

REPIA



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

Volumen 1 | Número 1 | 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
ALTO AMAZONAS

REPIA



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

Volumen 1 | Número 1 | **2022**



Instituto de Investigación
Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

© **Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas**

Facultad de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas y Acuicultura

Calle Prolongación Libertad Nro. 1220 – 1228

Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto, Perú

Editor

Instituto de Investigación

Editorial

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Diseño y diagramación

Kasidy Argandoña Del Aguila

Volumen 1, Número 1, Año 2022

DOI: 10.56926/repia

ISSN: 2955-8530

e-ISSN: 2955-831X

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-09874

Edición: Yurimaguas, Perú, Abril 2022

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 1, Abril, 2022

Publicación semestral. Yurimaguas, Perú

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

DOI: 10.56926/repia

AUTORIDADES

Dr. Damián Manayay Sánchez

Presidente - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Dr. Enrique Alejandro Barbachán Ruales

Vicepresidente Académico - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Dr. Winston Franz Ríos Ruiz

Vicepresidente de Investigación - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

EDITOR JEFE

Dr. Fred William Chu Koo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

EDITOR ASOCIADO

Dr. José Virgilio Aguilar Vásquez

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

COMITÉ EDITORIAL

Ing. M. Sc. Hipólito Murga Orrillo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Ing. Mg. William Celis Pinedo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Blgo. M. Sc. Juvenal Napuchi Linares

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Enrique Arévalo Gardini

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Dr. Luis Alberto Arévalo López

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Dr. Carlos Vilchez Perales

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Dr. Luis Exequiel Campos Baca

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, Perú

Dr. Oniel Jeremías Aguirre Gil

Universidad Nacional Agraria de La Selva, Perú

SECRETARIO EDITORIAL

Blgo. M. Sc. Juvenal Napuchi Linares - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

GESTOR DE LA REVISTA

Dr. Fred William Chu Koo - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

SOPORTE TI

Ing. Lloy Pool Pinedo Tuanama - Universidad Nacional de San Martín, Perú

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 1, Abril, 2022

Publicación semestral. Yurimaguas, Perú

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

DOI: 10.56926/repia

Revista Peruana de Investigación Agropecuaria (**REPIA**) es una revista científica de acceso abierto (CC-BY), internacional, bajo la modalidad doble ciego; que difunde contribuciones en español rigurosamente evaluadas, además, publica principalmente artículos originales y revisiones, además de notas científicas, cartas al editor y editoriales.

REPIA es editada por el Instituto de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Acepta investigaciones enfocadas en las áreas de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas, Acuicultura y Pecuaria. El público objetivo son académicos, estudiantes y profesionales interesados en contribuir al conocimiento científico mediante la publicación de artículos alineados a las áreas mencionadas.

REPIA postula y se suscribe constantemente a portales, repositorios y directorios nacionales e internacionales, con la finalidad de mejorar su impacto en la comunidad, y lograr su pronta aceptación en índices de alto impacto.

REPIA tiene periodicidad de publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre). La fecha establecida para la publicación de los artículos es el 20 de abril y el 20 de octubre de cada año.

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 1, Abril, 2022
Publicación semestral. Yurimaguas, Perú
ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X
DOI: 10.56926/repia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EDITORIAL

- Soluciones sostenibles para el aprovechamiento doméstico de animales en la realidad amazónica e16
Sustainable solutions for the domestic use of animals in the Amazon reality
Fred W. Chu-Koo

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Aislamiento e identificación de nemátodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas e9
Isolation and identification of native entomopathogenic nematodes in different land use systems in Yurimaguas
Marco A. Mathios-Flores, Beto Pashanasi-Amasifuén, Analy N. Aponte-Jaramillo, Jesús G. Alcázar-Sedano y Luis A. Saire-Quispe
- Evaluación de diferentes densidades de crianza en cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado en condiciones de trópico húmedo e7
*Evaluation of different rearing densities in improved guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) in the finishing stage in humid tropical conditions*
Juan C. Tuesta-Hidalgo, Oscar A. Tuesta-Hidalgo, Karen C. Zegarra-Álava y Julio R. Lancha-Flores
- Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos e10
*Screw (*Cedrelinga catenaeformis*) and Marupa (*Simarouba amara*) growth within a multistrata agroforestry system*
Beto Pashanasi-Amasifuen, Analy N. Aponte-Jaramillo y Marco A. Mathios-Flores
- Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en la Amazonía Peruana e8
*Evaluation of culture densities of fingerlings of gamitana (*Colossoma macropomum*) under RAS system in the Peruvian Amazon*
Magno R. Reyes-Bedriñana, Marco A. Mathios-Flores, José V. Aguilar-Vásquez, Oscar A. Tuesta-Hidalgo, Juan C. Tuesta-Hidalgo y Juvenal Napuchi-Linares

REVISIONES

- Fauna parasitaria de dos peces del género *Satanoperca* (Cichlidae): una revisión de las investigaciones realizadas en el siglo XXI e11
*Parasitic fauna of two fishes of the genus *Satanoperca* (Cichlidae): a review of research carried out in the 21st century*
Fred W. Chu Koo, Yeng F. Chu-Ochoa y Miriam A. Alvan-Aguilar

Editorial

Soluciones sostenibles para el aprovechamiento doméstico de animales en la realidad amazónica

Sustainable solutions for the domestic use of animals in the amazon reality

Fred William Chu-Koo^{1*} 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

Cómo citar / Citation: Chu-Koo, F. W. (2022). Soluciones sostenibles para el aprovechamiento doméstico de animales en la realidad amazónica. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria* 1(1), e16. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.16>

EDITORIAL

En el Perú, a consecuencia de la aprobación de la nueva Ley Universitaria (MINEDU, 2015) se ha reestructurado el sistema universitario peruano; de manera que, se ha dado un giro hacia la búsqueda de soluciones a los problemas de la sociedad aplicando los resultados de la investigación que se desarrolla en los claustros universitarios, eso se puede apreciar en los diferentes indicadores de producción científica reflejado en artículos científicos, tesis, patentes y otros productos resultantes (Lavalle & de Nicolas, 2017).

En ese sentido, la Universidad Nacional Amazónica de Alto Amazonas (UNAAA) creada con Ley 29649 (Congreso, 2011) es la universidad de la macro región oriente que más eficientemente ha hecho su trabajo; tomando en consideración su tamaño y año de creación, eso se refleja en sus diferentes ratios como porcentaje de docentes Renacyt (30%) (Renacyt, 2022), ratio de artículos publicados en revistas indexadas en Scopus (23%) (Scopus, 2022) y ratio de artículos publicados en revistas indexadas en WoS (15%) ubicándola como la mejor universidad de esta parte del Perú. Sí, la evidencia muestra que ha sido la más diligente.

Así, la Vice Presidencia de Investigación, en coordinación estrecha con el Instituto de Investigación crean la Revista Peruana de Investigación Agropecuaria (REPIA) cuya misión es divulgar el conocimiento producido por la comunidad académica-científica en las áreas de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas, Acuicultura y Pecuaria y pone a disposición el Volumen 1, Número 1 en el que publicamos artículos relacionados al trabajo científico que busca soluciones sostenibles para el aprovechamiento doméstico de animales en la realidad amazónica peruana.

Invitamos a la comunidad universitaria, especialmente a los docentes y estudiantes de las carreras relacionadas de la macro región oriente, del Perú y del Mundo, a realizar una lectura de los artículos



publicados y de ser el caso citar en sus investigaciones a fin de consolidar el sitio de la UNAAA como institución que genera conocimiento.

Universitariamente.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Congreso. (2011). *LEY Nº 29649. Ley que crea la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas*. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-que-crea-la-universidad-nacional-autonoma-de-alto-amazon-ley-n-29649-588040-1>
- Lavalle, C., & de Nicolas, V. L. (2017). Peru and its new challenge in higher education: Towards a research university. *PLOS ONE*, *12*(8), e0182631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182631>
- MINEDU. (2015). *Ley Universitaria 30220* (p. 35). MINEDU. http://www.minedu.gob.pe/reforma-universitaria/pdf/ley_universitaria.pdf
- Renacyt. (2022). *Registro de Investigadores - Renacyt*. <https://ctivitaec.concytec.gob.pe/renacyt-ui/#/registro/investigadores>
- Scopus. (2022). *Scopus - Document search*. <https://www.scopus.com/>

Artículo Original / Original Article

Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas

Isolation and identification of native entomopathogenic nematodes in different land use systems in Yurimaguas

Marco Antonio Mathios-Flores^{1*} ; Beto Pashanasi-Amasifuen¹ ; Analy Nohely Aponte-Jaramillo¹ ; Jesús Guillermo Alcázar-Sedano ¹ ; Luis Alejandro Saire-Quispe ¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

Dentro las comunidades bióticas los nematodos son importantes indicadores ambientales de conservación de los sistemas de suelo agrario. El objetivo del estudio fue aislar e identificar nematodos en 10 sistemas de uso del suelo del distrito Yurimaguas, Perú. La recolección de muestras de cada sistema de suelo fue aleatoria, 10 muestras de suelo, recogidas de un aproximado de 15 cm de profundidad, posteriormente se realizó el aislamiento de las muestras en recipientes esterilizados, donde se dividió en dos submuestras para la colocación de 5 a 10 larvas de polillas (*G. mellonella*), las cuales fueron conservados en ambientes de 20 a 25 °C por una semana; posterior al periodo de incubación se evaluó la presencia de nematodos entomopatógenos. Se encontró la presencia de nematodos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema* en sistemas de uso de suelo de cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.), yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*). El estudio de identificación de los nematodos entomopatógenos nativos en los diferentes usos del suelo de Yurimaguas contribuye como propuesta para el control biológico de plagas en los cultivos de importancia económica.

Palabras clave: control biológico; *Heterorhabditis*; sistema de suelo agrario; *Steinernema*

ABSTRACT

Within biotic communities, nematodes are important environmental indicators of conservation of agricultural soil systems. The objective of the study was to isolate and identify nematodes in 10 land use systems of the Yurimaguas district, Peru. The collection of samples from each soil system was random, 10 soil samples, collected from an approximate depth of 15 cm, later the isolation of the samples was carried out in sterilized containers, where they were divided into two subsamples for the placement of 5 to 10 moth larvae (*G. mellonella*), which were kept in environments between 20 and 25 °C for one week; After the incubation period, the presence of entomopathogenic nematodes was evaluated. The presence of nematodes of the genus *Heterorhabditis* and *Steinernema* was found in land use systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.), cassava (*Manihot esculenta*) and plantain (*Musa paradisiaca*) crops. The identification study of native entomopathogenic nematodes in the different land uses of Yurimaguas contributes as a proposal for the biological control of pests in crops of economic importance.

Keywords: biologic control; *Heterorhabditis*; agrarian soil system; *Steinernema*

Cómo citar / Citation: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuen, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. & Saire-Quispe, L. A. (2022). Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e9. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.9>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Marco Antonio Mathios-Flores - mmathios@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades bióticas del suelo representan aproximadamente el 25% de la diversidad global. Entre la biota edáfica, los nematodos son considerados ecológicamente importantes como indicadores ambientales (Varela Benavides, 2018), los nemátodos edáficos presentan características biológicas y ecológicas que les convierten en excelentes indicadores del estado de conservación del suelo en sistemas agrarios (Sánchez-Moreno & Talavera, 2013).

A fin de entender su distribución, prevalencia y usos posibles a nivel mundial, se realizaron varios estudios de aislamientos e identificación en agroecosistemas como lo determinado por Islas-López et al. (2021) obtuvieron tres aislamientos de nematodos con características de entomopatógenos, a los cuales se les asignó el código de muestra TMA2, GMA6 y CGA7.

También, Paez Cuervo (2019) en Colombia identificó seis especies de nematodos codificados: CPMsp1901, CPMsp1902, CPMsp1903, CPMsp1904, CPMsp1905 CPMsp1906; los cuales correspondieron al género *Heterorhabditis* sp. Así mismo, López-Llano & Soto-Giraldo (2016) encontraron 15 nematodos del género *Steinernema* y 6 del género *Heterorhabditi*.

Así mismo, en Trujillo, Maximiliano Orbegoso (2014) aisló dos poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* pertenecientes a la familia Heterorhabditidae, de un total de 8 muestras de suelo y la multiplicación de nematodos entomopatógenos. Pacheco Hernández et al. (2019), en Lambayeque aislaron dos cepas de nematodos entomopatógenos en el cultivo de maíz que denominó M2 pues se recuperó en larvas de *Gallería mellonella* y la cepa que se aisló del cultivo de mango la designó MH.

Según Sánchez Jara et al. (2019) el control de maleza y plagas en la agricultura, se basa en el uso de plaguicidas químicos sin tener en cuenta los efectos adversos ecológicos; así como, en la salud animal y humana. Por ello se buscan alternativas para el control de plagas de manera biológica por nematodos entomopatógenos.

Ferrer Wurst (2021) indica que se disminuyeron los porcentajes de intensidad de infestación de 15% hasta 1,68% en el área de la Azucarera río Turbio y se tuvo un beneficio/costo del control biológico de 41,25 a 1, por ello en este estudio se los aíslan e identifican en diez sistemas de uso del suelo en Yurimaguas, pues podrían ser útiles para los cultivos de la zona y usarse como agentes de control biológico en el manejo de plagas ya que aportan positivamente en la mejora de las tierras para uso agrícola. En el caso de *Steinernema* y *Heterorhabditis* son potentes agentes para el control biológico, una vez que el juvenil infectivo logra penetrar al hemocel (Pacheco Hernández et al., 2019). El uso de estos nematodos en el control biológico de plagas se debe orientar a controlar los insectos, pretendiendo con esto disminuir la dependencia de los plaguicidas que causan problemas de resistencia en los insectos (Basilio Agui, 2018).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en diferentes sistemas de uso de suelo del distrito de Yurimaguas que se encuentra a 106 msnm, con una Superficie: 2,675 km², Temperatura: 26,7°C, viento del NO a 3 km/h, humedad del 98%, Coordenadas: 5°54'00"S 76°05'00"O, con una precipitación anual de 1159 mm en suelos no aluviales.

2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los nematodos entomopatógenos se utilizó el método de Kaya & Stock (1997).

2.2. Fase de campo: colección de muestras

Las muestras fueron tomadas al azar en cada uno de los sistemas de uso de suelo, un peso aproximado de 10 kg de suelo. En cada sistema, se recolectó 10 muestras de suelo, hasta una profundidad de 15 cm; el suelo colectado fue puesto en una bolsa de plástico rotulado. Después de cada muestreo, se desinfectó la pala con alcohol de 70% para evitar la contaminación entre muestras (Bertolotti & Cagnolo, 2019). Las muestras fueron procesadas inmediatamente después de la colecta.

2.3. Fase de laboratorio: Aislamiento de nematodos

Se usó la metodología de Kaya & Stock (1997), cada muestra de suelo fue homogenizada y colocada en un recipiente de plástico previa desinfección, luego se dividió en 2 sub muestras distribuidas en dos partes equitativas (se utilizó dos repeticiones por cada punto de muestreo) en cada sub muestra de suelo se colocó 5 a 10 larvas de *G. mellonella* dependiendo de la disponibilidad de polillas.

Con las larvas en los recipientes, se cerraron herméticamente, luego se invirtió la posición de los mismos para que se muevan y tengan mayor oportunidad de encontrarse con un juvenil infectivo. Los recipientes fueron colocados en un ambiente de 20 a 25 °C hasta 1 semana para su observación. Luego del periodo de incubación se evaluaron las muestras para verificar si hay larvas muertas con síntomas de nematodos entomopatógenos.

Los insectos muertos con síntomas típicos de nematodos o sospechosos fueron colocados en trampas White para su observación durante dos semanas aproximadamente, hasta la emergencia de los nematodos.

2.4. Identificación

Las especies de nematodos entomopatógenos nativos se identificaron en el laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo sistemático se realizó en cinco sectores de Yurimaguas donde se recolectaron 46 muestras de suelo en los meses de octubre a diciembre de 2021, en diferentes usos del suelo en los que se encontraron nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema*, como se muestran en la Tabla 1, identificados por los cambios característicos en el color de los cadáveres debido a la bacteria simbiote. Sin embargo, la identificación a nivel de especie fue por las características morfológicas de juveniles aislados.

Tabla 1

Ubicación de los nematodos en dos sistemas de uso del suelo

N° de muestra	Cultivo	Nemátodos entomopatógenos	Sector	Ubicación UTM
1	Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) Edad 3 años	<i>Heterorhabditis</i> y <i>Steinernema</i>	INIA	Latitud 5°56'23" Longitud 76°70'12"
41	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	<i>Heterorhabditis</i> y <i>Steinernema</i>	INIA	Latitud 5°56'91" Longitud 76°07'105"

En un proceso de aislamiento, Parada Domínguez et al. (2019) encontraron que el *Steinernema* persistió más en suelo comparado con el de *Heterorhabditis*, muy similar a nuestros hallazgos.

A diferencia de Bustamante García (2020) que encontró siete géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de cacao, siendo estos: *Criconemoides*, *Helicotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus* y *Xiphinema*. De los cuales tres géneros benéficos: *Mononchus*, *Dorylaimus* y *Rhabditis*.

A continuación, se detalla las características morfológicas de géneros y especies de nematodos entomopatógenos identificados:

3.1. Género *Heterorhabditis*

Machos

Los machos poseen una sola testis y un par de espículas separadas y ligeramente curvadas hacia el lado ventral. La cabeza de la espícula es corta, sobresale de la lámina por una constricción. El gubernaculum tiene casi la mitad de tamaño que la espícula (Figura 1).

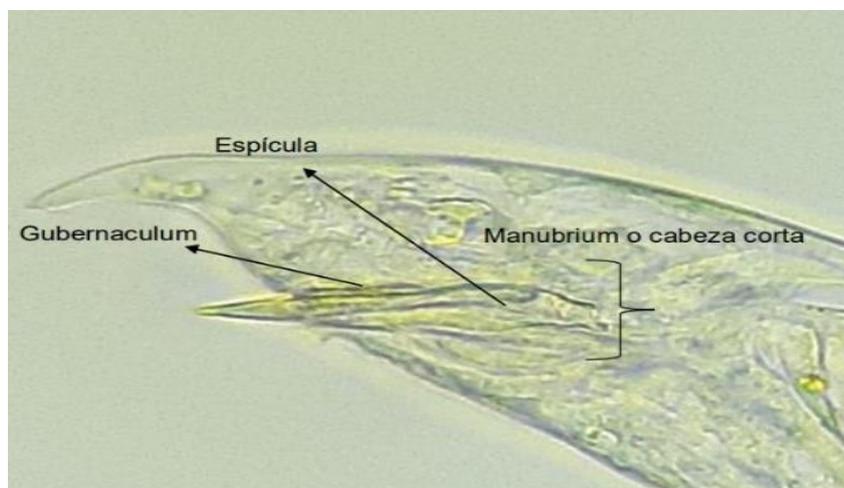


Figura 1. *Nematodo macho del género Heterorhabditis*

La espícula tiene una coloración más clara, vista con un campo claro a través del microscopio. La bursa es pelodera y tiene nueve pares de papilas genitales, como se muestra en la Figura 2.

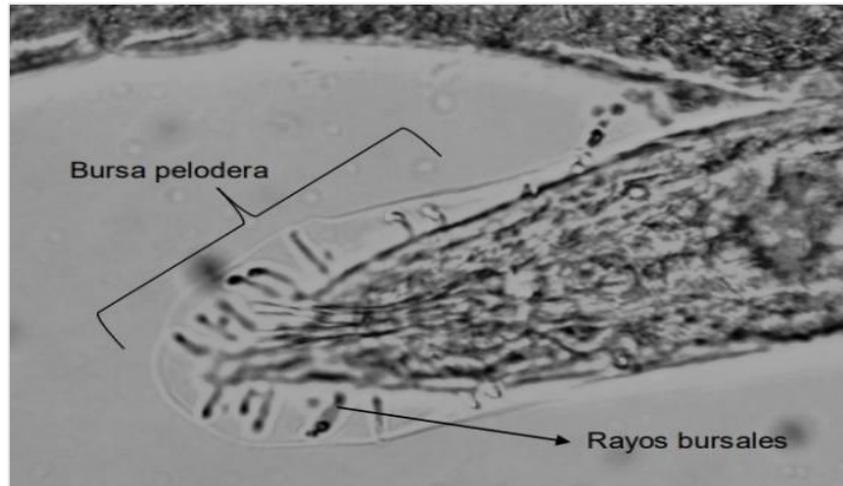


Figura 2. *Nematodo macho del género Heterorhabditis. La bursa es pelodera con nueve pares de papilas genitales*

Hembras

Cabeza truncada ligeramente redondeada, con seis labios cónicos bien desarrollados, separados y cada uno con una papilla terminal. La estoma es ancha, pero poco profunda, los cheilorhabdiones están presentes y forman un anillo, en una vista lateral se asemejan a dos estructuras elongadas (Figura 3). El resto de la estoma está fusionado y forma una porción colapsada posterior. La parte posterior de la estoma está rodeada del esófago, este no posee metacorpus. El bulbo basal es ensanchado, la válvula basal es reducida, poco notoria. El anillo nervioso está en el medio del istmo. El poro excretor usualmente está posterior al final del esófago.

