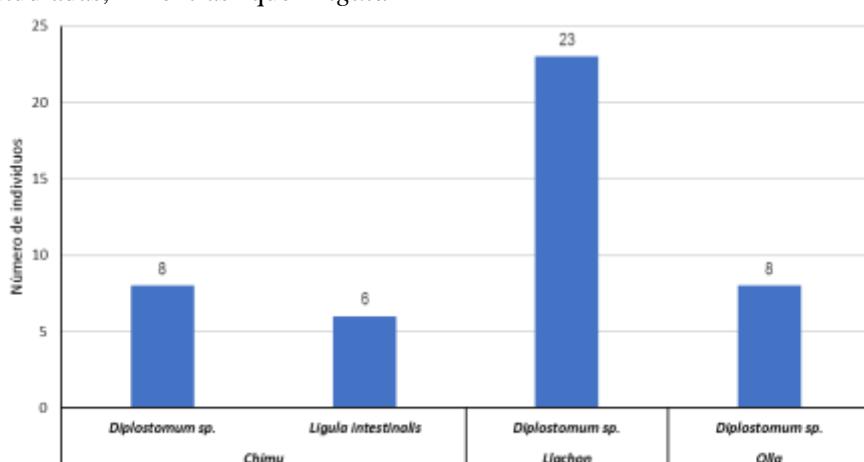
En la figura 1 se observa en las tres zonas que hubo prevalencia de especímenes sin presencia de parásitos y que esa tendencia fue similar de manera indistinta en los meses evaluados.



**Figura 1.** Número de ejemplares con parasitismo (+) y sin parasitismo (-) de las localidades de Olla, Chimú, Llachón del lago Titicaca - 2019.

En la figura 2 se observa que *Diplostomum sp* estuvo presente parasitando a *O. luteus* en las tres zonas estudiadas, mientras que *Ligula*

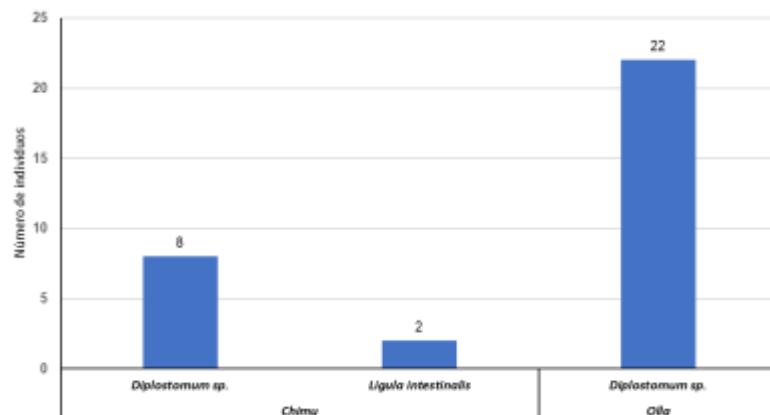
*intestinalis* se presentó solamente en la zona de Chimú.



**Figura 2.** Parásitos en *O. luteus* por zona.

En la figura 3 se observa que *Diplostomum sp* se encontró parasitando a *O. agassii* en las zonas de Chimú y Olla. Esto no se debe a que

no se obtuvo especímenes de *O. agassii* de la zona de Llachón; sí existe presencia de este parásito en dicha zona.



**Figura 3.** Parásitos en *O. agassii* por zona.

En cuanto al parasitismo en *O. ispi*, por haberse obtenido especímenes provenientes únicamente de la zona de Llachón, no se pudo conocer casos de parasitismo en las otras zonas estudiadas, pero se tiene registro de la presencia de las especies parásitas, sin embargo; se pudo

**Tabla 3.** Parasitismo de *Orestias* por localidad y ubicación en el organismo.

verificar que hubo alto porcentaje de parasitismo por *Ligula intestinalis* sobre *O. ispi* en esta zona, esto debido seguramente más a la presencia de *O. ispi* que a las características físico químicas del agua de esta zona (Tabla 3).

