

Caracterización parasitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y su efecto en la producción de la estación piscícola flotante Intiyaco, en el lago Guamuez (Nariño)¹

ARTÍCULO DE
INVESTIGACIÓN

Julbrinner Salas-Benavides², Jorge Nelson López-Macías³, Alba Lucy Ortega-Salas⁴, Vilma Yolanda Gómez-Nieves⁵

^{1,2,3,4,5}Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia

biojull77@gmail.com

(Recibido: 20 de Noviembre de 2014 Aprobado: 06 de Mayo de 2015 Actualizado: 03 de julio de 2015)

DOI: 10.17151/vetzo.2014.8.2.6

RESUMEN: La investigación se desarrolló durante 12 meses en la Estación Piscícola de jaulas flotantes Intiyaco de la Universidad de Nariño, localizada en el lago Guamuez, departamento de Nariño. Se analizaron 194 ejemplares de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) con rango de peso entre 8,74 y 168,85 g, talla de 100,12 mm a 220,66 mm. El estudio se propuso identificar las principales entidades parasitarias que afectan la especie íctica *O. mykiss*, evaluar el índice de prevalencia, el efecto de la asociación entre las patologías parasitarias y su impacto en las distintas etapas del cultivo en la producción.

Los datos fueron sometidos a análisis monofactorial multivariante Chi cuadrado de Pearson y análisis de regresión logística, utilizando el programa estadístico IBM SPSS 20 – Statistical Package (2013). Los resultados demuestran que las patologías parasitarias se encuentran principalmente en la cámara branquial, con prevalencias significativas ($P < 0,05$), de las especies: *Gyrodactylus sp* (34,76 %); *Dactylogyrus sp* (27,59 %); *Trichodina sp* (21,67 %); e *Ichthyophthirius sp* (15,98 %). La investigación demostró que el 35 % de las larvas y el 23 % de los juveniles de trucha arcoíris presentaron infestaciones por exoparasitosis. El análisis diferencial del número de parásitos, valor promedio de peso y talla de los animales de *O. mykiss*, por etapa de cultivo en jaulas flotantes, determinó mayor prevalencia de parásitos unicelulares durante la fase larvaria de trucha arcoíris, afectando el peso y la talla de los animales enfermos (9,28 g y 10,98 mm) en comparación con los animales sanos (12,75 g y 180,37 mm). Igualmente, el número de animales enfermos durante la etapa de larvicultura fue superior en 65,5 %, con respecto a los ejemplares infestados de la fase de levante.

Palabras clave: edema, congestión, necrosis, parásitos, prevalencia, tremátodos

Parasitological characterization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and its effect on fish production in the 'Intiyaco' floating fish station in the Guamez Lake, Nariño (Colombia)

ABSTRACT: The study was performed during 12 months in floating cages at the 'Intiyaco' fish station, which belongs to Universidad de Nariño, located in the Guamez lake, in the Department of Nariño (Colombia). A total of 194 specimens of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with a weight range from 8.74 to 168.85 grams, and total length from 100.12 mm to 220.66 mm were analyzed. The study aimed to identify the main parasitic entities that affect the *O. mykiss* species and to evaluate the prevalence rate, the effect of the association between parasitological pathologies and their impact in the different stages of cultivation and production. Data were subjected to Multivariate Analysis, Chi square test and logistic regression analysis using the SPSS 20 - Statistical Package (2013). Results demonstrate that parasitic pathologies are mainly found in the gill chamber, with significant prevalence ($P < 0.05$) of the following species: *Gyrodactylus* (34.76%); *Dactylogyrus* sp (27.59%); *Trichodinasp* (21.67%); and *Ichthyophthirius* sp (15.98%). The research demonstrated that 35% larvae and 23% juvenile rainbow trout showed exoparasitosis infestations. The differential analysis of the number of parasites, average value of total length and weight of *O. mykiss* fish per cultured stage in floating cages determined higher prevalence of unicellular parasites during the larval stage of rainbow trout, affecting the weight and length of diseased fish (9.28 g and 10.98 mm) compared to healthy animals (12.75 g and 180.37 mm). Also the number of animals getting sick during the larviculture phase was higher than 65.5% in relation to species infested during the growing phase.

Key words: edema, congestion, trematodes, necrosis, prevalence, parasites

Introducción

Las aguas continentales son altamente susceptibles de contaminación, razón por la cual su importancia como fuente de pesquerías naturales tiende a disminuir. Por otro lado, la población mundial, aún en países en desarrollo, está sufriendo un rápido cambio hacia la urbanización, haciendo que el hombre sea más dependiente de un suministro comercial de alimento a través de mercados organizados que intervengan en la cadena de seguridad alimentaria. Lo anterior incrementa la presión sobre los recursos naturales entre los cuales se encuentran los hidrobiológicos, con su gran potencial inexplorado, desempeñando un papel importante en la generación no solo de alimentos, sino también de divisas (López-Macías, 2014).

En opinión de López-Macías (2014) los peces deben ser cultivados a altas densidades de siembra, en volúmenes pequeños, para optimizar el aprovechamiento del agua en la producción intensiva de proteína animal. Por tanto, es inevitable el desarrollo de condiciones que favorecen la propagación de enfermedades por la acumulación de metabolitos y deterioro de las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas del medio acuático. La mortalidad de organismos ícticos en áreas pequeñas (estanques, cajas, jaulas, entre otros) puede constituir un problema económico grave, por lo que justifica tomar medidas para prevenir dichas pérdidas.