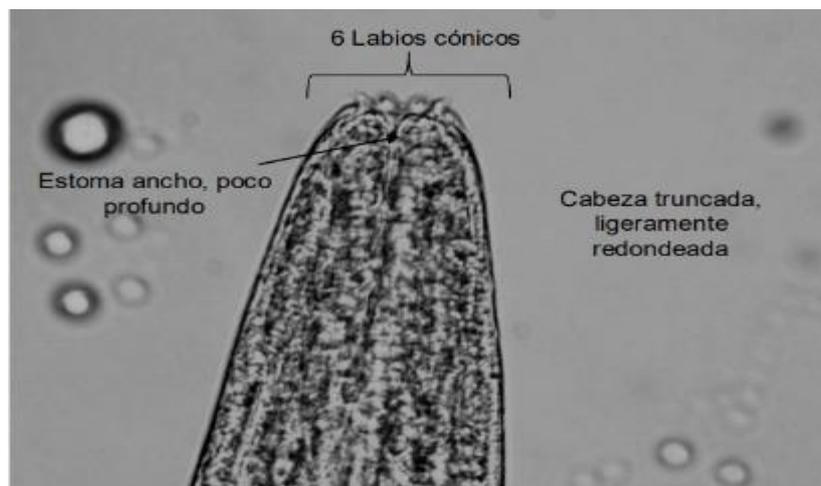


Figura 3. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con seis labios cónicos*

La cola es puntiaguda, más larga que ancho del cuerpo en la región anal, hay presencia de un ensanchamiento postanal (Figuras 4 y 5).

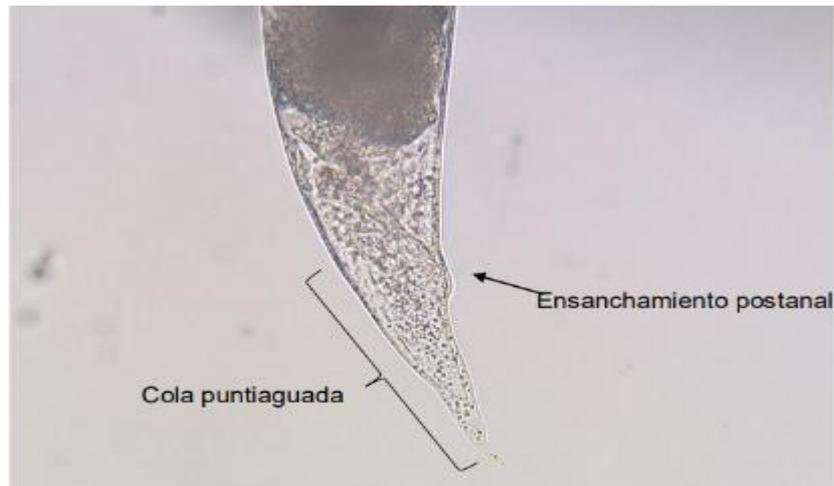


Figura 4. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con una cola puntiaguada*



Figura 5. *Nematodo hembra del género Heterorhabditis con cola puntiaguada*

Juveniles infectivos *Heterorhabditis*

Usualmente poseen una doble cutícula (Figura 6). En la parte anterior de la cutícula poseen el patrón tessellate (Figura 7) y estrías longitudinales a lo largo del cuerpo (Figura 8). La cabeza posee en una parte anterior un diente dorsal prominente. La estoma luce como una cámara cerrada con paredes paralelas (Figura 9). El esófago e intestino están reducidos. Otra característica para Basilio Agui (2018) es la cabeza que presenta una proyección pequeña en la porción dorsal y el poro excretor localizado posteriormente al anillo nervioso. Los juveniles infectivos de *Heterorhabditis* son hermafroditas (Kaya & Stock, 1997).

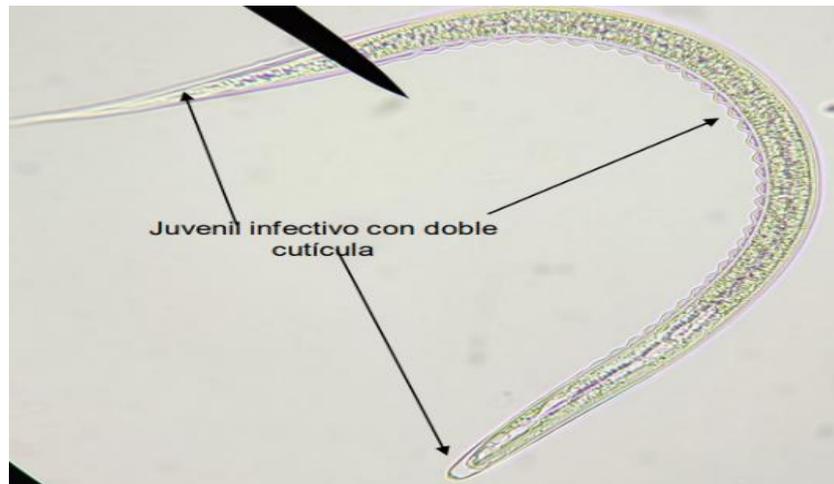


Figura 6. *Nematodo Juvenil infectivo*



Figura 7. *Nematodo Juvenil*

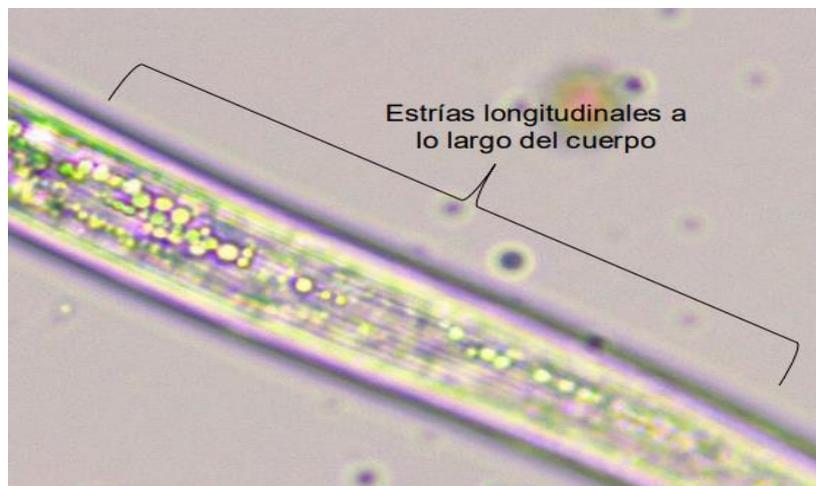


Figura 8. *Nematodo Juvenil infectivo. Estoma a manera de cámara*



Figura 9. *Estrías longitudinales*

3.2. Género *Steinernema*

Machos

El gubernaculum es largo (Figura 10), a veces tan largo como las espículas. La coloración del gubernaculum y las espículas es más oscura que en *Heterorhabditis*. La bursa está ausente. La cola es redondeada, digitada y mucronada. Poseen pares de papilas genitales (Figura 11).

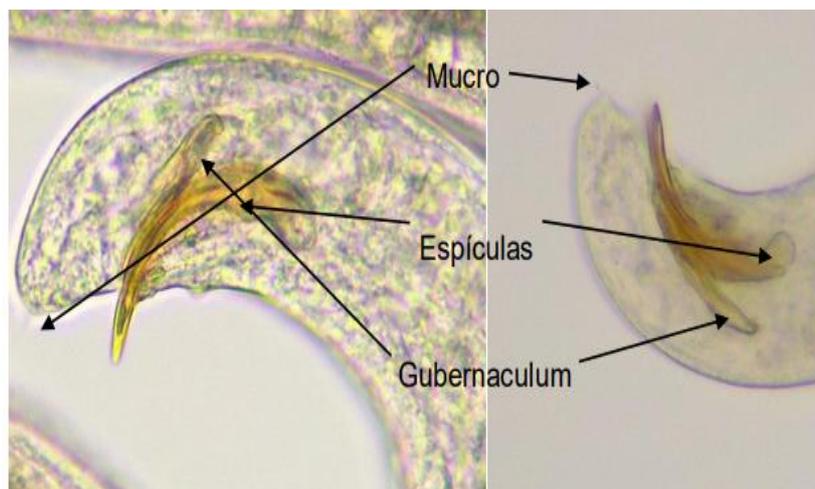


Figura 10. *Género Steinernema*

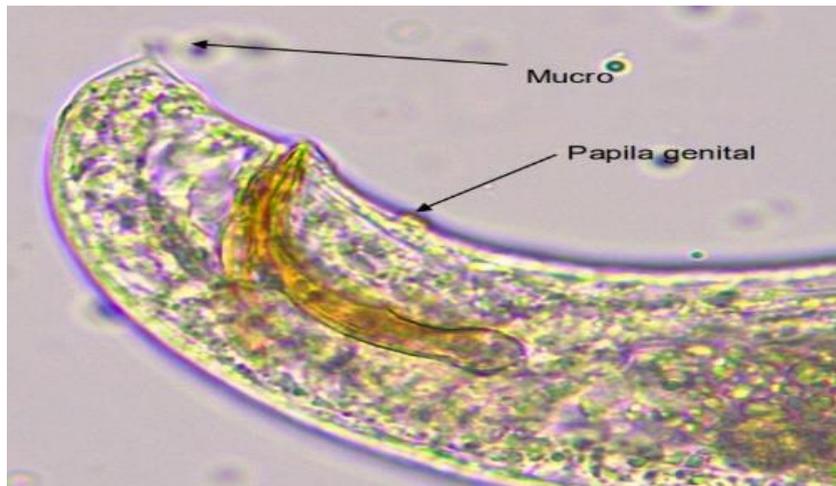


Figura 11. *Papila genital*

Hembras

El poro excretor se ubica antes del anillo nervioso. La cola es más larga o más corta que el ancho del cuerpo en la región anal (Figura 12). Las colas de las hembras de *Steinernema* son más cortas y cónicas que las colas del género *Heterorhabditis*.

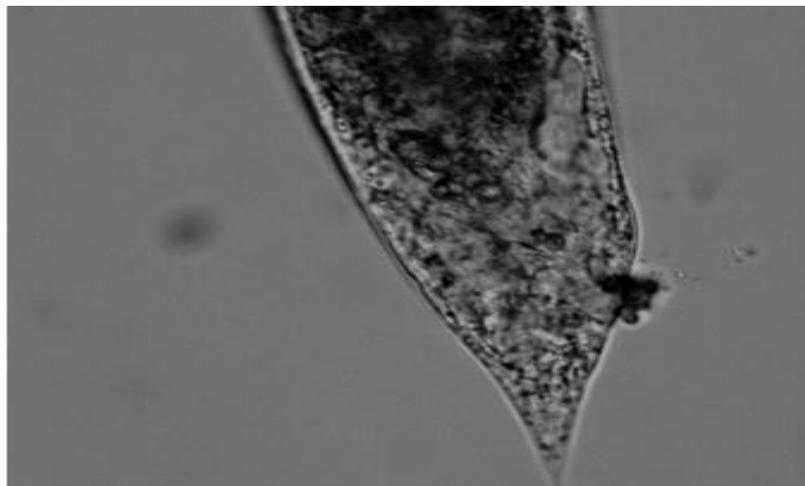


Figura 12. *Región anal del género Steinernema*

CONCLUSIONES

La identificación de la especie usando solamente los descriptores para juveniles infectivos se concluye que la especie es *Heterorhabditis bacteriophora*.

Las características morfológicas encontradas en los diferentes estadios de nematodos entomopatógenos nativos coinciden con el género *Heterorhabditis* y *Steinernema*.

Este primer estudio de identificación de los nematodos entomopatógenos nativos en los diferentes usos del suelo de Yurimaguas podría contribuir como propuesta para el control biológico de plagas en los cultivos de importancia económica.

FINANCIAMIENTO

El presente artículo se deriva del proyecto "Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en el distrito de Yurimaguas", aprobado y financiado por la UNAAA con Resolución de Comisión Organizadora N° 131-2021-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Mathios-Flores, M. A. y Pashanasi-Amasifuén, B.

Curación de datos: Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Análisis formal: Mathios-Flores, M. A. y Pashanasi-Amasifuén, B.

Investigación: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Metodología: Mathios-Flores, M. A., Pashanasi-Amasifuén, B., Aponte-Jaramillo, A. N., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Supervisión: Mathios-Flores, M. A., Alcázar-Sedano, J. G. y Saire-Quispe, L. A.

Redacción-borrador original: Pashanasi-Amasifuén, B. y Aponte-Jaramillo, A. N.

Redacción-revisión y edición: Mathios-Flores, M. A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basilio Agui, E. B. (2018). *Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos en el distrito de Yanahuanca-Daniel Carrión*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Bertolotti, M. A., & Cagnolo, S. R. (2019). Nematodos entomopatógenos (familias Steinernematidae y Heterorhabditidae) en Argentina. Recopilación de hallazgos de poblaciones naturales en medio siglo de prospecciones. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(1). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/21082>

Bustamante García, V. (2020). Estudio de la ocurrencia de nematodos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en la zona sur de la provincia del Guayas. *Alternativas*, 20(1). <https://doi.org/10.23878/alternativas.v20i1.280>

Ferrer Wurst, F. (2021). Control biológico de plagas agrícolas en Venezuela: los logros históricos de la empresa Servicio Biológico (SERVBIO). *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1), 327–344. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.16>

Islas-López, G., Torres-huerta, B., & Rosalía, A. (2021). Identificación de nematodos entomopatógenos con potencial para el manejo de *Dendroctonus frontalis* (Curculionidae: scolytinae). *Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 46(August), 296–301.

Kaya, H. K., & Stock, P. S. (1997). Techniques in insect nematology. In *Manual of Techniques in*

Insect Pathology (pp. 281–324). <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>

- López-Llano, R. A., & Soto-Giraldo, A. (2016). Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 20(2), 114–123. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.2.8>
- Maximiliano Orbegoso, M. A. (2014). *Aislamiento y Multiplicación de Nematodos Entomopatógenos en Trujillo – La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Pacheco Hernández, M. de L., Reséndiz Martínez, J. F., & Arriola Padilla, V. J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Paez Cuervo, M. D. (2019). *Aislamiento de nemátodos entomopatógenos presentes en ecosistemas de palma aceitera en la zona oriental y suroccidental de Colombia*. Universidad de Cundimarca.
- Parada Domínguez, O., Alatorre Rosas, R., Guzmán Franco, A. W., Hernández Rosas, F., Rojas Avelizapa, L. I., & Ruíz Vera, V. M. (2019). Efecto de nematodos entomopatógenos en ninfas de *Aeneolamia albofasciata* y su persistencia en suelos cañeros de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 22, 115–127. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1863>
- Sánchez-Moreno, S., & Talavera, M. (2013). Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas*, 22(1), 50–55. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.09>
- Sánchez Jara, J., Valle Delgado, J., Pérez Tesén, E., Neira de Perales, M., & Calderón Arias, C. (2019). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 551–557. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.12>
- Varela Benavides, I. (2018). Abundancia, diversidad y huella metabólica de comunidades de nematodos en diferentes zonas de vida en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1709–1720. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.33219>

Artículo Original / Original Article

Evaluación de diferentes densidades de crianza en cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado en condiciones de trópico húmedo

Evaluation of different rearing densities in improved guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) in the finishing stage in humid tropical conditions

Juan Carlos Tuesta-Hidalgo^{1*} ; Oscar Alejandro Tuesta-Hidalgo¹ ; Karen Cecilia Zegarra-Álava¹ ; Julio Remigio Lancha-Flores¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

En Yurimaguas la crianza de cuyes mejorados es una actividad familiar que representa una fuente de ingresos económicos. Se buscó determinar la densidad óptima de crianza, los parámetros productivos y económicos de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado en condiciones de trópico húmedo. Se utilizaron 78 cuyes machos mejorados, distribuidos mediante un diseño completamente al azar en cuatro (4) tratamientos (T1:5 cuyes, T2:6 cuyes, T3:7 cuyes y T4:8 cuyes) / 0,81m² y 3 repeticiones por tratamiento. Los parámetros de ganancia de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia muestran diferencias entre tratamientos, el mejor resultado se observó en el tratamiento 4, con 318,41g, 11,37g y 6,82 respectivamente; en el consumo de forraje más cuyina, en materia seca y rendimiento de carcasa no se observaron diferencias entre tratamientos; en los parámetros económicos el mejor beneficio neto y mérito económico se obtuvo en el tratamiento 4 con un beneficio neto de S/.79 y un mérito económico de 14,1%. Concluimos que la mejor densidad de crianza fue en el tratamiento 4, que representa un espacio vital de 0,10m²/cuy.

Palabras clave: ganancia de peso; manejo sanitario; parámetros económicos; parámetros productivos

ABSTRACT

In Yurimaguas, raising improved guinea pigs is a family activity that represents a source of economic income. The aim was to determine the optimum rearing density, productive and economic parameters of improved guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) in the finishing stage under humid tropical conditions. 78 improved male guinea pigs were used, distributed by a completely random design in four (4) treatments (T1: 5 guinea pigs, T2: 6 guinea pigs, T3: 7 guinea pigs and T4: 8 guinea pigs) / 0.81m² and 3 repetitions per treatment. The parameters of weight gain, daily weight gain and feed conversion show differences between treatments, the best result was observed in treatment 4, with 318.41g, 11.37g and 6.82 respectively; in the consumption of forage plus guinea pig, in dry matter and carcass yield, no differences were observed between treatments; In the economic parameters, the best net benefit and economic merit was obtained in treatment 4 with a net benefit of S/.79 and an economic merit of 14.1%. We conclude that the best rearing density was in treatment 4, which represents a living space of 0.10m²/guinea pig.

Keywords: weight gain; health management; economic parameters; productive parameters

Cómo citar / Citation: Tuesta-Hidalgo, J. C., Tuesta-Hidalgo, O. A., Zegarra-Álava, K. C. & Lancha-Flores, J. R. (2022). Evaluación de diferentes densidades de crianza en cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado en condiciones de trópico húmedo. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e7. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.7>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Juan Carlos Tuesta-Hidalgo - jtuesta@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes es una actividad creciente a nivel nacional, impulsado por estudios que demuestran el valor nutricional de su carne, el bajo perfil lipídico que ofrece (Díaz Céspedes et al., 2021); el contenido de nutrientes del estiércol utilizado como un excelente abono orgánico, la utilización comercial de la piel en la industria del curtido, etc.; además, es considerada una de las especies utilizadas como garantía de seguridad alimentaria y nutricional para los hogares de bajos ingresos (Ayagirwe et al., 2018).

En Yurimaguas, esta actividad se inició principalmente por la inmigración ciudadana, teniendo básicamente una crianza de tipo familiar, y posteriormente gracias a proyectos productivos impulsados por entidades públicas, que buscan estimular un tipo de crianza familiar o comercial, generando una fuente de ingreso económico adicional en las familias y una fuente alimenticia de rápida adquisición (Iñipe Pezo, 2012). En ambos casos, se aplican conocimientos básicos sobre alimentación (Perez Shuña, 2013), manejo sanitario, instalaciones y manejo reproductivo, basadas en experiencias de diferentes realidades climatológicas, la cual influye directamente sobre los parámetros productivos y reproductivos, y como consecuencia a esto sobre los parámetros económicos.