Localidad	Hospedador	Nº ejemplares	Parásito	Branquias	Cerebro	Ojos	Cavidad visceral	Total de incidencias	Prevalencia %	Significancia n° parásitos
Olla	<i>Orestias luteus</i>	28	<i>Diplostomum sp.</i>	2	6	-	2	10	35,71%	> 10 (+++)
	<i>Orestias agassii</i>	77	<i>Diplostomum sp.</i>	1	21	-	1	23	29,87%	> 10 (+++)
Llachón	<i>Orestias luteus</i>	105	<i>Diplostomum sp.</i>	-	23	-	1	24	22,86%	> 10 (+++)
	<i>Orestias ispi</i>	105	<i>L. intestinalis</i>	-	-	-	53	53	50,48%	> 10 (+++)
Chimu	<i>Orestias luteus</i>	71	<i>Diplostomum sp.</i>	-	6	-	2	8	11,27%	5-10 (++)
			<i>L. intestinalis</i>	-	-	-	6	6	8,45%	5-10 (++)
	<i>Orestias agassii</i>	34	<i>Diplostomum sp.</i>	-	7	1	1	9	26,47%	5-10 (++)
			<i>L. intestinalis</i>	-	-	-	4	4	11,76%	1-5 (+)
		420		3	63	2	74	142		

\*No se encontraron parásitos en piel, hígado, riñones y estomago

La distribución de los peces es otro factor que requiere ser estudiado puesto que las condiciones físico químicas del agua intervienen en presencia de especies, según

Bistoni *et al.* (1999) y considerar algunas especies son tolerantes a ambientes muy intervenidos por actividad antrópica

En la tabla 4 se observó la prevalencia de parásitos en especies de *Orestias* sin considerar la ubicación del parásito en el pez, que mostró

**Tabla 4.** Tabla cruzada de *Orestias* – Parásitos

poca frecuencia casos de parasitismo por múltiples especies en *Orestias*.

	Especie	Parásitos				Total	
		<i>Diplostomum</i> sp.	<i>Diplostomum</i> sp. <i>Hedruris</i> sp.	<i>Ligula</i> intestinalis	<i>Ligula intestinalis</i> <i>Diplostomum</i> sp.		
<i>Orestias</i>	<i>agassii</i>	Recuento	28	0	2	32	
		%	87,5%	0,0%	6,3%	6,3% 100,0%	
<i>ispi</i>	<i>luteus</i>	Recuento	0	0	53	53	
		%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0% 100,0%	
<i>luteus</i>	<i>agassii</i>	Recuento	36	3	6	45	
		%	80,0%	6,7%	13,3%	0,0% 100,0%	
Total		Recuento	64	3	61	2	130

#### Evaluación de la correlación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua con la infestación parasitaria en *Orestias luteus*, *Orestias agassii* y *Orestias ispi*

En carachi amarillo (*O. luteus*) comparado con los parámetros fisicoquímicos (Tablas 5 y 6), se encontró que la variable  $\text{NO}_3$  presentó una correlación negativa fuerte (Pearson = -0,68, p-valor < 0,05), de similar modo la variable  $\text{DBO}_5$  presentó una correlación negativa fuerte (Spearman = -0,79, p-valor = 0,01), mientras que las demás variables no presentaron la significancia requerida para validar su correlación (p-valor > 0,05). La  $\text{DBO}_5$  es un indicador de presencia de materia orgánica susceptible de ser oxidada es entendible que la temperatura no haya sido una variable de importancia estadística puesto que el muestreo

se realizó durante tres meses de una época en la que la temperatura no varía drásticamente, sin embargo Aguirre (2009) y Carrillo *et al.* (2007) indican que la intensidad de parasitismo incrementa en temperaturas frías y disminuye con temperaturas cálidas, es probable que al calentarse el agua y tener menor capacidad de retención de oxígeno disuelto Muñoz *et al.* (2015) sea menos preferida por los peces que nadan en busca de condiciones óptimas y por tanto reduciría la probabilidad de parasitismo al existir menor cantidad de peces disponibles, esto sería un factor a evaluar en futuras investigaciones en el lago Titicaca, otra variable a incluir sería el estado de madurez del pez debido a que podrían desarrollar defensas para evitar a los parásitos (Marcos-Antonio *et al.* 2009).