La aparición de una enfermedad acuícola requiere que un agente patógeno exista, un huésped apropiado esté presente y condiciones ambientales de estrés tales como: la superpoblación; desnutrición; contenido bajo de oxígeno; solubilización y/o precipitación de materia orgánica; cambios en pH; temperatura y deficiencias vitamínicas. Así mismo, el piscicultor utiliza gran cantidad de medicamentos y químicos para una diversidad de enfermedades y parásitos generando no solo problemas de resistencia de los microorganismos, sino también la destrucción del fitoplancton y, por ende, la alteración total de la productividad primaria del medio acuático. Además, los fármacos usados en acuicultura representan hasta el 10 % de los costos directos en la truchicultura del suroccidente colombiano (Vuong et al., 1999; Keiser & Utzinger, 2005; Torres et al., 2007; López-Macías, 2014). Por esta razón, debe implementarse una producción limpia que disminuya la incidencia de patógenos.

El departamento de Nariño es líder en Colombia en la producción de trucha de altura, principalmente en el lago Guamuez; infortunadamente, este cuerpo de agua de altiplano, enfrenta desde hace varios años un gran deterioro medioambiental debido a las descargas de basuras, aguas residuales domésticas, deforestación intensa de los bosques naturales de la cuenca, actividades agrícolas y ganaderas que erosionan los suelos e incrementan la cantidad de sólidos disueltos, afectando negativamente el hábitat de los peces, toda vez que aumenta la turbidez por la disminución del oxígeno disuelto, con alteración de los procesos de respiración, visión y olfato y con ello la respuesta inmunológica de los peces, causando así enfermedades y subsecuentemente el metabolismo oxidativo de los nutrientes, lo que incide en las variables de incremento de peso, talla y conversión alimenticia, impactando la rentabilidad de la truchicultura (López & Rubio, 2003).

El cultivo de trucha en el lago Guamuez es una alternativa novedosa, frente a otras formas de producción, debido a que incentiva el mantenimiento de las fuentes de agua, la conservación de los boques primarios, el manejo adecuado de la microcuenca hidrográfica, facilita el uso integral y el manejo racional de las materias primas y recursos locales, incrementa la eficiencia tecnológica en las diferentes etapas del ciclo productivo, reduce los costos unitarios e incorpora valor agregado. Así mismo, la truchicultura puede alcanzar gran importancia dentro del sistema alimentario por la producción de bienes de gran relevancia desde el punto de vista nutricional por ubicarse en áreas deprimidas o de mediano desarrollo del departamento de Nariño, donde puede originar una serie de actividades conexas como la pesca deportiva y el turismo ecológico que estimulan el crecimiento económico.

El cultivo de trucha arcoíris está limitado por la alta mortalidad de alevinos durante la larvicultura y levante debido a la infestación de parásitos, siendo dominantes las especies pertenecientes a trematodos monogenésicos y parásitos unicelulares, los cuales, además de ocasionar considerables daños con altas mortalidades en los diferentes sistemas de producción, son también indicadores biológicos y determinan la distribución de los hospedadores, teniendo en cuenta el hábitat, sitio de infección y alta especificidad, señalando así el grado de polución de los ambientes al estar las poblaciones parasitarias favorecidas por las bajas concentraciones de oxígeno y alta turbidez que aumentan el número de parásitos por hospedador, predisponiendo la presencia de la enfermedad con su impacto sobre la rentabilidad del cultivo (López & Rubio, 2001).

Materiales y Métodos

Se analizaron 194 ejemplares de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) con un rango de peso entre 8,74 y 168,85 g, talla de 100,12 mm a 220,66 mm, recolectados aleatoriamente durante 12 meses en el periodo comprendido entre marzo de 2013 y abril de 2014; los animales muestreados fueron 76 (39,0 %) y 32 (16,6 %) larvas en época de lluvias y de menor precipitación respectivamente, así mismo, 54 (27,8 %) juveniles en época de máxima precipitación y 32 (16,6 %) juveniles en época de menor precipitación, provenientes de la Estación Piscícola Intiyaco de la Universidad de Nariño ubicada en lago Guamuez, vereda El Puerto, corregimiento de El Encano, municipio de Pasto, Colombia, en los 2840 msnm, 13 °C de temperatura y, coordenadas geográficas de 01° 06'3.80" N y 77° 07'2.26" W.

Los ejemplares se distribuyeron aleatoriamente en 16 jaulas flotantes de 10 m³, localizadas en la Estación Piscícola Intiyaco, cada jaula consistía en una bolsa de malla multifilamento con un ojo de ¼ a ½ pulgada, según la fase de desarrollo de los ejemplares cultivados, con dimensiones 2 m de largo, 2 m de ancho y 2,5 m de profundidad, recubierta con una malla polisombra. Las truchas fueron trasladadas vivas, moribundas o recién muertas en recipientes plásticos (50 L) al Laboratorio de Fisiopatología Acuática del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño para su posterior proceso.

Se analizaron las siguientes variables:

- Peso. Ejemplares analizados de trucha arcoíris de Intiyaco.
- Talla. Longitud total y estándar de los ejemplares de trucha arcoíris.
- Morbilidad. Número de los ejemplares enfermos por parasitosis causadas por trematodos monogénicos y parásitos monocelulares en la Estación Piscícola de Intiyaco.
- Etapa de Cultivo. Número de los ejemplares infestados en diferentes fases de producción en la Estación Piscícola Intiyaco.
- Parasitosis. Presencia de parásitos en los peces observados.

Pruebas estadísticas

Las pruebas estadísticas aplicadas en el ensayo se realizaron mediante el programa estadístico IBM SPSS 20 – Statistical Package (2013).