Un aspecto importante dentro de cada tipo de explotación pecuaria es el área vital en la que se desarrollan, pues cada animal necesita un espacio adecuado para responder de manera eficiente productivamente (Cáceres O. et al., 2004); y esto es más importante aún si el lugar de explotación pecuaria no es el de origen de la especie, ya que va a estar influenciado por factores ambientales (temperatura, humedad, precipitación, luminosidad, etc.) (Ramírez-Navarro & Cárdenas-Alayo, 2022).

Mediante el presente estudio se busca mejorar las técnicas de manejo obteniendo datos reales sobre la densidad óptima de crianza en la etapa de recría, en condiciones de trópico húmedo (Palacios Castillo, 2022); para lo cual nos planteamos el siguiente objetivo: determinar la densidad óptima de crianza de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado que permita obtener las mejores respuestas bioeconómicas en condiciones de trópico húmedo.

Para ello, determinamos los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa) de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo. Y luego los parámetros económicos en cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un galpón para cuyes, construido de concreto y techo de calamina, ubicado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (UNAAA) en Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto, entre las coordenadas 05°53'34" de latitud sur y 76°06'36" de longitud oeste, altitud media de 104 m.s.n.m., temperatura media anual de 26,6°C, precipitación anual promedio de 2098 mm.

El experimento se desarrolló durante 4 semanas. Dentro del galpón se construyeron seis jaulas de un piso con dos espacios, de madera y malla metálica, de 0,9 m de ancho por 0,9 m de largo. Por cada división se utilizaron comederos plásticos, rectangulares, divididos en dos espacios. Los bebederos de arcilla, circulares y revestidos de loza.

Semanalmente, para el pesaje del alimento (pasto) y de los animales usamos una balanza de precisión con capacidad de 5kg.

Se utilizaron 78 cuyes machos mejorados, en etapa de acabado, con peso promedio de 454gr, procedentes del valle del Shanusi. Los animales se distribuyeron en cuatro tratamientos (T1: 5 animales, T2: 6 animales, T3: 7 animales y T4: 8 animales) y tres repeticiones por tratamiento.

La alimentación brindada fue mixta. Se utilizó pasto conocido con el nombre de Kudzu y el alimento concentrado utilizado fue cuyina de la casa comercial Cogorno, el cual cuenta con 17% de proteína, 3% grasa, 12% fibra, 14% humedad, 9% ceniza y 40% carbohidratos. El alimento se pesaba diariamente, a las 8 a.m. y a las 4 p.m. y de igual manera el sobrante.

Al inicio los animales fueron desparasitados, utilizando febendazole 10%, con nombre comercial Parafex SR, en dosis de 3 gotas por cuy (0,15 ml). Los comederos y bebederos se desinfectaban utilizando agua, detergente y lejía. A la entrada del galpón se colocó un pediluvio con cal.

Los animales fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo compuesta por 5, 6, 7 y 8 animales por jaula. Para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre medias de los tratamientos se utilizó la prueba de DUNCAN al 5%. De esa manera se determinó la densidad óptima por unidad de área (m²) en función al número de animales.

Ganancia diaria de peso (g/día)

Se obtuvo restando del peso inicial. De igual manera, para determinar la ganancia diaria de peso se restó el peso final menos el peso inicial dividido entre el número de días evaluados.

Consumo de alimento (g/día)

Se obtuvo diariamente por el pesaje del alimento ofrecido menos el alimento sobrante, tanto del concentrado como del forraje.

Conversión alimenticia

Se determinó a partir de la relación matemática, consumo total de alimento en materia seca dividida por la ganancia total de peso de los cuyes en cada una de las unidades experimentales.

Rendimiento de carcasa (%)

Se sacrificaron algunos animales de cada unidad experimental, mediante el método del aturdimiento, se desangró al animal, se escaldó y se evisceró, dejándolo limpio compuesto por cabeza, patas, cuerpo y vísceras (hígado y riñones), cada una de estas partes fueron pesadas por separado para determinar el rendimiento de carcasa (RC).

$$RC = \frac{\text{Peso de carcasa (kg)} * 100}{\text{Peso vivo (kg)}}$$

Mérito económico (%), se calculó para cada tratamiento a través de la siguiente ecuación:

$$ME (\%) = (BN/CT) * 100$$

Dónde:

ME = mérito económico

BN = beneficio por tratamiento

CT = costo total por tratamiento

Beneficio neto (S/.) se calculó para cada tratamiento a través de la siguiente ecuación:

$$BN = P*Y - (CFi + CVi)$$

Dónde:

BN = beneficio neto por tratamiento S/.

i = tratamiento

PYi = ingreso bruto por cada tratamiento S/.

CFi = costo fijo por cada tratamiento S/.

CVi = costo variable para cada tratamiento S/.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa) de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades, en condiciones de trópico húmedo.

En la Tabla 1, se muestran los parámetros productivos de los cuyes en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo. Los parámetros fueron analizados estadísticamente, encontrando que los valores que no mostraron diferencias significativas entre tratamientos fueron: peso inicial, peso final y consumo de alimento. Por el contrario, hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en la ganancia de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, obteniendo los mejores valores en el tratamiento 4 (8 cuyes), con 318,41 g, 11,37 g y 6,82 respectivamente.

Tabla 1

Parámetros productivos de la crianza de cuyes mejorados (Cavia porcellus L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo

Trat.	PI	PF	GP	GDP	CF+C MS (g)	CA
T1	469,68a	731,23a	261,55b	9,34b	76,77a	8,23a
T2	450,02a	742,47a	292,45ba	10,44ba	78,07a	7,50ab
T3	453,94a	762,33a	308,38a	11,01a	78,30a	7,13b
T4	442,86a	761,27a	318,41a	11,37a	77,45a	6,82b
CV	4,8	3,3	6,4	6,4	2,4	6,5

Nota: PI= peso inicial promedio/animal/g; PF= peso final promedio/animal/g; GP= ganancia de peso promedio/animal g; GDP= ganancia diaria de peso/animal g; CF+C MS= consumo de forraje más cuyina en materia seca g; y CA= conversión alimenticia. CV= coeficiente de variación %. Diferentes letras en la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) a la prueba de Duncan.

En la Tabla 2 se observan los parámetros productivos de cuyes mejorados al beneficio, no existiendo diferencia significativa entre tratamientos, para peso antes del sacrificio, peso de carcasa y rendimiento de carcasa. Sin embargo, el mejor rendimiento de carcasa, numéricamente, fue en el tratamiento 3 con 72,70%.

Tabla 2

*Parámetros productivos al beneficio de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo*

Trat.	PAS g	PC g	RC %
T1	760a	530a	70,19a
T2	720a	550a	69,68a
T3	780a	570a	72,70a
T4	770a	530a	69,37a
CV	5,3	7,8	3,6

Nota: PAS= peso antes del sacrificio g; PC= peso de carcasa g; RC= rendimiento de carcasa %. CV= coeficiente de variación %. Diferentes letras en la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) a la prueba de Duncan.

En relación a los parámetros económicos (beneficio neto y mérito económico) de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades, en condiciones de trópico húmedo; los resultados se muestran en la Tabla 3 donde el tratamiento 4 (8 cuyes/0,81m²) fue el que mostró mejor beneficio neto de S/.79 con respecto al tratamiento 1, que obtuvo un beneficio negativo de S/. -1,8. En caso del mérito económico en los diferentes tratamientos, de igual manera se encontró la mejor rentabilidad en el tratamiento 4 (8 cuyes/0,81m²) con 14,1% en comparación al tratamiento 1, que dio un mérito económico de -0,5%.

Tabla 3

*Parámetros económicos de la crianza de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades en condiciones de trópico húmedo*

Trat.	Peso cuyes (kg)	Y	PY (S/.)	CF (S/.)	CV (S/.)	CT (S/.)	BN (S/.)	ME %
T1	11,0	35,0	383,9	289,7	95,9	385,6	-1,8	-0,5
T2	13,4	35,0	467,8	349,0	95,9	444,9	22,8	5,1
T3	16,0	35,0	560,3	407,7	95,9	503,6	56,7	11,3
T4	18,3	35,0	639,5	464,5	95,9	560,5	79,0	14,1

Respecto a los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa) de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades, en condiciones de trópico húmedo, se describen a seguir:

3.1. Consumo de alimento (CF+C MS)

No se encontró diferencias significativas entre tratamientos; pero sí numéricamente, teniendo 76,77; 78,07; 78,30 y 77,45g para el T1, T2, T3 y T4 respectivamente, siendo el tratamiento 3 (0,12m²/cuy) el de mayor consumo de alimento. Esto se debe a que, a mayor número de cuyes en un área determinada, 8 animales/0,81m² (0,10m²/cuy), esta se ve afectada en el consumo de alimento, disminuyendo en cantidad, por la competencia entre animales. Tal como dicen Huamán et al. (2019)

las instalaciones deben tener espacio suficiente para que los animales se muevan con facilidad, tengan acceso al alimento y al agua, sin ocasionar competencias ni causarse daño. Estos no coinciden con Palacios Torres (2015) quien encontró el mayor consumo de alimento con su menor densidad 6 cuyes/m² (0,17m²/cuy) en cuyes en la etapa de recría I.

3.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Por animal, para el peso en gramos se encontró diferencias entre tratamientos, mostrándose superior en el tratamiento 4 (8 cuyes/0,81 m²), con un valor de 11,37g por animal. Esto nos indica que, a mayor número de animales por área, es menor el espacio que tienen para desplazarse y realizar actividades físicas que afecten la ganancia de peso. Coincidiendo con Buleje Solis (2016) que obtuvo una mayor ganancia de peso (9,5g) en el tratamiento con mayor cantidad de animales (T5, 12 cuyes/0,96m²). Sin embargo, este resultado no coincide con lo obtenido por Palacios Torres (2015) que obtuvo una mejor ganancia de peso (15,64g) en el tratamiento con menor número de cuyes (tratamiento 1,6 cuyes/m²).

3.3. Conversión alimenticia

Los resultados, muestran que hubo diferencia entre tratamientos, con la mejor respuesta en el tratamiento 4 (8 animales/0,81 m²), teniendo un área por cuy de 0,10m², obteniendo una conversión alimenticia de 6,82. Los resultados son similares a los obtenidos por Buleje Solis (2016) quien obtuvo la mejor conversión alimenticia (6,03) en el tratamiento con mayor número de animales (12 animales/0,96 m²) con un área por cuy de 0,08m².

3.4. Rendimiento de carcasa

Los resultados no mostraron diferencias entre tratamientos, eso implica que la densidad no influye sobre la capacidad de desarrollo corporal en los cuyes. Estos resultados son similares a los obtenidos por Roter et al. (2018) que de igual forma no encontraron diferencia significativa entre las diferentes densidades para el rendimiento de carcasa.

Los resultados para el análisis económico muestran que el mejor beneficio neto lo obtuvo el tratamiento 4 con una densidad de 8 cuyes/0,81m² (S/.79), al igual que el mérito económico (14,1%). Un comportamiento similar encontró Buleje Solis (2016), quien obtuvo los mejores resultados en el tratamiento 5 con 12 cuyes/0,96m² (la mayor densidad), con un beneficio neto de S/.43,80 y mérito económico de 22,3%. Esto se debe posiblemente al hecho de que al haber mayor número de animales por área se compensa el gasto realizado.

CONCLUSIONES

El tratamiento 4 (8 cuyes/0,81m²) es el que presentó mejores resultados biológicos; menor consumo de alimento (77,45 g MS), mejor ganancia diaria de peso (11,37 g) y mejor índice de conversión alimenticia (6,82); concluyendo que la mejor densidad de crianza de cuyes machos mejorados en la etapa de acabado, en trópico húmedo fue en el tratamiento 4, que representa un espacio vital de 0,10m²/cuy.

La mejor rentabilidad (14,1%) y beneficio económico (S/.79) se obtuvo en el tratamiento 4 (8 cuyes/0,81m², 0,10m²/cuy).

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Tuesta-Hidalgo, J. C. y Tuesta-Hidalgo, O. A.

Curación de datos: Tuesta-Hidalgo, O. A. y Zegarra-Álava, K. C.

Análisis formal: Tuesta-Hidalgo, J. C. y Tuesta-Hidalgo, O. A.

Investigación: Tuesta-Hidalgo, J. C., Tuesta-Hidalgo, O. A., Zegarra-Álava, K. C. y Lancha-Flores, J. R.

Metodología: Tuesta-Hidalgo, O. A. y Zegarra-Álava, K. C.

Supervisión: Tuesta-Hidalgo, J. C.

Redacción-borrador original: Tuesta-Hidalgo, J. C., Tuesta-Hidalgo, O. A. y Zegarra-Álava, K. C.

Redacción-revisión y edición: Tuesta-Hidalgo, J. C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayagirwe, R. B. B., Meutchieye, F. ., Manjeli, Y. ., & Maass, B. L. (2018). Production systems, phenotypic and genetic diversity, and performance of cavy reared in sub-Saharan Africa: a review. *Livestock Research for Rural Development*, 30(6).
<http://www.lrrd.org/lrrd30/6/ayagi30105.html>
- Buleje Solis, R. C. (2016). *Densidad óptima de crianza en bterias para cuyes (Cavia porcellus L.) de la raza Perú en la fase de crecimiento en condiciones del trópico húmedo* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/995>
- Cáceres O., F., Jiménez A., R., Ara G., M., Huamán U., H., & Huamán C., A. (2004). Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 15(2), 100–112. <https://doi.org/10.15381/rivep.v15i2.1577>
- Díaz Céspedes, M., Rojas Paredes, M. A., Hernández Guevara, J. E., Linares Rivera, J. L., Durand Chávez, L. M., & Moscoso Muñoz, J. E. (2021). Digestibilidad, energía digestible y metabolizable del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) peletizado y extruido en cuyes (*Cavia porcellus* L.). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(5), e19654.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19654>
- Huamán, M., Campos, M., & Chauca, L. (2019). Manual de bioseguridad y sanidad en cuyes. In Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (Ed.), *Ministerio de Agricultura y Riego* (1st ed.).

- Iñipe Pezo, V. M. (2012). *Caracterización de la producción de cuyes (Cavia porcellus) en San Lorenzo, distrito de Barranca, Provincia del Datem del Marañón, Loreto*. [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3835>
- Palacios Castillo, M. L. (2022). *Parámetros productivos de cuyes (Cavia porcellus L.) alimentados con residuos de cosecha de quinua (chenopodium quinoa w.), forraje verde hidropónico, heno de avena y concentrado* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/17763>
- Palacios Torres, J. L. (2015). *Densidad óptima en la crianza de cuyes (cavia porcel/us) de la raza Perú en la etapa de recría - Cajamarca* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/435>
- Perez Shuña, L. G. (2013). *Efecto de la alimentación con erythrina sp vs pueraria phaseloides en cuyes criollos (Cavia porcellus L.) sobre parámetros productivos* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5505>
- Ramírez-Navarro, W., & Cárdenas-Alayo, C. T. (2022). Parámetros productivos de cuyes mejorados en tres densidades de crianza, distrito de Tocache. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e357. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I2.357>
- Roter, E., Trejo, W., & Palacios, G. (2018). Evaluación del tamaño de lote en la crianza comercial de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la etapa de crecimiento. *Anales Científicos*, 79(1), 126. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1148>

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza de la variable dependiente peso inicial

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1157,39	385,80	0,81	0,52
Error	8	3801,68	475,21		
Total corregido	11	4959,07			

Nota: CV = 4,80

Anexo 2

Análisis de varianza de la variable dependiente peso final

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2058,80	686,27	1,13	0,39
Error	8	4877,38	609,67		
Total	11	6936,18			

Nota: CV = 3,29

Anexo 3*Análisis de varianza de la variable dependiente ganancia de peso*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	5557,32	1852,44	5,15	0,03
Error	8	2876,46	359,56		
Total	11	8433,78			

Nota. CV = 6,42**Anexo 4***Análisis de varianza de la variable dependiente ganancia diaria de peso*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	7,08	2,36	5,16	0,03
Error	8	3,66	0,46		
Total	11	10,75			

Nota. CV = 6,42**Anexo 5***Análisis de varianza de la variable dependiente consumo de forraje más cuyina en materia seca*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	4,19	1,40	0,42	0,75
Error	8	26,79	3,35		
Total	11	30,98			

Nota. CV = 2,36**Anexo 6***Análisis de varianza de la variable dependiente conversión alimenticia*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	3,32	1,11	4,77	0,03
Error	8	1,86	0,23		
Total	11	5,17			

Nota. CV = 6,49**Anexo 7***Análisis de varianza de la variable dependiente peso antes sacrificio*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0,01	0,00	1,26	0,35
Error	8	0,01	0,00		
Total	11	0,02			

Nota. CV = 5,26

Anexo 8*Análisis de varianza de la variable dependiente peso de carcasa*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0,01	0,00	1,16	0,38
Error	8	0,01	0,00		
Total	11	0,02			

Nota: CV = 7,81

Anexo 9*Análisis de varianza de la variable dependiente rendimiento de carcasa*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	20,69	6,90	1,09	0,41
Error	8	50,72	6,34		
Total	11	71,41			

Nota: CV = 3,58

Anexo 10*Estructura de costos de producción de cuyes en la fase de acabado*

	T1	T2	T3	T4
Costos variables				
Forraje	39,91	48,32	55,36	63,97
Alimento	22,56	28,00	34,21	36,97
Cuy	225,00	270,00	315,00	360,00
Sanidad	2,26	2,70	3,17	3,61
Costos fijos				
Utensilios	1,48	1,48	1,48	1,48
Jaula	75,00	75,00	75,00	75,00
Mano de obra	16,60	16,60	16,60	16,60
Luz	0,83	0,83	0,83	0,83
Agua	2,00	2,00	2,00	2,00
Total costo variable	289,74	349,02	407,73	464,55
Total costo fijo	95,91	95,91	95,91	95,91
Costo total/trat.	385,65	444,93	503,64	560,46
Costo/cuy	25,71	24,72	23,98	23,35

Anexo 11*Producción de estiércol de cuyes mejorados (Cavia porcellus L.) en la etapa de acabado, criados a diferentes densidades, en condiciones de trópico húmedo*

Tratamiento	Producción promedio/día (g)	Producción prom/día/cuy (g)
T1	377,5	25,2
T2	424,2	23,6
T3	492,4	23,4
T4	565,9	23,6

Artículo Original / Original Article

Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos

Screw (*Cedrelinga catenaeformis*) and Marupa (*Simarouba amara*) growth within a multistrata agroforestry system

Beto Pashanasi-Amasifuen^{1*}; Marco Antonio Mathios-Flores¹; Analy Nohely Aponte-Jaramillo¹

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

En la instalación de sistemas agroforestales en multiestratos es importante conocer el comportamiento de las especies que conforman el sistema. El objetivo fue evaluar el crecimiento en altura (m) y diámetro del tronco (cm) de *Cedrelinga catenaeformis* y *Simarouba amara* como árboles de sombra del cacao en un sistema agroforestal en multiestratos. El sistema fue establecido en un suelo con una textura franco arenoso, con materia orgánica de 1,26%, los componentes forestales estuvieron instalados a un distanciamiento de 12 x 12 m para tornillo, de 6 x 6 m para marupa y de 3 x 3 m para cacao, fue asociado con *Cajanus cajan* el primer año y posteriormente se estableció como cobertura de *Centrosema macrocarpum*. Los componentes forestales al sexto año, alcanzan una altura de 13 y 12,82 m respectivamente y el diámetro del tronco de 13,22 y 18,33 cm. Se concluye que el tornillo tiene crecimiento promedio en altura de 2,56 m y la marupa 2,52 m.

Palabras clave: bosques tropicales; diversidad floral; reforestación; regulación hídrica

ABSTRACT

In the installation of agroforestry systems in multistrata it is important to know the behavior of the species that make up the system. The objective was to evaluate the growth in height (m) and trunk diameter (cm) of *Cedrelinga catenaeformis* and *Simarouba amara* as cocoa shade trees in a multi-strata agroforestry system. We established the system in a soil with a sandy loam texture, with organic matter of 1.26%. We installed the forest components at a distance of 12 x 12 m for screw, 6 x 6 m for marupa and 3 x 3 m for cacao. We associated it with *Cajanus cajan* the first year and we established it as a cover for *Centrosema macrocarpum*. The forest components in the sixth year reach a height of 13 and 12.82 m, respectively, and a trunk diameter of 13.22 and 18.33 cm. We concluded that the screw has an average height growth of 2.56 m and the marupa 2.52 m.