**Tabla 5.** Correlación de Pearson especies con las variables fisicoquímicas y microbiológicas

Espece	Análisis	TSL	$\text{O}_2$	pH	$\text{NO}_3$	Coliformes termotolerantes
<i>O. luteus</i>	Correlación de Pearson	-0,335	0,602	-0,405	-0,680*	-0,352
	Sig. (bilateral)	0,378	0,086	0,279	0,044	0,352
	N	9	9	9	9	9
<i>O. agassii</i>	Correlación de Pearson	-0,799	0,928**	-0,649	-0,893*	-0,588
	Sig. (bilateral)	0,057	0,008	0,163	0,017	0,219
	N	6	6	6	6	6
<i>O. ispi</i>	Correlación de Pearson	-0,152	-0,853	-0,629		0,375
	Sig. (bilateral)	0,903	0,349	0,567		0,755
	N	3	3	3	3	3

**Tabla 6.** Correlación de Spearman de especies con la DBO<sub>5</sub>

<b>Especie</b>	<b>Análisis</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>PT</b>
<i>O. luteus</i>	Rho de Spearman	-0,790*	-0,651
	Sig. (bilateral)	0,011	0,057
	N	9	9
<i>O. agassii</i>	Rho de Spearman	0,696	-0,943**
	Sig. (bilateral)	0,125	0,005
	N	6	6
<i>O. ispi</i>	Rho de Spearman	0,866	0,500
	Sig. (bilateral)	0,333	0,667
	N	3	3

Como en las tablas 5 y 6 el valor del pH no se correlaciona con el parasitismo con ninguna de las especies estudiadas, esto puede deberse a que este valor toma importancia (en relación a los peces) cuando el agua se torna ácida (Auró de Ocampo & Camberos 1999) y los valores que se registraron en el presente estudio son todos alcalinos.

En carachi gris (*O. agassii*) al evaluar la correlación de parasitismo con los parámetros fisicoquímicos (Tablas 5 y 6), se encontró que la variable O<sub>2</sub> presentó una correlación positiva muy fuerte (Pearson = 0,928, p-valor < 0,01), NO<sub>3</sub> presentó una correlación negativa fuerte (Pearson = -0,68, p-valor < 0,05), de similar modo la variable PT que presentó una correlación negativa muy fuerte (Spearman = -0,439, p-valor < 0,01), mientras que las demás variables no presentaron la significancia requerida para validar su correlación (p-valor > 0,05), la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua favorece la presencia de peces (Buschmann & Fortt 2005) debido a que las cantidades altas no solo favorecen la respiración sino que también indica productividad alta en el agua (Muñoz *et al.* 2015), por tanto mayor disponibilidad de alimento, la correlación positiva puede estar explicada por el hecho de que a mayor cantidad de peces existe mayor probabilidad de que estos puedan ser parasitados. En cuanto a la correlación fuerte con el parámetro NO<sub>3</sub>, sucede exactamente lo contrario, donde los peces al tener limitada la capacidad de asimilar el oxígeno disponible (Camargo & Alonso 2007).

En el ispi (*O. ispi*) los datos de parasitismo comparado con los parámetros fisicoquímicos (Tablas 5 y 6), se encontró que no se pudo calcular la correlación de la variable NO<sub>3</sub>, mientras que las demás variables no presentaron

la significancia requerida para validar su correlación (p-valor > 0,05). La baja correlación y significancia de la presencia de parásitos con los parámetros físico químicos puede deberse a que el ispi es una especie planctívora y de hábitat pelágico (Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca [ALT] 2021).