Análisis monofactorial multivariante

Este análisis respondió a la pregunta: ¿hay diferencia entre las enfermedades producidas por trematodos monogénicos y parásitos monocelulares con respecto a la talla, peso y variabilidad temporal en la producción de trucha arcoíris en la Estación Piscícola Intiyaco?

Chi cuadrado de Pearson

El procedimiento estableció la posible asociación entre la presencia de las enfermedades parasitarias y la valoración de peso y talla de las truchas estudiadas,

teniendo en cuenta que todos los ejemplares recibieron el mismo tipo de alimento balanceado, suministrado en igual porcentaje por unidad de peso vivo diariamente.

Análisis de regresión logística

¿Cuáles son los factores de producción piscícola (etapa de cultivo, peso y talla, asociados con las enfermedades parasitarias en la Estación Piscícola Intiyaco?

Resultados y Discusión

Los análisis de las 194 unidades muestrales demostraron la incidencia de parásitos externos sobre piel y cámara branquial, pero ausencia de patógenos internos en los ejemplares estudiados. Lo anterior indica que la ausencia de endoparásitos de tipo gastrointestinal y muscular corrobora la efectiva y adecuada práctica sanitaria de cultivar peces en recintos flotantes, impidiendo de esta forma la propagación de estos patógenos por la imposibilidad física de acceder a un huésped intermediario.

Las variables de estudio de la población de trucha arcoíris en la Estación Piscícola Intiyaco, y su interacción con la comunidad parasitaria, establecen que la abundancia parasitaria promedio, por etapa (larvas y juveniles) y época (máxima y mínima precipitación), así como talla y peso de los ejemplares de trucha arcoíris, no se ajustan a la distribución normal (DN), por tanto, la frecuencia de los géneros parasitarios, (*Gyrodactylus* sp, *Dactylogyrus* sp, *Trichodina* sp e *Ichthyophthirius* sp) talla y peso de *O. mykiss*, son estadísticamente significativos (Tabla 1).

Tabla 1. Abundancia parasitaria, peso y talla en *O. mykiss*.

Variable	Media
Peso (g)	10,21**
Talla (mm)	140,7**
# Parásitos/Arcos Branquiales	29,88**

** La correlación es significativa.

La concentración parasitaria (# de parásitos) fue estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en el tejido branquial de los peces analizados, sus valores fueron 59,46 y 66,86 individuos por 4 arcos branquiales (simetría bilateral), respectivamente, para las épocas de menor y mayor precipitación. Según López-Macías (2014) todo pez debe poseer parásitos que le permita al sistema inmunológico estimularse en situaciones de infestaciones masivas. En el caso de los tremátodos parasitarios, el mismo autor recomienda, que en condiciones de homeóstasis, el número por arco branquial debe ser inferior a siete. La prueba *T*, determina que la concentración de los parásitos en el tejido branquial de los ejemplares analizados es significativamente mayor al valor máximo permitido ($P < 0,001$) (Tabla1).

Las patologías parasitarias se registraron exclusivamente en tejido branquial, con prevalencias significativas ($P < 0,05$) del orden de *Gyrodactylus* sp (34,76 %),

Dactylogyrus sp (27,59 %), *Trichodina* sp (21,67 %) e *Ichthyophthirius* sp (15,98 %) (Figura 1).

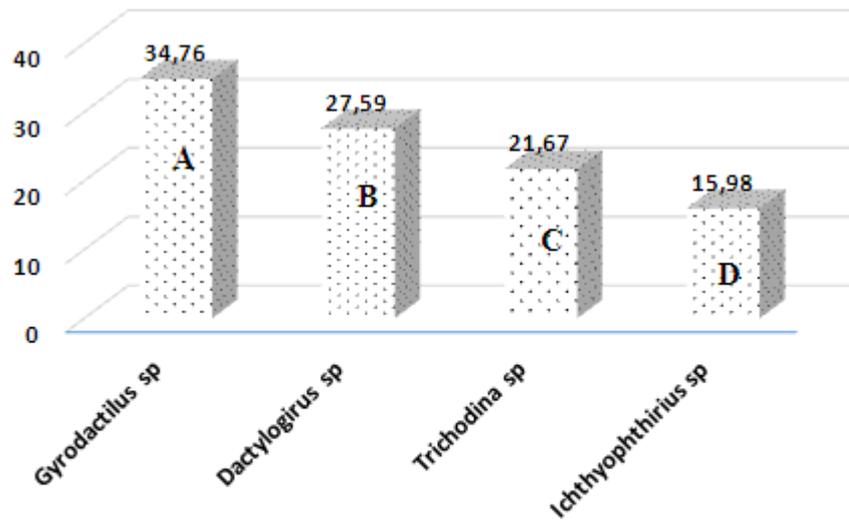


Figura 1. Porcentaje de aparición poblacional de los géneros parasitarios de *O. mykiss*.

Según Salgado-Maldonado & Rubio-Godoy (2014), el conocimiento actual de los parásitos de agua dulce en el neotrópico se ha limitado a la evolución e historia biogeográfica de los peces hospederos y la clasificación taxonómica de las entidades parasitarias; en contraste, los estudios de comunidades de parásitos en peces es limitado (Vidal-Martínez, 2003); sin embargo, se ha mostrado alta variación en composición de especies, riqueza y diversidad. La diferencia más importante entre la infracomunidad parasitaria proveniente de zonas templadas y tropicales se debe a la presencia, en estas últimas, de un componente predecible formado por parásitos especialistas (Holmes, 1990; Kennedy & Hartvigsen, 2000; (Vidal-Martínez et al., 2002).

Violante-González (2006), Violante-González, Aguirre-Macedo & Mendoza-Franco (2007), al estudiar las poblaciones de parásitos metazoarios de peces, caracterizaron la parasitofauna, la temporalidad y los patrones que estructuran las comunidades de varias especies de peces, definiendo así, que las comunidades de los hospederos son pobres en número de especies parasitarias, pero alto en número de individuos parasitantes; lo anterior está de acuerdo con lo observado en el presente estudio.

El mayor daño inducido al tejido branquial de *O. mykiss* está caracterizado por edema, necrosis y telagentiasis; síntomas causados por *Gyrodactylus* sp que difiere significativamente de los demás géneros parasitarios (Figura 2).

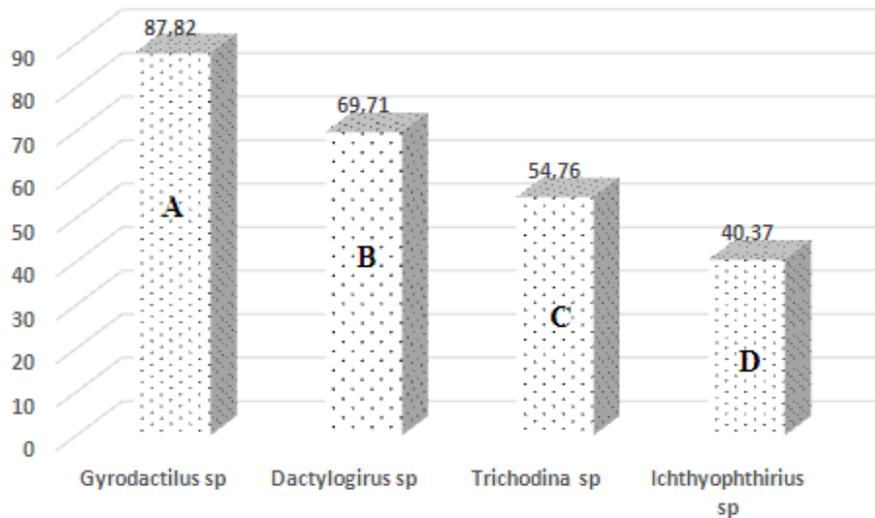


Figura 2. Porcentaje de afectación de los géneros parasitarios de *O. mykiss*.

La estimación de los parámetros, peso y talla de los ejemplares de *O. mykiss*, de esta investigación, fueron significativos ($P < 0,05$), de $9,90 \pm 1,28$ a $10,21 \pm 1,28$ g y de $142,20 \pm 20,1$ a $140,70 \pm 20,1$ mm, respectivamente.

El análisis multivariante determinó diferencias estadísticas ($P < 0,005$) entre los cuatro géneros de parásitos, respecto de su abundancia del hospedero, pero no detecto diferencias con proporción a las épocas y la variable talla de *O. mykiss*. También estableció diferencias entre el número de parásitos y las épocas de mayor y menor precipitación y crecimiento en talla de los ejemplares (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis multivariante. Pruebas de los efectos inter-sujetos.

Origen	Variable dependiente
ÉPOCA	Talla**
	# Parásitos**
	Peso
PARASITOS	Talla
	# Parásitos**
	Peso
ÉPOCA *PARASITOS	Talla
	# Parásitos

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Las infracomunidades parasitarias en peces marinos pueden ser más diversas que las poblaciones de peces de agua dulce (Kennedy & Bush, 1986; Kennedy & Williams, 1989; Kennedy & Bakke, 1989; Kennedy & Hartvigsen, 2000). Según Holmes (1990), los helmintos gastrointestinales de peces marinos varían en el número de especies e individuos, por lo tanto sus poblaciones son más complejas que dichas comunidades en los peces dulceacuícolas. El mismo autor observó que la mayoría de los parásitos se

comportan como especies generalistas, sin embargo, algunas son especialistas a nivel del género del hospedero, las cuales se presentan como especies dominantes.

Los estudios de dinámica de poblaciones de los parásitos en peces involucran determinar la extensión en el tiempo y en el espacio de los parámetros bioecológicos del pez hospedero siendo relevantes para examinar los engranajes biológicos de abundancia, composición, transmisión y distribución de los ensamblajes parasitarios (Rohde, 1993; Rohde, Hayward & Heap, 1995; Chisholm & I., 2003; Benz & Bullard, 2004; Poulin, 2007).

Argáez-García (2010) analizan el efecto de la temporalidad en las comunidades de helmintos, observando mayor riqueza y abundancia de especies durante la temporada de lluvias, aunque la diversidad no presentó diferencias significativas entre temporadas. A nivel de infracomunidad, el estudio citado demostró que todas las especies de parásitos son generalistas, que indica entonces, baja predictibilidad y una estructuración basada principalmente en el azar y la distribución de los hospederos intermediarios. Sin embargo, a nivel de comunidad componente, los valores de prevalencia y abundancia de las especies dominantes muestran un patrón de estructuración basado en el dominio de las especies más abundantes; de la misma manera, como se presenta en el presente estudio, existen diferencias significativas en el número de individuos (abundancia) parasitarios; así, en el periodo de mínima precipitación, el porcentaje de huéspedes es de 31,3 % y 68,7 %, en máximo régimen de lluvias (Figura 3).