Keywords: tropical forests; floral diversity; reforestation; water regulation

Cómo citar / Citation: Pashanasi-Amasifuen, B., Aponte-Jaramillo, A. N. & Mathios-Flores, M. A. (2022). Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e10. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.10>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Beto Pashanasi-Amasifuen - bpashanasi@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el 7% está cubierto por bosques tropicales que albergan las dos terceras partes de la diversidad floral, que son proveedores de madera y de especies no maderables, los cuales nos brindan varios servicios ecológicos (captura de carbono, regulación hídrica y biodiversidad) (Estoque et al., 2019). En el Perú se pierden 203 272 hectáreas de bosque primario (Sierra Praeli, 2021) de los cuales el 71% de la deforestación está comprendida en las regiones de Loreto, Ucayali, San Martín y Madre de Dios. En los últimos 20 años se han perdido 2 636 585 hectáreas de bosque (Smith & Schwartz, 2015).

En los programas de reforestación en la selva, las especies más utilizadas son: bolaina (*Guazuma crinita*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*) y tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) debido a su rápido crecimiento en altura y diámetro del tronco (Guariguata et al., 2017; Baluarte-Vásquez & Alvarez-Gonzales, 2015). Además, el tornillo puede ser utilizado en sistemas agroforestales en asociación con cultivos perennes como cacao, cítricos y café, por su rápido crecimiento juvenil en los primeros años de establecido, como fue demostrado en los departamentos de Loreto y Ucayali (Álvarez Gómez & Ríos Torres, 2009); de hecho, para Do Vale et al. (2014) debido a una mayor importancia ecológica y técnicas silvícolas viables disponibles en la literatura, una de las especies más adecuadas para restaurar las áreas degradadas es la *Simarouba amara*.

El rápido crecimiento de tornillo en los primeros años se manifiesta debido a su alto requerimiento de luz, confirmando el comportamiento heliófilo de esta especie y para alcanzar una altura de 3 metros según Rozendaal et al. (2015) requiere un mínimo de 6 años. De acuerdo a López C. (2010) y Claussi et al. (1992) logran crecimientos de 1,5 m en altura y diámetro. Por otro lado, Baluarte-Vásquez & Alvarez-Gonzales (2015) mencionan que el tornillo alcanza una altura de 24,7 m a los 27 años. En lo referente a la edad de corte Ugarte-Guerra & Román-Dañobeytia (2020) dicen que la marupa se puede cortar entre 14 y 18 años, mientras que el tornillo entre los entre 30 y 35 años. Asimismo, Carrión M. & Solano C. (2014), dicen que el tornillo en un 92% es usado en aserrío en el mercado nacional.

El machaco o marupá (*Simarouba amara Aubl*) es una especie nativa de hábitos arbóreos. Se distribuye desde Belice a Brasil y en las Antillas (Bernal et al., 2016). Es una planta que alcanza una altura entre los 25-35 m y un diámetro de 50-100 cm (López Camacho & Cárdenas López, 2002; De Rutté & Reynel, 2016). Su madera tiene un color amarillento y tiene buenas propiedades de trabajabilidad, es moderadamente resistente a los hongos de la pudrición y se usa en carpintería en general, construcción de interiores, instrumentos musicales, molduras, juguetes, chapas y contrachapados (Flores-Vinda & Obando-Vargas, 2003).

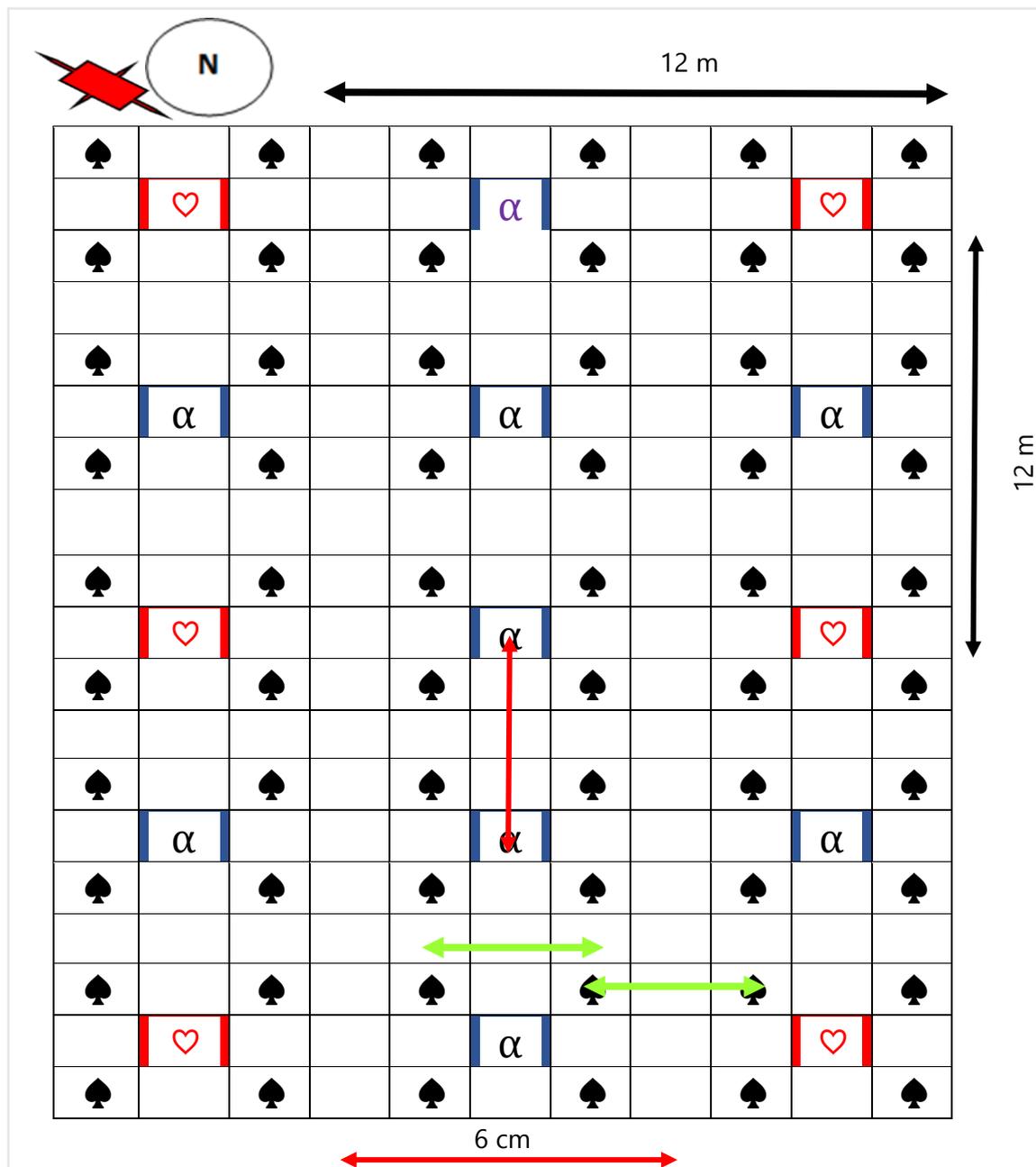
En este estudio se evalúa el crecimiento en altura y diámetro del tronco del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La plantación fue establecida en junio del 2016, en un suelo degradado, con cobertura de pastos naturales de la familia poaceae (*Axonopus compressus*, *Homolepsis aturensis* y *Paspalum*

conjugatum). El suelo con textura franco-arenoso (Arena (80%), Arcilla (10%) y Limo (10%)) pH por debajo de 5; de baja a media fertilidad y alto índice de saturación de aluminio, materia orgánica 1,26%. La precipitación está comprendida en un rango de 2000 – 2600 mm por año, con una época seca entre los meses de julio - septiembre, donde la precipitación está por debajo de 100 mm.

El área experimental tuvo una superficie de 729 m² (27 m x 27 m) con 100 plantas de cacao, 9 plantas de tornillo y 16 plantas de marupa. Las especies forestales fueron sembradas a un distanciamiento de (12 x 12 m) para tornillo, 6 x 6 m para marupa y de 3 x 3 m para cacao (Figura 1).



Leyenda: ♥ : tornillo, ♠ : cacao y α : marupa

Figura 1. Croquis de la parcela experimental, distribución de las plantas de cacao y las especies forestales

2.1. Siembra de los componentes

Al momento de la siembra de las especies forestales y perennes, se aplicó 200 gr de roca fosfórica por hoyo como fuente de P.

2.2. Siembra de *Cajanus cajan*

Después del establecimiento de los componentes del sistema, fue necesario la siembra de puspo poroto (*Cajanus cajan*) para dar sombra a los componentes forestales y perennes, a un distanciamiento de 3 x 3 m.

2.3. Establecimiento de cobertura

A los 24 meses de establecido los componentes del sistema, se estableció una cobertura del suelo con *Centrosema macrocarpum* para controlar la erosión del suelo, las malezas, aporte de nutrientes al sistema con producción de materia seca orgánica y actividad simbiótica a través de los microorganismos del suelo.

2.4. Parámetros de evaluación

Las evaluaciones fueron efectuadas cada 6 meses en las siguientes variables: altura de planta (m), diámetro del fuste (cm) (DAP).

2.5. Altura y diámetro de los árboles

La medición de altura fue efectuada con el clinómetro de Suunto con la metodología del tangente, cuya lectura esta expresada en grados y porcentaje (%). El DAP se hizo con forcípula, donde la medición fue a 1, 30 m del suelo, medidas expresadas en cm y pulgadas (Figura 2).



Figura 2. Medición de altura (m) y diámetro del fuste de los componentes del sistema forestal

3. RESULTADOS

3.1. Altura del tornillo y la marupa

El tornillo alcanza una altura promedio de 13 m, a los 66 meses de establecido (Figura 3). Esta especie tiene un incremento anual de crecimiento de 0,44 m primer año; 2,71 m segundo año; 3,37 m tercer año; 3,27 m cuarto año y 3 m quinto año.

Similar tendencia se observa en marupa, donde el incremento anual fue 1,77 m primer año; 4,45 m segundo año; 1,83 m tercer año; 1,72 m cuarto año y 2,82 m quinto año.

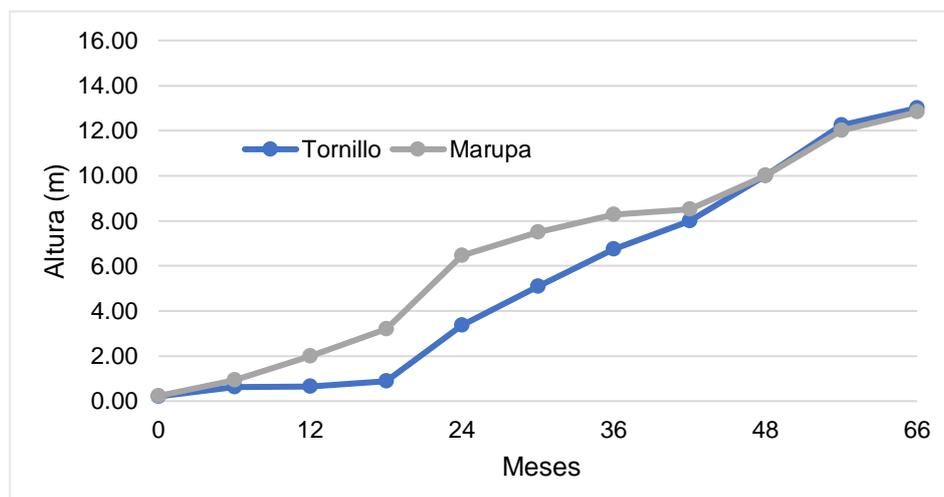


Figura 3. Crecimiento en altura (m) de tornillo y marupa a los 66 meses de establecido en sistema agroforestal en multiestratos

3.2. Diámetro del tornillo y la marupa

El diámetro del fuste o tronco del tornillo presentó 13,28 cm y la marupa 18,33 cm a los 66 meses de establecido el sistema (Figura 4).

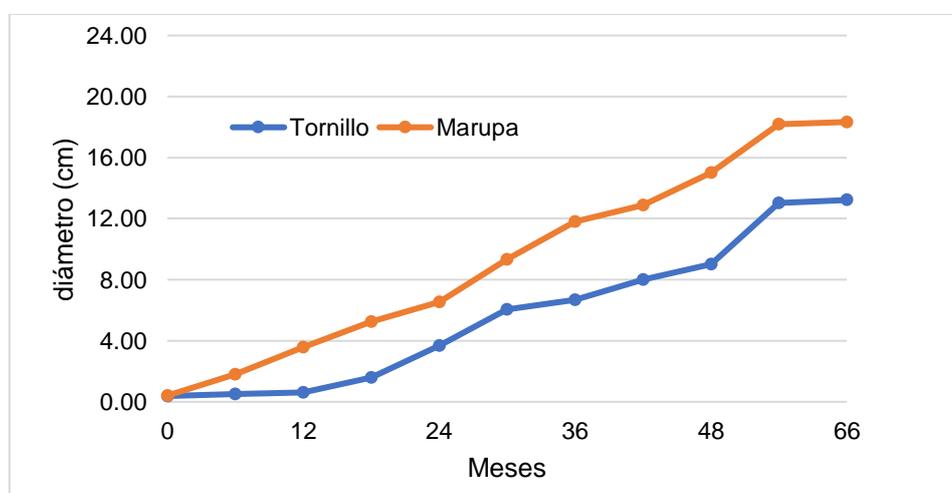


Figura 4. Diámetro del tronco (cm) de tornillo y marupa a los 66 meses de establecido

4. DISCUSIÓN

Los árboles de tornillo muestran su índice de crecimiento en los 10 primeros años, lo cual permite efectuar una estimación de crecimiento de altura (Vidaurre Arévalo, 1994). A los 6 años alcanzó una altura de crecimiento de 13 m y un incremento anual de 2,56 m, estos resultados son similares a lo encontrado por Nuñez Pérez (2018), quien determinó que a los 8 años tiene una altura de 13,69 m y un incremento anual de 2,56 m/año. Sin embargo, Baluarte-Vásquez & Alvarez-Gonzales (2015) nos indican que el turno óptimo de aprovechamiento silvicultural de "tornillo" ocurre a la edad de 13 años.

La marupa es una especie de rápido crecimiento, que alcanzó en el presente estudio una altura de 12,68 m a los 66 meses dentro del sistema agroforestal; aunque Castañeda-Garzón et al. (2021) indican que la altura comercial del mismo es a partir de los 9,12 m. Por otro lado, en el bosque primario alcanza una altura de 25-35 m (Bernal et al., 2016).

CONCLUSIONES

Las especies forestales de *Cedrelinga catenaeformis* y *Simarouba amara* tienen un incremento anual de altura de 2,56 m y 2,53 m en los 6 primeros años, con tendencia a seguir incrementándose de acuerdo a su ubicación dentro del sistema.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Pashanasi-Amasifuen, B.

Curación de datos: Aponte-Jaramillo, A. N. y Mathios-Flores, M. A.

Análisis formal: Pashanasi-Amasifuen, B. y Mathios-Flores, M. A.

Investigación: Pashanasi-Amasifuen, B., Aponte-Jaramillo, A. N. y Mathios-Flores, M. A.

Metodología: Pashanasi-Amasifuen, B. y Mathios-Flores, M. A.

Supervisión: Pashanasi-Amasifuen, B.

Redacción-borrador original: Aponte-Jaramillo, A. N. y Mathios-Flores, M. A.

Redacción-revisión y edición: Pashanasi-Amasifuen, B.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Gómez, L., & Ríos Torres, S. (2009). *Evaluación económica de plantaciones de tornillo, Cedrelinga catenaeformis, en el departamento de Loreto* (1st ed.). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

- Baluart-Vásquez, J. R., & Alvarez-Gonzales, J. G. (2015). Modelamiento del crecimiento de Tornillo *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en plantaciones en Jenaro Herrera, departamento de Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 24(1), 21. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i1.57>
- Bernal, R., Robbert Gradstein, M., Gradstein, S. R., Celis, M., Robbert Gradstein, S., Pacheco, M. C., & Orozco, C. I. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (Editorial Universidad Nacional de Colombia (ed.); 1st ed.). Instituto de Ciencias Naturales.
- Carrión M., R., & Solano C., J. (2014). La industria maderera en el Perú. *Industrial Data*, 5(2), 74. <https://doi.org/10.15381/idata.v5i2.6794>
- Castañeda-Garzón, S. L., Argüelles-Cárdenas, J. H., Zuluaga-Peláez, J. J., & Moreno-Barragán, J. (2021). Evaluación de la variabilidad fenotípica en Simarouba amara Aubl., mediante descriptores cualitativos y cuantitativos. *Orinoquia*, 25(1), 67–77. <https://doi.org/10.22579/20112629.656>
- Claussi, A., Marmillod, D., & Blaser, J. (1992). *Descripción Silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera* (1st ed.). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP).
- De Rutté C., J., & Reynel R., C. (2016). *Composición Y diversidad arbórea de un área en la cumbre del bosque montano nublado Puyu Sacha, Chanchamayo, Dp. Junín, Perú* (1st ed.). Biblioteca Nacional del Perú.
- Do Vale, I., Gonzaga Silva Costa, L., & Souza Miranda, I. (2014). Indicated species to restoration of riparian forests in subwatershed of Peixe-Boi river, Pará State. *Ciencia Forestal Santa María*, 24(3), 573–582. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/7LNFpB8LpR8RpqfFcbW6Dqk/abstract/?lang=en>
- Estoque, R. C., Ooba, M., Avitabile, V., Hijioka, Y., DasGupta, R., Togawa, T., & Murayama, Y. (2019). The future of Southeast Asia's forests. *Nature Communications*, 10(1), 1829. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09646-4>
- Flores-Vinda, E., & Obando-Vargas, G. (2003). *Árboles del Trópico Húmedo* (1st ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Guariguata, M. R., Arce, J., Ammour, T., & Capella, J. L. (2017). Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. In *Documento Ocasional 169* (pp. 1–40). (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/006461>
- López C., R. (2010). Estudio Silvicultural del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). *Revista Forestal Del Perú*, 10(1–2), 1–7. [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol10_no1-2_80-81_\(14\)/vol10_art10.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol10_no1-2_80-81_(14)/vol10_art10.pdf)
- López Camacho, R., & Cárdenas López, D. (2002). *Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia colombiana* (1st ed.). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI."
- Nuñez Pérez, H. (2018). *Crecimiento de plántulas de Cedrelinga cateniformis "tornillo", en vivero Puero Almendras-Loreto, Perú* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6924>

- Rozendaal, D. M. A., Poorter, L., Van der Sande, M. T., Thompson, J., Arets, E. J. M. M., Alarcón, A., Álvarez-Sánchez, J., Ascarrunz, N., Balvanera, P., Barajas-Guzmán, G., Boit, A., Bongers, F., Carvalho, F. A., Casanoves, F., Cornejo-Tenorio, G., Costa, F. R. C., de Castilho, C. V., Duivenvoorden, J. F., Dutrieux, L. P., ... Peña-Claros, M. (2015). Diversity enhances carbon storage in tropical forests. *Global Ecology and Biogeography*, *24*(11), 1314–1328. <https://doi.org/10.1111/geb.12364>
- Sierra Praeli, Y. (2021, October 7). Perú alcanza cifra de deforestación más alta en los últimos 20 años. *MONGABAY*. <https://es.mongabay.com/2021/10/peru-aumenta-deforestacion-cifras-bosques/>
- Smith, J., & Schwartz, J. (2015). *La deforestación en el Perú* (pp. 1–6). Fondo Mundial para la Naturaleza. https://www.academia.edu/download/41277041/la_deforestacion_en_el_peru.pdf
- Ugarte-Guerra, J., & Román-Dañobeytia, F. (2020). Tasas de crecimiento de cuatro especies nativas en plantaciones forestales comerciales en cuatro regiones de la Amazonía Peruana. *Revista Forestal Del Perú*, *35*(3), 44. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i3.1600>
- Vidaurre Arévalo, H. E. (1994). *Balance de experiencias silviculturales con Cedrelinga catenaeformis Ducke (Mimosoideae) en la Región de Pucallpa, Amazonía Peruana* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4534>

Artículo Original / Original Article

Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en la Amazonía Peruana

Evaluation of culture densities of fingerlings of gamitana (*Colossoma macropomum*) under RAS system in the Peruvian Amazon

Magno Rosendo Reyes-Bedriñana^{1*} ; Marco Antonio Mathios-Flores¹ ; José Virgilio Aguilar-Vásquez¹ ; Oscar Alejandro Tuesta-Hidalgo¹ ; Juan Carlos Tuesta-Hidalgo¹ ; Juvenal Napuchi-Linares¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la densidad de carga más óptima en el cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en un sistema RAS. La siembra se realizó en cuatro tanques de geomembrana (Tq) de 40 m³ de capacidad con densidades Tq1 = 20, Tq2 = 40, Tq3 = 50 y Tq4 = 60 alevinos/m³; se suministró alimento comercial con 30% de proteína, el mismo que se disminuyó de acuerdo a su requerimiento nutricional y control de biomasa por un período de 4 meses, donde se evaluaron biometría (peso, talla). Los resultados del crecimiento en peso y longitud promedio fueron Tq1 (115,24 y 7,5), Tq2 (100,82 y 7,14) y Tq3 (101,92 y 7,22) y Tq4 (79,62 y 6,42) medidos en centímetros y gramos; el perfil hematológico muestra mayor presencia de glucosa en Tq4; colesterol y triglicéridos en Tq2; y el análisis proximal indica que la proteína y grasa cruda fue de (48,51 y 30,78) en Tq1 y Tq3 respectivamente. Concluimos que Tq1 obtuvieron mejores valores en peso, longitud y la menor densidad de siembra, presentando mejor porcentaje de proteína y grasa.