De los análisis realizados se puede deducir que los parámetros físico químicos en su mayoría no estuvieron correlacionados con la presencia de parásitos en *Orestias*, con excepciones como el caso del oxígeno disuelto y NO<sub>3</sub> (Camargo & Alonso 2007), otro factor a considerar es la presencia de otros hospederos intermedios y definitivos como copépodos, caracoles y aves (Monks *et al.* 2013), así también los factores que determinan la dinámica poblacional de ellos debido a que los parámetros fisicoquímicos no influenciarían fuertemente sobre las poblaciones de los peces, pero si podría hacerlo sobre sus hospederos (Cogollos *et al.* 2020), se debe considerar que cuando las características fisicoquímicas del agua no están fuertemente relacionadas con la dinámica poblacional de las especies acuáticas, puede ocurrir que existan factores de mucha más relevancia como por la disposición de alimento, refugio u otros (Jiménez-González *et al.* 2021).

Se concluye que una de las causas de infestación por parásitos en peces son los cambios de factores bióticos o abióticos en el ambiente, resultado de la contaminación antrópica (Sánchez 2014). A demás los mayores índices de contaminación de cuerpos de agua están asociados con el contenido de materia orgánica y eutrofización lo que afecta el estado de salud de los peces (Consuegra Solórzano 2009). A lo que la comunidad íctica varían su abundancia en respuesta a los cambios de los factores físico-químicos (Bistoni *et al.* 1999). Sin embargo

lagos que tienen únicamente a la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales como fuentes de recarga, no tendrían las características ideales para el desarrollo de los helmintos gastrointestinales (Penados 2011). Por otra parte la prevalencia parasitaria está muy ligada a los hábitos alimenticios de las especies (Carrillo *et al.* 2007). Y algunas lesiones externas a problemas bacterianos (Carrillo *et al.* 2007).

Se sabe que las especies parásitas afectan en el peso y la talla de los peces (Gómez 2013). Por lo cual el conocimiento de las parasitosis es de gran ayuda a la hora de diagnosticar y controlar enfermedades que afectan a determinadas especies y que pueden llegar a causar la muerte de los mismos, lo cual se traduce en perdidas económicas y de la disponibilidad del recurso (Cardemil 2012).

Dentro del ambiente se conoce al respecto de la parasitosis que la intensidad de la infestación aumenta durante los meses fríos y disminuye durante los meses cálidos, por lo que la temperatura del agua es el factor que explica los cambios estacionales en la intensidad de la infestación en los peces (Aguirre 2009). Así también la baja turbidez en el agua aumentan la presencia de parasitismo (Carrillo *et al.* 2007).

La estructura de las comunidades de los helmintos en los peces indican que pese a que el cuerpo de agua no está contaminado, estos se desarollan con normalidad dentro del ecosistema (Monks *et al.* 2013). El caso de los céstodos ejercen impactos negativos sobre sus hospederos originales y potencialmente ponen en peligro la sobrevivencia de peces nativos (Salgado-maldonado 2016). Y la infestación por monogeneos se da en una intensidad media y a su vez estos se alojan en los filamentos branquiales, además no existen alguna relación entre variables fisicoquímicas con la presencia de parásitos en peces (Amela *et al.* 1993).

En nuestro entorno se tiene de conocimiento que la presencia de *Ichthyophthirus multifiliis*, agente causante de ichthyophthiriasis o enfermedad de punto blanco, afectan a las

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Posgrado, Maestría en Ecología por darme los niveles de conocimientos adquiridos.

especies de *O. luteus*, *O. agassii* y *O. mulleri*; y no a *O. ispi* (Domínguez & Angulo 2006). Así también la incidencia parasitaria por *Diplostomum sp.* en *Orestias* es al 100% en la cavidad craneana y los ventrículos cerebrales (Aguilar *et al.* 2020).