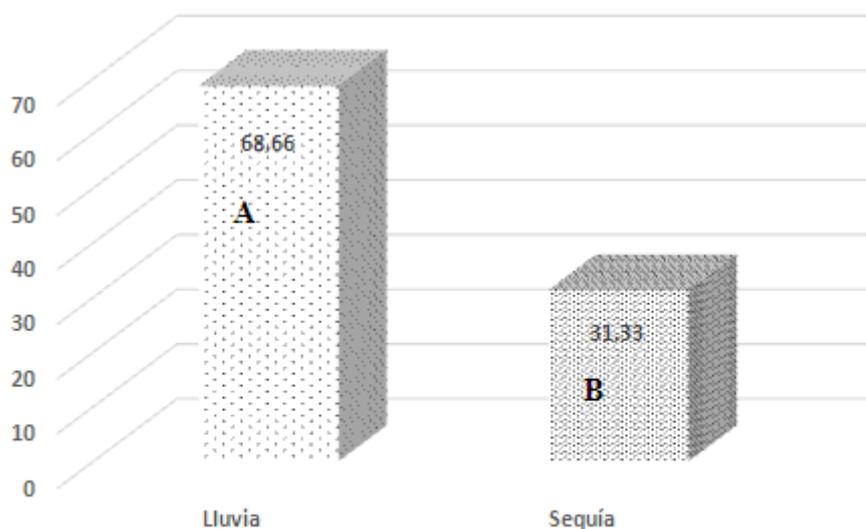


Figura 3. Porcentaje de prevalencia. ÉPOCA v/s PARASITO.

Según Weins (2000) y Putman (1994), existen pocos estudios del efecto de la temporalidad tropical (secas y lluvias) en la composición y estructura de la parasitofauna; sin embargo, los mismos autores comprobaron que la respuesta de las comunidades de parásitos a la temporalidad se puede reflejar en la presencia y ausencia de especies parasitarias o en la abundancia de las mismas.

En la definición, si existe asociación o dependencia entre el número de parásitos, el peso y talla de los ejemplares infectados de *O. mykiss*; mediante análisis de correlación de Pearson, se identifica asociación lineal positiva significativa estadísticamente entre el peso de trucha arcoíris y la talla de los mismos ($R = 0,96$; $P < 0,001$). El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,92$) permite inferir que la variabilidad del peso se explica en un 92 %, por la variabilidad en la talla de trucha arcoíris. Igualmente, este análisis define dependencia lineal negativa significativa entre el peso del hospedante y el número de parásitos ($R = -0,22$; $P < 0,001$). El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,048$) permite inferir que la variabilidad del peso se explica en un 4,8 %, por la variabilidad en el número de parásitos (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación de Pearson. # parásitos, peso y talla de *O. mykiss*.

Correlaciones	Peso	Talla	Ejemplares
PESO	1	,962**	-,229**
TALLA	,962**	1	-,196**
# PARASITOS	-,229**	-,196**	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

No existe relación de dependencia significativa (Chi-cuadrado de Pearson $P > 0,001$) entre los géneros parasitarios y la época de prevalencia de mayor o menor precipitación (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Chi-cuadrado. Géneros parasitarios y la época de prevalencia.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,000 ^a	3	1,000
Razón de verosimilitudes	,000	3	1,000
Asociación lineal por lineal	,000	1	1,000
N de casos válidos	268		

a. 0 casillas (,0 %) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

La frecuencia mínima esperada es 31,00.

El análisis diferencial del número de parásitos, valor promedio de peso y talla de los animales de *O. mykiss*, por etapa de cultivo en jaulas flotantes, determinó mayor prevalencia de parásitos unicelulares durante la fase larvaria de trucha arcoíris, afectando el peso y la talla de los animales enfermos (9,28 g y 10,98 mm) en comparación con los animales sanos (12,75 g y 180,37 mm). Igualmente, el número de animales enfermos durante la etapa de larvicultura (38) fue superior en 65,5 % con respecto a los ejemplares infestados de la fase de levante (20) (Figura 4).

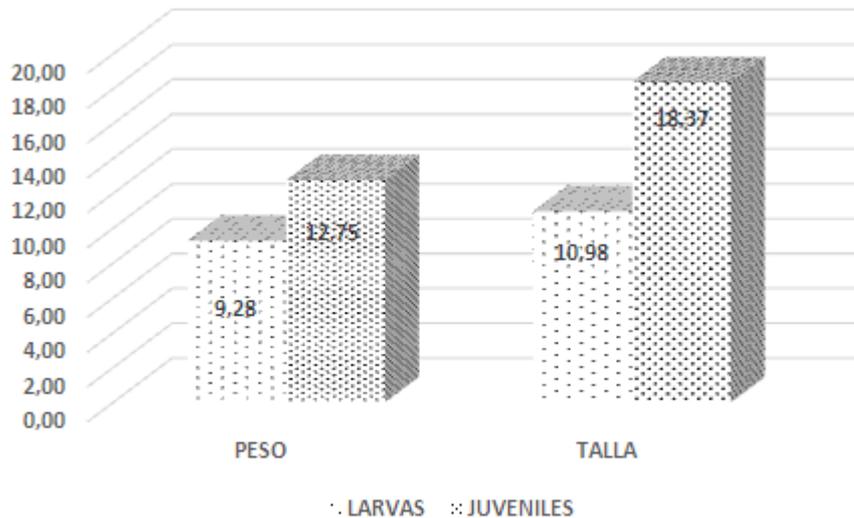


Figura 4. Prueba T. Efecto de la parasitosis sobre las variables de peso y talla por fase de cultivo.

El porcentaje de relación del número de parásitos en larvas y juveniles de *O. mykiss*, según la época de mayor precipitación, estimó 24,25 % mayor invasión en esta primera fase; el valor promedio de peso y talla de sus animales señaló respectivamente 37,4 % y 67,3 %, con un mejor indicador en juveniles que en larvas. Durante el periodo de menor precipitación, el número de parásitos en larvas ocurrió en 58,12 % (Figuras 3 y 4).

El peso y talla de los ejemplares afectados con parásitos unicelulares durante la etapa de larvicultura en la estación piscícola Intiyaco fue inferior en 16,16 % a los datos reportados por Salas (2012) en condiciones similares de cultivo (Incremento de Peso Diario 1,5 g día⁻¹ e Incremento de longitud Diaria de 0,462 mm día⁻¹). Igual situación se presenta durante la fase de levante (Tabla 5).

Tabla 5. Incremento comparativo en peso y talla diario en *O. mykiss*.

	Incremento de Peso Diario	Incremento de Talla Diario
Salas, J. (2012). Ginogénesis de <i>O. mykiss</i> .	1,5 g.día ⁻¹	1,26mm.día ⁻¹
Salas, J. et al. (2014). Parasitosis de <i>O. mykiss</i> .	0,462 g.día ⁻¹	0,039mm.día ⁻¹

El análisis monofactorial aplicado para establecer si existe diferencias en el peso y talla de los ejemplares infestados por arriba del límite permisible (López-Macías, 2014) y los “no infectados” señala alta significancia (P<0,05); así, se deduce que en presencia de parásitos, el peso tiene menor promedio (10,82±1,81 g) que en ausencia de patógenos (114,44±32,24 g); sin embargo, la variable talla no presentó diferencias estadísticas en presencia o ausencia de estas entidades parasitarias, 120,76 ± 30,81mm y 150,15±20,52 mm, respectivamente (Figura 5).

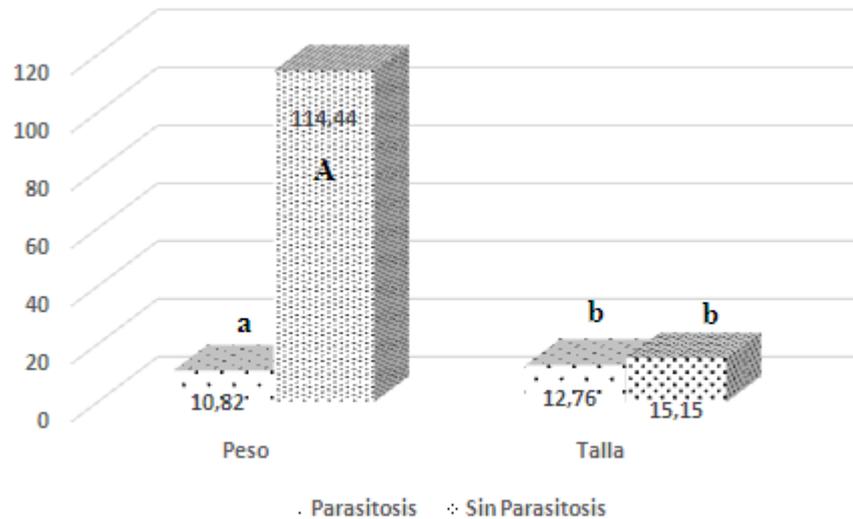


Figura 5. Prueba T. Efecto de la parasitosis sobre las variables peso y talla.

La caracterización cualitativa del opérculo como zona de exposición al ataque de parásitos, se definió con atrofia bilateral y congestión interna; condición prevalente en el margen izquierdo de este hueso. Los ejemplares presentaron esta parasitosis en el 23 % de los animales juveniles y en el 35 % de las larvas (Figura 6). Con relación al estudio de la piel, se estableció 30 % de lesiones de despigmentación y 40 % de hiperpigmentación, en los ejemplares infestados con parásitos monogenéticos.

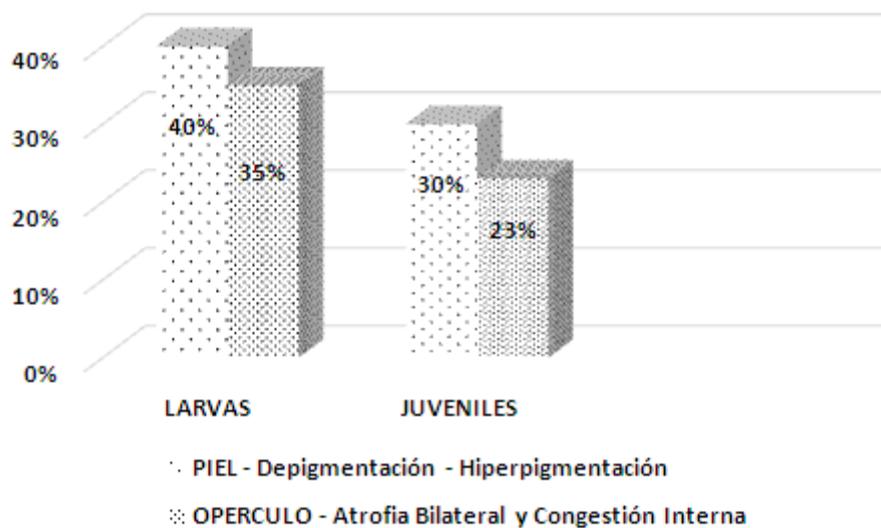


Figura 6. Prevalencia de *Gyrodactylus sp* y *Dactilogyrus sp* en piel y opérculos.

El análisis somático, por definición anatómica externa de los hospederos, determinó que el compromiso en las aletas medias, específicamente las aletas dorsal y anal, exhiben necrosis en 10 % de su superficie tisular y la aleta caudal presentó necrosis del 80 % de su estructura histológica.

La calidad de agua en la producción, según los registros fisicoquímicos de pH, temperatura y oxígeno disuelto (O_2 mg.L⁻¹), saturación O_2 , dióxido de carbono (CO_2 mg.L⁻¹) y capa fótica (zona trofogénica-fotosíntesis), durante el periodo de estudio, estimados en dos sitios (A: al interior de los módulos de cultivo y B: al exterior de las jaulas a dos metros de distancia de ellas), demuestran que los rangos de estos parámetros se mantuvieron en los límites aceptables de disponibilidad de oxígeno para una especie sensible a este parámetro; condición aerobia satisfactoria al límite de la subsaturación (OD 50 %) y predominio de bicarbonatos (HCO_3^{-1}), en condición de pH neutro y niveles bajos de CO_2 ideales fisiológicamente en el metabolismo energético rentable en la producción de trucha arcoíris en el lago Guamuez (Roldán & Ramírez, 2008; Vásquez, 2005; Boyd, 2000; López-Macías, 2014) (Figura 7).

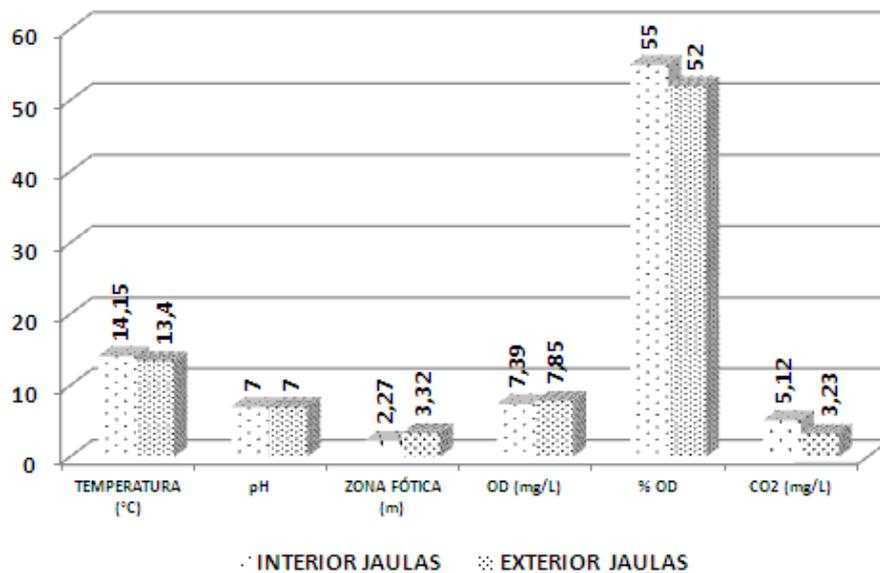


Figura 7. Comportamiento físico y químico promedio del sistema lacustre en la Estación Piscícola Intiyaco.

Conclusiones

Las patologías parasitarias se registraron principalmente en la cámara branquial, con prevalencias significativas ($P < 0,05$) de las siguientes especies: *Gyrodactylus* sp (34,76 %); *Dactylogyrus* sp (27,59 %); *Trichodina* sp (21,67 %); e *Ichthyophthirius* sp (15,98 %). Los ejemplares presentaron exoparasitosis en el 35 % de las larvas y el 23 % de los juveniles. El análisis diferencial del número de parásitos, valor promedio de peso y talla de los animales de *O. mykiss* por etapa de cultivo en jaulas flotantes, determinó mayor prevalencia de parásitos unicelulares durante la fase larvaria de trucha arcoíris, afectando el peso y la talla de los animales enfermos (9,28 g y 120,75 mm) en comparación con los animales sanos (10,98 g y 180,37 mm). Igualmente, el número de animales enfermos durante la etapa de larvicultura fue superior en 65,55 %, con respecto a los ejemplares infestados de la fase de levante.

Porcentualmente, la relación del número de parásitos en larvas y juveniles de *O. mykiss* en época de mayor precipitación presenta 24,25 % de mayor invasión en esta primera fase; el valor promedio en peso y talla señaló respectivamente 37,4 % y 67,3

% con un mejor indicador en juveniles que en larvas; así mismo, durante el periodo de menor precipitación, el número de parásitos en larvas prevaleció en 58,12 %.

La infestación ectoparasitaria compromete el 10 % de las aletas dorsal y anal, así como en el 80 % la superficie tisular de la aleta caudal con necrosis histológica.

Agradecimientos

Vicerrectoría de Investigaciones, Posgrados y Relaciones Internacionales de la Universidad de Nariño – VIPRI.