Palabras clave: biometría; cultivo; producción pesquera; siembra; sistemas de cría

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the most optimal stocking density in the culture of fingerlings of gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivated in a RAS system. Sowing was carried out in four geomembrane tanks (Tq) of 40 m³ capacity with densities Tq1 = 20, Tq2 = 40, Tq3 = 50 and Tq4 = 60 fingerlings/m³; Commercial food with 30% protein was supplied, which was reduced according to its nutritional requirement and biomass control for a period of 4 months, where biometrics (weight, height) were evaluated. The results of growth in average weight and length were Tq1 (115.24 and 7.5), Tq2 (100.82 and 7.14) and Tq3 (101.92 and 7.22) and Tq4 (79.62 and 6.42) measured in centimeters and grams; the hematological profile shows a greater presence of glucose in Tq4; cholesterol and triglycerides in Tq2; and the proximal analysis indicates that crude protein and fat were (48.51 and 30.78) in Tq1 and Tq3 respectively. We conclude that Tq1 obtained better values in weight, length and the lowest seeding density, presenting a better percentage of protein and fat.

Keywords: biometrics; crop; fish production; sowing; breeding systems

Cómo citar / Citation: Reyes-Bedriñana, M. R., Mathios-Flores, M. A., Aguilar-Vásquez, J. V., Tuesta-Hidalgo, O. A., Tuesta-Hidalgo, J. C. & Napuchi-Linares, J. (2022). Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 1(1), e8. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.8>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Magno Rosendo Reyes-Bedriñana - mreyes@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía Peruana, la acuicultura es una actividad económica que se practica desde hace más de 4 décadas, al inicio de manera incipiente como lo indica Campos Baca (2015), principalmente utilizando estanques de tierra tipo presa, cuya fuente de agua es por filtración u obtenido directamente de las lluvias (Ríos-Ramírez & Bardales-del-Águila, 2022).

Sin embargo, en épocas de sequía, el agua es un recurso que se vuelve escaso tanto en cantidad como en calidad, por lo que es casi imposible manejar densidades altas de cultivo bajo este sistema ya que se presentan una serie de dificultades como el estrés en los peces por confinamiento, presencia de patógenos y enfermedades, mayor tiempo de cultivo y pérdidas económicas (Natera et al., 2020).

Además, bajo dicho sistema de cultivo, es frecuente la presencia de depredadores al momento de la siembra de los alevinos (Galvez, 2019), llegando a generar pérdidas en la producción, afectando directamente a la economía del productor, por lo que surge la necesidad de buscar otros sistemas de cultivo de peces con el propósito de superar estos inconvenientes (Naspirán-Jojoa et al., 2022).

Sumado a todo ello, existe déficit entre la producción pesquera y la demanda del mercado, lo que incentiva un aumento de la productividad a través de la intensificación de los sistemas de cría (Nassiri et al., 2021). En la piscicultura, una opción factible es criar peces en un sistema de recirculación de agua (RAS por sus siglas en inglés) (Vásquez Gamboa, 2013).

Los RAS son sistemas intensivos altamente productivos, ecológicos y eficientes en el uso del agua, que no están asociados con impactos ambientales adversos, como la destrucción del hábitat, la contaminación del agua y la eutrofización, el agotamiento biótico, los efectos ecológicos en la biodiversidad debido al escape de peces en cautiverio y especies exóticas, brotes de enfermedades y transmisión de parásitos (Ahmed & Turchini, 2021).

En la revisión bibliográfica de Sousa et al. (2020) determinaron la mejor densidad de población de juveniles de tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación durante 50 días de cultivo, ellos evaluaron densidades de 5, 10 y 15 peces/tanque. La menor densidad (5 peces/tanque) mostró mayor ganancia de peso y tasa de crecimiento específico, mientras que en la densidad de 10 peces/tanque mostró una alta deposición de lípidos en el canal, así, la densidad de 5 peces/tanque (0,08 m), resultó la más adecuada.

Otro estudio fue el de Favero et al. (2021) quienes evaluaron el crecimiento y fisiología de juveniles de *Colossoma macropomum* en tres fases durante 153 días, con diferentes densidades de acuerdo a su peso bajo RAS y concluyen que, los peces presentan adaptación al sistema con buenos resultados para rendimiento zootécnico; las densidades más altas producen mayor biomasa; la clasificación de los peces debe ser una estrategia de manejo importante para mantener la uniformidad, ya que diferentes densidades y tamaños de peces pueden interferir en algunos parámetros hematológicos y bioquímicos, y pueden usarse como indicadores del bienestar animal.

Bajo este método, la piscicultura se realiza en un sistema cerrado o semicerrado, reutilizando el agua después de un tratamiento biológico y mecánico, con el fin de reducir la eliminación de residuos y el consumo de agua (Valenzuela Vargas et al., 2017). De esta forma, el agua del cultivo

se trata a través de filtros mecánicos que contienen los desechos de alimento y heces y luego pasan al filtro biológico, donde ocurre la acción de bacterias que desnitrifican y mineralizan los compuestos orgánicos (Martins et al., 2007).

Además de ahorrar agua, ya que este sistema solo necesita suplir la pérdida diaria por evaporación, que generalmente ronda el 5% del volumen total del sistema, otro aspecto importante es la posibilidad de controlar el ambiente de cultivo, lo que permite una producción constante y reproducción, así como en lugares con restricción de producción. El aislamiento de la producción también permite reducir la incidencia de parásitos y depredadores no deseados en la producción (Avirrama Perdomo & Garcés López, 2021).

En el mencionado proyecto se presentaron inconvenientes para el normal funcionamiento del sistema en cuanto a la energía eléctrica que se interrumpía en forma constante y el sistema híbrido (paneles solares) no era suficiente en momentos de lluvia. Este inconveniente incrementa el costo de producción por lo que la gamitana fue trasladada a estanques de tierra hasta alcanzar pesos comerciales.

En este estudio, se buscó determinar la densidad más óptima de cultivo de alevinos de gamitana cultivados en un sistema RAS, mediante la evaluación del incremento de peso y talla de alevinos de gamitana bajo este sistema.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en las instalaciones de la empresa Yuru S.A.C., ubicado en el Km 30 de la carretera Yurimaguas Tarapoto, que tenía instalado un sistema de recirculación acuícola (RAS) accionado por un sistema híbrido de alimentación energética, para incrementar los valores de productividad actuales del cultivo de gamitana.

En dichas instalaciones se contaron con cuatro (4) tanques de geomembrana, de 7 m de diámetro por 1 m de altura, con capacidad de 40 m³ que se utilizaron para el cultivo de la gamitana bajo diferentes densidades de siembra cada uno; y un reservorio de agua de geomembrana de 9 m de diámetro por 1 m de altura para captar el agua de lluvia y/o de pozo.

Para efectos de la investigación se trabajaron con cuatro (4) densidades de siembra, para lo cual los tanques fueron acondicionados de manera que el agua cumpla con los parámetros físico-químicos mínimos para el cultivo de gamitana. Se utilizaron alevinos producto de la reproducción inducida llevada a cabo en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP Tarapoto, con un peso aproximado de 28 g, de acuerdo al siguiente detalle (Tabla 1):

Tabla 1

Detalle de la distribución de siembra de alevinos de gamitana por tanque (Tq)

Tanque	Alevinos/m ³	Alevinos/tanque
Tq1	20	800
Tq2	40	1600
Tq3	50	2000
Tq4	60	2400

El sistema de recirculación acuícola que se utilizó para el cultivo de gamitana, estuvo compuesto de los siguientes componentes:

2.1. Unidad de cultivo

Constó de 4 tanques de geomembrana de PVC de 2 mm de espesor, de diámetro 7 m y de altura 1,2 m, con volumen efectivo de agua de 40 m³. Los tanques estuvieron distribuidos en una sola línea, la distancia entre ellos fue de 2 m. El abastecimiento de agua fue desde una fuente subterránea (pozo tubular), del cual fue bombeado hacia un tanque de geomembrana (reservorio) de 9 m de diámetro y 1,2 m de altura, para almacenarlo como una unidad de reposición por pérdidas de evaporación, entre otros.

2.2. Recirculación

Para el sistema de circulación se contó con una bomba de agua de 3 HP, y tubería, conexiones y demás accesorios de PVC de alta presión, válvulas de paso para control de ingreso de agua a los tanques; para recircular el agua desde el tanque de reposición hacia los tanques de cultivo, cuyo caudal fue controlado con válvulas de paso al ingreso de agua de cada tanque.

2.3. Remoción de sólidos

El sistema de drenaje para remoción de sólidos sedimentables de cada tanque estuvo en la base central inferior del tanque y al lado lateral en la parte superior con tuberías de 6" y 4" de PVC, respectivamente. Ambas tuberías, estuvieron conectadas a un tubo de 4" y estas a cada tanque de cultivo con un tanque de sedimentación, donde se retuvo la materia orgánica sedimentable, para luego dirigirse mediante una tubería colectora hacia un tanque de mineralización, el cual recibió el efluente de todos los tanques de sedimentación.

2.4. Desgasificación

La elevada concentración de dióxido de carbono en un tanque de cultivo de peces disminuye la calidad del agua por lo que debe ser equilibrado con el proceso de aireación mediante el suministro de oxígeno.

2.5. Aireación

El sistema de aireación constó de una línea aérea de tubería de PVC de alta presión de 2" de diámetro, conectada a un blower de 2,5 HP, a una presión de 1,0 m de profundidad. La línea principal contó con reducciones de 2" a 1 1/2", luego de 1 1/2" a 1" y finalmente de 1" a 1/2"; la cual estuvo conectada a una llave de control de flujo de aire y luego a los discos difusores o manguera difusora.

2.6. Alimentación

Los peces fueron alimentados con alimento extrusado de acuerdo a la biomasa y el porcentaje (%) de la tasa alimentaria en turno de la mañana y tarde realizando ajustes mensuales de acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones durante 4 meses.

Para el sembrado de los alevinos, estos fueron trasladados desde un estanque de tierra en donde se realizó el muestreo a fin de determinar la talla y peso promedio con el que fueron sembrados en cada tanque según la densidad determinada.

Al primer mes se realizó la evaluación biométrica, para ello, de cada tanque se tomó una muestra de 50 individuos, se utilizó un ictiómetro de aluminio y se determinó su talla y para el peso una balanza gramera de precisión. Este proceso se realizó durante 4 meses a fin de determinar la evolución de estos parámetros y realizar los ajustes necesarios para la tasa de alimentación.

Al final del trabajo de investigación se obtuvieron parámetros hematológicos de la gamitana para lo cual se obtuvo una muestra al azar de los tanques de cultivo, y llevados al laboratorio.

En cuanto al análisis bromatológico fueron procesadas en la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para lo cual se envió muestras congeladas de gamitana (dos especímenes de cada tanque).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a los parámetros de peso y talla en los cuatro (4) tanques de cultivo de gamitana:

A partir de los resultados de la Tabla 2, se pudo afirmar que el tanque 1, donde la densidad de siembra fue 20 alevinos/m³, es el que presenta mejor incremento de talla y peso, pues se obtiene un 7,50 cm y 115,24 gramos al final del experimento.

Tabla 2

Talla (cm) y peso (g) promedio por mes obtenido en cada tanque (Tq) de cultivo de gamitana según densidad de siembra

Mes (M)	Tq1		Tq2		Tq3		Tq4	
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso
En siembra		28,00		28,00		28,00		28,00
M1	12,06	37,21	11,60	30,12	11,67	29,84	11,10	25,71
M2	13,38	48,56	12,80	41,96	12,52	41,10	12,54	38,96
M3	16,00	84,68	15,58	75,18	15,56	78,64	14,72	64,02
M4	18,50	135,24	18,14	125,82	18,22	126,92	17,42	104,62
Incremento	7,50	115,24	7,14	100,82	7,22	101,92	6,42	79,62

Respecto a los parámetros hematológicos de la gamitana, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3):

Tabla 3

Parámetros hematológicos de la gamitana criado bajo sistema RAS por tanque (Tq)

Parámetros	Tq1	Tq2	Tq3	Tq4
Glucosa (mg/dl)	76,50	76,00	73,00	100,50
Colesterol (mg/dl)	134,00	179,50	159,50	142,00
Triglicéridos (mg/dl)	454,00	801,50	469,5	535,5
Proteína total (gr/dl)	2,805	2,655	3,185	3,415
Albumina (gr/dl)	0,83	0,91	1,03	1,08
Globulina (gr/dl)	1,975	1,745	2,155	2,335
Hematocritos %	31	36	33	34,5
Hemoglobina (gr/dl)	10,3	11,95	11	11,45

De acuerdo a Soberón-Minchán et al. (2007) en su estudio concluyeron que el tratamiento 2 con 20 alevinos de gamitana/m³ tuvo mayor concentración de glucosa en sangre que se contrasta con los resultados obtenidos en este estudio. En cuanto al colesterol y triglicéridos nuestros resultados indicaron que el tanque 2 con 40 alevinos de gamitana/m³ fue el que presentó mayor cantidad de valores por lo que se concluye que la densidad no influye sobre estos valores.

Al finalizar el presente estudio, las gamitanas mostraron un crecimiento heterogéneo tanto en peso como en longitud; notándose que la densidad de siembra influye mucho en el crecimiento, peso y longitud de la gamitana. Al evaluar en los cuatro meses de cultivo, estos alcanzaron mayor ganancia de peso en el tanque 1 que fue de 135,24 gr (Tabla 2) y el incremento de talla fue de 18,4 cm, apreciando que los 2 primeros meses el incremento fue mínimo, en comparación con los estanques de tierra, deduciendo que, puede ser por el proceso de adaptación al sistema.

No es posible comparar los resultados porque no existen trabajos similares, incluso, se ha tomado como referencias el cultivo realizado en Puerto Maldonado, pero no se ha obtenido reporte de la información y en la actualidad está paralizada.

En el análisis hematológico (Tabla 3) se observó que el contenido de glucosa (100,5 mg/dl) es mayor en el tanque 4, la densidad de siembra (Tabla 1) fue mayor (60 alevinos/m³), la presencia de colesterol fue menor en el tanque 1 y el contenido de proteína en el tanque 2. En relación al análisis proximal (Tabla 4), la humedad presentó un porcentaje menor en el tanque 3 (5,13%) y mayor en el tanque 1 (6,52%). En cuanto al contenido de grasa se presentó menor contenido (23,12%) en el tanque 1 pero es mayor en el tanque 4 (30,78 %), el contenido de proteína (48,51%) que se presentó el tanque 1 y el tanque 4 (43,05 %) se puede decir que es inversamente proporcional a la densidad.

Tabla 4

Valores de análisis proximal de gamitana por tanques (Tq) de cultivo

Parámetro (%)	Densidad de siembra			
	Tq1	Tq2	Tq3	Tq4
Humedad	6,52	6,01	5,13	5,68
Fibra Cruda	1,71	1,95	1,94	2,02
Proteína cruda	48,51	46,91	44,49	43,05
Ceniza	12,57	13,52	11,92	12,03
Grasa cruda	23,12	26,06	30,78	28,8
Extracto libre de nitrógeno	7,57	5,55	5,74	8,42

CONCLUSIONES

La densidad de siembra de alevinos de gamitana en sistema RAS influye en la ganancia de peso y talla.

En cuanto a parámetros hematológicos, de los análisis y evaluación se desprende, que los peces con mayor presencia de glucosa en sangre, son los del tanque 4 que tiene la mayor densidad de siembra.

Finalmente, en relación al colesterol y triglicéridos los resultados muestran que el tanque 2 con 40 alevinos de gamitana/m³ es el que tiene los resultados más altos (179,50 y 801,50) mg/dl respectivamente.

FINANCIAMIENTO

El presente artículo se deriva del proyecto: "Evaluación de densidades de cultivo de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo sistema RAS en el distrito de Yurimaguas 2021", aprobado y financiado por la UNAAA, según Resolución de Comisión Organizadora N° 102-2021-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Reyes-Bedriñana, M. R.

Curación de datos: Mathios-Flores, M. A., Aguilar-Vásquez, J. V., Tuesta-Hidalgo, O. A.

Análisis formal: Tuesta-Hidalgo, J. C. y Napuchi-Linares, J.

Investigación: Reyes-Bedriñana, M. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Tuesta-Hidalgo, O. A.

Supervisión: Reyes-Bedriñana, M. R.

Redacción-borrador original: Mathios-Flores, M. A., Tuesta-Hidalgo, J. C. y Napuchi-Linares, J.