## CONCLUSIONES

Los valores de los parámetros fisicoquímicos obtenidos, al ser comparados con los ECA para agua, Categoría 2 - C4, mostraron ser muy elevados para el parámetro fósforo total, principalmente en la localidad de Chimu y en el mes de marzo en la localidad de Olla y los demás parámetros presentaron valores por debajo de la norma mencionada; sin embargo, el oxígeno disuelto es un parámetro a considerar porque los valores encontrados en la localidad de Chimu se acercaron mucho al valor mínimo recomendado ( $\geq 5$ ), por tanto esta localidad es la que más vulnerable se encontraría basado en estos valores encontrados. Con respecto a valores de parámetros bacteriológicos en las tres localidades se encuentran por debajo de los ECA, siendo en la localidad de Chimu en el mes de enero con un ligero incremento acercándose al valor mínimo de 200 NMP/100 mL. De los especímenes con presencia de parásitos, el 100% de *O. ispi* estuvo parasitado por *Ligula intestinalis*, mientras que *O. luteus* y *O. agassii* estuvieron parasitados principalmente por *Diplostomum sp.* (80% y 87,5%), de modo que la diversidad de parásitos varió según la especie del género de *Orestias*. Con respecto a los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua y la infestación parasitaria de peces estudiados del género *Orestias*, no existió correlación constante con la mayoría de las variables; siendo  $\text{NO}_3$  la variable que más consistencia presentó en el análisis, mientras que las demás variables presentaban en algunas ocasiones correlación significativa y en otras no; es decir que la mayoría de los parámetros evaluados no influye en la parasitosis del género *Orestias* en el lago Titicaca.

## CONFLICTO DE INTERÉS

El autor (GMU) no tienen conflicto de interés.

## REFERENCIAS

- Aguilar, S., Apaza, B. N., Beltrán, L. D., Gorriti, A., Carolina, H., Mendiola, C., Mollo, P., Pacosillo, M., & Quispe, L. (2020). Incidencia de *Diplostomum spp.* en el Karachi. *Revista Estudiantil AGRO – VET*, 4(1), 381–387.  
<http://agv.agro.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/13>
- Aguirre, F. D. (2009). *Parásitos branquiales de cuatro grupos genéticos de tilapias, cultivados en la zona Centro-Norte del Estado de Veracruz*. [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana, México] May, 88.  
[https://www.researchgate.net/publication/341381196\\_Aguirre-Fey\\_2009\\_Parasitos\\_branquiales\\_de\\_cuatro\\_grupos\\_geneticos\\_de\\_tilapias](https://www.researchgate.net/publication/341381196_Aguirre-Fey_2009_Parasitos_branquiales_de_cuatro_grupos_geneticos_de_tilapias)
- Amaru, C. G., Yujra, F. E., & Gamarra, P. C. (2021). Reproducción y crecimiento de carachi amarillo *Orestias luteus* en condiciones de laboratorio utilizando alimento vivo. *Inf. Inst. Mar Perú*, 48(3), 388–392.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/3590>
- Amela, D., M. L. J. G., Sarabia, D. O., & Constantino, F. (1993). Prevalencia de los parásitos y las alteraciones histológicas que producen las Tilapias de la laguna de Amela. *Medicina Veterinaria*, 24(3), 199–205.  
<https://www.medicina-veterinaria.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=14375>
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Aprobado el lunes 11 de enero del 2016.  
<http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Arenas Carrillo, D. F., Guarguati Aza, F. G., Tarazona Suárez, A., & Nossa, M. O. (2007). Estudio ictioparasitológico de las especies cachama (*Piaractus brachypomus*) y mojarra roja (Oreochromis spp.) en el Parque Ecológico “El Portal”, municipio de Rionegro, Santander. *Spei Domus*, (6–7).  
<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/589>
- Auró de Ocampo, & Camberos, O. (1999). *Diagnóstico del Estrés en Peces*. 30(4), 337–344.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42330411>
- Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca [ALT]. (2021). *Diagnóstico binacional pesquero y acuícola en el ámbito del sistema hídrico lago Titicaca, río Desaguadero, lago Popoó y Salar de Coipasa – TDPS Vol. I: Pesca* (1<sup>a</sup> ed.). Publibolsa, La Paz, Bolivia.
- Bean, C. W., & Winfield, I. J. (1989). Biological and ecological effects of a *Ligula intestinalis* (L.) infestation of the gudgeon, *Gobiogobio* (L.), in Lough Neagh, Northern Ireland. *Journal of Fish Biology*, 34(1), 135–147.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb02963.x>
- Bistoni, A., Hued, A., Videla, M., & Sagretti, L. (1999). Efectos de la calidad del agua sobre las comunidades ícticas de la región central de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 325–335.  
<http://rchn.biologichile.cl/es/contents/1999v72n3.php>
- Bocangel, D., & Larrea, D. (1999). Algunos aspectos sobre prevalencia del plerocercoide de *Ligula intestinales* en *Orestias ispi* del Lago Titicaca. *Ecología en Bolivia*, 32, 23–27.
- Buschmann, A., & Fortt, A. (2005). Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 21(3), 58–64.  
<https://chiloe.omeka.net/items/show/120>
- Callisto, E. (1996). Composição granulométrica do sedimento de um lago

- amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural. *Acta limnologica brasiliensis*, 8, 115–126.  
<http://www.alb.periodikos.com.br/>.  
[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/Callisto&Esteves-1996.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Esteves-1996.pdf)
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). *Técnicas Para El Análisis Microbiológico De Alimentos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química, 1–8.  
<https://docplayer.es/66963795-Tecnicas-para-el-analisis-microbiologico-de-alimentos-segunda-edicion.html>
- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Revista Ecosistemas*, 16(2), 98–110.  
<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/457>
- Cardemil, C. A. R. (2012). *Estudio exploratorio de parásitos branquiales e intestinales en diferentes especies de peces del lago yelcho*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile].  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fvc266e/doc/fvc266e.pdf>
- Chirivella-Matorell, J., Massutí-Sureda, E., & Carbonell-Baldoví, E. (2013). Parasitismo branquial de *Caligus spp* (Copepoda, Caligidae) de la lampuga *Coryphaena hippurus L.* (Pisces, Coryphaenidae) del mar Mediterráneo occidental (Islas Baleares). *Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*, (5), 19–23.  
<https://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/146>
- Chura-Cruz, R., Cubillos S., L. A., Tam M., J., Segura Z., M., & Villanueva Q., C. (2013). Relación entre el nivel del lago y la precipitación sobre los desembarques del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) en el sector peruano del Lago Titicaca entre 1981 y 2010. *Ecología Aplicada*, 12(1–2), 19–28. <https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.434>
- Cogollos, M. F., Fernanda, M., & Blanco, C. (2020). *Efectos de la acidificación marina en conchas de bivalvos*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá].  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52417>
- Consuegra Solórzano, A. (2009). *Parásitos nemátodos-anisáridos en peces y aves piscívoras del Complejo Cenagoso de Caimito en el Departamento de Sucre, Colombia*. [Tesis de maestría, Universidad de Cartagena], 142.  
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/2245>
- De La Barra, E., Maldonado, M., Vila, I., Ibáñez, C., Jégu, M., & Carvajal-Vallejos, F. (2020). Resumen del conocimiento sobre la biología y taxonomía del género *Orestias Valenciennes* 1839 (Actinopterygii, Cyprinodontiformes). *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*, 1(2), 185–224. <https://editorial-inia.com/articulos/>
- Domínguez, C. P., & Angulo, W. T. (2006). Ichthyophthiriasis en peces del género *Orestias* del Lago Titicaca en Puno (Perú). *Comunicación científica*, 541–546.  
<https://dokumen.tips/documents/ichthyophthiriasis-en-peces-nativos-del-lago-titicaca-en-puno-peru.html>
- Eslava, N., Gonzales, L., & Gaertner, D. (2002). Asociación de la abundancia y la distribución vertical de atunes y peces de pico en el sureste del mar Caribe. *Revista de Biología Tropical*, 51(1), 213–220.  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442003000100019&lng=en&tlng=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442003000100019&lng=en&tlng=es).
- Garcia-Ruiz, L., Cubas-Guerra, R., & Arbildo-Ortiz, H. (2013). Interrelación de factores ambientales del agua en infección parasitaria de alevinos de Arapaima gigas en ambientes controlados de la piscigranja Quistococha de la UNAP, Loreto, Perú. *Conocimiento Amazónico*, 4(2), 115–123.  
<https://revistas.unapiquitos.edu.pe/ojs/index.php/ConocimientoAmazonico/article/view/100>