Referencias Bibliográficas

- Argaez-García, N. Intestinal helminths of *Lutjanus griseus* (Perciformes: Lutjanidae) from two different habitats in Yucatan (Mexico), with a check list of intestinal helminths for this species in the Gul. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. Vol 81 No 3: pp 903 - 912. 2010. Yucatan, Mexico. 2010.
- Benz, G. & Bullard, S. **Metazoan parasites and associates of Chondrichthyans with emphasis on taxa harmful to captive host**. In: The elasmobranch husbandry Manual: Captive care of sharks, Rays and their Relatives. Ohio, USA.: Ohio Biological Survey. 2004. p. 325-416.
- Boyd, C. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama Agricultural. Alabama, USA.: Auburn University. 2000.
- Chisholm, L. & I., W. Invasion of the shovelnose ray (*Rhinobatos typus*) by *Neoheterocotyle rhinobatidis* and *Merizocotyle icopae* (Monogenea: Monocotylidae). **Parasitology**. Volume 127, Issue 06, pp 561-570. 2003. Copyright © 2003 Cambridge University Press.
- Holmes, J. **Helminth communities in marine fishes** In: Parasites communities: patterns and processes. London: Chapman and Hall, 1990.
- Keiser, J.; Utzinger, J. Emerging foodborne trematodiasis. **Emerging Infectious Diseases**, v. 11, n. 10, p. 1507-1514, 2005.
- Kennedy, C. & Williams, H. Helminth parasite community diversity in a marine fish *Raja batís*. **Journal of Fish Biology**. Volume 34, Issue 6, pages 971–972, June 1989.
- Kennedy, C. & Bush, C. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different?. **Parasitology**, Volume 93, Issue 01, pp 205-215. 1986. Copyright © Cambridge University Press 1986.
- Kennedy, C. & Hartvigsen, A. Richness and diversity of intestinal metazoan communities in brown trout *Salmo trutta* compared to those of eels *Anguilla anguilla* in their European heartlands. **Parasitology**, Volume 121, Issue 01, pp 55-64. 2000. Cambridge University Press. July 2000.
- Kennedy, CK.; Bakke, TA. Diversity patterns in helminth communities in common gulls. **Parasitology**, Volume 98, Issue 03, June 1989, pp 439-445 Copyright © Cambridge University Press 1989.
- López, J. & Rubio, E. Vulnerabilidad de las especies ícticas nativas con relación a especies ícticas introducidas de la cuenca alta del río Cauca. **Zootecnia**, v. 4, n. 7, p. 9-20, 2001.

- Lopez, J. & Rubio, E. Estudio de parámetros sanguíneos como indicadores de salud de los peces de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Valle del Cauca. **Memorias, IV Seminario internacional de acuicultura, I Congreso nacional de investigaciones acuícolas, IV Muestra comercial de acuicultura**. Bogotá, Colombia. 2003. URL:http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS._VALIDAS/contenidos.pdf.
- López-Macías, J. **Nutrición y Alimentación Piscícola**. Colombia: Editorial Universidad de Nariño, 2014.
- Luque, J.L.; Poulin, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, Volume 134, Issue 06, pp 865-878. Copyright © Cambridge University Press. 2007.
- Putman, R. **Community ecology**. London: Chapman & Hall, 1994.
- Rohde, K. **Ecology of Marine Parasites**. Wallingford, RU.: CABI, 1993.
- Rohde, K.; Hayward, C.; Heap, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology**, 1995 Aug; 25 (8): 945-70.
- Roldán, G. & Ramírez, J. **Fundamentos de Limnología Neotropical**. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, 2008.
- Salas-Benavides, J. Evaluación de la ginogénesis de *Oncorhynchus mykiss* utilizando choque térmico de 27°C a diferentes periodos de exposición en el Centro Ambiental Guairapungo (Nariño). **Veterinaria y Zootecnia**, v. 6, n. 2, 2012.
- Salgado-Maldonado, G.; Rubio-Godoy, M. **Helminths parasites of freshwater fish introduced**. En: Mendoza, R. y Koleff, P. (coords.). Especies acuáticas invasoras en México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2014.
- Torres, P.; Jercic, M.I.; Weitz, J.C.; Dobrew, E.K.; Mercado, R.A. Human pseudoterranovosis, an emerging infection in Chile. **The Journal of Parasitology**, v. 93, n. 2, p. 440-443, 2007.
- Vásquez, ZG. **Guía de Laboratorio para Análisis de Calidad de Aguas**. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, 2005.
- Vidal-Martínez V. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. Centre of Research and Advanced Studies of the National Polytechnical Institute. Mérida, Yucatán, México. 2003. **Parasitology**, Volume 127, Issue 04, 387-398. 2003. Copyright © 2003 Cambridge University Press.
- Vidal-Martínez, V.; Aguirre-Macedo, M.; Scholz, T.; González-Solís, D.; Mendoza-Franco, E. **Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México**. México: Instituto Politécnico Nacional, 2002.
- Violante-González, J.; Aguirre-Macedo, M. *Saccocoelioides lamothei* n. sp. from *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae) from coastal lagoons of Guerrero. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 79, 2008.
- Violante-González, J.; Aguirre-Macedo, M.; Mendoza-Franco, E. **A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero**. Mexico: Parasitology Research, 2007.
- Weins, J. **Phylogenetic Analysis of Morphological Data**. En **Smithsonian Series Comparative Evolutionary Biology**. Washington, D.C.: Erwin D.H y V.A. funk Smithsonian institution press, 2000. p. 220.
- Vuong, P.N.; Richard, F.; Snounou, G.; Coquelin, F.; Rénia, L.; Gonnet, F.; Chabaud, A.G.; Landau, I. Development of irreversible lesions in the brain, heart and kidney following acute and chronic murine malaria infection. **Parasitology**, v. 119, n. 6, p. 543-553, 1999.

Salas-Benavides; López-Macías; Ortega-Salas; Gómez-Nieves. Caracterización parasitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y su efecto en la producción de la estación piscícola flotante Intiyaco, en el lago Guamuez (Nariño). **Veterinaria y Zootecnia**, v.8, n.2, p.87-101, 2014. Disponible en:

<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=169>