Redacción-revisión y edición: Reyes-Bedriñana, M. R.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126604. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>
- Avirrama Perdomo, L. F., & Garcés López, N. Y. (2021). *Determinación de parásitos en dos diferentes densidades de siembra de tilapia roja Oreochromis spp) en un sistema "RAS" en el municipio del Tambo (Cauca)* [Universidad Antonio Nariño]. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5882>
- Campos Baca, L. (2015). *El cultivo de la gamitana en latinoamérica* (G. Vargas Arana & M. Martín Brañas (eds.); 1st ed.).
- Favero, G. C., Costa dos Santos, F. A., Soares da Costa Júlio, G., Cortezzi Pedras, P. P., Lima Ferreira, A., De Souza e Silva, W., Soares Ferreira, N., Do Carmo Neves, L., & Ronald Kennedy, L. (2021). Effects of short feed restriction cycles in *Piaractus brachypomus* juveniles. *Aquaculture*, 536, 736465. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736465>
- Galvez, J. I. (2019). *Como eliminar insectos depredadores y peces silvestres de su estanque* (p. 14). International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. <https://n9.cl/cvflft>
- Martins, A. P. L., Reissmann, C. B., Favaretto, N., Boeger, M. R. T., & De Oliveira, E. B. (2007). Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(3), 324–330. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662007000300013>
- Naspirán-Jojoa, D. C., Fajardo-Rosero, A. G., Ueno-Fukura, M., & Collazos-Lasso, L. F. (2022). Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrófica integrada (IMTA): una revisión. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 69(1), 75–97. <https://doi.org/10.15446/RFMVZ.V69N1.101539>
- Nassiri, A., Thébaud, O., Holbrook, S. J., Lauer, M., Rassweiler, A., Schmitt, R. J., & Claudet, J. (2021). Hedonic evaluation of coral reef fish prices on a direct sale market. *Marine Policy*, 129, 104525. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2021.104525>
- Natera, A., Hernandez, J., Telleria-Mata, N., & Henriquez, M. (2020). Technical aspects for cachama cultivation (*Piaractus brachypomus* & *Colossoma macropomum*). *Ciencia En Revolución*, 6(17). http://www.cienciaenrevolucion.com.ve/descarga/revista_edicion17.pdf#page=46
- Ríos-Ramírez, O., & Bardales-del-Aguila, L. (2022). Efecto de los microorganismos eficaces (me), en la crianza de tilapia nilótica. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(1), e307. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I1.307>
- Soberón-Minchán, L. E., Chu-Koo, F. W., & Alcántara-Bocanegra, F. (2007). Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados en tres densidades. *Folia Amazónica*, 16(1–2), 35. <https://doi.org/10.24841/fa.v16i1-2.286>

- Sousa, R. M., Rodrigues dos Santos Silva, R., Sousa dos Santos, A., Vieira da Silva, C., Avelar Magalhães, J., Helena dos Santos Fogaça, F., & Mello Lopes, J. (2020). Tambatinga juveniles performance in a recirculation aquaculture system with different stocking densities. *Research, Society and Development*, 9(5). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3317>
- Valenzuela Vargas, R., Martínez, P., & Arévalo, J. J. (2017). Evaluación preliminar de un sistema de recirculación de aguas para un prototipo implementado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Ingeniería y Región*, 18(2), 25–33. <https://doi.org/10.25054/22161325.1737>
- Vásquez Gamboa, L. (2013). Sistemas de recirculación de agua (RAS) en Piscicultura. *Revista Electrónica de Ingeniería En Producción Acuícola*, 7(7), 1–7. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1483>

Revisiones / Reviews

Fauna parasitaria de dos peces del género *Satanoperca* (Cichlidae): una revisión de las investigaciones realizadas en el siglo XXI

Parasitic fauna of two fishes of the genus *Satanoperca* (Cichlidae): a review of research carried out in the 21st century

Fred William Chu-Koo^{1*} ; Yeng Fred Chu-Ochoa² ; Miriam Adriana Alvan-Aguilar³ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

²Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

³Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Perú

RESUMEN

Los cíclidos, son peces de climas cálidos que presentan una rica variedad de patrones de coloración, comportamiento, hábitos alimenticios y tamaños. Los cíclidos del género *Satanoperca* están ampliamente distribuidos en la región oriental de América del Sur y son peces que tienen importancia económica en la industria ornamental y como peces de consumo humano directo. Las enfermedades causadas por agentes parasitarios afectan a la industria acuícola para producción de carne como también a los criadores de peces con fines ornamentales. Se hizo una revisión en todas las bases de datos bibliográficos disponibles en internet, de los parásitos reportados en el periodo 2001 - 2022 en las especies *Satanoperca jurupari* y *S. pappaterra*. Se reportó un total de 18 trabajos publicados sobre la materia de estudio en los últimos 21 años, siendo el 94,44% de ellos de autoría de investigadores brasileños. Los tres grupos de parásitos más diversos que se reportaron infestando a estos dos cíclidos fueron los siguientes: Nematoda y Digenea con seis especies, y Monogenea con cinco especies. A diferencia de *Satanoperca pappaterra* que solo registró un total de ocho parásitos, *S. jurupari* fue infestado por un total de 24 parásitos.

Palabras clave: Amazonía; cíclidos; parásitos; revisión

ABSTRACT

Cichlids are warm-climate fish that exhibit a rich variety of color patterns, behavior, feeding habits, and range. The cichlids of the genus *Satanoperca* are widely distributed in the eastern region of South America and are economically important in the ornamental fish industry and as fish for direct human consumption. Diseases caused by parasitic agents negatively affects to the aquaculture industry for meat production as well as to fish farmers for ornamental purposes. A review was made in all the bibliographic databases available on the internet, on the parasites reported in the period 2001 - 2022 infesting the species *Satanoperca jurupari* and *S. pappaterra*. A total of 18 papers published on the subject of study in the last 21 years were reported, 94.44% of them being authored by Brazilian researchers. The three most diverse groups of parasites that were reported infesting these two cichlids were the following: Nematoda and Digenea with six species and Monogenea with five species. Unlike *Satanoperca pappaterra* which only was reported a total of eight parasites, *S. jurupari* was infested by a total of 24 parasites.

Keywords: Amazon; cichlids; parasites; review

Cómo citar / Citation: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. & Alvan-Aguilar, M. A. (2022). Fauna parasitaria de dos peces del género *Satanoperca* (Cichlidae): Una revisión de las investigaciones realizadas en el siglo XXI. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e11. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.11>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Fred William Chu-Koo - fchu@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

Los cíclidos, son peces de climas cálidos del orden Perciformes, que presentan una rica variedad de patrones de coloración, comportamiento, hábitos alimenticios y tamaños. Habitan diversos tipos de ecosistemas salobres y aguas dulces existiendo actualmente cerca de 3000 especies reportadas en zonas tan remotas como Madagascar, Medio Oriente y el sur de Asia (Lloyd Smith et al., 2021) pero principalmente en dos zonas donde alcanzaron altos niveles de diversidad e irradiación: África con más de 2000 especies y América Central y del Sur, que aglomeran alrededor de 600 especies (Kocher, 2004; Turner, 2007).

Dentro de los cíclidos sudamericanos destacamos a los peces del género *Satanoperca* Günther, 1862, que están ampliamente distribuidos en la región oriental de América del Sur. En la actualidad existen hasta diez especies válidas distribuidas en dos grupos de especies sensu (Rúbia Ota et al., 2021). El grupo de especies de *Satanoperca daemon* incluye a *S. acuticeps* (Heckel, 1840), *S. daemon* (Heckel, 1840) y *S. Lilith* (Kullander & Ferreira, 1988) y se caracteriza por la presencia de manchas negras redondeadas en el flanco y altos valores mirísticos.

Por otro lado, el grupo de especies de *Satanoperca jurupari* incluye a *S. curupira* (Ota et al., 2018), *S. jurupari* (Heckel, 1840), *S. leucosticta* (Müller & Troschel, 1849), *S. mapiritensis* (Fernández - Yopez, 1950), *S. pappaterra* (Heckel, 1840), *S. rhynchitis* (Kullander, 2012) y recientemente a una nueva especie descrita como *S. setepele* (Rúbia Ota et al., 2021), se caracteriza por la ausencia de manchas negras redondeadas en el flanco y bajos valores mirísticos.

Satanoperca jurupari es un pez que puede alcanzar hasta los 25 cm de longitud total y que es habitualmente consumida por los pobladores ribereños amazónicos pero que principalmente es explotado como pez ornamental (García Dávila et al., 2020). *S. jurupari* está ampliamente distribuida dentro de la red hidrográfica del río Amazonas, reportándose no solamente en Brasil, Perú, Ecuador y Colombia sino también en la Guyana Francesa (Kullander, 2003). Es un omnívoro que excava en el fango en procura de organismos bentónicos. Tiene una interesante plasticidad alimenticia que le permite incorporar en su dieta, semillas y frutos, peces pequeños, micro crustáceos, larvas de insectos acuáticos, así como insectos terrestres que caen al agua (Froese et al., 2022). Como todo cíclido, *S. jurupari* no realiza migración reproductiva y según lo descrito por otros autores, tiene una estrategia reproductiva del tipo k (Santos et al., 2006; Soares et al., 2008; Queiroz et al., 2013). De acuerdo con García Dávila et al. (2020), en la última década, las casas acuaristas de Iquitos (Perú) exportaron anualmente entre 8600 a 21,000 ejemplares de 40 a 100 mm de talla hacia los Estados Unidos, Asia y Europa, a un precio promedio de 0,66 dólares la unidad.

Satanoperca pappaterra por su parte, es un pez que puede alcanzar hasta los 27,5 cm de longitud total y hasta 338 g de peso (Froese et al., 2022). A diferencia de *S. jurupari*, este pez habita en arroyos, ríos y lagunas de fondo arenoso a fangoso de Brasil, Bolivia y Paraguay (Rodrigues Da Silva et al., 2012), aunque se sospecha que existen pequeñas poblaciones colonizando los ríos Tambopata y Madre de Dios en Perú (Willis et al., 2012). Es un pez *bentófago* con tendencias detritívoras-invertívoras, que se alimenta de larvas de insectos, crustáceos, restos de plantas y escamas sueltas hundiéndose su boca protuberante en el fondo, llenándolo con sedimentos y clasificando la comida dentro de ella (Hahn & Cunha, 2005; Froese et al., 2022). La mayor parte del bocado se expulsa a

través de las aberturas operculares y la boca (Kullander, 2003). Se encuentra en aguas claras y negras y además de ser parte de la dieta del poblador ribereño, también es explotado como pez ornamental en Bolivia (Sarmiento et al., 2014).

Las enfermedades causadas por agentes parasitarios son uno de los principales problemas que afectan a la industria acuícola para producción de carne como también a los criadores de peces con fines ornamentales (Ríos-Ramírez & Bardales-del-Aguila, 2022). Los parásitos atacan órganos tales como branquias, ojos, piel, intestinos, entre otros y pueden ocasionar severas pérdidas económicas a la industria pues reducen el crecimiento de los peces, deprimen el sistema inmunológico, impiden o retrasan la reproducción, causan decoloración y pérdida de escamas y eventualmente la muerte de los individuos (Dewi et al., 2018). En ese sentido, la evaluación parasitológica en los peces ornamentales, es una necesidad real para mejorar la productividad de los centros de producción, al mantener la salud de los peces (Florindo et al., 2017). El presente trabajo presenta al lector, los resultados de una exhaustiva revisión de la información publicada desde el año 2001 sobre los distintos agentes parasitarios que afectan a *S. jurupari* y *S. pappaterra*.

2. METODOLOGÍA

Los datos descritos en este artículo se obtuvieron de una revisión exhaustiva de la literatura científica (artículos científicos, artículos de revisión, notas científicas y libros), existente en todas las bases de datos disponibles en internet en la actualidad. Se utilizaron como términos de búsqueda: <*Satanoperca*>, <*jurupari*>, <*pappaterra*>, <*demon eartheater*>, <*acará bicudo*>, <parásitos>, <parásitas> y <parasites>. El periodo analizado se circunscribe entre los años 2001 al 2022. No se incluyeron resultados de disertaciones, tesis, ni de resúmenes presentados en congresos científicos.

En los resultados se enumeran los nombres de la especie o género de parásito reportado en *S. jurupari* y *S. pappaterra*, la ubicación del parásito en el huésped, el sitio de captura del huésped, siempre que sea posible, la prevalencia del parásito (P%), la intensidad media (IM) y la abundancia media (AM), así como las referencias bibliográficas de las fuentes de información. Cuando no se indica datos de prevalencia, IM y AM, significa que no fue descrito por los autores. La información colectada se presenta en una sola tabla, dividida en secciones que corresponden a los parásitos de los siguientes grupos: *Myxozoa*, *Protozoa*, *Monogenoidea*, *Nematoda*, *Cestoda*, *Crustacea*, *Acanthocephala* y *Fungi*. Una discusión general se presenta al final de este documento.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

Luego de revisar la literatura, encontramos que la incidencia de parásitos fue mayor en *S. jurupari* que en *S. pappaterra* (24 taxones vs 8, respectivamente). Seis taxones de nematodos (*Ichthyouris* sp., *Raphidascaaris* (*Sprentascaaris*) *lanfrediae*, *Raphidascaaroides* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rarus*, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. y *Pseudoproleptus* sp.); cuatro de digeneos (*Diplostomum* sp., *Genarchella* *genarchella*, *Posthodiplostomum* sp. y *Clinostomum* *marginatum*) y *Myxozoa* (*Henneguya* *sacacaensis*, *Henneguya* sp., *Ceratomyxa* sp. y *Ellipsomyxa* *tucujuensis*), tres de Monogenoidea (*Sciadicleithrum* *juruparii*, *S. edgari* y *S. satanopercae*), dos de Crustacea (*Ergasilus* *coatiarus* y *Argulus* *multicolor*), *Protozoa* (*Ichthyophthirius* *multifiliis* y *Piscinoodinium* *pillulare*), y

Acanthocephala (*Gorytocephalus spectabilis* y *Neoechinorhynchus paraguayensis*), y uno del reino Fungi (*microsporidios*) fueron reportados infestando a la especie *S. jurupari*, respectivamente.

Por su parte, constatamos que tres taxones de monogeneos (*Sciadicleithrum* sp., *S. satanopercae* y *Cleidodiscus* sp.) tres de digeneos (*Diplostomum* sp., *Ascocotyle* sp. y *Austrodiplostomum compactum*), así como un taxón de cestodos (*Proteocephalidea*), y crustáceos (copépodo), fueron reportados infestando al pez *S. pappaterra*. En la Tabla 1, mostramos los resultados en mayor detalle.

Tabla 1

Filo, taxón, ubicación en el huésped, sitio de colecta, prevalencia (P%), intensidad media (IM) y abundancia media (AM) de parásitos reportados en dos cíclidos del género Satanoperca según la literatura científica publicada en el periodo 2001 – 2022

Phyllum /Taxa	Taxón, Género o especie	Huésped	Ubicación en el huésped	Sitio de colecta	P (%)	IM	AM	Referencia
Myxozoa	<i>Henneguya sacacaensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Curiau, Amapá, Brasil	57,1	-	-	(Ferreira et al., 2020)
	<i>Henneguya</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Curiau, Amapá, Brasil	72,7	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
	<i>Ceratomyxa</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Vesícula biliar	Río Curiau, Amapá, Brasil	27,2	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
	<i>Ellipsomyxa tucujuensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Vesícula biliar	Río Curiau, Amapá, Brasil	45,5	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
Protozoa	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	730,0	559,6	(Oliveira et al., 2017)
	<i>I. multifiliis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	76,7	133749	102541	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Piscinoodinium pillulare</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	60,0	1678,8	1007,3	(Tavares-Dias et al., 2017)
Monogeneoidea	<i>Sciadicleithrum juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	3,18	1,2	(Oliveira et al., 2017)
	<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Matapi, Brasil	40,0	5,3	2,1	(Ferreira-Sobrinho & Tavares-Dias, 2016)
	<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	50,0	52,9	26,5	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Sciadicleithrum edgari</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Araguari, Brasil	50,0	-	-	(Paschoal et al., 2016)
	<i>Sciadicleithrum</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Paraná, Brasil	64,7	23,0	14,88	(Yamada et al., 2007)
	<i>Sciadicleithrum satanopercae</i>	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Medio Río Paraná, Brasil	75,0	23,0	-	(F. Yamada et al., 2009)
	<i>Cleidodiscus</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>Sciadicleithrum</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>S. satanopercae</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Tributarios del Río Amazonas, Iquitos, Perú	-	-	-	(Mendoza-Franco et al., 2010)
	<i>S. satanopercae</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	40,0	5,4	-	(Bittencourt et al., 2014)
<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Guamá, Pará, Brasil	20,0	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)	

Digenea	<i>Diplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Ojos	Lagos Preto, Catalao y Poraqué, Brasil	100,0	4,2	111	(Silva de Souza et al., 2017)	
	<i>Genarchella genarchella</i> (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	1,0	0,7	(Oliveira et al., 2017)	
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	390,7	338,6	(Oliveira et al., 2017)	
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	33,3	263,1	87,7	(Tavares-Dias et al., 2017)	
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	6,7	1,5	0,1	(Tavares-Dias et al., 2017)	
	<i>Clinostomum marginatum</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	10,0	1,7	0,2	(Tavares-Dias et al., 2017)	
	<i>Genarchella genarchella</i> (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	3,3	5,0	0,2	(Tavares-Dias et al., 2017)	
	<i>Ascocotyle</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	41,18	5,5	2,26	(Yamada et al., 2007)	
	<i>Ascocotyle</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)	
	<i>Diplostomum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	16,7	3,5	0,62	(Yamada et al., 2007)	
	<i>Austrodiplostomum compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Río Tiete, São Paulo, Brasil	60,0	6,4	3,84	(Paes et al., 2010)	
	<i>A. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	24,3	(De Paiva Affonso et al., 2017)	
	<i>S. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Machado et al., 2005)	
	<i>S. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)	
	Nematoda	<i>Ichthyouris</i> sp. (larvas)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	20,0	5,7	1,1	(Tavares-Dias et al., 2017)
		<i>Raphidascaris (Sprentascaris) lanfrediae</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	27,0	16,0	-	(Carvalho de Melo et al., 2011)
		<i>Procamallanus (Spirocamallanus) rarus</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, Nunes dos Santos, et al., 2012)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) sp.</i>		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)	
<i>Raphidascaroides</i> sp.		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)	
Cestoda	<i>Pseudoproplectus</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Mesentérico	Río Guamá, Pará, Brasil				(Melo et al., 2011)	
	Proteocephalidea (plerocercoides)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	2,94	1,0	0,04	(Yamada et al., 2007)	
	Proteocephalidea (plerocercoides)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)	
	<i>Ergasilus coatiarus</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	2,38	1,0	(Oliveira et al., 2017)	

Crustacea	<i>Ergasilus coatiarus</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	20,0	7,0	1,4	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Argulus multicolor</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	1,6	0,4	(Oliveira et al., 2017)
	<i>Argulus multicolor</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	6,7	1,0	0,07	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Copépodo</i>	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	2,94	4,0	0,12	(Yamada et al., 2007)
Acanthocephala	<i>Gorytocephalus spectabilis</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	23,3	18,6	4,3	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Neoechinorhynchus paraguayensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	13,0	5,0	-	(Carvalho de Melo, 2012)
	<i>Microsporidios (esporas)</i>	<i>S. jurupari</i>	Aletas, ojo, boca, piel, branquias, y opérculo.	Río Curiau, Amapá, Brasil	36,4	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)

4. DISCUSIÓN

4.1. Myxozoa

Los *Myxozoa* Grassé, 1970 son un grupo de cnidarios endoparásitos con complejos ciclos de vida, que afectan diversos órganos de huéspedes vertebrados e invertebrados y que presentan alta especificidad (László et al., 2002; Okamura et al., 2018) y que han recibido una notoria atención en los últimos años (Araújo et al., 2022). Según estimaciones de Okamura et al. (2018) se han descrito alrededor de 150 *mixozoos* de agua dulce en América del Sur, con alrededor de 55 reportados en la cuenca amazónica (Zatti et al., 2018).

En la presente revisión hallamos cuatro taxones pertenecientes al filo *Myxozoa* infectando las branquias (*Henneguya sacacaensis*, y *Henneguya* sp.) y la vesícula biliar (*Ceratomyxa* sp. y *Ellipsomyxa tucujuensis*) del cíclido *S. jurupari*; sin embargo, no encontramos reportes de *Myxozoa* en *S. pappaterra*.

Del género *Henneguya* Thélohan, 1892 podemos afirmar que es el segundo más grande dentro de los *Myxosporaea*, con alrededor de 190 especies descritas a nivel mundial (Eiras & Adriano, 2012) que se caracterizan por ser predominantemente *histozoicas*, es decir, que son capaces de ocasionar considerables cambios patológicos como la destrucción de filamentos branquiales y ocasionar fallo respiratorio en el huésped (Lom & Dyková, 1992; Morsy et al., 2012; Mathews et al., 2016). Por su parte, los *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 son ampliamente conocidos como parásitos de peces de aguas marinas y salobres; sin embargo, estudios recientes han revelado una creciente diversidad de especies de *Ceratomyxa* en las vesículas biliares de peces de agua dulce sudamericanos (Zatti et al., 2017; Zatti et al., 2018; Ferreira et al., 2021; Zatti et al., 2022; Araújo et al., 2022).

Con respecto a *Ellipsomyxa* (Køie, 2003), este es un género de *mixozoos* que pertenece a la Clase *Myxosporaea* y familia *Ceratomyxidae* (Køie, 2003) y que a la fecha solo tiene a cuatro especies reportadas como parásitos de peces amazónicos, *Ellipsomyxa amazonensis* (Zatti et al., 2018), *E. plagioscioni* y *E. paraensis* (Zatti et al., 2020), siendo la cuarta, *E. tucujuensis*, aislada de la vesícula biliar de *S. jurupari* (Ferreira et al., 2021).

4.2. Protozoa

Los ambientes acuáticos donde se practica la acuicultura y la cría de peces ornamentales, son sistemas complejos donde varios tipos de microbios como los protozoos coexisten con los peces en cultivo. Los peces como cualquier ser vivo, pueden albergar ectoparásitos y endoparásitos de taxones diversos (Alvarado-Panameño, 2019). En tal sentido, las infecciones causadas por protozoos representan un evento particularmente frecuente y un desafío constante para la industria acuícola y del comercio de peces ornamentales (Fleck et al., 2021) causando altas mortalidades y costosas pérdidas económicas (Wang et al., 2019).