- 2.4.8-**  
[5/index.php/Conocimientoamazonico/article/view/105](http://index.php/Conocimientoamazonico/article/view/105)
- Gómez, N. (2013). *Carga parasitaria y su posible efecto en algunos parámetros morfométricos de Girardinichthys multiradiatus (Cyprinodontiformes: Goodeidae)*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México] 87.  
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58826>
- Gonzales, J. (2017). Parasitología, histología, histopatología en animales acuáticos. In (Vol. 32, pp. 5-129). *Boletín Instituto del Mar del Perú*: Instituto del Mar del Perú.
- Gualdrón Durán, L. E. (2018). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Dinamica Ambiental*, 1, 83–102. <https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>
- Hadou-Sanoun, G., Arab, A., Lek-Ang, S., & Lek, S. (2012). Impact de *Ligula intestinalis* (L.1758) (Cestode) sur la croissance de *Barbus setivimensis* (Cyprinidae) dans un système lacustre Algérien. *Comptes Rendus - Biologies*, 335(4), 300–309.  
<https://doi.org/10.1016/j.crvi.2012.03.010>
- Hahn-Vonhessberg, Toro Castaño, D. R., Grajales-Quintero, A., Duque-Quintero, G. M., & Serna-Uribe, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y físicoquímicos en la estación piscícola [Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia]. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. 13(2), 89–105  
<https://www.biodiversitylibrary.org/part/114572>
- Heckmann, R. A. (1992). Host records and tissue locations for *Diplostomum mordax* (metacercariae) inhabiting the cranial cavity of fishes from Lake Titicaca, Peru. *The Journal of Parasitology*, 78(3), 541–543. <https://doi.org/10.2307/3283665>
- Ibañez, C. L., Huegueny, B., Esquier, Y., Zepita, C., & Gutierrez, R. (2014). Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca. *Línea Base de Conocimientos sobre los Recursos Hidrológicos en el Sistema TDPS con enfoque en la Cuenca del Lago Titicaca*, 134.  
[http://www.portalces.org/index.php?option=com\\_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=1415&Itemid=76](http://www.portalces.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=1415&Itemid=76)
- Jiménez-González, D. M., Murillo-García, K., & Ríos-Pulgarín, M. I. (2021). Caracterización físicoquímica e hidrobiológica de tres ecosistemas kársticos de la cuenca del río Magdalena (Antioquia, Colombia) durante el ciclo hidrológico 2016-2017. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(175), 432–448.  
<https://doi.org/10.18257/raccefn.1260>
- Maldonado, E., Hubert, N., Sagnes, P., & De Mérona, B. (2009). Morphology–diet relationships in four killifishes (Teleostei, Cyprinodontidae, *Orestias*) from Lake Titicaca. *Journal of Fish Biology*, 74(3), 502–520.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02140.x>
- Manjarrez, G., Blanco, J., González, B., Botero, C. M., & Díaz-Mendoza, C. (2019). Parásitos en playas turísticas: propuesta de inclusión como indicadores de calidad sanitaria. Revisión para américa latina. *Ecología Aplicada*, 18(1), 91.  
<https://doi.org/10.21704/rea.v18i1.1311>
- Marcos-Antonio, R., Granados-García, M. E., García-Vallejo, T. B., Lucio-Domínguez, R., & Tobajas-Andrés, F. (2009). Estudio espacial de la incidencia de parásitos helmintos en peces tiro (*Goodea atripinnis*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología*, 68(2), 167–172.  
<https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=64>
- Mariano, M., Huaman, P., Mayta, E., Montoya, H., & Chanco, M. C. (2011). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas

- de Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 137–140.  
<https://doi.org/10.15381/rpb.v17i1.63>
- Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2018). Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN. *Revista Médica Sanitas*, 21(2), 92–95.  
<https://doi.org/10.26852/01234250.6>
- Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C. E., Alemán-García, B., Falcón-Ordaz, J., & Gaytán-Oyarzún, J. C. (2013). El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *Estudios Científicos en el Estado de Hidalgo y Zonas Aledañas*, 2, 25–34.  
<http://digitalcommons.unl.edu/hidalgothtp://digitalcommons.unl.edu/hidalgo/6>
- Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., García, E., Neria, M., & Jiménez, J. (2015). Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(5), 59–74.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222015000500005&Ing=es&tln=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000500005&Ing=es&tln=es)
- Nestory P. Gabagambi, Anne-Gro V. Salvanes, Frank Midtøy, A. S. (2019). La tenia *Ligula intestinalis* el comportamiento del huesped intermedio del pez *Engraulicypris sardella*, pero solo despues de que haya vuelto infeccioso para el huesped final. *Behavioural Processes*, 158, (47–52).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.11.002>.
- Paredes, M. A., & Gonfiantini, R. (1999). Lake Titicaca: History and Current Studies. Water & Environment News - International Atomic Energy Agency, Quarterly 8–9(8), 6–8.  
[https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:31024648](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:31024648)
- Penados, A. (2011). *Helmintos gastrointestinales del pez blanco de Petén (Petenia splendida): especies y prevalencia de parasitosis en la población del lago Petén Itzá, Petén*, Guatemala. 44. [Tesis de pre grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].  
<http://www.repository.usac.edu.gt/id/epri nt/7549>
- Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. C. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71–80.  
<https://doi.org/10.15381/idata.v17i1.12035>
- Rivas, Z., Sánchez, J., Troncone, F., Márquez, R., de Medina, H., Colina, M., & Gutiérrez, E. (2009). Nitrogeno y fosforo totales de los ríos tributarios al sistema lago de Maracaibo, Venezuela. *Interciencia*, 34, 308–314.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009000500004&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000500004&nrm=iso)
- Salgado-Maldonado, G. (2016). *Helmintos Parasitos de Peces de agua dulce introducidos en R. Mendoza y P. Koleff* (coords), *Especies acuáticas invasoras en México* (269–285). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S1870-345320180010002900031&lng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1870-345320180010002900031&lng=en)
- Samboni, Natalia Eugenia Ruis, Carvajal, Yesid Escobar, & Escobar, Juan Carlos. (2007). Revisión de Parámetros Fisicoquímicos como Indicadores de Calidad y Contaminacion del Agua. *Ingeniería e Investigacion. Chemische Berichte*, 124(10), 2245–2248.  
<https://doi.org/10.1002/cber.19911241016>
- Sánchez García, M. A. (2014). *Identificación de parásitos en peces comerciales como bioindicadores de contaminación en seis zonas de la cuenca del Río Magdalena*. [Universidad Militar Nueva Granada de Colombia].  
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11809#.XzQ2zT22pbY.mendele y>
- Sánchez, M. S. (2012). Diatomeas perifíticas de lagos con diferente estado trófico en el departamento del Cauca (Colombia).

- Luna Azul, 35, 10–27.  
<https://doi.org/10.17151/luaz.2012.35.2>
- Sarmiento, L., Manuel, T., & Alina, H. (2000). Nemátodos Parásitos del Hombre y de los Animales en el Perú. *Revista Peruana de Parasitología*, 44(173), 3–32.  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/parasitologia/v14\\_n1-2/contenido.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/parasitologia/v14_n1-2/contenido.htm)
- Tafur, L., & Cotrina, M. (2017). Identification of parasites in youth paiches “*Arapaima gigas*.” *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 305–314.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.02>
- Tantaleán, M. (1994). Nuevos helmintos de importancia médica en el Perú. En *Revista Peruana de Medicina Tropical*. [Universidad Nacional Mayor de San Marcos], 8(1–2), 87–91.  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rpm\\_trop/anteriores.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/rpm_trop/anteriores.htm)
- Yadav, A., Kapoor, N., Jaiswal, N., & Malhotra, S. K. (2021). Parasites: Futuristic indicators of an altered aquatic environment. In *Advances in Animal Experimentation and Modeling: Understanding Life Phenomena*, 441–454. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90583-1.00027-1>