En la presente revisión hallamos dos taxones pertenecientes al filo *Protozoa* (*Ichthyophthirius multifiliis* y *Piscinoodinium pillulare*) infectando las branquias del cíclido *S. jurupari*. El ciliado *I. multifiliis*, conocido vulgarmente como "ichi", es el causante de la enfermedad denominada "punto blanco". Es un parásito que infecta a casi todos los peces de agua dulce (Matthews, 2005) causando devastadoras consecuencias debido a que rápidamente pueden ocasionar altos niveles de morbilidad y mortalidad (Jessop, 1995), así como grandes pérdidas económicas en la acuicultura (Wang et al., 2019). En la presente revisión encontramos que el nivel de prevalencia de este parásito en *S. jurupari* capturados en los ríos Fortaleza y Jari (estado de Amapá), varió entre 76,7 y 100%, hallándose además altos niveles de intensidad y abundancia media en los hospederos (Oliveira et al., 2017; Tavares-Dias et al., 2017).

Respecto al dinoflagelado *P. pillulare*, podemos decir que es un protozoario parásito que con relativa frecuencia es registrado en centros de producción piscícola localizadas en áreas templadas y tropicales. No tiene especificidad parasitaria y se localiza en piel, branquias y epitelio bucal y nasal de sus hospederos, causando ligeras inflamaciones, irritación, hemorragias, petequias en el tegumento y degeneración celular (Arbildo Ortiz et al., 2020). En la presente revisión Tavares-Dias et al. (2017) reportan una prevalencia de 60% en los ejemplares de *S. jurupari* capturados en el río Fortaleza (Amapá), con intensidad y abundancia media de 1678,8 y 1007,3 respectivamente. No se encontraron trabajos que reporten la presencia de protozoarios parásitos en el pez *S. pappaterra*.

4.3. Clase Monogenea

Son platelmintos ectoparásitos ampliamente diversificados con ciclos de vida directos (Kuchta et al., 2020), con alta especificidad (Whittington et al., 2000) y cuyos hospedadores pueden ser anfibios y reptiles (Cohen et al., 2013) así como peces marinos y dulceacuícolas (Thatcher, 2006; Justine et al., 2013). Representantes de los géneros *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Gussevia*, *Linguadactyloides* y *Notozothecium* tienen la capacidad de causar severas infestaciones en peces silvestres y sobre todo en estaciones piscícolas, ocasionando significativas pérdidas económicas (Scholz, 1999; Thatcher, 2006; Cohen et al., 2013; Mathews et al., 2013; Gonzales et al., 2016; Tavares-Dias & Martins, 2017).

La revisión realizada reportó tres especies de monogeneos (*Sciadicleithrum juruparii*, *S. edgari* y *S. satanopercae*) parasitando las branquias de *Satanoperca jurupari* (Mendoza-Franco et al., 2010; Carvalho de Melo et al., 2012; Ferreira-Sobrinho & Tavares-Dias, 2016; Paschoal et al., 2016; Oliveira et al., 2017; Tavares-Dias et al., 2017), mientras que otras tres especies (*Sciadicleithrum satanopercae*, *Cleidodiscus* sp. y *Sciadicleithrum* sp.) fueron registradas infestando las branquias de *S. pappaterra* (Yamada et al., 2007; Takemoto et al., 2009; Yamada et al., 2009).

El género *Sciadicleithrum* (Kritsky et al., 1989) cuenta con 24 especies válidas y pertenece a la familia *Ancyrocephalidae*. Son parásitos que se caracterizan por poseer gónadas superpuestas, un órgano copulador masculino enrollado con un anillo en el sentido de las agujas del reloj, anclas no modificadas y la barra ventral con una membrana o cavidad *umbeliforme* (Kritsky et al., 1989; Mendoza-Franco et al., 2010).

Junto con *Gussevia* (Kohn et al., 2016) y *Trinidactylus Hanek*, (Molnar et al., 2008), son parásitos frecuentes en cíclidos sudamericanos (Carvalho et al., 2008). Por su parte, las especies del género *Cleidodiscus* se adhieren a las branquias de los peces hospederos, produciendo huevos que son expulsados a la columna de agua y que luego se adhieren a la mucosidad o material orgánico. Los huevos eclosionan y las larvas se adhieren a un nuevo huésped y se desarrollan hasta la fase adulta (González-Fernández, 2021).

4.4. Subclase Digenea

Los digeneos son un grupo muy diverso de parásitos con más de 2500 géneros y 18000 especies (Kostadinova & Pérez-del-Olmo, 2019; Machuca et al., 2021). Estimaciones recientes sugieren que la diversidad total puede exceder las 44000 especies (Tholan et al., 2020). En esta revisión identificamos cuatro especies de digeneos (*Diplostomum* sp., *Genarchella genarchella*, *Posthodiplostomum* sp. y *Clinostomum marginatum*) presentes en *S. jurupari* y tres (*Diplostomum* sp., *Ascocotyle* sp. y *Austrodiplostomum compactum*) en *S. pappaterra*.

Ejemplares de los géneros *Austrodiplostomum* y *Diplostomum* fueron hallados alojados en los ojos de *S. jurupari* y *S. pappaterra*. Las patologías asociadas a estos dos géneros son la invasión de los cristalinos, la formación de cataratas subcapsulares, ceguera, reacciones inflamatorias subagudas pronunciadas, exoftalmía, licuefacción de las fibras corticales, necrosis y hemorragia localizada (Sommerville, 2012). Por su parte, *metacercarias* de *Posthodiplostomum* sp. (Familia *Diplostomidae*) fueron reportados en las branquias y los intestinos de *S. jurupari*. Las *metacercarias* de *Posthodiplostomum* causan la enfermedad conocida como "mancha negra" en peces y tienen la capacidad de enquistarse en las vísceras (Karimian et al., 2013) causando también la enfermedad denominada como "gusano blanco" (Girola et al., 1992; Boone et al., 2018).

Respecto a las patologías asociadas a las *metacercarias* de *Clinostomum* tenemos las siguientes: el enquistamiento de las *metacercarias* en diferentes sitios del cuerpo (p. ej., dermis, músculos, en el caso nuestro fue en las branquias de *S. jurupari*) o permanecer libres en la cavidad corporal. Causan abultamiento y distorsión del perfil del cuerpo de los peces, estropeando su apariencia y haciéndolos más susceptibles a la manipulación (El-Sayed, 2020). Por su parte, *Genarchella genarchella* es un digeneo ampliamente distribuido en peces *caraciformes* y *siluriformes* de Brasil, Argentina y Uruguay (Scholz, 1999; Kohn et al., 2016; Franceschini et al., 2013). Es posible que este digeneo haya llegado a *S. jurupari* a través de la dieta, puesto que tiene a los moluscos como huéspedes intermediarios y a los peces como huéspedes definitivos (Lefevre & Poulin, 2005).

Finalmente, las *metacercarias* del digeneo del género *Ascocotyle* registradas por Yamada et al. (2007) y Takemoto et al. (2009) en el pez *S. pappaterra*, son conocidas por poseer una ventosa oral armada con espinas *periorales* dispuestas generalmente en una o dos filas (las espinas están ausentes en

muy pocos taxones) y portando una prolongación muscular cónica (apéndice posterior) de la ventosa oral (Castañeda et al., 2003). Los *Ascocotyle* utilizan caracoles como primeros huéspedes intermedios y peces como segundos huéspedes; siendo las aves o los mamíferos que se alimentan de peces los huéspedes definitivos (Cribb et al., 2003). Es posible que este digeneo haya llegado a *S. pappaterra* a través de la dieta.

4.5. Nematoda

Son gusanos redondos no segmentados que forman parte del grupo más abundante de organismos metazoarios que viven en ambientes terrestres o acuáticos, contándose en la actualidad con cerca de 30.000 especies descritas (Hodda, 2022) y un millón de especies aún por descubrir (Blaxter, 2011).

En la presente revisión se registraron seis nematodos (*Ichthyouris* sp., *Raphidascaris* (*Sprentascaris*) *lanfrediae*, *Raphidascaroides* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rarus*, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. y *Pseudoproleptus* sp.) parasitando los intestinos de *S. jurupari*. Sorprendentemente no se reportan nematodos parasitando los intestinos de *S. pappaterra*, a pesar de que este fue el grupo de endoparásitos más diverso registrado en *S. Jurupari*.

Los nematodos son helmintos endoparásitos que pueden ocasionar altas mortalidades en peces infectados. Representantes de los géneros *Camallanus* y *Procamallanus* han sido reportados como responsables de problemas sanitarios y daños histopatológicos en diferentes especies de peces, entre ellos de *Brycon amazonicum*, un pez importante en la acuicultura en la región amazónica (Moravec, 1998; Murrieta Morey & Floríndez, 2018; Rivadeneyra et al., 2020). Por su parte, representantes de los géneros *Raphidascaris* y *Raphidascaroides* son responsables de alteraciones histopatológicas, hiperplasia de células caliciformes e infiltración linfocítica moderada, con consecuencias patológicas leves debido a la falta de órganos de sujeción (Bamidele, 2021).

4.6. Cestoda

Los cestodos son aquellos helmintos conocidos vulgarmente como gusanos planos o "tenias" y en la actualidad representan un grupo con aproximadamente 5000 especies que parasitan a todos los tipos de vertebrados, incluidos los humanos, con alrededor de 1500 especies de gusanos que parasitan a los peces (Scholz, 1999). En esta revisión sólo se pudo encontrar a plerocercoides (último estadio larvario) del grupo Proteocephalidea infestando las branquias del cíclido *S. pappaterra*. Los cestodos suelen ser parásitos comunes de peces de cultivo, y solo unas pocas tenias adultas son realmente patógenas para sus huéspedes. Por el contrario, las larvas, especialmente los plerocercoides, pueden ser dañinas para los peces pues tienen la capacidad de migrar a través de sus tejidos y órganos internos (Scholz, 1999). No se reportaron cestodos infestando al cíclido *S. jurupari*.

4.7. Crustacea

Los crustáceos son uno de los grupos de invertebrados más exitosos del planeta, con aproximadamente 40000 especies descritas y unas 150000 especies reconocidas, muchas de ellas habitando en ecosistemas acuáticos (Hobbs, 2012). Cerca de 7000 especies de crustáceos son parásitos de otros seres vivos (Boxshall & Hayes, 2019). En la revisión realizada se reportaron dos

crustáceos parasitando al 100% de los ejemplares del cíclido *S. jurupari* provenientes del río Jari (Amapá, Brasil): *Argulus* multicolor perteneciente a la subclase *Branchiura* y *Ergasilus coatiarus* perteneciente a la subclase Copépoda (Oliveira et al., 2017).

Las especies del género *Argulus* son conocidos vulgarmente como "piojos de los peces", poseen estructuras que le permitan fijarse en la piel de sus hospederos de donde obtienen sus alimentos insertando una estructura larga en forma de espina (Noga, 2010). Las repetidas punciones en la piel, combinada con la secreción de enzimas y la actividad de sus piezas bucales aserradas, ocasionan rupturas de tejidos e irritación, produciendo erosiones en la piel de sus hospederos, pérdida de mucus y tejido epitelial como ha sido reportado en el bagre *Brachyplatystoma tigrinum* (Alcántara-Bocanegra et al., 2008) y la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Noga, 2010). Por su parte, el género *Ergasilus* reúne a copépodos parásitos que invaden y rodean las laminillas branquiales de sus hospederos con sus segundas antenas, comprimen el epitelio, provocan hiperplasia y hemorragia, ocluyen las arterias y, a menudo, provocan la rotura de las laminillas branquiales (Dezfuli et al., 2011).

4.8. Acanthocephala

Conocidos como los "gusanos de cabeza espinosa", tienen cuerpos alargados no segmentados, compuestos del *prosoma* y del tronco. El *prosoma* incluye un cuello pequeño y la probóscide, que es el órgano de unión que lleva ganchos quitinosos de diferente número, tamaño y disposición, siendo el rasgo característico de este grupo. La probóscide puede volverse retráctil cuando el gusano es eliminado del anfitrión (Hoffman, 1999)

Los acantocéfalos adultos viven de forma parasitaria en el intestino de sus peces hospederos, alimentándose directamente de sus tegumentos, causando daños severos a la pared intestinal y pudiendo incluso bloquear el intestino del huésped, ocasionando su muerte (Amin et al., 2015).

En la revisión realizada no se reportan registros de la presencia de acantocéfalos, parasitando a individuos de *S. pappaterra*, a diferencia de *S. jurupari*, en el cual se han registrado dos acantocéfalos: *Gorytocephalus spectabilis* (Tavares-Dias & Martins, 2017) y *Neoechinorhynchus paraguayensis* (Carvalho de Melo, Nunes dos Santos, et al., 2012) con prevalencias de 23,3% y 13%, respectivamente.

Amin et al. (2015) reportaron que la invasión de especímenes del género *Neoechinorhynchus* causan daños intensos en el intestino de sus peces huéspedes debido a que estos gusanos destruyeron el revestimiento epitelial y migran a través de la delgada pared del músculo liso del intestino hacia la cavidad corporal del huésped. Las hemorragias, necrosis tisular, compresión de las vellosidades y la pérdida de células epiteliales del huésped parecen ser la patología típica en los sitios intestinales ocupados por estos gusanos.

4.9. Fungi

Debido a su naturaleza oportunista y su propensión a infectar organismos inmunodeprimidos y taxonómicamente diversos, la *microsporidiosis* ha sido clasificada como una infección emergente y oportunista producida por microorganismos intracelulares que han sido taxonómicamente reclasificados como hongos (Anane & Attouchi, 2010; Stentiford et al., 2016). Los microsporidios son un filo diverso de parásitos formadores de esporas que infectan a poco más de 20 géneros distintos

de peces en el mundo (Stentiford et al., 2016). En la presente revisión, Da Silva Ferreira et al. (2021) registraron la presencia de esporas de microsporidios en el cíclido *S. jurupari*.

CONCLUSIONES

La revisión de literatura realizada reportó un total de 18 trabajos publicados sobre la materia de estudio en los últimos 21 años, siendo el 94,44% de ellos de autoría de investigadores brasileños y con peces capturados en territorio de dicho país. Tan solo el artículo publicado por Mendoza-Franco et al. (2010) fue elaborado con peces colectados en otro país (Perú). Esta realidad es un claro indicador del liderazgo que ostenta Brasil en esta área de las ciencias, con grupos de investigación consolidados funcionando en centros universitarios tales como: la Universidad Estadual de Maringá, la Universidad del Estado de Amapá, la Universidad Federal de Amapá, la Universidad Federal de Pará, y el Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazonía.

Los tres grupos de parásitos más diversos que se reportaron infestando a las dos especies de cíclidos seleccionados como hospederos en el presente artículo fueron los siguientes: *Nematoda* con seis especies, *Digenea* con seis y *Monogenea* con cinco especies, respectivamente. A diferencia de *Satanoperca pappaterra* que solo registró un total de ocho parásitos, *S. jurupari* fue infestado por un total de 24 parásitos.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Chu-Koo, F. W.

Curación de datos: Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Análisis formal: Chu-Koo, F. W.

Investigación: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Metodología: Chu-Koo, F. W.

Supervisión: Chu-Koo, F. W.

Redacción-borrador original: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Redacción-revisión y edición: Chu-Koo, F. W.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara-Bocanegra, F., Chu-Koo, F. W., Rodríguez-Chu, L., Chávez, C., Bernuy-Rodríguez, A., Barbarán, T., Tello-Martín, J. S., & Nuñez, J. (2008). Primer reporte de parasitismo de *brachyplatystoma tigrinum* por *argulus pestifer*, en acuicultura. *Folia Amazónica*, 4(2), 99. <https://doi.org/10.24841/fa.v17i1-2.272>

- Alvarado-Panameño, J. F. (2019). Monitoreo de parásitos helmintos en peces del Embalse Cerrón Grande. *Revista Multidisciplinaria de La Universidad de El Salvador*, 2(1), 79–94. <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/29>
- Amin, O. M., Heckmann, R. A., Ali, A. H., El Naggat, A. M., & Khamees, N. R. (2015). New Features of *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *dimorphospinus* (*Acanthocephala*: *Neoechinorhynchidae*) from Recent Collections in the Arabian Gulf Using SEM, with Notes on Histopathology. *Comparative Parasitology*, 82(1), 60–67. <https://doi.org/10.1654/4717.1>
- Anane, S., & Attouchi, H. (2010). Microsporidiosis: Epidemiology, clinical data and therapy. *Gastroentérologie Clinique et Biologique*, 34(8–9), 450–464. <https://doi.org/10.1016/j.gcb.2010.07.003>
- Araújo, B. L., Adriano, E. A., Franzolin, G. N., Zatti, S. A., & Naldoni, J. (2022). A novel *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Cnidaria) infecting an Amazonian catfish. *Parasitology International*, 89, 102582. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102582>
- Arbildo Ortiz, H., Alvez-Robledo, J., Chuquipiondo Guardia, C., & Silva de Souza, A. K. (2020). 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*, 31(3), e16662. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16662>
- Bamidele, A. (2021). Ultrastructure of the Anisakid nematode, *Raphidascaroides* sp (Nematoda: Anisakidae) from the freshwater fish *Rhinogobius ocellatus* (Fowler, 1937) with attendant histopathological alterations in Lekki Lagoon, Lagos, Nigeria. *Scientific African*, 12, e00725. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00725>
- Bittencourt, L. S., Pinheiro, D. A., Cárdenas, M. Q., Fernandes, B. M., & Tavares-Dias, M. (2014). Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(1), 44–54. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014006>
- Blaxter, M. (2011). Nematodes: The Worm and Its Relatives. *PLoS Biology*, 9(4), e1001050. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001050>
- Boone, E. C., Laursen, J. R., Colombo, R. E., Meiners, S. J., Romani, M. F., & Keeney, D. B. (2018). Infection patterns and molecular data reveal host and tissue specificity of *Posthodiplostomum* species in centrarchid hosts. *Parasitology*, 145(11), 1458–1468. <https://doi.org/10.1017/S0031182018000306>
- Boxshall, G., & Hayes, P. (2019). Biodiversity and Taxonomy of the Parasitic Crustacea. In *Parasitic Crustacea* (3rd ed., pp. 73–134). https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_3
- Carvalho, A., Tavares, L., & Luque, J. (2008). A new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. *Acta Parasitologica*, 53(3). <https://doi.org/10.2478/s11686-008-0035-6>

- Carvalho de Melo, M. de F., Nascimento dos Santos, J., Guerreiro Giese, E., Nunes dos Santos, E. G., & Portes Santos, C. (2011). *Raphidascaris* (*Sprentascaris*) *lanfrediae* sp. nov. (Nematoda: Anisakidae) from the fish *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae). *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, *106*(5), 553–556. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000500006>
- Carvalho de Melo, M. de F., Nascimento dos Santos, J., & Portes Santos, C. (2012). *Sciadicleithrum juruparii* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the gills of *Satanoperca jurupari* (Heckel) (Osteichthyes: Cichlidae) in the Guamá River, Amazon Delta, Brazil. *Systematic Parasitology*, *82*(2), 125–129. <https://doi.org/10.1007/s11230-012-9353-z>
- Carvalho de Melo, M. de F., Nunes dos Santos, E. G., Giese, E. G., Nascimento dos Santos, J., & Portes Santos, C. (2012). Parasites of *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae) from Brazil. *Parasitology Research*, *110*(1), 389–394. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2503-4>
- Castañeda, L., Carvajal, H., & Vélez, I. (2003). Algunos trematodos digeneos de peces marinos de Charambirá (Chocó, Colombia). *Actualidades Biológicas*, *25*(79), 147–155. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329495>
- Cohen, S. C., C. N Justo, M., & Kohn, A. (2013). *South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles* (Les auteurs (ed.); 1st ed.). Oficina de Libros.
- Cribb, T., Bray, R., Olson, P., Timothy, D., & Littlewood, J. (2003). Life Cycle Evolution in the Digenea: a New Perspective from Phylogeny. In *Advances in Parasitology Volume 54* (pp. 197–254). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(03\)54004-0](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(03)54004-0)
- Da Silva Ferreira, R. L., Pantoja Pinheiro, A., Dos Santos Dias, A. J., Amaral de Carvalho, A., Matos, E. R., Silva, G. A. da, & Videira, M. N. (2021). Carga parasitária x estresse oxidativo em *Satanoperca jurupari* (Heckel, 1840) na Amazônia Oriental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, *12*(3), 136–144. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0013>
- Da Silva Ferreira, R. L., Tuloza da Silva, D., Amaral de Carvalho, A., Bittencourt, L. S., Hamoy, I., Matos, E., & Videira, M. (2021). *Ellipsomyxa tucujuensis* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae), a parasite of *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae) from the Brazilian Amazon. *Parasitology International*, *83*, 102332. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102332>
- De Paiva Affonso, I., Karling, L. C., Takemoto, R. M., Gomes, L. C., & Nilsson, P. A. (2017). Light-induced eye-fluke behavior enhances parasite life cycle. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *15*(6), 340–341. <https://doi.org/10.1002/fee.1513>
- Dewi, R. R., Desrita, & Fadhillah, A. (2018). The prevalence of parasites in ornamental fish from fish market in Medan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *122*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012110>
- Dezfuli, B. S., Giari, L., Lui, A., Lorenzoni, M., & Noga, E. J. (2011). Mast cell responses to *Ergasilus* (Copepoda), a gill ectoparasite of sea bream. *Fish & Shellfish Immunology*, *30*(4–5), 1087–1094. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.02.005>
- Eiras, J. C., & Adriano, E. A. (2012). A checklist of new species of *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2002 and 2012. *Systematic*

- Parasitology*, 83(2), 95–104. <https://doi.org/10.1007/s11230-012-9374-7>
- El-Sayed, A.-F. M. (2020). Stress and diseases. In *Tilapia Culture* (2nd ed., pp. 205–243). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816509-6.00009-4>
- Fernández - Yepez, A. (1950). Un nuevo pez de la familia Doradidae. In *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* (pp. 195–198).
- Ferreira-Sobrinho, A., & Tavares-Dias, M. (2016). A study on monogenean parasites from the gills of some cichlids (Pisces: Cichlidae) from the Brazilian Amazon. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 1002–1009. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.010>
- Ferreira, R. L. da S., Pantoja Pinheiro, A., Dias, A. J. dos S., Amaral de Carvalho, A., Rodrigues Matos, E., Araújo da Silva, G., & Nunes Videira, M. (2021). Carga parasitária x estresse oxidativo em *Satanoperca jurupari* (Heckel, 1840) na Amazônia Oriental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(3), 136–144. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0013>
- Ferreira, R. L. da S., Tuloza da Silva, D., Gomes de Araújo, P., Hamoy, I., Matos, E., & Nunes Videira, M. (2020). *Henneguya sacacaensis* n. Sp. (myxozoa: Myxosporidia) parasitizing gills of the acará bicudo *satanoperca jurupari* (osteichthyes: Cichlidae) in eastern amazon. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612020030>
- Fleck, K., Nitz, M., & Jeffers, V. (2021). “Reading” a new chapter in protozoan parasite transcriptional regulation. *PLOS Pathogens*, 17(12), e1010056. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010056>
- Florindo, C., Branco, L. C., & Marrucho, I. M. (2017). Development of hydrophobic deep eutectic solvents for extraction of pesticides from aqueous environments. *Fluid Phase Equilibria*, 448, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2017.04.002>
- Franceschini, L., Zago, A. C., Zocoller-Seno, M. C., Veríssimo-Silveira, R., Ninhaus-Silveira, A., & Silva, R. J. da. (2013). Endohelminths in *Cichla piquiti* (Perciformes, Cichlidae) from the Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(4), 475–484. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400006>
- Froese, R., Schijns, R., Hutchings, J. A., & Pauly, D. (2022). Five centuries of cod catches in eastern Canada. *ICES Journal of Marine Science*, 79(5), 1708–1708. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac090>
- García Dávila, C., Murrieta Morey, G., Dávila Cardozo, N., Del Castillo Torres, D., Puertas Meléndez, P. E., Mejía Carhuana, K., Pérez Peña, P. E., Martín Brañas, M., Montoya, M., Zárate Gómez, R., Álvarez Alonso, J., Mayor, P., Gagliardi Urrutia, G., Abad Cueva, J. D., Garay Rodríguez, J., Fachín Malaverri, L., & García Ruiz, A. (2020). *I Congreso Internacional sobre Amazonía Peruana: Investigación para el desarrollo, perspectivas y retos* (J. J. Bellido (ed.)). CONIAP 2020.
- Girola, C., Martorelli, S., & Sardella, N. (1992). Presencia de metacercarias de *Monascus filiformis* (Digenea, Fellodistomidae) en hidromedusas del Océano Atlántico Sur. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65(4), 409–415. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1992/4/Girola_et_al_1992.pdf
- González-Fernández, J. G. (2021). Parasitofauna en variedades del pez ornamental *carassius auratus*

y descripción del ciclo biológico de *ichthyophthirius multifiliis* (ciliata ichthyophthiriidae), causante de mortalidades en un criadero de lima, Perú, 2007. *Neotropical Helminthology*, 6(1). <https://doi.org/10.24039/rnh201261999>

Gonzales, A. F., Mathews, P. D., Luna, L. E., & Mathews, J. D. (2016). Outbreak of *Notozothecium bethae* (Monogenea: Dactylogyridae) in *Myleus schomburgkii* (Actinopterygii: Characiformes) cultured in the Peruvian Amazon. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1631–1635. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0678-9>

Hahn, N. S., & Cunha, F. (2005). Feeding and trophic ecomorphology of *Satanoperca pappaterra* (Pisces, Cichlidae) in the Manso Reservoir, Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(6), 1007–1012. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000800017>

Hobbs, H. H. (2012). Crustacea. In Encyclopedia of Caves (Ed.), *Encyclopedia of Caves* (2nd ed., pp. 177–194). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383832-2.00027-X>

Hodda, M. (2022). Phylum Nematoda: trends in species descriptions, the documentation of diversity, systematics, and the species concept. *Zootaxa*, 5114(1), 290–317. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.2>

Hoffman, G. L. (1999). *Parasites of North American freshwater fishes* (2nd ed.). Cornell University Press.

Jessop, B. M. (1995). *Ichthyophthirius multifiliis* in Elvers and Small American Eels from the East River, Nova Scotia. *Journal of Aquatic Animal Health*, 7(1), 54–57. [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(1995\)007<0054:IMIEAS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1995)007<0054:IMIEAS>2.3.CO;2)

Justine, J.-L., Rahmouni, C., Gey, D., Schoelinc, C., & Hoberg, E. P. (2013). The monogenean which lost its clamps. *PLoS ONE*, 8(11), e79155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079155>

Karimian, E., Ghorbani, R., & Hajimoradlou, A. (2013). First occurrence and intensity of *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) (Digenea; diplostomatidae) metacercariae in monkey goby (*Neogobius pallasii* berg, 1916) in the zarringol stream, Golestan province, Iran. *Global Veterinaria*, 10(5), 505–510.

Kocher, T. D. (2004). Adaptive evolution and explosive speciation: the cichlid fish model. *Nature Reviews Genetics*, 5(4), 288–298. <https://doi.org/10.1038/nrg1316>

Kohn, A., Moravec, F., Cohen, S. C., Canzi, C., Takemoto, R. M., & Fernandes, B. M. M. (2016). Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. *Check List*, 7(5), 681. <https://doi.org/10.15560/7.5.681>

Køie, M. (2003). *Ellipsomyxa gobii* gen. et sp. n. (Myxozoa: Ceratomyxidae) in the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei: Gobiidae) from Denmark. *Folia Parasitologica*, 50(4), 269–271. <https://doi.org/10.14411/fp.2003.045>

Kostadinova, A., & Pérez-del-Olmo, A. (2019). The Systematics of the Trematoda. In R. Toledo & B. Fried (Eds.), *Advances in Experimental Medicine and Biology* (pp. 21–42). Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_2

- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E., & Boeger, W. A. (1989). Neotropical Monogenea. 15. Dactylogyrids from the gills of Brazilian Cichlidae with proposal of *Sciadicleithrum* gen. n. (Dactylogyridae). *Proceedings of the Helminthological Society Washington*, 56(2), 128–140.
- Kuchta, R., Řehulková, E., Francová, K., Scholz, T., Morand, S., & Šimková, A. (2020). Diversity of monogeneans and tapeworms in cypriniform fishes across two continents. *International Journal for Parasitology*, 50(10–11), 771–786. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2020.06.005>
- Kullander, S. (2003). Family Cichlidae (Cichlids). In R. E. Reis, S. O. Kullander, & C. J. Ferraris (Eds.), *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Edipucrs.
- Kullander, S. (2012). *Krobia xinguensis*, a new species of cichlid fish from the Xingu River drainage in Brazil (Teleostei: Cichlidae). *Zootaxa*, 3197(1), 43. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3197.1.2>
- Kullander, S., & Ferreira, E. (1988). A new *Satanoperca* species (Teleostei, Cichlidae) from the Amazon river basin in Brasil. *Revista Internacional de Ictiología*, 12(4), 343–355.
- László, B., Csaba, S., & Kálmán, M. (2002). Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes: um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 39(5), 271–276. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500010>
- Lefevre, F., & Poulin, R. (2005). Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts. *Parasitology*, 130(6), 587–605. <https://doi.org/10.1017/S0031182004007103>
- Lloyd Smith, M., Immig, J., & Landos, M. (2021). *Los Contaminantes Acuáticos en Océanos y Pesquerías*. Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN).
- Lom, J., & Dyková, I. (1992). Protozoan parasites of fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4(1), 133–134. <https://doi.org/10.1007/BF00043268>
- Machado, P. M., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2005). *Diplostomum* (Austrodiplostomum) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Parasitology Research*, 97(6), 436–444. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1483-7>
- Machuca, Á., Quintanilla, M. S., Cabezas, C., Ulloa, J., Silva, A., & Morales, P. (2021). Parásitos en reinetas (*Brama australis*) comercializadas en la región del Maule, Chile. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), 17847. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17947>
- Mathews, P. D., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2016). *Henneguya melini* n. sp. (Myxosporea: Myxobolidae), a parasite of *Corydoras melini* (Teleostei: Siluriformes) in the Amazon region: morphological and ultrastructural aspects. *Parasitology Research*, 115(9), 3599–3604. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5125-z>
- Mathews, P., Mertins, O., Mathews, J., & Orbe, R. (2013). Massive parasitism by *Gussevia tucunarensis* (Platyhelminthes: Monogenea: Dactylogyridae) in fingerlings of bujurqui-tucunare

- cultured in the Peruvian Amazon. *Acta Parasitologica*, 58(2). <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0129-7>
- Matthews, R. A. (2005). Ichthyophthirius multifiliis Fouquet and Ichthyophthiriosis in Freshwater Teleosts. *Advances in Parasitology*, 59, 159–241. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)59003-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)59003-1)
- Melo, M. F. C., Giese, E. G., Santos, J. N., & Portes Santos, C. (2011). First record of larval Pseudoproleptus sp. (Nematoda: Cystidicolidae) in fish host. *Acta Tropica*, 117(3), 212–215. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.12.011>
- Mendoza-Franco, E. F., Scholz, T., & Rozkošná, P. (2010). Tucunarella n. gen. and Other Dactylogyrids (Monogenoidea) From Cichlid Fish (Perciformes) From Peruvian Amazonia. *Journal of Parasitology*, 96(3), 491–498. <https://doi.org/10.1645/GE-2213.1>
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., & Spalding, M. D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485–492. <https://doi.org/10.1890/070064>
- Moravec, F. (1998). *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic Prague, Czech Republic.
- Morsy, K., Abdel-Ghaffar, F., Bashtar, A.-R., Mehlhorn, H., Al Quraishy, S., & Abdel-Gaber, R. (2012). Morphology and small subunit ribosomal DNA sequence of Henneguya suprabranchiae (Myxozoa), a parasite of the catfish Clarias gariepinus (Clariidae) from the River Nile, Egypt. *Parasitology Research*, 111(4), 1423–1435. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2976-9>
- Murrieta Morey, G. A., & Floríndez, F. M. (2018). Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï (Kohn and Fernandes , 1988) (Nematoda : Camallanidae) infecting species of Callichthyidae from the Peruvian Amazon. *Bulletin- European Association of Fish Pathologists*, 36(6), 258–262.
- Noga, E. J. (2010). *Fish Disease: Diagnosis and Treatment* (2nd ed.). Veterinary Medicine.
- Okamura, B., Hartigan, A., & Naldoni, J. (2018). Extensive Uncharted Biodiversity: The Parasite Dimension. *Integrative and Comparative Biology*, 58(6), 132–1145. <https://doi.org/10.1093/icb/icy039>
- Oliveira, M. S. B. de, Gonçalves, R. A., Neves, L. R., Ferreira, D. O., & Tavares-Dias, M. (2017). Ectoparasites community in Satanoperca jurupari (Cichlidae) from the Jari River, a tributary from Amazon River in Northern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 26(2), 136–142. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612017028>
- Ota, R. R., Kullander, S. O., Deprá, G. C., Graca, W., & Pavanelli, C. S. (2018). Satanoperca curupira, a new cichlid species from the rio Madeira basin in Brazil (Teleostei: Cichlidae). *Zootaxa*, 4379(1), 103. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4379.1.6>
- Paes, J. V. K., Carvalho, E. D., & Silva, R. J. (2010). Infection by Austrodiplostomum compactum metacercariae in fish from the Nova Avanhandava reservoir, Tietê river, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 32(3), 273–278.

<https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v32i3.5675>

- Paschoal, F., Scholz, T., Tavares-Dias, M., & Luque, J. L. (2016). Dactylogyrids (Monogenea) parasitic on cichlids from northern Brazil, with description of two new species of *Sciadicleithrum* and new host and geographical records. *Acta Parasitologica*, *61*(1). <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0021>
- Queiroz, L. J., Torrente-Vilara, G., Ohara, W. M., Pires, T. H. S., Zuanon, J., & Doria, C. R. C. (2013). *Peixes do rio Madeira. Volume III* (p. 416). San Antonio ENERGIA.
- Ríos-Ramírez, O., & Bardales-del-Aguila, L. (2022). Efecto de los microorganismos eficaces (me), en la crianza de tilapia nilótica. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, *2*(1), e307. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I1.307>
- Rivadeneira, N. L. S., Mertins, O., Cuadros, R. C., Malta, J. C. O., Mathews, L. V. de M., & D., P. (2020). Histopathology associated with infection by *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Nematoda) in farmed *Brycon cephalus* (Characiformes) from Peru: a potential fish health problem. *Aquaculture International*, *28*, 449–461. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00474-3>
- Rodrigues Da Silva, M., Marçal Natali, M. R., & Segatti Hahn, N. (2012). Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, *34*(3), 319–326. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v34i3.8956>
- Rúbia Ota, R., Deprá, G. de C., Kullander, S., Graça, W. J. da, & Pavanelli, C. S. (2021). A new species of *Satanoperca* (Teleostei: Cichlidae) from the Rio Tocantins basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, *19*(4). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0116>
- Santos, G. M. dos, Mérona, B. de, Juras, A. A., & Jégu, M. (2006). Peixes do baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. *French Ichthyological Society - Cybium*, *30*(4), 290.
- Sarmiento, J., Bigorne, R., & Carvajal-Vallejos, F. M. (2014). *Peces de Bolivia. Bolivian fishes*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.17678>
- Scholz, T. (1999). Parasites in cultured and feral fish. *Veterinary Parasitology*, *84*(3–4), 317–335. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00039-4)
- Silva de Souza, A. karen, Brito Porto, D., & De Oliveira Malta, J. C. (2017). *Diplostomum* (*austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) free metacercariae in the eyes of fishes from the floodplain lakes to the lower Solimões river, Brazil. *Neotropical Helminthology*, *11*(1), 1–9.
- Soares, M. G. M., Da Costa, E. L., Siqueira-Souza, F. K., Dos Anjos, H. D. B., Yamamoto, K. C., & Freitas, C. E. de C. (2008). *Peixes De Lagos Do Médio Rio Solimões* (2nd ed.). Instituto PIATAM.
- Sommerville, C. (2012). Advances in non-chemical methods for parasite prevention and control in fish. In *Infectious Disease in Aquaculture* (pp. 480–512). <https://doi.org/10.1533/9780857095732.3.480>
- Stentiford, G. D., Becnel, J. J., Weiss, L. M., Keeling, P. J., Didier, E. S., Williams, B. A. P., Bjornson, S., Kent, M. L., Freeman, M. A., Brown, M. J. F., Troemel, E. R., Roesel, K., Sokolova, Y., Snowden, K.

- F., & Solter, L. (2016). Microsporidia – Emergent Pathogens in the Global Food Chain. *Trends in Parasitology*, *32*(4), 336–348. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.12.004>
- Takemoto, R., Pavanelli, G., Lizama, M., Lacerda, A., Yamada, F., Moreira, L., Ceschini, T., & Bellay, S. (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, *69*(2), 691–705. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000300023>
- Tavares-Dias, M., & Martins, M. L. (2017). An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. *Journal of Parasitic Diseases*, *41*(4), 913–918. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0938-y>
- Tavares-Dias, M., Oliveira, M. S. B., Gonzalez, R. A., & Neves, L. R. (2017). Parasitic diversity of a wild *Satanoperca jurupari* population, an ornamental cichlid in the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, *47*(2), 155–162. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201602514>
- Thatcher, V. E. (2006). Amazon Fish Parasites. In J. Adis, J. Arias, G. Rueda-Delgado, & K. Wantzen (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America* (2nd ed., p. 497).
- Tholan, B., Carlson, P., Tortolero-Langarica, J. A., Ketchum, J. T., Trejo-Ramírez, A., Aceves-Bueno, E., & Caselle, J. E. (2020). The biodiversity of fishes at the islas marías biosphere reserve, Mexico, as determined by baited remote underwater video. *Ciencias Marinas*, *46*(4), 227–252. <https://doi.org/10.7773/CM.V46I4.3104>
- Turner, G. F. (2007). Adaptive radiation of cichlid fish. *Current Biology*, *17*(19), 827–831. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.07.026>
- Wang, Q., Yu, Y., Zhang, X., & Xu, Z. (2019). Immune responses of fish to *Ichthyophthirius multifiliis* (Ich): A model for understanding immunity against protozoan parasites. *Developmental & Comparative Immunology*, *93*, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.01.002>
- Whittington, I. D., Cribb, B. W., Hamwood, T. E., & Halliday, J. A. (2000). Host-specificity of monogenean (platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas? *International Journal for Parasitology*, *30*(3), 305–320. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00006-0)
- Willis, S. C., López-Fernández, H., Montaña, C. G., Farias, I. P., & Ortí, G. (2012). Species-level phylogeny of ‘Satan’s perches’ based on discordant gene trees (Teleostei: Cichlidae: *Satanoperca* Günther 1862). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *63*(3), 798–808. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.02.018>
- Yamada, F. H., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2007). Ecological aspects of ectoparasites from the gills of *Satanoperca pappaterra* (Heckel, 1840) (Cichlidae) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, *29*(3), 331–336.
- Yamada, F., Takemoto, R., Bellay, S., & Pavanelli, G. (2009). Two new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea, Dactylogyridae) parasites of Neotropical cichlid fishes from the Paraná River, Brazil. *Acta Parasitologica*, *54*(1). <https://doi.org/10.2478/s11686-009-0004-8>
- Zatti, S.A., Adriano, E., Araújo, B., Franzolin, G., & Maia, A. (2022). Expanding the geographic distribution of the freshwater parasite *Ceratomyxa* (Cnidaria: Myxozoa) with vermiform-type

plasmodia. *Microbial Pathogenesis*, 162, 105370.

<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105370>

Zatti, S. A., Atkinson, S. D., Bartholomew, J. L., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2017). Amazonian waters harbour an ancient freshwater *Ceratomyxa* lineage (Cnidaria: Myxosporea). *Acta Tropica*, 169, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>

Zatti, S. A., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2020). Growing diversity supports radiation of an *Ellipsomyxa* lineage into the Amazon freshwater: Description of two novel species parasitizing fish from Tapajós and Amazon rivers. *Acta Tropica*, 211, 105616. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105616>

Zatti, S. A., Atkinson, S. D., Maia, A. A. M., Bartholomew, J. L., & Adriano, E. A. (2018). Novel *Henneguya* spp. (Cnidaria: Myxozoa) from cichlid fish in the Amazon basin cluster by geographic origin. *Parasitology Research*, 117(3), 849–859. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5762-5>



Esta obra se distribuye bajo los términos de la
Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional