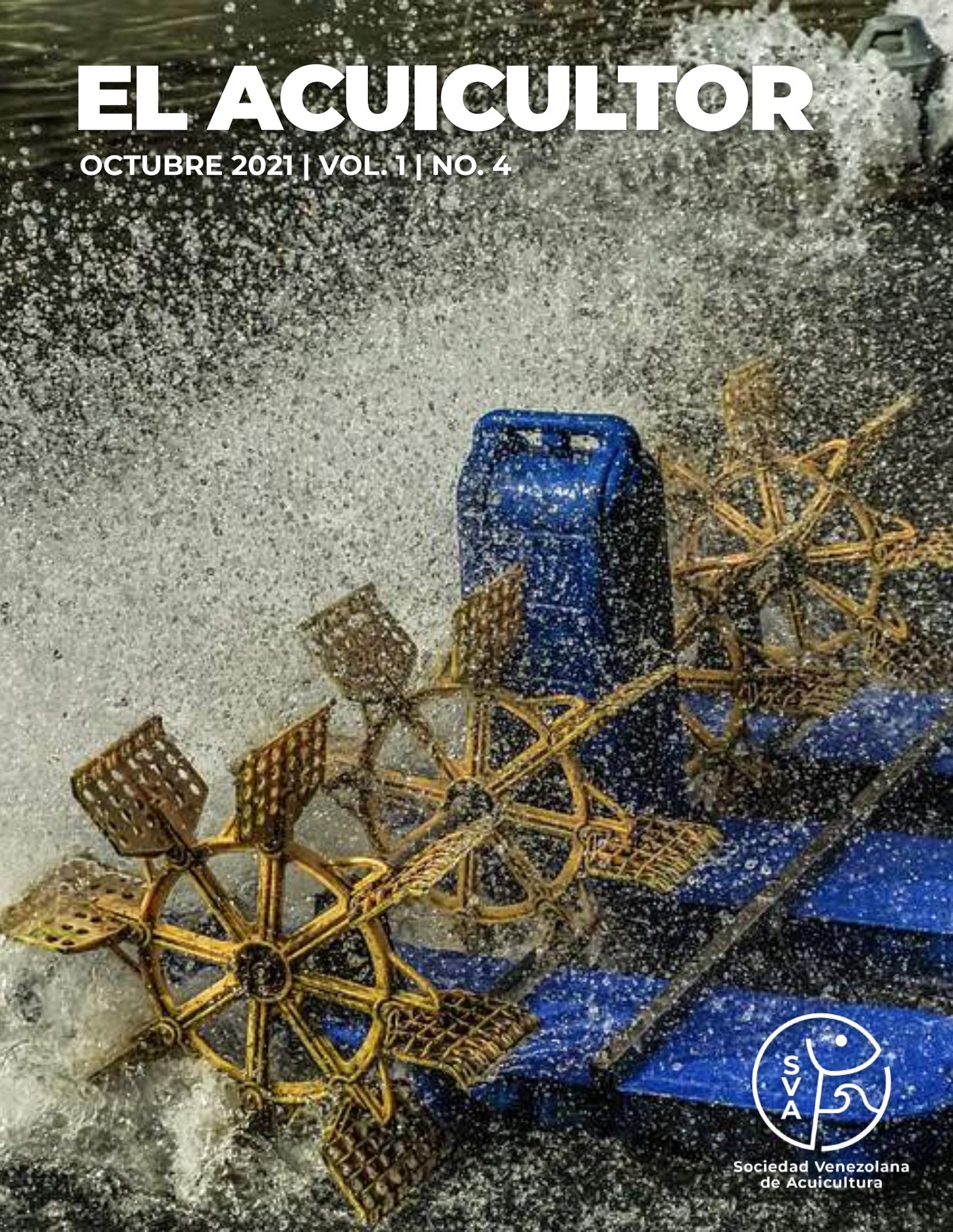


# EL ACUICULTOR

OCTUBRE 2021 | VOL. 1 | NO. 4



Sociedad Venezolana  
de Acuicultura



**¡COMPROMETIDOS CON EL  
DESARROLLO ACUÍCOLA DE LA REGIÓN!**

## **JUNTA DIRECTIVA**

### **PRESIDENTE**

Eduardo Castillo

### **VICEPRESIDENTE**

Héctor Rincón

### **SECRETARIO**

Alex Guevara

### **TESORERO**

José Patti

### **VOCALES**

Abraham Mora

Daniel Arana

Víctor Blanco

Raúl de la Fuente

### **SUPLENTE**

José Curiel

Eugenio García

Mario Aguirre

### **DIRECTOR EJECUTIVO**

Arnaldo Figueredo

### **DIRECTORA EJECUTIVA**

Marcia Guevara

## **GRACIAS A NUESTROS PATROCINANTES**



## **COMITÉ EDITORIAL**

Alex Guevara

Marcia Guevara

Arnaldo Figueredo

Héctor Rincón

José Patti

Abraham Mora

Marcos de Donato

Raúl Ramírez

## **CONTACTO**

**Web:** [svacuicultura.org](http://svacuicultura.org)

**Email:** [sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com](mailto:sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com)

## **REDES**

 [@svacuicultura](https://www.instagram.com/svacuicultura)



**Sociedad Venezolana de Acuicultura**



**4.** Nota del Editor

**6.** Sucinta historia y comentarios sobre el cultivo de la tilapia en Venezuela

**12.** Producción de carne de ostras cultivadas en racimos

**18.** Producción de salmón con sabor venezolano: algunas notas sobre la participación de venezolanos en salmonicultura chilena

**32.** Producción de cachama en un sistema de recirculación de agua (RAS): primeros resultados y perspectivas a futuro

**41.** Observaciones de Egipto y Brasil, dos de los mayores productores de tilapia del mundo

**49.** Efecto de tres dietas comerciales sobre el crecimiento, sobrevivencia y coloración del pez ornamental de agua dulce *Xiphophorus helleri* Heckel, 1848

**68.** Breve reseña de los parásitos hematozoarios de tilapias

**Nota:** Las opiniones emitidas en los artículos corresponden a los autores y no deben ser atribuidas a la Sociedad Venezolana de Acuicultura



**FROZEN OCEAN™**  
Crecimiento natural.

# Lo natural es alimentarlos con lo natural.

100% bioseguro, natural y certificado  
libre de virus y bacterias.



Esterilizado con Irradiación Gamma



**POLIQUETOS - COPEPODOS - BIOMASA DE ARTEMIA**  
**Sólo lo bueno del mar**

[www.megasupply.net](http://www.megasupply.net)

Hagamos acuicultura juntos   
**MEGASUPPLY®**

# EDITORIAL

## LA ACUICULTURA CONTINENTAL

Desde la Sociedad Venezolana de Acuicultura hacemos votos por el desarrollo y crecimiento de todas las disciplinas acuícolas, sin excepción. Creemos que en ellas está implícita la necesaria diversificación de la economía nacional, la generación de empleos y divisas tan vital en estos momentos críticos. Y a ellas nos debemos y entregamos.

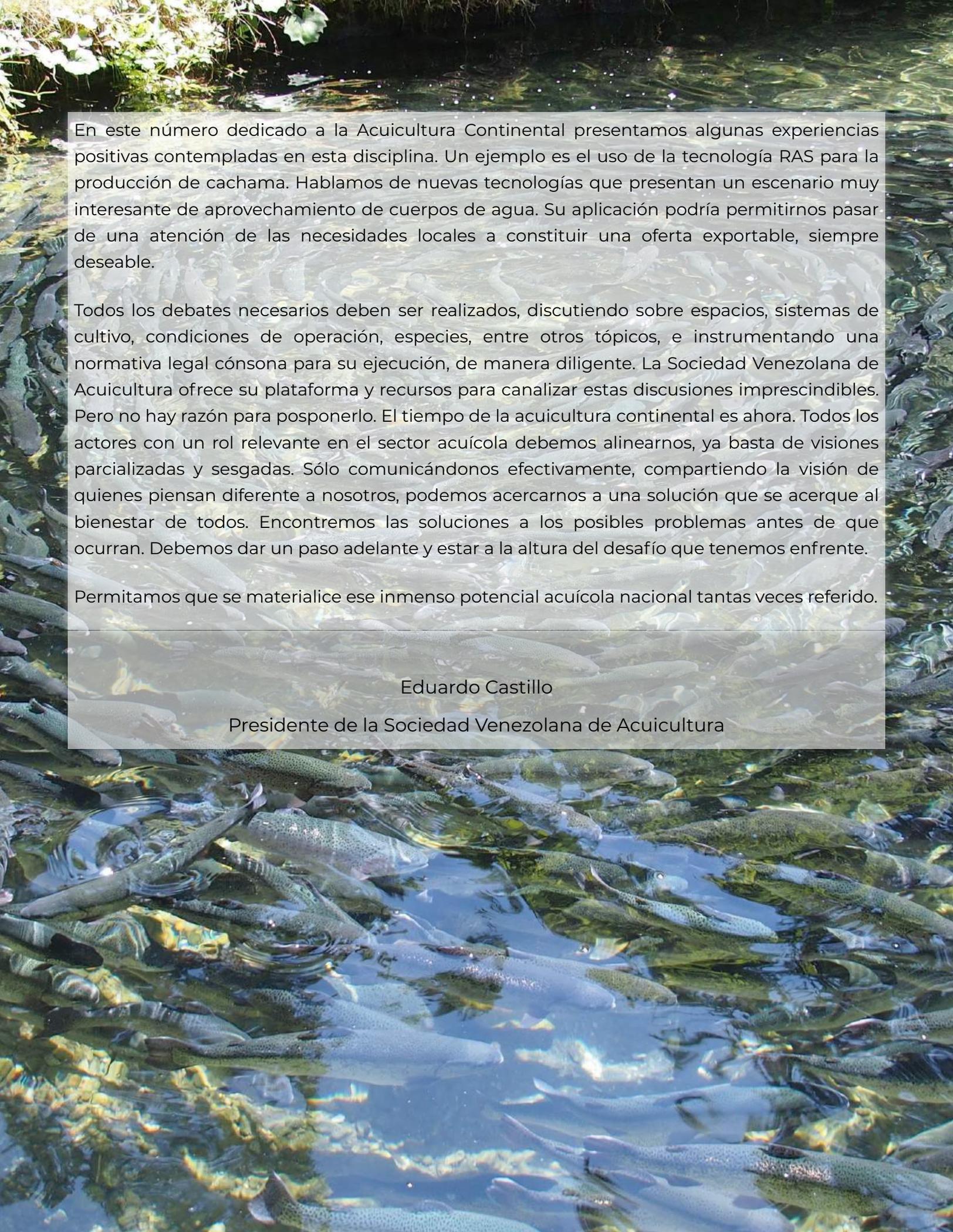
No obstante, sí debemos reconocer una pasión especial, ésta debe situarse en la piscicultura continental. Es allí donde está la posibilidad real de suplir, en un tiempo relativamente corto, los ingentes requerimientos nutricionales de nuestra población.

Los productos acuícolas tienen múltiples implicaciones positivas en la salud humana, destacando sus elevados valores proteicos y sus altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados. Por ello, hay un fuerte impulso institucional multilateral al consumo de pescado. En ese orden de ideas, el período 2016-2025 fue definido como el Decenio de las Naciones Unidas de Acción sobre la Nutrición, y en sus preceptos se lee “sensibilizar al público acerca de la función del pescado y garantizar su incorporación general en las políticas de seguridad alimentaria y nutrición. El consumo per cápita de pescado se ha duplicado en el último medio siglo, de acuerdo a estimaciones de la FAO. Aunque no todos los países están a la par en ese acceso a productos acuícolas, como es el caso de Venezuela.

Alcanzar la Seguridad Alimentaria implica poner comida en sus platos, proteína de calidad, y la acuicultura continental es una de las mejores estrategias para ello. Tenemos un gran reto, pues estamos muy por debajo de los estándares deseables. Pero toda crisis es una oportunidad, generemos la nuestra. Países cercanos, como es el caso de Brasil, derivan de la acuicultura continental una proporción importante del sustento alimenticio de la población.

Parafraseando a nuestro amigo, Otto Castillo, prestigioso docente e investigador, la región neotropical, en general, y Venezuela, en particular, cuenta con una vasta diversidad de especies hidrobiológicas. Y muchas de ellas han demostrado su adaptabilidad a condiciones de cautividad. De hecho, se cuenta con paquetes tecnológicos para varias de ellas, como la cachama y sus híbridos, algunos bagres e híbridos, coporo, curito, etc.

De la misma manera, contamos con recursos acuícolas no nativos que pueden contribuir sobremanera a mejorar nuestra condición alimentaria, caso de la tilapia. El también amigo y reconocido docente y asesor, Germán Robaina, ha hecho propuestas interesantes para atender la seguridad alimentaria de nuestro país con estos cíclidos. Se impone con éstos aplicar un manejo cuidadoso y responsable para no comprometer nuestro patrimonio natural. Pero sería negligente no emplearlos.



En este número dedicado a la Acuicultura Continental presentamos algunas experiencias positivas contempladas en esta disciplina. Un ejemplo es el uso de la tecnología RAS para la producción de cachama. Hablamos de nuevas tecnologías que presentan un escenario muy interesante de aprovechamiento de cuerpos de agua. Su aplicación podría permitirnos pasar de una atención de las necesidades locales a constituir una oferta exportable, siempre deseable.

Todos los debates necesarios deben ser realizados, discutiendo sobre espacios, sistemas de cultivo, condiciones de operación, especies, entre otros tópicos, e instrumentando una normativa legal cónsona para su ejecución, de manera diligente. La Sociedad Venezolana de Acuicultura ofrece su plataforma y recursos para canalizar estas discusiones imprescindibles. Pero no hay razón para posponerlo. El tiempo de la acuicultura continental es ahora. Todos los actores con un rol relevante en el sector acuícola debemos alinearlos, ya basta de visiones parcializadas y sesgadas. Sólo comunicándonos efectivamente, compartiendo la visión de quienes piensan diferente a nosotros, podemos acercarnos a una solución que se acerque al bienestar de todos. Encontremos las soluciones a los posibles problemas antes de que ocurran. Debemos dar un paso adelante y estar a la altura del desafío que tenemos enfrente.

Permitamos que se materialice ese inmenso potencial acuícola nacional tantas veces referido.

Eduardo Castillo

Presidente de la Sociedad Venezolana de Acuicultura

# SUCINTA HISTORIA Y COMENTARIOS SOBRE EL CULTIVO DE LA TILAPIA EN VENEZUELA

**Germán Robaina G**

Fundador y Director de Aquaconsultas C.A.

Email: robainag@gmail.com



Recientemente se ha vuelto a abrir el debate sobre la historia, ventajas, desventajas, promotores y detractores del cultivo de tilapias en nuestro país, pero lamentablemente muchas de las discusiones se realizan utilizando información errónea sobre

el desarrollo cronológico de esta actividad, distorsionando la realidad. La problemática del cultivo de tilapias es un poco más compleja y antigua de lo que muchos suponen, y así como el desconocimiento de las leyes no nos exime de su cumplimiento, el desconocimiento de la

historia no nos exime de responsabilidades. A diferencia de lo que muchos expresan, la situación y desarrollo del cultivo de tilapias en nuestro país no obedece a un enfrentamiento entre diferentes especies de peces. Ni la tilapia le ha quitado nada a la cachama,

ni la cachama le ha quitado nada a la tilapia.

Lo que en realidad ha ocurrido, es que los entes reguladores de la actividad acuícola nacional, por acción u omisión han obstaculizado el desarrollo de la tilapicultura por la naturaleza exótica de la especie, lo que ha resultado en una promoción no programada a favor del cultivo de la cachama y otras especies autóctonas.

El bloqueo de permisos para el desarrollo de granjas tilapieras trajo como consecuencia que después del gran repunte que tuvo la producción anual de biomasa pesquera con esta especie recién autorizado su cultivo, ésta disminuyera a favor de la producción de biomasa pesquera proveniente de especies autóctonas que se deseaba proteger a toda costa. Sin embargo, la cachama y la tilapia siguen siendo amigas.

Convencido estamos que siempre se ha tratado de un enfrentamiento de criterios, de los diferentes ángulos utilizados para analizar la situación y repartir responsabilidades, y de criterios institucionales que han generado una oposición sistemática al cultivo de la especie, por lo que se maximiza la

necesidad de presionar para que, de una vez por todas, se establezcan adecuadas normas a seguir y respetar para poder desarrollar esta industria. Lamentablemente existen aún un gran número de colegas detractores del cultivo de esta especie, y opinan en contra de tan noble especie sin conocer y evaluar toda su historia, todo su potencial y las amplias posibilidades de manejo sin afectar al medio ambiente. Sin embargo, afortunadamente, no son pocos los colegas e instituciones que han abandonado las filas opositoras y hoy en día se dedican a producir, cultivar y asesorar.

La tilapia es una especie que por sí sola posee la potencialidad de generar más del 100% de los *r e q u e r i m i e n t o s* alimentarios y nutricionales del país, cosa que hoy por hoy no se puede decir de ninguna otra especie autóctona, y no por culpa suya, sino por deficiencias en la implementación de las *t e c n o l o g í a s* ya desarrolladas para fomentar adecuadamente su cultivo. Quien lo dude que revise las estadísticas acuícolas de Brasil, por solo citar un ejemplo.

A efecto de colaborar en estos debates, en momentos en los que no es

ni muy bueno ni muy sabio opinar en contra del *status quo* imperante en el sector piscícola nacional, ofrecemos un sucinto resumen de la historia de esta actividad, en mucha de la cual este autor se ha visto directamente involucrado. Seguramente se pueden haber pasado por alto algunos detalles, para lo cual gustosamente recibiremos cualquier información adicional que nuestros lectores puedan hacer llegarnos.

1. Durante el año 1959 se instaló la primera empresa comercial privada dedicada al cultivo de truchas en el estado Mérida, y se introdujeron ejemplares de tilapia negra con la finalidad de utilizarla como pez forrajero en los ensayos preliminares de cultivo de pavón que se realizaron en la estación de piscicultura El Limón en el estado Aragua.
2. Durante el año 1964 ejemplares adultos de tilapia se liberaron en el Lago de Valencia y en la laguna de Los Patos en el estado Sucre.
3. Motivados por el aparente éxito de su cultivo y fácil reproducción, para 1965 comienzan a publicarse diferentes artículos

tendientes a resaltar la potencialidad de las tilapias en un intento de fomentar su cultivo.

4. Para 1974 se publica la Resolución MAC/DG/ONP N° 338, que prohibía la entrada de las tilapias, intentando de alguna manera frenar los efectos negativos causados por su introducción incontrolada como especie forrajera.
5. A pesar de la prohibición legal existente, en mayor o menor medida su cultivo siguió desarrollándose clandestinamente y/o para utilizarla como especie forrajera en la cría de *babas* que se desarrollaban en el país.
6. Para finales de los años 80, un grupo de empresarios venezolanos adquirió un lote de alevinos de la línea de Tilapia Red Yumbo para ser utilizados como reproductores, e ingresaron a Venezuela por San Antonio del Táchira, para posteriormente trasladarlos a los Estados Zulia y Carabobo.
7. Para esos años, finales de los 80, se reportó una producción de 2.000 TM de tilapia en el país, lo que convirtió a la especie en líder en la producción acuícola nacional,

lográndose exportar unos 10.841 Kg de filetes congelados a norte américa, pero su presencia en este mercado no fue constante y muy poco competitivo ante las *exportaciones* colombianas.

8. A pesar de que ya se cultivaba tilapia (*O. niloticus* y *O. aureus*) desde el año 1988, de manera formal la producción de tilapia comienza a figurar en las estadísticas pesqueras nacionales a partir de 1990, reportándose la existencia de unos 200 productores con un espejo de agua estimado en 800 Ha.
9. Para el año 1990, también por el estado Táchira, se importan líneas de Tilapia roja ACC1 y ACC2 para establecer un centro productor de alevinos, y CONAPRI, a través de su Gerencia de Agronegocios, comienza actividades tendientes a evaluar el potencial del cultivo comercial de la especie y el fomento de ésta como actividad de alcance comercial en el país.
10. Se establece un proyecto en Tilapia roja basado en reproductores de Red Florida: machos *O. mossambicus* y hembras *O. urolepis hornorum*, y Red Yumbo en el estado

del Táchira que se convirtió en la punta de lanza de su cultivo en la región con el nombre comercial de "Pargo Rosado" el cual contaba con el decidido apoyo de la Corporación Venezolana del Suroeste (CVS), institución que inicia un programa de fomento piscícola para el cultivo de tilapia, obteniéndose resultados favorables para la implementación de su cultivo a nivel comercial.

11. Ante la gran presión existente y las múltiples solicitudes de autorización para el desarrollo de su cultivo a escala comercial, la DGSPA del extinto MAC realiza un taller evaluativo y en el N° 9 de su Boletín Informativo de Pesca y Acuicultura, publica el trabajo titulado "**Problemática del Cultivo de Tilapia en Venezuela**".
12. Durante el año 1992, para normar la situación irregular que se estaba desarrollando en el país con el cultivo de esta especie, y ante el interés del MAC en normar la actividad y la negativa del entonces Ministerio del Ambiente en permitir la legalización de su cultivo, desde el Ministerio de Relaciones Interiores se solicitó la conformación de una "Comisión de Alto Nivel" constituida por

funcionarios de los ministerios involucrados a efecto de buscar un acuerdo entre las partes.

13. En el seno de esta comisión, después de numerosas reuniones, ante la negativa de los representantes del **M i n A m b i e n t e** (PROFAUNA) de permitir la legalización del cultivo de esta especie, los representantes de la DGSPA del MAC, propusieron girar instrucciones a los respectivos comandos de la Guardia Nacional (Resguardo Ambiental y Resguardo Pesquero) para que se procediera al exterminio de los cultivos que en ese momento se conocía existían en diferentes regiones del país, y se ofreció un listado de las principales unidades productoras ilícitas que para esa fecha se conocían, en las que destacaban fincas propiedad de altos funcionarios de MinAmbiente.

14. Ante esta propuesta se destrancó el juego, y ante

la negativa de los altos jefes del ambiente para que se afectaran sus unidades de producción, se promulgó la resolución conjunta entre el Ministerio de Agricultura y Cría - Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR- 66-MAC-152).

15. La publicación de esta Resolución trajo como consecuencia la publicación en la prensa nacional de fuertes acusaciones en contra de los funcionarios de la DGSPA por parte de investigadores de la UCLA, que rechazaban la legalización de su cultivo, mientras algunos de ellos fungían como asesores en granjas tilapieras clandestinas amparados en la premisa "... es que nosotros sí sabemos cómo hacerlo bien".

16. Entre 1993 y 1995, bajo financiamiento FAO-DANIDA, se desarrolló el Programa Piscícola FAO-CVS-Fundacite Táchira-UNET en el cual se evalúa la factibilidad técnica y

económica del desarrollo de piscicultura comercial en la jurisdicción de la CVS, incluyendo entre las especies evaluadas y con mayor potencial a la tilapia. Como resultado de este ejercicio, se publicaron tres (3) "recetas" básicas para su cultivo a una incipiente escala comercial.

17. La Gaceta Oficial N° 36.204 del 13/05/1997 actualiza la Resolución conjunta MAC-MARNR incorporando elementos para el control del escape de estas especies.

18. Para el año 1999 el entonces ente rector (SARPA) mantenía interés en el desarrollo de la tilapicultura nacional, y en el marco de un programa de mejoramiento genético que involucraba a la FAO, importó un lote de ejemplares reproductores que supuestamente terminaron en el estado Zulia (¿El Charo?) y del cual no se posee más información.

19. Entre 1997 y el año 2000, aun encontrándose

# ESTE ESPACIO ESTÁ ESPERANDO POR TI



autorizado su cultivo, y ante los nuevos y constantes obstáculos impuestos por los entes rectores de la pesca y el ambiente para frenar los cultivos de tilapias, el cultivo de cachamas y sus híbridos se constituyen como los rubros de mayor producción piscícola en Venezuela, descendiendo la producción de tilapias hasta un tercer puesto en lo que a biomasa generada se refiere.

20. Para el año 2008, Petróleos de Venezuela, a través de su filial PDVSA Agrícola evaluó incorporar la producción piscícola dentro de sus líneas prioritarias de acción. Siguiendo las directrices impuestas por el decreto de su creación, PDVSA Agrícola debería promover la producción de por lo menos el 30% de los requerimientos de cada uno de los rubros alimenticios prioritarios seleccionados por el Gobierno Nacional. Se incluyó entre las prioridades piscícolas, a la trucha, la cachama y la tilapia. Grandes enfrentamientos INSOPESCA - PDVSA Agrícola salieron a relucir.

21. Para el año 2019, se observó una ligera reapertura para el desarrollo del cultivo de

esta especie, y numerosos emprendedores lograron la autorización para el desarrollo de cultivos en diferentes regiones del país, sin embargo, esto aparentemente no resultó ser consecuencia de cambios en las políticas *per se*, sino una respuesta a concesiones políticas y/o amiguismo. No todos lograron la autorización solicitada aun cumpliendo con la normativa.

22. Ante los múltiples obstáculos existentes, y la negativa de muchas delegaciones de INSOPESCA en tramitar las múltiples solicitudes que a lo largo de estos años se han presentado, viene resultando más fácil el desarrollo de cultivos y la importación de alevines y/o reproductores de manera ilegal que solicitar la correspondiente autorización. Así, muchos productores continúan desarrollando la actividad y han importado sus propios plateles de reproductores ingresándolos por la amplia frontera colombiana sin contar con los permisos correspondientes.

23. Para el pasado año 2020, aún con la existencia de diferentes criterios en el entorno MinPesca - INSOPESCA, la gerencia

de acuicultura de MinPesca mostró interés en fomentar nuevamente el cultivo de la especie, y realizó algunas consultas sobre el particular.

24. Para el pasado año 2020, a petición de MinPesca se elaboró y presentó una nueva propuesta para actualizar la Resolución que norma el cultivo de la especie. Esta propuesta de Resolución ha sido sometida a revisión durante varias oportunidades, y con muy pocas modificaciones nos encontramos en espera del visto bueno definitivo de MinPesca.

25. En esta nueva propuesta de Resolución se recomendó incluir su correspondiente Manual de Buenas Prácticas y Manual de Capacitación (documentos ya elaborados), que se consideran imprescindibles para el adecuado desarrollo de cultivos comerciales con esta especie.

26. El cultivo de la tilapia, según nuestra propuesta, solo debe desarrollarse por parte de piscicultores de adecuada capacitación y conciencia ambientalista que les permita controlar el escape de ejemplares al medio ambiente, y bajo ninguna razón, para el

desarrollo de actividades de subsistencia y alcance social en donde tradicionalmente no se posee control sobre su potencial escape y reproducción.

27. Conocemos de primera mano, que, aún estando autorizado, funcionarios de INSOPESCA prohíben y obstaculizan su cultivo, pero también conocemos de primera mano su uso en programas de alcance político y social que no cuentan con las medidas mínimas requeridas para garantizar la protección del medio ambiente que tanto se reclama.

28. Conocemos también de primera mano, que muchos comerciantes y productores inescrupulosos, aun conociendo las regulaciones existentes, comercializan alevines de muy mala calidad (no reversados y/o retro cruzados) a potenciales nuevos productores no permitidos, fomentando así la diseminación de la especie en ambientes de poca protección y resguardo.

Ahora bien, antes de seguir obstaculizando su cultivo, debemos aprobar y proponer de una vez por

todas adecuadas pautas de manejo, adecuadas normas que lo regulen, y comprometernos a garantizar que su cultivo no afecte al entorno natural.

No se trata de un enfrentamiento Cachamas-Tilapia, se trata de un enfrentamiento entre diferentes visiones y criterios. La tilapia no es más peligrosa que los autos, motos, armas, radioactividad, minería ilegal, etc. La tilapia no es más peligrosa como especie exótica, que la trucha y los camarones actualmente cultivados en el país. Estos, después de muchas batallas y negociaciones, han logrado demostrar su importancia como actividad generadora de alimento y divisas, sin embargo, ello sólo fue posible después de varios intentos de paralizar la actividad sin argumento válido alguno.

Para la tilapia, todo aquello que parezca un intento de organización y/o cooperativismo ha sido boicoteado, tanto desde adentro como desde afuera. Todo esto no hace más que recordar la época de las primeras explotaciones auríferas en el Oeste Americano. Mientras menos

sepan de la veta, más lograré obtener para mí.

Tan bizarra ha sido la lucha por el desarrollo de acuicultura nacional, que un alto funcionario nacional (2008), en un evidente ataque de desconocimiento y posibles ansias de destruir lo logrado por el sector privado a la fecha, llegó a sugerir la expropiación de todas y cada una de las granjas camaroneras del país para ponerlas a favor de los intereses de la patria, y “enseñar a los venezolanos a comer arepas con camarón y no con queso” (palabras textuales).

No dejemos que esto ocurra con la tilapia.

Al igual que la actividad camaronera, a la actividad tilapiera tan solo hace falta regularla adecuadamente en favor de la hambruna imperante en el país, la generación de desarrollo, empleos y las codiciadas divisas.

Ante una demanda de productos de origen pesquero tan grande como la nuestra, ninguna especie le quitará el nicho de mercado a la otra, por lo que éstas no requieren competir entre sí.

***Miles de productores nos lo agradecerán y millones de venezolanos se alimentarán.***

# PRODUCCIÓN DE CARNE DE OSTRAS CULTIVADAS EN RACIMOS

**Felipe Matarazzo Suplicy**

Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – CEDAP / Epagri

Email: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br

La ostra *Crassostrea gigas* es una especie originaria de regiones templadas, que tiene su período de maduración gonadal durante los meses de invierno, y que se encuentra en su mejor estado cárnico durante la primavera. Después del desove, es común observar una alta mortalidad de ostras durante los meses de verano, precisamente en la época de mayor afluencia de turistas y consumo de este manjar. De hecho, las ostras se pueden recolectar y desconchar en primavera, y la carne se procesa y conserva para el consumo durante el verano. Sin embargo, el sistema de cultivo tradicionalmente utilizado en Santa Catarina es bastante laborioso, con un costo de producción promedio de R\$ 6,69/docena, lo que resultaría en una carne de ostra muy cara. Para sortear esta situación, la Asociación de Maricultores del Sur de la Isla - AMASI solicitó al Centro de Desarrollo en Acuicultura y Pesca - CEDAP de Epagri desarrollar investigaciones



Figura 1. Carne de ostras y otros moluscos, mercado público de Salvador, Bahía. El cultivo de ostras en racimos (aglomerados) es la técnica de cultivo extensiva utilizada en algunos países como Japón, China y Canadá, pero que todavía no se utiliza en Brasil. Este es el mejor sistema de cultivo para la producción de carne desconchada, ya que la gran mayoría de las ostras cultivadas de esta manera no pueden separarse del racimo para su venta en conchas individuales. Para evaluar la eficiencia y productividad de este sistema de cultivo se llevaron a cabo dos ciclos de producción, en los que se determinó la tasa de asentamiento de las larvas de ostras, la tasa de retención y depredación de semillas, el tiempo de mantenimiento de los racimos en la fase de cría y el costo de producción de la carne de ostra producida en este sistema.

dirigidas a la producción de carne de ostra desconchada. A continuación, se describe el manejo paso a paso para la obtención de la carne desconchada y los

experimentos para confirmar la viabilidad de su producción.

El mercado de la carne de ostra es prácticamente inexistente en Brasil, aún

porque la oferta de este producto es bastante limitada, y se puede encontrar en los mercados públicos de algunas capitales del Nordeste, junto a la carne de mejillón, almejas y otros moluscos utilizados en los platos tradicionales de la gastronomía de esa parte de Brasil (Figura 1). En países como Canadá y Estados Unidos, la carne de ostra es un producto muy valorado, alcanzando los US \$70,00/kg.

## PREPARACIÓN DE MATERIAL

La técnica de cultivo comienza con la preparación del material para el asentamiento remoto de larvas. El sustrato más adecuado son las conchas de ostra lavadas y secadas al sol. La parte cóncava inferior de la concha es más resistente y ofrece un área de sujeción más grande. Después de secar al sol, las conchas se perforan, se separan en grupos de 100 y se embolsan en una malla tubular de nylon (Figura 2).

Las bolsas de concha se colocan luego en un tanque de 1000 L de agua de mar filtrada una semana antes de la adición de las larvas de ostras, para permitir que se forme una biopelícula de

algas y bacterias en las conchas. Esta biopelícula favorece el asentamiento de

minutos deberían empezar a nadar, ya es posible ver a una buena parte de ellas



Figura 2. Redes tubulares de nylon con conchas de ostra lavadas y perforadas

larvas.

## ASENTAMIENTO REMOTO

En el asentamiento se agregaron 100 larvas por concha para llegar a una producción de 10 ostras por concha al final del ciclo de cultivo. Las larvas de ostra se transportan refrigeradas y es necesario reactivarlas antes de agregarlas al tanque de sedimentación. La reactivación se realiza enjuagándolas en un balde de agua del sedimentador. Inicialmente, las larvas deben caer al fondo del balde. En este punto están frías, entumecidas y sin mucha actividad. Después de un período de 10 a 20

nadando en el balde. No es necesario esperar a que todas las larvas comiencen a nadar, ya que es poco probable que esto suceda. Hay mucha variación en el comportamiento de las larvas durante el paso de reactivación. Las larvas muy activas pueden agruparse cerca de la superficie, mientras que otras pueden nadar cerca del fondo. En cualquier caso, si se observa alguna actividad, las larvas están listas para ser introducidas en los tanques de sedimentación. Es importante distribuir las larvas de manera uniforme por la superficie del estanque, lo que se puede hacer con la ayuda de una

regadera, que debe enjuagarse bien con agua del estanque al final del proceso para eliminar las larvas que queden en su interior. El tanque debe recibir una aireación fuerte y bien distribuida durante 48 horas, lo cual es necesario hasta que la mayoría de las larvas se asienten en las conchas.

### ETAPA DE VIVERO

Pasadas las 48 horas, los sacos con conchas se trasladan al mar, fijándose a una cuerda de sustento, tipo palangre, para iniciar la fase de crianza. La investigación evaluó la

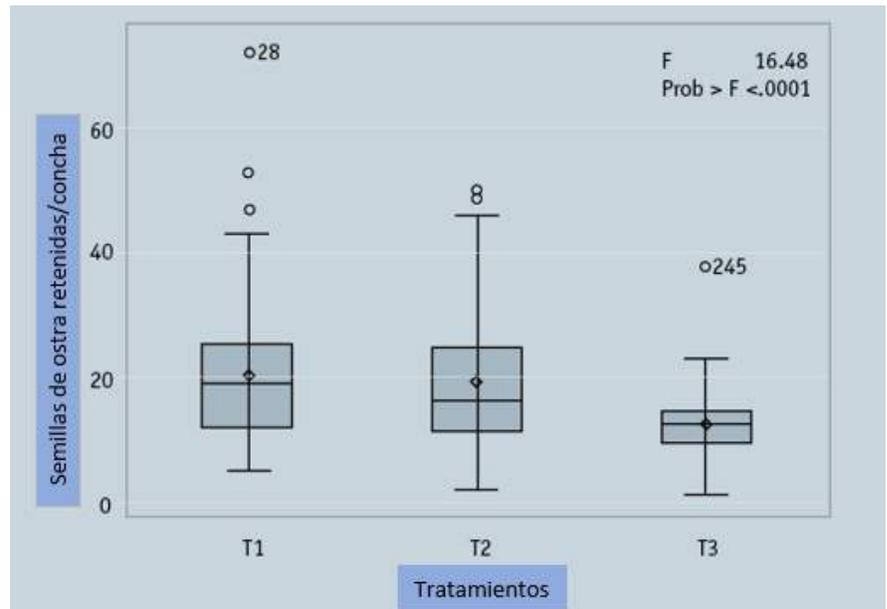


Figura 4. Distribución de los datos obtenidos del número de semillas retenidas por racimo después de 21 (T1), 35 (T2) y 84 (T3) días en la fase de vivero.

duración del periodo de cultivo en 21, 35 y 84 días. Como se observó en ensayos anteriores, los

racimos con unas pocas semanas de cultivo tienden a tener sus semillas depredadas por los peces el mismo día en que son devueltas al mar. La retención de semillas en los racimos que permanecieron 21 y 35 días en el vivero fue mayor que en los racimos que permanecieron 84 días embolsados (Figuras 4 y 5).

### ENSAMBLAJE DE CUERDAS

Pasado el período en la fase de vivero, los racimos se retiran de la red tubular y se instalan en cuerdas de cultivo con un cable trenzado de 5 mm que se pasa por el orificio de las conchas, que se intercalan con trozos de manguera plástica de 10 cm (Figura 6). La longitud de la cuerda dependerá de la



Figura 3. Adición de larvas al tanque de sedimentación

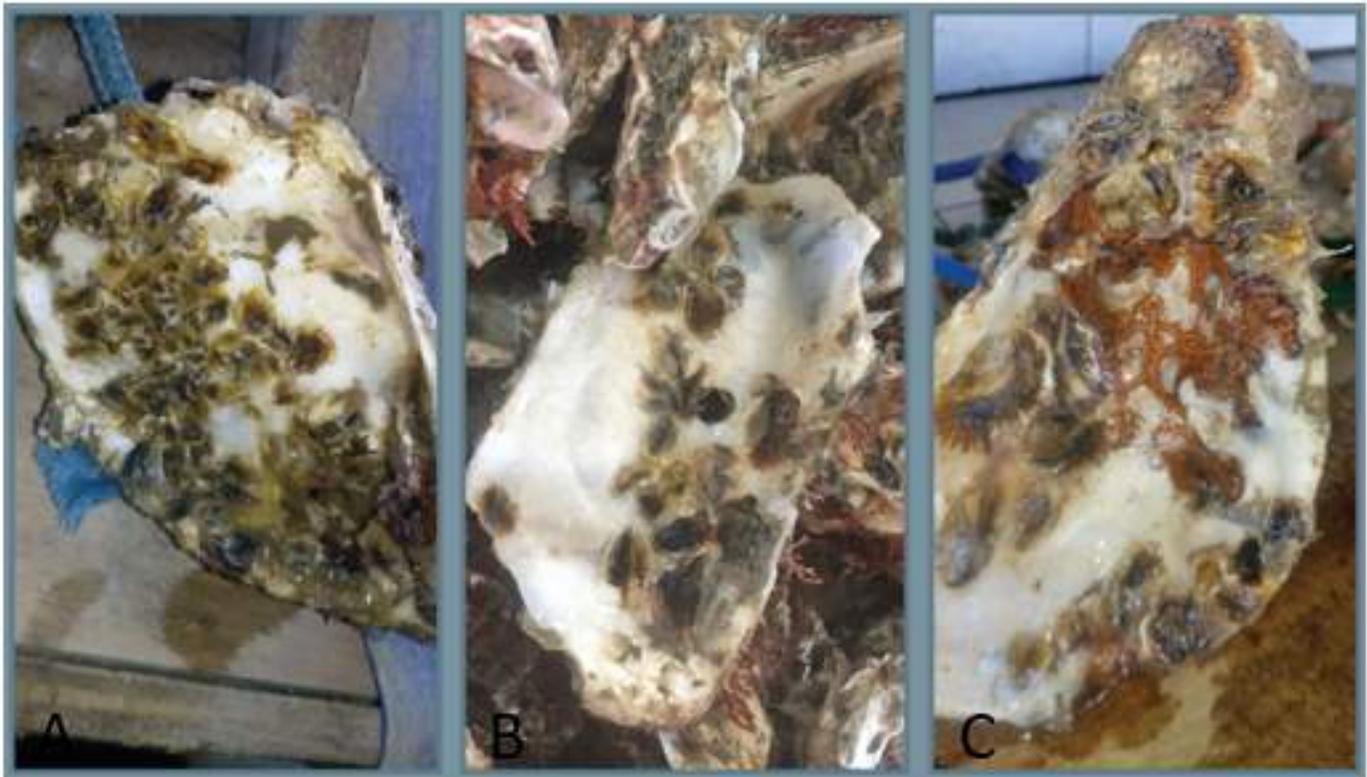


Figura 5. Racimo con semillas de ostra asentadas después de 21 días (A), 35 días (B) y 84 días (C) en la fase de vivero.

profundidad del lugar, llegando hasta los 6 u 8 metros. En este caso, el productor debe utilizar un cable más grueso (7-8 mm) para soportar el peso de varios racimos hasta el final del ciclo de crecimiento que tarda unos 11 meses.

A pesar de una menor retención de semillas en los racimos que permanecieron 84 días en el vivero, el mayor tamaño de las semillas impidió que fueran presas de los peces, como ocurrió con las semillas en los racimos de los otros

dos tratamientos (Figura 7).

### COSECHA Y PROCESAMIENTO

Después de once meses

en el mar, se recogieron las cuerdas. Una vez retiradas las ostras del mar, los

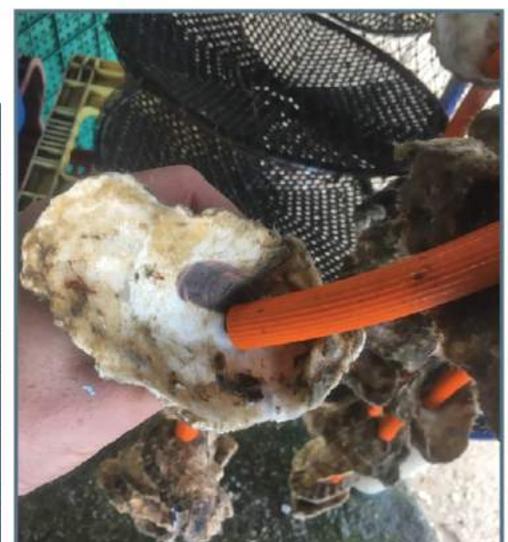


Figura 6. Cuerdas con racimos intercalados con piezas de manguera plástica (izquierda) y Figura 7. El racimo con 21 y 35 días tenía todas las semillas depredadas por peces en menos de una semana después de que las cuerdas se instalaron en el mar (derecha).



Figura 8. Aspecto de los racimos tras 11 meses de cultivo, y carne de ostra tras cocción en horno de vapor a presión.

racimos fueron lavados con un chorro de agua a presión, se cocinaron en un horno de vapor a presión durante 30 minutos antes de desconcharse. La carne luego se empacó al vacío y se congeló (Figura 8). El mantenimiento de los racimos en la fase de vivero durante 12 semanas resultó en una mayor productividad de ostras por racimo, con un promedio de 7 ostras por racimo, y una mayor producción de carne, con un promedio de

84 g de carne por racimo (Figura 9).

### COSTO DE PRODUCCIÓN

El sistema de cultivo en racimo reduce drásticamente la mano de obra en el cultivo, con solo cuatro manejos requeridos durante un ciclo de producción (preparación de material, vivero, ensamblaje de cuerdas y recolección), en comparación con alrededor de 20 manejos requeridos para un lote de ostras cultivadas en el

sistema tradicional con linternas. De un lote de 1050 racimos se obtuvieron 39,9 kg de carne. Sin embargo, la mayoría de estos conglomerados habían reducido el tiempo de vivero y la baja productividad final. Si todos los racimos hubieran permanecido 84 días en el vivero, habría sido posible producir 6.265 ostras que producirían 72,2 kg de carne.

Los gastos con material se sumaron en 145 m de cuerda trenzada de 5 mm, 83 m de manguera plástica, 216 m de red tubular y 105 mil larvas de *Crassostrea gigas*, que totalizaron R\$ 1.245,21. Sumado al costo de la mano de obra necesaria para procesar las 6.265 ostras, el costo de producción sería R\$ 4.153,59, lo que representaría R\$ 57,47 por kilogramo de carne de ostra desconchada producida en el sistema de racimo. Considerando el costo promedio de producción de las ostras cultivadas en el sistema tradicional de R\$ 6,69/docena, y teniendo en cuenta el rendimiento de carne de 11,04 g por ostra identificado en este estudio, es posible calcular que se necesitarían 7,5 docenas de ostras para la producción de un kg de carne, y eso sumado a un costo de procesamiento de

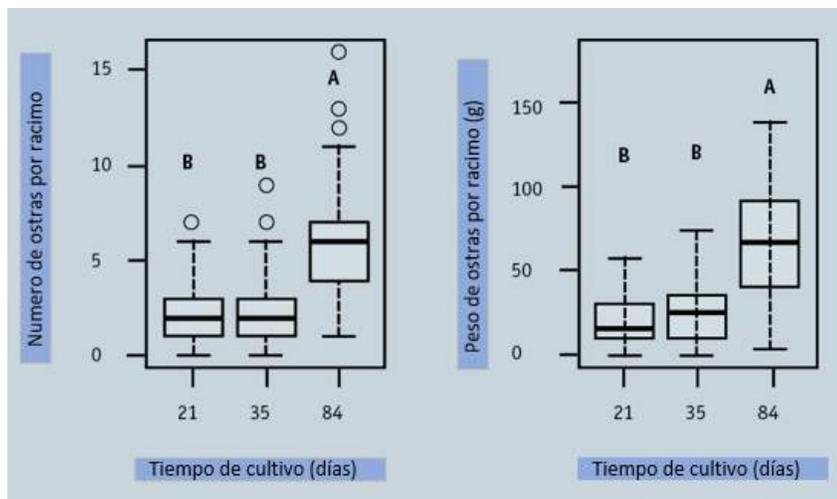


Figura 9. Número de ostras y peso total de ostras por racimo en estructuras de cultivo sometidas a diferentes períodos de crianza. Las letras indican grupos homogéneos.

R\$ 23,34/kg, totalizaría R\$ 73,51/kg de carne. Los resultados de la investigación indican que la producción de carne de ostras en el sistema de conglomerados es un 22% más barata que la producción de carne mediante el cultivo de ostras en el sistema tradicional.

Aunque todavía no existe un mercado establecido para la carne de ostras en Brasil, en otros países productores, como Estados Unidos y Canadá, la carne se vende a US \$70,00/kg. Muchos restaurantes elaboran platos a base de ostras y es muy probable que se desarrolle un mercado a partir de ofrecer este producto.



Figura 10. Empleado de Taylor Shellfish en EE.UU. desconchando ostras crudas en la planta de procesamiento.

## CONCLUSIÓN

La técnica de cultivo en racimo es una alternativa interesante desde el punto de vista técnico y económico para que los



Figura 11. Carne de ostra congelada envasada al vacío vendida en Florianópolis.

acuicultores cosechen su producción cuando las ostras se encuentran en las mejores condiciones cárnicas. Además de la posibilidad de recolectar las ostras antes del período del año en que se observa la mayor mortalidad, el uso de esta técnica para la producción de carne de ostra durante todo el año puede ser una buena opción si el mercado absorbe este producto por un precio que proporcione una buena rentabilidad al productor. Empório Ostradamus de Florianópolis, por ejemplo, ya vende carne de ostra congelada y envasada al vacío a R\$ 30,00/docena, o presentaciones de valor agregado con miel, jengibre, flambeado en

coñac a R\$ 45,00/docena (Figura 11). La adopción de esta técnica en Santa Catarina también dependerá de las negociaciones entre productores y laboratorios de producción de semillas, para que comiencen a ofrecer larvas de ostra para asentamiento remoto a un precio atractivo para ambas partes.

**Nota:** Artículo publicado originalmente en la revista *Panorama da Aquicultura*, Edición 183, de fecha 16 de agosto de 2021. Puede acceder la versión original en portugués en: <https://panoramadaaquicultura.com.br/producao-de-carne-de-ostras-cultivadas-em-clusters/>

# PRODUCCIÓN DE SALMÓN CON SABOR VENEZOLANO: ALGUNAS NOTAS SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE VENEZOLANOS EN SALMONICULTURA CHILENA

**Arnaldo Figueredo**

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar  
Sociedad Venezolana de Acuicultura

Email: arnaldo.jose.figueredo@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de salmones es una de las iniciativas acuícolas más importantes a nivel global. De acuerdo a Roberts & Hardy (2000), hay tres especies de salmón que son objeto de cultivo: el rey o chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), el plateado, del Pacífico o coho (*Oncorhynchus kisutch*) y principalmente el del Atlántico (*Salmo salar*). Con base en datos de la FAO (2020), los salmónidos representan el 19% del valor de la producción acuícola mundial (más que la camaronicultura). Y al discriminar por especies, el salmón del atlántico es la novena especie íctica más producida por acuicultura.

Los salmones son originarios del hemisferio norte. Las bondades de su carne motivaron el inicio de su cultivo comercial en Escocia y Noruega a finales



Ejemplar de Salmón del Atlántico.

de la década de los 60, y en Norteamérica a mediados de los 70 (Roberts & Hardy 2000). A partir de ahí, la salmonicultura se ha extendido a muchas otras regiones del globo,

principalmente países situados en latitudes altas. Las condiciones tradicionales para su realización son muy distantes a las características reinantes en

Venezuela y otras zonas tropicales.

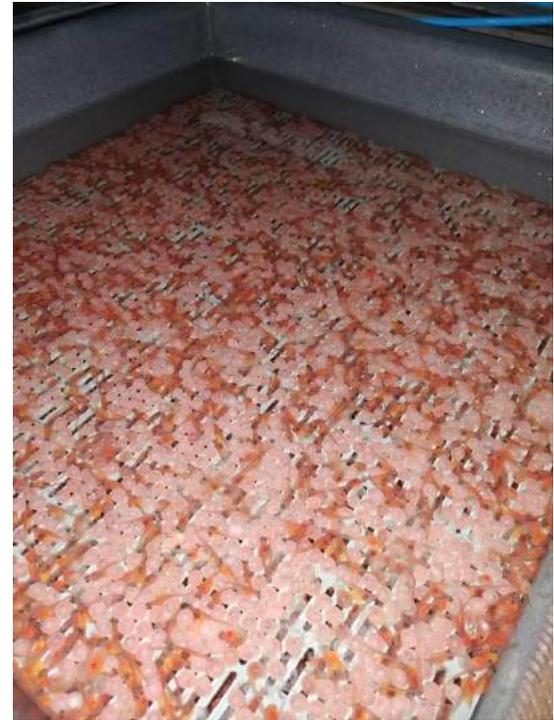
Con este antecedente, pensar en hacer salmonicultura con sabor venezolano parece un sinsentido. ¿O no es así? En este artículo se aborda la experiencia de varios jóvenes venezolanos que se han dedicado a esta importante actividad, desde distintas perspectivas. El éxodo de profesionales venezolanos ha tenido en Chile un destino privilegiado. Esta nación se encuentra entre los países emergentes en salmonicultura, habiendo podido escalar y convertirse en el tercer y cuarto productor mundial, en poco más de 30 años que tiene dedicado a esa actividad a nivel comercial (Espejo *et al.* 2011). Este hecho denota la confluencia entre condiciones naturales, actitudes empresariales y fortalezas institucionales (académicas y gubernamentales), requisito básico para el desarrollo acuícola.

En este artículo se abordan algunos aspectos básicos del cultivo de salmones, partiendo de la experiencia ganada por nuestros coterráneos. Los comentarios y vivencias de cada profesional nos permitirán dar un recorrido completo, aunque no

exhaustivo, por las distintas fases que componen el cultivo de salmón. A ellos agradecemos todos los comentarios nutritivos e imágenes explícitas sobre esta interesante actividad. Cualquier error o imprecisión puede imputarse a las limitaciones del autor, a pesar de la buena voluntad manifiesta de nuestros paisanos salmoneros.

### CICLO VITAL

Resulta imprescindible dar un breve vistazo al ciclo vital de los salmones. Un buen punto para iniciar el ciclo de cultivo son los reproductores. El carácter anádromo de los salmones viene de que ellos realizan su puesta de huevos aguas arriba, en corrientes dulceacuícolas. Posterior a



Etapas vitales del salmón: Ovas embrionadas y alevines recién eclosionados en bandeja.

la eclosión, los alevines crecen, pasando por diferentes etapas (fry, parr, pre-smolt) bajan con la corriente poco a poco (1 a 2



Etapas vitales del salmón: Smolts nadando en tanques.

años dependiendo de la especie), alcanzando las zonas estuarinas como juveniles (smolts), desarrollando el resto de su ciclo de vida en el mar, hasta que el ímpetu reproductivo les mueve a retornar a su lugar de origen (Roberts & Hardy 2000).

En el ámbito de la salmonicultura chilena, se refiere como piscicultura a todo el proceso de cultivo del salmón desde el alevín hasta alcanzar la fase smolt, casi siempre ejecutada en agua dulce, en instalaciones en tierra. A partir de ahí, se suele referir el proceso siguiente como engorde, hasta obtener los salmones de talla comercial, y se lleva a cabo en ambientes marinos.

## INFRAESTRUCTURAS

### En Tierra

La descripción de todas las instalaciones ocuparía demasiado espacio, así que nos limitaremos a señalar que la reproducción y las primeras etapas de piscicultura de los salmones usualmente se realizan en tanques internos, en recintos cerrados, con sistemas complejos de recirculación (RAS) para mantenimiento de la calidad del agua óptima y estricto control de fotoperíodo. Lo más común es el empleo de tanques circulares, dado la mejor dinámica que éstos poseen, con volúmenes operativos entre 20 y 40 tm.



Módulo de tanques de piscicultura en tierra.

### En Mar

Las instalaciones de cultivo en agua de mar suelen estar constituidas por jaulas flotantes, normalmente cuadrangulares, de dimensiones variables (normalmente entre 30 y 40 m por lado), adosadas unas a otras conformando módulos, usualmente de 8 unidades, pero eventualmente hasta 12 unidades. Entre las jaulas se instalan caminerías que permiten el flujo y actividades de los operarios. Exteriormente a todo el módulo, cuentan con una red gruesa sumergida, para impedir el acceso de lobos marinos. En posición superior, una red aérea limita el acceso de las aves marinas.

Almir Márquez nos refiere que tanto para el traslado de los smolts a las instalaciones de piscicultura, como para el retorno de los salmones listos para el mercado, se requieren embarcaciones especialmente dotadas de tanques, sistemas de bombeo, grúas y otros accesorios de interés. Entre estos barcos destacan los conocidos como wellboats, los cuales tienen sus bodegas acondicionadas para el almacenamiento de los peces vivos. Estos botes son diseñados específicamente para este fin, son como un sistema



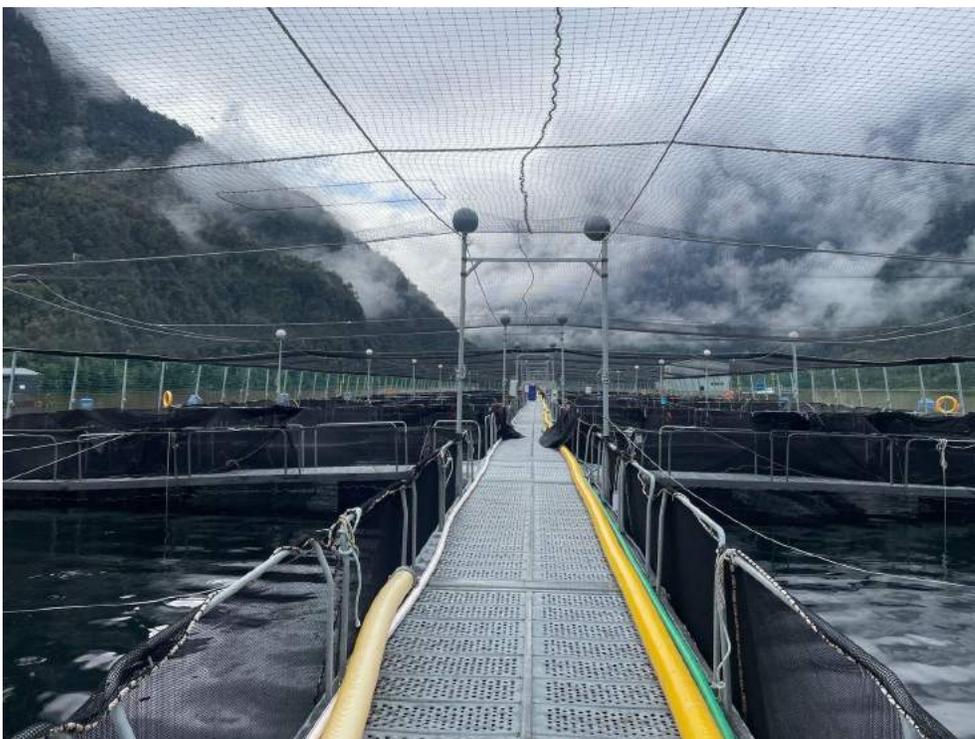
Módulo de jaulas de cultivo de mar.

RAS en un barco, incluyendo bombas, filtros, UV, cámaras, etc. Es interesante destacar que estas naves especializadas trabajan para distintas empresas cultivadoras, evidenciando un aspecto

primordial de la salmonicultura chilena, el desarrollo de la cultura de servicios.

Nos cuenta Juan Carlos Lemus que la base de las operaciones del cultivo de

salmónidos en ambientes marinos son estaciones flotantes denominadas pontones. Estas estructuras navales suelen contar con instalaciones para cubrir todas las funciones operativas y accesorias (dormitorios, comedor, depósitos, oficinas, laboratorios, salas de máquinas con plantas desalinizadoras y generadores eléctricos). La figura de la concesión de espacios acuáticos ha venido de la mano con el diseño y construcción de estos pontones, lo cual ha desarrollado una industria propia en el país sureño. Adicionalmente, esto ha permitido el aprovechamiento de zonas marítimas remotas, con relativa independencia de la costa.



Disposición de red aérea sobre jaulas de cultivo.



Vista de un Wellboat en operación

## OPERACIONES

### En Tierra

La seguridad estratégica de un negocio parte de asegurar el suministro de la semilla, por lo cual muchos productores tienen un centro de reproducción que realiza la extracción de productos sexuales, fertiliza los huevos, atiende el desarrollo embrionario y lleva a cabo la larvicultura. No obstante, se mantiene un fuerte vínculo de adquisición a terceros e incluso importación de ovas embrionadas de otros países.

Atendiendo a la biología de estos animales, a partir de cierta etapa se va suministrando paulatinamente sal, para emular la migración a aguas abajo que

experimenta naturalmente. Ese proceso es conocido como smoltificación (por smolt, como se identifica al juvenil apto para ingresar al medio marino). Como uno de los últimos procesos antes de

su traslado a ambientes marinos, los smolts son vacunados para estimular su sistema inmunológico.

### En Mar Siembra

El proceso de siembra de juveniles de salmones en agua de mar inicia en buques que transportan los peces desde los centros de piscicultura. Los barcos tienen contenedores azules que albergan unos 20.000 ejemplares que son descargados por gravedad, explica Luis Biord. Las jaulas suelen sembrarse a razón de 4,5 smolts por  $m^3$ , o sea unos 90.000 o 100.000 smolts por jaula, cuyo peso suele oscilar entre 150 y 250 g, para una biomasa inicial de unos 18 Kg, indica Gustavo Hernández.



Vacunación de smolts.



Siembra de smolts en el mar.

## Tecnificación

La gestión productiva en la salmonicultura chilena está altamente tecnificada. Por un lado, se exige la capacitación técnica en Acuicultura para los cargos de responsabilidad. Para cumplir este requisito, varios centros educativos forman profesionales en Acuicultura. No sólo eso, además, ofrecen (y exigen) variados productos académicos como certificaciones en los diferentes procesos específicos, así como diversos diplomados y especializaciones.

Otra vertiente de la tecnificación la constituye el elevado rol de las herramientas tecnológicas en todos y cada uno de los procesos implícitos en el cultivo. Como el transporte de peces vivos en wellboats ya referidos. Desde el seguimiento de parámetros ambientales, hasta la selección y aplicación de balanceado, pasando por la supervisión y recolección de mortalidad y muchas operaciones más, hay un alto involucramiento de sistemas informáticos. De hecho, hay numerosos

programas (software) de apoyo para este rubro acuícola (AFA, JaFish, Akvaconnect, Fishtalk, QReg, entre otros), y mucho del trabajo de los acuicultores es observar el desempeño de las actividades a través de monitores.

En este punto es importante destacar lo que nos señala Gustavo Hernández. Es muy común la utilización de sensores dentro de las jaulas, los cuales permiten supervisar, en tiempo real, la evolución de los principales parámetros de la calidad del agua. Además de la temperatura, la cual tiene una repercusión significativa en el comportamiento de los salmones (consumo de alimento, interacción, susceptibilidad a patógenos, crecimiento, etc.), el otro parámetro vital es el oxígeno. Las jaulas suelen contar con dispositivos de suministro de emergencia (i.e. sopladores y difusores de aire) que entran automáticamente en operación cuando descienden los valores bajo el umbral óptimo definido. Este tema trasciende lo técnico-productivo, ya que los centros que aspiran contratar pólizas de seguro sobre la producción deben implementarlos.

Almir Márquez indica que el uso de robótica submarina se ha vuelto muy común en la salmonicultura. Los modelos de ROV, como se les conoce (acrónimo en inglés de Remotely Operated Vehicle), pueden operarse por un piloto junto a la jaula o remotamente, suelen contar con un brazo mecánico con pinzas de trabajo y cámara fotográfica HD, brindándole mucha versatilidad. Entre las utilidades de estos equipos están la revisión remota de los animales cultivados, para detectar signos clínicos de enfermedades (i.e. nado errático), así como de los sistemas de retención, comúnmente afectados por depredadores, consumo de



Monitores del sistema de control de engorde.

alimento, retiro de mortalidad, etc.

### Alimentación

Samantha Carrión explica que, dados los volúmenes requeridos, las implicaciones logísticas del transporte (grandes distancias marítimas, condiciones climatológicas adversas) y las operativas de

su aplicación, la gestión del alimento es un tema mayúsculo, exigiendo una importante coordinación. Con el balanceado se llenan contenedores de material sintético de 1.250 Kg de capacidad, conocidos como maxisacos, los cuales son transportados en barcos hasta los lugares de cultivo. Una vez en los centros

productivos, el producto alimenticio es trasvasado a silos de almacenamiento. Esta operación es delicada, pudiendo escorarse la carga y desequilibrar y hundir todo el pontón, si se hace descuidadamente.

Juan Carlos Lemus expresa que los alimentos se adecúan a las diferentes facetas del cultivo tanto en tamaño del grano,



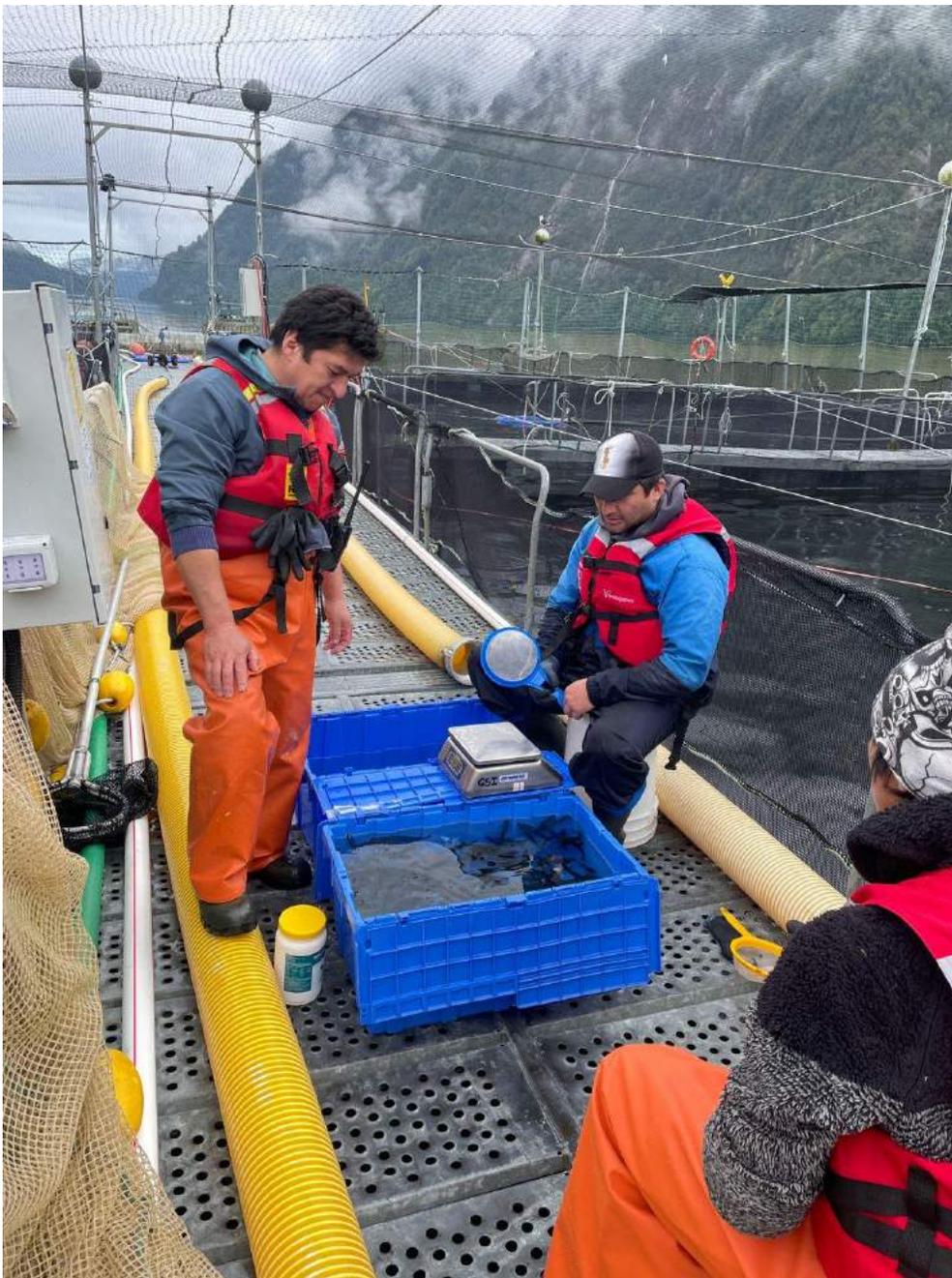
Operación de ROV en jaula de salmonicultura.

como en calidad (contenido proteico, nivel lipídico, pigmentos, etc.). Muchos aditivos suelen aplicarse para atender requerimientos específicos de las especies. Es conocido que la pigmentación rosada de la carne de los salmónidos se basa en un alto contenido de carotenoides, los cuales

suelen incorporarse en la dieta. Una estrategia que suele usarse para inducir la smoltificación es precisamente añadir sal al balanceado. Igualmente, en el mercado existen probióticos, inmunoestimulantes, y muchos otros aditivos valiosos para la nutrición de los salmones.



Final de línea de alimentación en una jaula.



Realizando muestreo de peso.

Michael Aguirre revela que durante los primeros días del cultivo en jaulas, el alimento es aplicado al voleo por los trabajadores, para entrenar a los smolts. A partir de ahí, se emplea alimentación automática, reforzando el tema de tecnificación referido anteriormente. Bien sea con sistemas de tornillos o por medio de sopladores de aire, el alimento es canalizado por ductos y transportado desde el lugar de almacenamiento (pontón) hasta las jaulas. Hay una infinidad de equipos que hacen posible esta operación automática, donde destacan tableros, servidores, conectores, variadores de frecuencia, dosificadores, temporizadores, selectores, rotativas, exigiendo la constante supervisión desde las ópticas mecánica e informática. Las aplicaciones de alimento (visitas) pueden ajustarse a voluntad del técnico, considerando tamaño de la ración y horarios, lo cual es

común en otras disciplinas acuícolas, periódicamente deben realizarse muestreos para establecer la condición de los organismos cultivados.

### **Cosecha y Desempeños Productivos**

Gustavo Hernández y Almir Márquez brindaron luces sobre los desempeños productivos. La meta de crecimiento, usualmente se sitúa entre 5 y 7 Kg por ejemplar, luego de un ciclo de producción en mar de 12 a 15 meses, los peces son cosechados de manera mecanizada. La malla que conforma la jaula se retrae paulatinamente hasta hacer un bolso. Los salmones son bombeados hacia el wellboat, el cual los traslada vivos hasta un

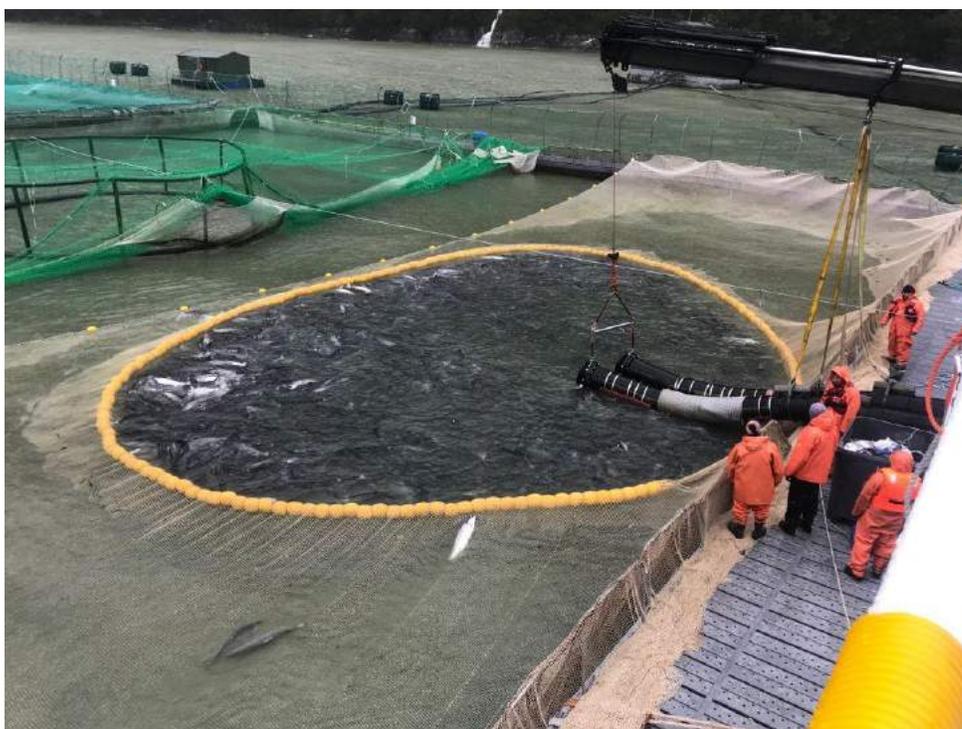
centro de acopio para su sacrificio y procesamiento. Los desempeños productivos normales en el circuito salmonero chileno son muy altos: sobrevivencias alrededor de 80-95%, tasas de conversión entre 1,10 y 1,20, y productividades entre 450 y 500 tm por jaula.

### **Mortalidad**

En la mayoría de las actividades acuícolas, la mortalidad de animales es pérdida neta. No es así en la salmonicultura. Nos cuenta Juan Carlos Lemus que en su centro la mortalidad se revisa y retira diariamente de los recintos de cultivo. Rutinariamente, esos ejemplares son sometidos a un proceso de ensilaje en un cobertizo definido a este

fin. En una olla grande con trozadora se procesan hasta convertirse en una pasta homogénea. Se adiciona un producto preservante (ácido fórmico), para mantener un pH bajo (inferior 4,0), inhibiendo la descomposición microbiana (putrefacción). En cambio, se liberan las enzimas del pescado que van produciendo una hidrólisis paulatina de los compuestos orgánicos. Periódicamente, dependiendo de logística de transporte y capacidad de almacenamiento, este ensilaje es transportado hasta instalaciones en tierra firme donde son procesados para obtención de harina y/o aceite de pescado. Cabe destacar que estos centros de procesamiento suelen ser independientes de los centros de producción, lo cual nos habla de una diversificación económica basada en la acuicultura, así como un aprovechamiento integral de la producción.

El proceso descrito es uno de los tres mecanismos de desnaturalización de la mortalidad establecido por SERNAPESCA (2012), además de compostaje (descomposición microbiana dirigida) e incineración, aunque es el preferido por la gran mayoría de productores.



Proceso de cosecha.



Cobertizo típico de procesamiento de mortalidad (ensilaje).

Queda claro que el manejo de las mortalidades, como muchos otros aspectos del cultivo, ha sido normado por la autoridad gubernamental, estandarizando los procesos y facilitando la eficiente gestión en todas las instancias.

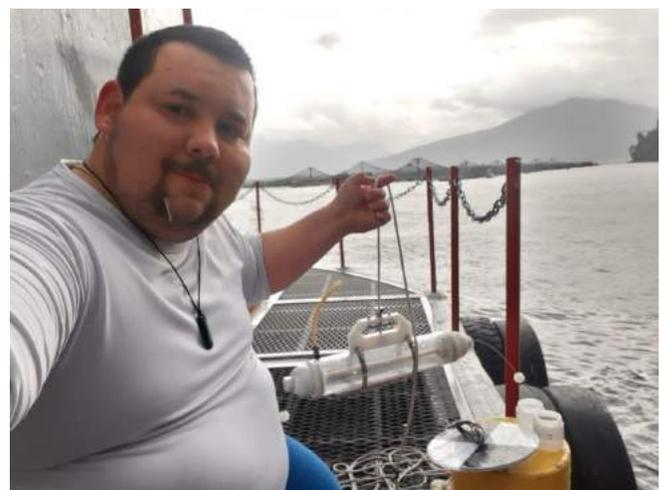
### Amenazas

Nos cuenta Eduardo Bonilla que las floraciones algales nocivas (FAN) naturales son fenómenos comunes que exigen un monitoreo

constante de parte de los salmonicultores, tanto por cuestiones de sanidad de los peces como por inocuidad alimentaria para el ser humano. Los más nocivos son los

dinoflagelados *Alexandrium catenella*, *Lepidodinium chlorophorum* y *Heterosigma akashiwo*. Este tipo de microalgas suele ocasionar mareas rojas y producir saxitoxinas, que pueden causar problemas severos a los peces como lesiones en branquias y estrés respiratorio, al igual que a sus consumidores, a los cuales genera una intoxicación que puede ser muy severa (similar al PSP). Este análisis requiere microscopios de gran magnificación, usualmente dotados de pantallas externas.

Una amenaza constante en ambientes salinos (>20 ups) es la caligiasis, la infestación por piojos de mar. Esta enfermedad es causada por copépodos pertenecientes a la familia Caligidae, mayormente *Caligus rogercresseyi*. Se asocian a reducción en el desempeño del pez, como crecimiento y



Operación de botella oceanográfica para toma de muestras de agua.



Floraciones aliales nocivas. Marea roja afectando zonas del fiordo Cormau donde se cultiva salmón.

resistencia a otras enfermedades, así como pérdida de valor comercial del producto (Rozas & Asencio 2000). El monitoreo de la presencia y composición poblacional de estos parásitos es imprescindible para definir pautas profilácticas. Cuando su intensidad supera un umbral seguro definido, se activan tratamientos como baños de agua dulce, con peróxido de hidrógeno u otras terapias innovadoras. Mayormente, se requiere el apoyo de wellboats especiales para llevarlas a cabo.

Otro riesgo importante es la depredación. Tanto aérea, por aves marinas, como acuática, por lobos marinos, hay una amenaza constante de depredación

en las jaulas de cultivo en mar.

## LEGISLACIÓN

La acuicultura chilena cuenta con numerosos instrumentos legales orientados a normar aspectos específicos de la actividad, que derivan en certificaciones que cualquier operador debe poseer (operación de lanchas, procesos de ensilaje, vacunación, manejo de ROV, caracterización de fitoplancton y floraciones algales nocivas, caligiasis, entre muchos otros). Más allá de imposiciones gubernamentales que la restrinjan, son manifestaciones de consenso alcanzado entre los ámbitos administrativo, académico y productivo,

brindándole una gran fortaleza al sector.

Un aspecto vital del éxito productivo chileno en la producción de salmónes estriba en el otorgamiento de autorizaciones para la ocupación y gestión de extensas zonas marinas. Para 2017 se registraron unas 3.235 concesiones para acuicultura en dicho ambiente, consolidando una superficie superior a 32.000 Ha. En estos permisos prevalecen los dedicados a salmonicultura, pero también se han otorgado en menor medida para cultivo de moluscos y macroalgas (SERNAPESCA 2021).

## COMENTARIOS FINALES

La salmonicultura chilena se nos muestra como una actividad integrada verticalmente, altamente tecnificada y sumamente productiva. Una rápida ojeada nos habla de numerosos connacionales que participan en esa actividad.

Esta breve recopilación no agota el tema de la salmonicultura ni de la participación venezolana, pero sí nos permite adentrarnos un poco en las particularidades de este cultivo y ponderar el rol profesional de nuestros paisanos en otras latitudes.

Una satisfacción personal adicional que debo confesar es haber formado parte de la educación profesional de algunos de estos jóvenes.

Más allá de las bondades económicas del país receptor, contrastantes con la crisis que hoy nos aqueja, la posibilidad de participar en acuicultura a tan alto nivel es un atractivo poderoso para quienes tenemos esta pasión en las venas. Esta realidad resalta la versatilidad y capacidad de nuestros profesionales

venezolanos, así como indica una fortaleza que podríamos aprovechar, en un momento más propicio, fortaleciendo nuestro propio sector acuícola. De hecho, la salmonicultura se está empezando a practicar en ambientes geográficos más afines al nuestro, como lo ilustra la experiencia de Atlantic Sapphire en Florida (EEUU), por citar sólo un ejemplo. ¿Quién quita que nuestro país pudiera ser otro caso, en un mediano o largo plazo?

Finalmente, es la intención de este artículo constituir una referencia que nos sirva de reflexión sobre cómo podemos orientar nuestras gestiones para dirigirnos a una actividad acuícola mucho más eficiente. Hay varias ideas que son susceptibles de aplicación en nuestro propio ámbito, considerando nuestras particularidades. ¡Avancemos en esa dirección!

*Referencias citadas disponibles bajo solicitud.*



Sociedad Venezolana  
de Acuicultura

NOVIEMBRE / MES ESPECIAL DE LA ACUICULTURA



Ciclo especial  
de webinars



Especiales de revista  
El Acuicultor y Newsletter



Designación de personalidades  
como miembros honorarios



Celebración del Día  
Mundial del acuicultor



Y otras actividades  
sorpresas

# VENEZOLANOS EN TIERRA DE SALMONES

## EDUARDO BONILLA

Biólogo Marino de la UDONE-ECAM graduado en 2013. Nativo de Lechería. Tras un breve paso por la acuariofilia y otras actividades, se instaló en Chile. En los últimos 3 años ha estado trabajando como Analista de Fitoplancton (Microalgas) en laboratorios de análisis de agua, como Ciba, Universidad Austral de Chile y Kimeltúan, los cuales prestan servicios a salmoneras. Actualmente labora en la región de Los Lagos, en el fiordo Komau. Desea seguir aprendiendo y creciendo como acuicultor.



## LUIS BIORD

Biólogo Marino de la UDONE-ECAM graduado en 2014. Oriundo de Naguanagua. Sus primeros años profesionales los orientó a la evaluación ambiental (INEA y DIANCA), pero desde hace 3 años está dedicado a la salmonicultura. Se encuentra en Los Lagos, Chile, donde se desempeña como Asistente de Centro de Salmones Camanchaca S. A. (Agua Mar). Entre sus responsabilidades destacan el manejo integral de plataformas tecnológicas para sistemas acuícolas de salmónidos.

## SAMANTHA CARRIÓN

Ingeniero Industrial de la UNERG graduada en 2015. Originaria de Maturín, pero criada en Puerto Ordaz. Desde el 2018 trabaja con salmonicultura. Inicialmente se desempeñó como agente de atención al cliente en una importante empresa fabricante de balanceados (BioMar). Recientemente, fue captada por Multiexport donde tiene a su cargo la gestión logística del alimento, pero como cliente. Le encanta la interacción humana para optimizar procesos.



## GUSTAVO HERNÁNDEZ

Biólogo Marino de la UDONE-ECAM egresado en 2000. Nativo de Maracaibo. En Venezuela se inició en camaronicultura pero mayormente laboró en gestión pública (INSOPESCA). Desde hace 3 años se orientó a la salmonicultura, aprovechando su establecimiento en Chile. En ese tiempo ha trabajado como Asistente de Alimentación en dos centros productivos; Soledad y Yalac, en Aysén, de la empresa Multiexport Foods (=Multi X), contribuyendo a la obtención del reconocimiento *Farmer of the Year 2020* para el primero. Se siente muy a gusto en el circuito salmonicultor y se ve por mucho tiempo en el mismo.

## **ALMIR MÁRQUEZ**

Lcdo. en Acuicultura de la UDONE-ECAM graduado en 2009, nativo de Mérida. Ocupó cargos públicos de gran relevancia en la acuicultura nacional (INSOPESCA). Desde 2018 se vinculó al medio salmonicultor. Ha trabajado con varias organizaciones, como Billund Aquaculture, AEX Group, Universidad Austral de Chile y CERMAQ. Actualmente se desempeña como Asistente de Centro en una compañía transnacional. Almir se ve en un mediano plazo implementando las experiencias acumuladas en apoyar el desarrollo de la acuicultura venezolana.



## **JONATHAN MACHADO**

Lcdo. en Acuicultura de la UDONE-ECAM, graduado en 2017. Nativo de San Antonio de los Altos (Miranda). Participó en sistemas de cultivo intensivo y biofloc con tilapia en Venezuela. En Chile ha trabajado con salmónidos Sealand Aquaculture y Lago Sofía SPA, y más recientemente con Mowí, como Técnico y Supervisor de Piscicultura. Se ve especializándose en diseño y operación de sistemas de recirculación o en salud y bienestar.

## **MICHAEL AGUIRRE**

Ingeniero en Informática de la Universidad Alejandro de Humboldt, graduado en 2007. Nativo de Caracas. Durante año y medio trabajó como Técnico de Proyecto en Akva, empresa global con enorme importancia en la acuicultura de salmónidos. Ahí debió instalar, configurar y dar mantenimiento a los equipos de alimentación, servidores remotos y otros dispositivos tecnológicos. Aunque actualmente está fuera del circuito, no descarta regresar por lo grato de la experiencia.



## **JUAN CARLOS LEMUS**

Lcdo. en Acuicultura de la UDONE-ECAM, graduado en 2010. Oriundo de Maracaibo. Ha tenido un amplio recorrido profesional, incluyendo cultivo de camarón, calamar y mejillón, cachamas e híbridos, coporo y bocachico, además de trabajar como buzo. Desde hace cuatro años está en Chile, donde se conectó con la salmonicultura. Ha trabajado tanto en piscicultura en tierra como en mar abierto. Desea seguir creciendo como acuicultor, aprendiendo más del salmón y otras especies y difundir esos conocimientos a nuevas generaciones.

# PRODUCCIÓN DE CACHAMA EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS): PRIMEROS RESULTADOS Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Fábio Aremil Costa dos Santos<sup>1</sup>, Gustavo Soares da Costa Julio<sup>1</sup>, Felipe Soares Batista<sup>1</sup>, André de Sena Souza<sup>1</sup>, Glauber David Almeida Palheta<sup>2</sup>, Nuno Filipe Alves Correia de Melo<sup>2</sup>, Nathália Soares Ferreira<sup>1</sup>, Gisele Cristina Favero<sup>1</sup>, Pedro Paulo Cortezzi Pedras<sup>1</sup>, Ronald Kennedy Luz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Laboratório de Aquicultura, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária.

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Email: luzrk@yahoo.com



La cachama es originaria de la cuenca del río Amazonas, donde se encuentra su principal polo de producción, debido a las condiciones ideales de temperatura del agua. En este sentido, su producción aún es limitada a mayor escala y en regiones con un clima más suave. Sin embargo, con los avances en la tecnología, esta limitación se puede superar

cultivando la especie en sistemas de recirculación de agua (RAS - Recirculating Aquaculture System).

En RAS, la temperatura del agua se puede controlar y mantener dentro de un rango ideal de producción durante todo el año para la especie deseada. También es posible mantener la calidad del agua dentro de

los parámetros requeridos para las especies producidas mediante filtros mecánicos y biológicos. Este sistema también se considera uno de los sistemas de producción de peces más sostenibles, ya que puede generar una mayor productividad por volumen y reducir significativamente la necesidad de recolección de agua. Sin embargo, en Brasil, una de las limitaciones es el costo de la energía, ya que este sistema depende totalmente de la calefacción y bombeo de agua y de la adquisición de equipos de alto costo, como filtros mecánicos y biológicos.

El Laboratorio de Acuicultura (LAQUA) de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) ha venido investigando y evaluando la producción de

peces en RAS y, en alianza con la Universidad Federal Rural del Amazonas (UFRA) (Proyecto PROCAD-CAPEs), comenzó a una serie de estudios para evaluar si la cachama se adapta bien a la producción en sistemas RAS en diferentes etapas del ciclo de vida, con resultados prometedores en diferentes etapas de crecimiento.

**LARVICULTURA DE LA CACHAMA EN RAS**

En dos estudios consecutivos, nuestro grupo encontró que una densidad de hasta 180 larvas/L se puede utilizar en larvicultura en RAS (Santos *et al.* 2020; artículo en redacción) (Figura 1, 2 y 3).

En estos estudios, la alimentación consistió en suministrar nauplios de artemia tres veces al día, durante los primeros 15 días de alimentación exógena. A partir del día 16, se ofreció una ración de maceración comercial que contenía 45% de proteína cruda, 8% de extracto de éter y 1,000 mg/kg de vitamina C (Tabla 1) exclusivamente para los siguientes 15 días (Santos *et al.* 2020)

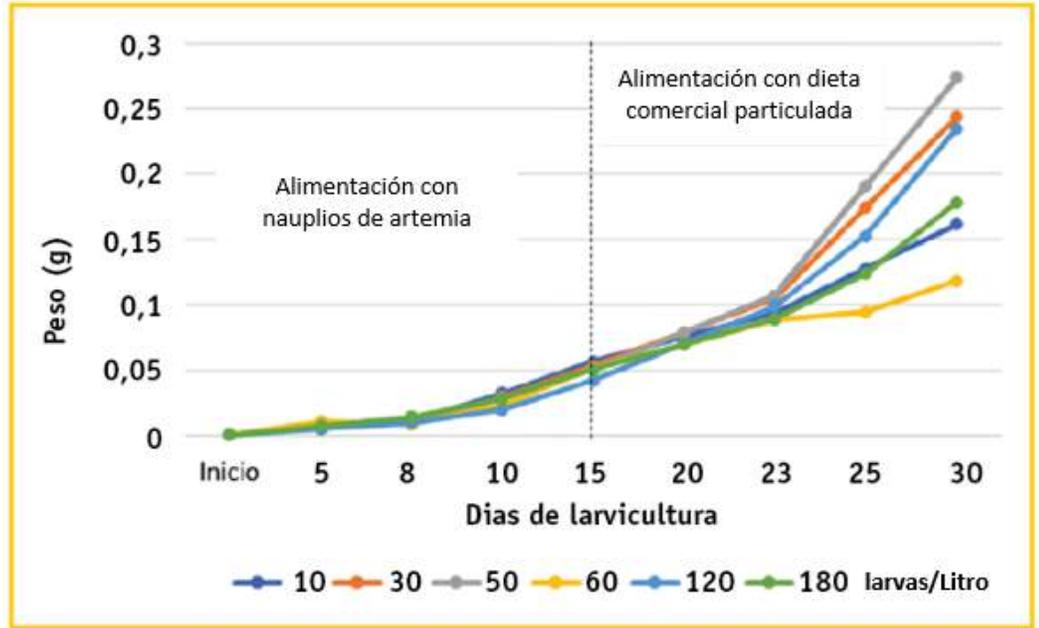


Figura 1 - Datos de peso (g) a diferentes densidades de población en larvicultura de cachama en RAS.

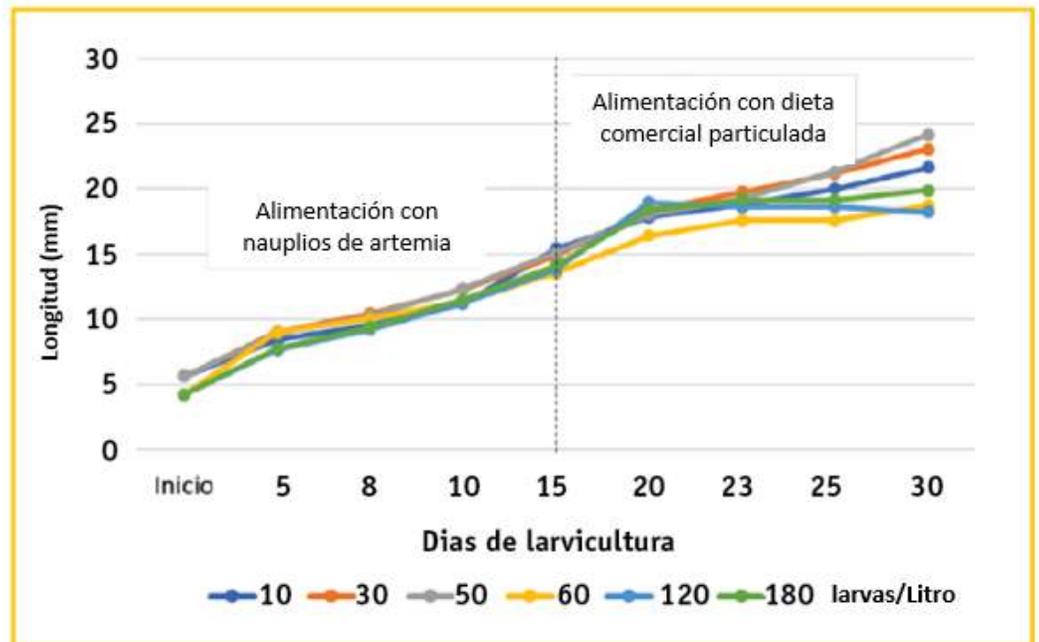


Figura 2 - Datos de longitud (mm) a diferentes densidades de población en larvicultura de cachama en RAS.

Otro manejo de la alimentación también demostró ser eficiente y puede adoptarse. En este caso, después de 15 días de

larvicultura con uso exclusivo de artemia, se administra una alimentación mixta durante cinco días, combinando

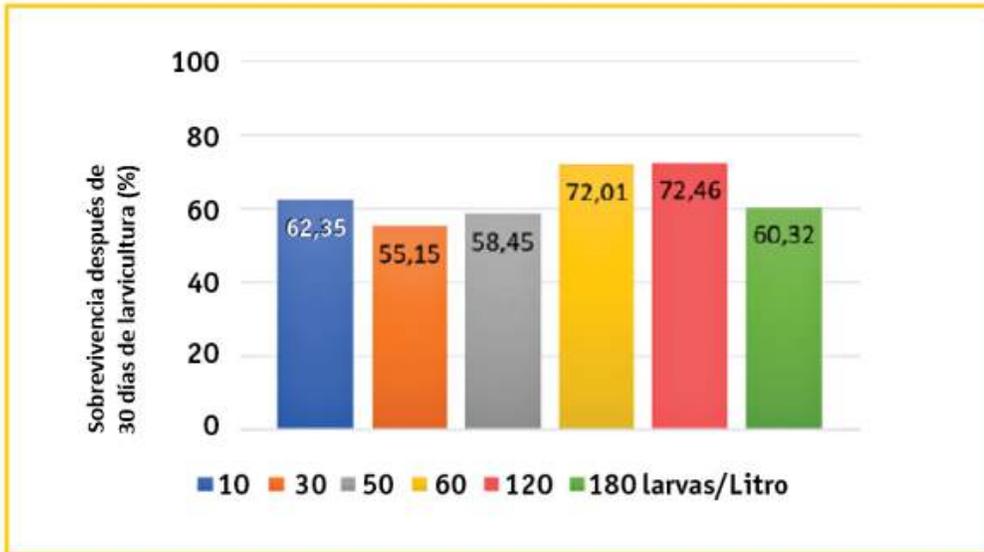


Figura 3 - Datos de sobrevivencia (%) a diferentes densidades de población en larvicultura de cachama en RAS.

Para el éxito de la producción de larvas de cachama en RAS (Figura 4), se deben adoptar algunos manejos. En el sistema de drenaje de los tanques se deben utilizar mallas con el diámetro correcto para evitar tanto la pérdida de larvas como de alimento vivo. La malla no debe tener más de 300 µm de diámetro. La limpieza de los tanques se debe realizar diariamente, al menos dos veces al día, retirando posibles animales muertos y exceso de

Suministro de alimento (días) 5 días después de la eclosión	Cantidad de alimento por día
1 al 5 día de alimentación	500 nauplios de artemia/larva
6 al 10 día de alimentación	750 nauplios de artemia/larva
11 al 15 día de alimentación	1.000 nauplios de artemia/larva
16 al 30 día de alimentación	Ración particulada 45% de proteína bruta (10% peso vivo)

Tabla 1 - Manejo de alimentos en larvicultura de cachama en RAS.

nauplios de artemia con una ración particulada. A partir del día 20 se continúa con el manejo de la alimentación con el uso exclusivo de la dieta comercial (artículo en elaboración). Nuestros resultados para el peso de las larvas en RAS fueron menores que los reportados por Santos *et al.* (2007) cuando realizó larvicultura en 40 días en tanques de concreto. Sin embargo, en sistemas RAS, se registraron

tasas de sobrevivencia más altas. En un vivero excavado, durante 29 días de larvicultura, tiempo similar al realizado en RAS, Sipaúba-Tavares y Braga (2007) encontraron resultados similares a nuestros resultados en relación al peso de los juveniles. Estos datos indican el potencial de la larvicultura de cachama en RAS.

materia orgánica para no obstruir el sistema de drenaje del tanque. Este hecho puede hacer que el amonio se acumule y sea dañino para el sistema.

La limpieza de la malla también es importante para evitar que el tanque se desborde y provoque la pérdida de animales. Destaca el mantenimiento de los parámetros de calidad del agua, que deben permanecer con



Figura 4 - Sistema experimental de recirculación de agua utilizado en larvicultura y producción de juveniles de cachama visto desde dos ángulos.

amonio total por debajo de 0,5 mg/L, pH alrededor de 7, oxígeno disuelto por encima de 5 mg/L y temperaturas entre 28 y 32°C, con mejores resultados a 32°C (artículo en preparación). Incluso utilizando el sistema RAS,

se deben realizar cambios de agua (10% del volumen total de RAS) durante la limpieza del tanque. Otro manejo sumamente importante para el bienestar de las larvas y un mejor aprovechamiento de los alimentos vivos es el uso

de 2 g de sal/L de agua durante todo el período de larvicultura. El fotoperíodo utilizado en LAQUA fue de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, controlado por un temporizador.



Figura 5 - Ejemplo de canibalismo que ocurre en larvicultura de cachama en RAS.

El manejo en esta etapa debe realizarse con mucho cuidado, ya que cualquier tipo de descuido o ineficiencia puede generar pérdidas importantes en la producción. Con la experiencia adquirida en la producción de esta especie en el laboratorio, problemas como cantidad óptima de alimento, frecuencia inadecuada de alimento, transición irregular de alimento vivo a dieta seca y problemas con la calidad del agua pueden llevar a una alta mortalidad e incluso canibalismo, a pesar de que es una especie de hábito alimenticio omnívoro (Figura 5).

## PRODUCCIÓN DE JUVENILES DE CACHAMA EN SISTEMA RAS

Después de la larvicultura, los juveniles de esta especie también mostraron buena adaptabilidad en RAS (Assis *et al.* 2020; Silva *et al.* 2021). La gestión de la limpieza y los cambios parciales de agua siguen el mismo modelo utilizado en la fase anterior, así como los parámetros de calidad del agua. También se toman medidas cautelares, como el uso de mallas para tapar los tanques (Figura 4), un manejo importante para evitar que los animales salten durante la noche, período en el que la especie muestra un

comportamiento más activo.

Silva *et al.* (2021) probaron diferentes densidades de población (entre 0,5 y 5 animales/L) para juveniles con un peso promedio de 0,35 g y 31,42 mm de longitud, alimentados con una dieta con un contenido de proteína cruda del 46%. Los autores encontraron que, durante los primeros 30 días, se pueden utilizar densidades entre 3 y 4 animales/L. Entre 31 y 60 días, la ganancia de peso diaria y la conversión alimenticia mostraron valores similares entre las densidades probadas. Sin embargo, mayores

densidades afectaron negativamente al peso, aunque la biomasa final producida es directamente proporcional a la densidad, con valores finales promedio de 7,38 kg/m<sup>3</sup> (densidad de 0,5 animales/L) y 56,52 kg/m<sup>3</sup> (densidad de 5 animales/L). Nuestros resultados de aumento de peso estuvieron cerca de los logrados por Brandão *et al.* (2004) en jaulas después de 60 días de cultivo.

En otro estudio utilizando el RAS, animales con un peso inicial de 18 g y una longitud de 9,7 cm, alimentados con una dieta que contiene 36% de proteína cruda, también se



Figura 6 - Heterogeneidad de juveniles de cachama cultivados en RAS.

Neves *et al.* (2020) encontraron que estos animales toleran niveles de oxígeno disuelto de 0,92 mg/l durante tres días, sin mortalidad. Durante este período, los autores encontraron una proyección del labio inferior y una permanencia más prolongada de los peces en la superficie del agua del tanque en busca de oxígeno. Este hecho le da cierta seguridad al productor para poder solucionar los problemas del RAS, sin la muerte de los animales, en un corto período de falta de oxígeno en el agua.

verificó que un día a la semana se puede adoptar un manejo de la restricción alimentaria sin perjuicio del rendimiento y fisiología de los animales, en comparación con los alimentados durante 7 días a la semana. Los peces sometidos a este manejo de alimentación presentaron pesos finales promedio entre 99,9 y 124,8 g y conversión alimenticia promedio de 0,8 después de 56 días de producción (Assis *et al.* 2020). Esta gestión puede ser importante por motivos laborales, pues para la alimentación los 7 días de la semana es necesario que los trabajadores de la piscifactoría tengan que realizar actividades los domingos.

En el trabajo realizado en RAS en LAQUA, la ocurrencia de heterogeneidad de animales ha sido común, requiriendo su clasificación en todo el cultivo (Figura 6). Otro punto importante sobre la especie es la tolerancia de los juveniles de cachama (peso promedio de 51,8 g) a la hipoxia, hecho que puede ocurrir en sistemas RAS, aunque no es deseable.

## ENGORDE DE CACHAMA EN RAS

El primer trabajo de engorde realizado en LAQUA mostró potencial de crecimiento de esta especie en RAS, en el que peces con un peso inicial promedio de 34,8 g alcanzaron entre 0,72 y 1,12 kg, luego de 173 días de producción (Santos *et al.* 2021). En este estudio, los animales fueron almacenados en tanques de agua de polietileno con un volumen total de 1 m<sup>3</sup> y un volumen útil de 0,8 m<sup>3</sup>, montados en un RAS individual (Figura 7). Cada tanque estaba equipado con un sistema de elevación de aire que movía el agua del filtro al tanque de peces. El air-lift se acopló a un filtro mecánico y biológico que tenía un caudal medio de 0,89 m<sup>3</sup>/h. Como resultado, el volumen total de agua en el tanque pasó a través del sistema de filtrado cada 54,33 minutos,

lo que representa 26,5 veces al día.

El período de engorde de la cachama se dividió en tres fases (I, II y III) y los animales se mantuvieron a una temperatura de 28-29°C, oxígeno disuelto >5 mg/L y se alimentaron con una dieta que contenía 32% de proteína cruda, dos veces al día.

En la Fase I, iniciamos el estudio con juveniles con un peso promedio de 34,8 g, con densidades de 0,5, 1,0 y 1,6 kg/m<sup>3</sup>. Al final de los 53 días, el peso promedio de los animales fue de 189,0 g (densidad de 0,5 kg/m<sup>3</sup>) y 149,2 g (densidad de 1,6 kg/m<sup>3</sup>), con una conversión alimenticia de 0,79 a 0,95 y una sobrevivencia media de 99,38%. La productividad final osciló entre 2,76 y 5,55 kg/m<sup>3</sup> para la densidad más baja y más alta, respectivamente.



Figura 7 - Ejemplo de tanque utilizado para engordar cachama en RAS en LAQUA

En la Fase II, los animales se redistribuyeron en densidades de 1,5, 3,0 y 4,5 kg/m<sup>3</sup>, con un peso promedio inicial de 150,6 g. Después de 60 días, el peso final fue de 521,6 g (densidad de 1,5 kg/m<sup>3</sup>) y 426,6 g (densidad de 4,5 kg/m<sup>3</sup>) con conversión alimenticia que varió de 0,95 a 1,08, sobrevivencia promedio de 96,62% y alcanzando rendimientos finales entre 5,22 y 11,91 kg/m<sup>3</sup>, para la densidad más

baja y más alta, respectivamente.

En la Fase III, debido al crecimiento heterogéneo, los animales se dividieron en tres clases de tamaño: P (pequeño), con rangos de peso entre 300 y 400 g; M (mediano), con rangos de peso entre 400 y 500 g y G (grande), con rangos de peso por encima de 500 g. Cada tanque se abasteció con una biomasa total inicial de 3,9 kg/m<sup>3</sup>.

A los 60 días, los animales clase P alcanzaron un peso promedio de 729,4 g y la clase G, 1,129,1 g, con conversión alimenticia de 1,45 a 1,79, sin mortalidad, con densidades finales entre 7,06 y 8,21 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados de peso en RAS fueron superiores a los registrados por Sousa *et al.* (2016) en viveros, reforzando la posibilidad de engorde en RAS.

### PRIMERA MADURACIÓN SEXUAL

Hace más de dos años, cuando recibimos el primer lote de larvas, también iniciamos un estudio sobre la primera maduración sexual de cachama en RAS. Se utilizaron 150 juveniles, con un peso promedio de 56,5 g y una longitud total promedio de 14,4 cm. En este estudio, los animales fueron alimentados con una dieta que contenía 32% de proteína cruda y el diámetro de los gránulos aumentó de acuerdo con el crecimiento de los animales, con una frecuencia de alimentación de dos veces al día.

Para la evaluación de la primera maduración sexual de la especie en RAS, se están realizando biometría y colectas de



Figura 8 - Recolección de sangre para la evaluación de variables fisiológicas y hormonales de futuros reproductores de cachama en RAS.

sangre (Figura 8) para estudios hematológicos y bioquímicos, además de la determinación de hormonas sexuales.

Además de monitorear la sangre y las variables de crecimiento, algunos animales son sacrificados periódicamente para evaluar las etapas de maduración gonadal (Figura 9).

En el primer año de producción, los animales alcanzaron un peso promedio de  $1,5 \pm 0,3$  kg y una longitud total de  $43,7 \pm 2,5$  cm, alcanzando los animales más grandes los 2,3 kg. Estos resultados son cercanos a los encontrados por Oliveira y Sousa (2017) luego de 337 días de engorde de cachama en lagunas, donde animales con un peso inicial de 50 g

alcanzaron un peso final entre  $1,4 \pm 0,21$  kg y  $2,1 \pm 0,40$  kg para la alimentación con 0,5% y 1,5% de peso vivo/día, respectivamente. Después de 21 meses de experimento, los peces alcanzaron un peso promedio de  $3,77 \pm 0,65$  kg y una longitud total de  $56,8 \pm 2,70$  cm y los animales más grandes alcanzaron los 6,18 kg (Figura 10).

Gran parte de los resultados aún se están procesando y el estudio se llevará a cabo hasta el momento de obtener peces aptos para la reproducción, cuando se iniciarán nuevos estudios.

## PLANIFICACIÓN Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Actualmente, continuamos desarrollando estudios con el objetivo de adquirir la mayor cantidad de información tecnológica posible para la producción de esta especie en RAS. Se están desarrollando proyectos para intensificar la producción de estos animales en mayores densidades de población, tanto en la fase de larvicultura como en la fase de juveniles y de engorde, combinados con estudios de análisis económico, por tratarse de un nuevo sistema de producción de cachama. También esperamos, en un futuro próximo, reproducir esta especie en el laboratorio, con un ambiente totalmente controlado, y así

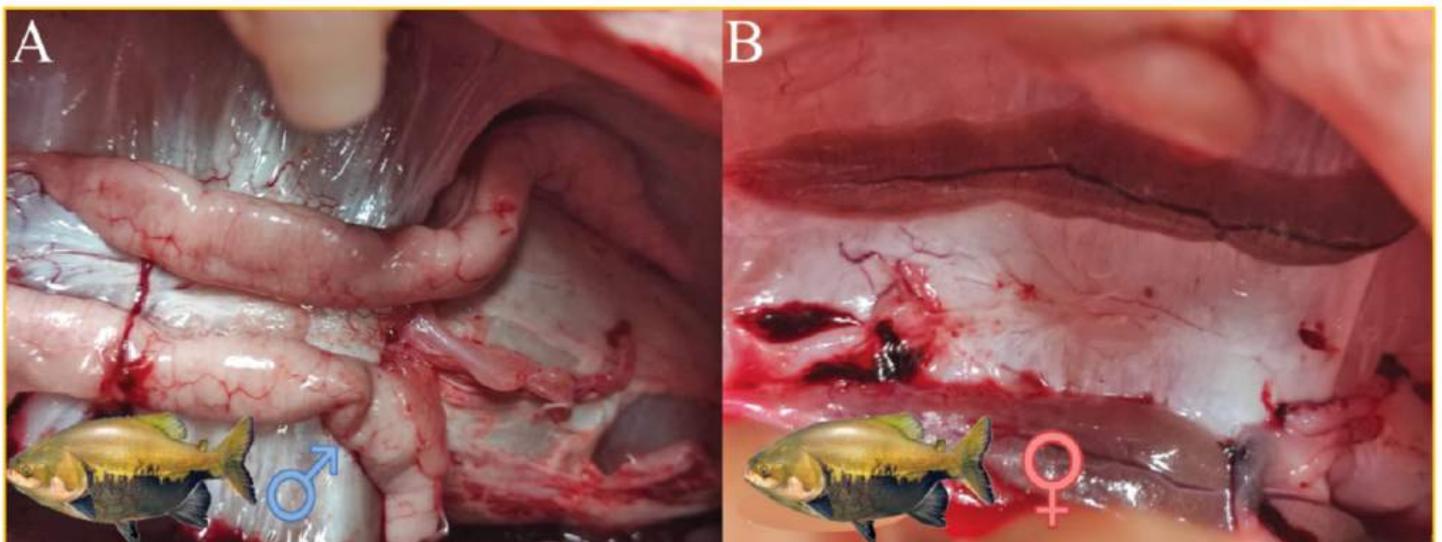


Figura 9 - Identificación macroscópica de machos y hembras de cachama después de 2 años de cultivo en RAS. A- Gónadas masculinas y B- Desarrollo de gónadas femeninas.



Figura 10 - Futuro reproductor de cachama en desarrollo después de 2 años de cultivo en RAS.

apuntando a su bienestar, aliado a una mejor productividad.

## CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo de este artículo permitió demostrar que la cachama presenta adaptación al cultivo en RAS desde su desarrollo inicial con buenas tasas de conversión alimenticia y con buenas perspectivas a futuro para la producción de esta especie en RAS.

comprender mejor los aspectos relacionados con la fisiología de estos animales en RAS,

*Referencias citadas disponibles bajo solicitud.*

*Nota: Artículo publicado originalmente en la revista Panorama da Aquicultura, Edición 183, de fecha 16 de agosto de 2021. Puede acceder la versión original en portugués en: <https://panoramadaaquicultura.com.br/producao-em-sistema-de-recirculacao-de-agua-ras-primeiros-resultados-e-perspectivas-futuras/>*

Sociedad Venezolana de Acuicultura  
446 subscribers

HOME VIDEOS PLAYLISTS CHANNELS ABOUT

**SUSCRÍBETE AL CANAL DE YOUTUBE DE LA SVA**

**CONTAMOS CON MÁS DE 50 HORAS DE CONTENIDO GRATUITO**

Patologías en Hepatopáncreas de... 1:40:22

Tecnología Productiva:... 1:31:27

Programa de Vacunación e... 1:39:35

Fitobióticos en Acuicultura -... 1:25:48

Una Revisión a la Acuicultura Intensiva - Juan Carlos... 1:30:49

89 views • Streamed 5 d... Streamed 2 weeks ago

NUEVAS ENFERMEDADES CON IMPACTO ECONÓMICO EN LA CAMARONICULTURA GLOBAL 1:14:24

KRILL Y SUS BONDADES COMO INGREDIENTE EN ALIMENTOS PARA CAMARONES 1:13:18

AIREACIÓN MECÁNICA EN ACUICULTURA: IMPORTANCIA Y APLICACIONES 1:10:39

HERRAMIENTAS ÚTILES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES EN PECES Y CAMARONES DE CULTIVO 2:06:10

REVISIÓN DE INGREDIENTES NO TRADICIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS ACUICOLAS: ¿ESTÁ LLEGADO EL ÉXITO DE LA INDUSTRIA A ESTOS DESARROLLISTAS? 1:20:38

# OBSERVACIONES DE EGIPTO Y BRASIL, DOS DE LOS MAYORES PRODUCTORES DE TILAPIA DEL MUNDO

**Willem van der Pijl**

**Aqua-Spark**

*Si bien la producción de tilapia del África subsahariana está creciendo, sigue siendo mucho menor que la de algunos de los productores más grandes del mundo.*

Este artículo analiza a Egipto y Brasil, actualmente, el tercer y cuarto mayor productor de tilapia del mundo (después de China e Indonesia), los cuales operan en contextos completamente diferentes entre sí y al África subsahariana en términos de la actual situación de sus industrias y el potencial de expansión: la producción de Egipto puede haberse estancado, pero Brasil podría estar en camino de convertirse en el segundo productor más grande del mundo. Por lo tanto, observar los casos de Egipto y Brasil puede ayudarnos a comprender la ruta potencial hacia el éxito de la producción de tilapia cultivada en África subsahariana.

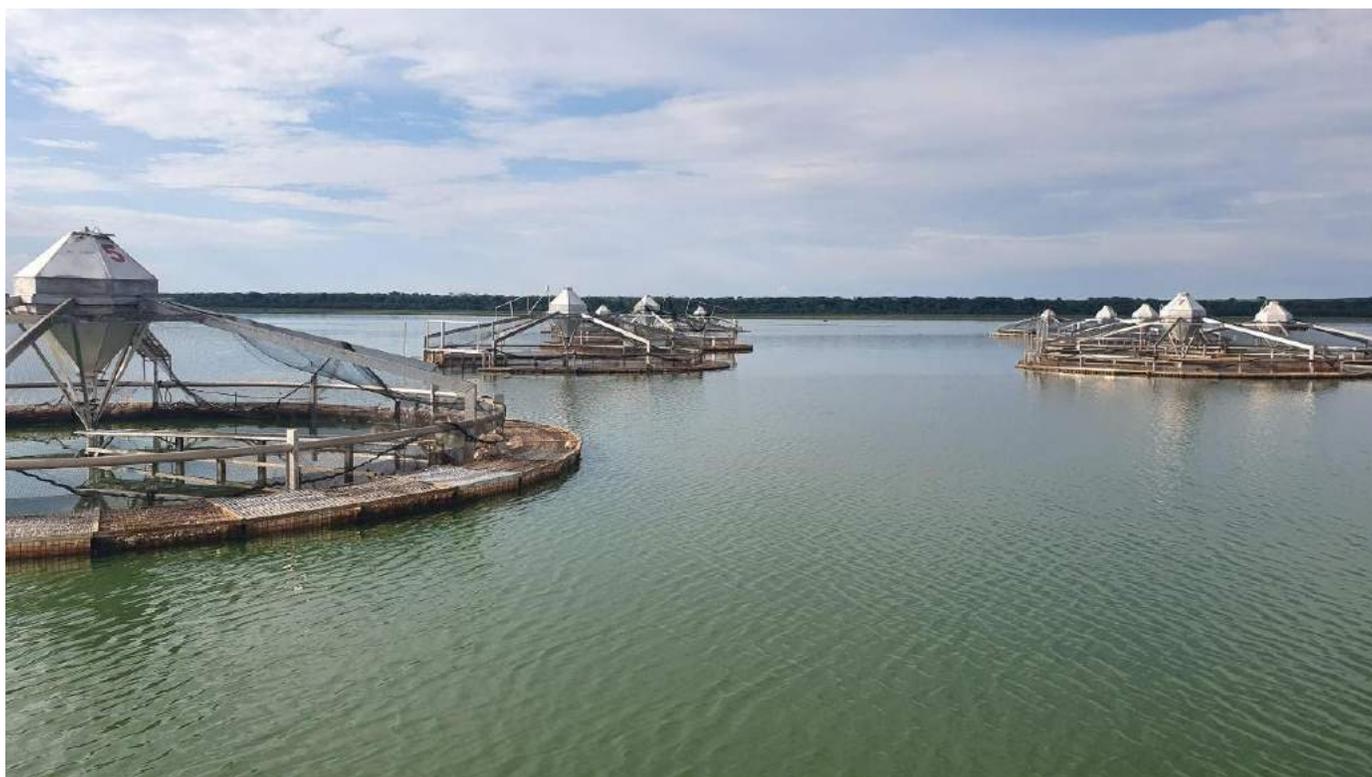


Foto 1: Jaulas grandes de Fisher Piscicultura utilizadas en su sitio de cultivo en Brasil (Crédito de la foto: Fisher Piscicultura).

**"COMO EN LA MAYOR PARTE DEL ÁFRICA SUBSAHARIANA, EL CULTIVO COMERCIAL DE TILAPIA EN EGIPTO Y BRASIL SOLO COMENZÓ A EXPANDIRSE EN LA DÉCADA DE 1990 Y SE ACELERÓ A PARTIR DEL 2000"**

Aunque el cultivo de tilapia ya era una práctica centenaria en Egipto, en las décadas de 1970 y 1980, el gobierno egipcio comenzó a desempeñar un papel crucial en el desarrollo del sector de la tilapia a gran escala. Como parte de un plan para impulsar la producción de tilapia, invirtió en cuatro grandes laboratorios, seis granjas y varios centros de recolección de alevines. El gobierno alentó al sector privado a involucrarse brindando acceso a la tierra y promoviendo otras políticas favorables. Más recientemente, el rápido aumento de la producción ha sido impulsado principalmente por la intensificación de los sistemas agrícolas, así como por una mayor disponibilidad de cepas genéticas avanzadas y alimentos de calidad a precios asequibles. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en 2019 Egipto produjo más de 1 millón de Tm de tilapia (ver Figura 1).

En Brasil, la tilapia sólo se introdujo como especie de acuicultura a finales de la década de 1970. Aunque inicialmente tuvo éxito, la producción pronto se estancó debido a la falta de alevines de calidad, entre otras cosas. Sin embargo, desde mediados de la década de 1990, se han importado de Asia varias cepas mejoradas de tilapia para superar este problema. El rendimiento mejorado de estas cepas y la mayor participación del sector privado de Brasil en la acuicultura han sido factores que han contribuido al crecimiento

de la producción experimentado desde entonces. Si bien la producción anterior estaba dominada por el cultivo en estanques a pequeña escala, las operaciones de cultivo en jaulas a gran escala también han comenzado a desempeñar un papel más recientemente. Según Peixe BR, la asociación de la industria de la acuicultura de Brasil, la producción alcanzó las 486,000 Tm en 2020, significativamente más que las 323,000 Tm reportadas por la FAO (ver Figura 1).

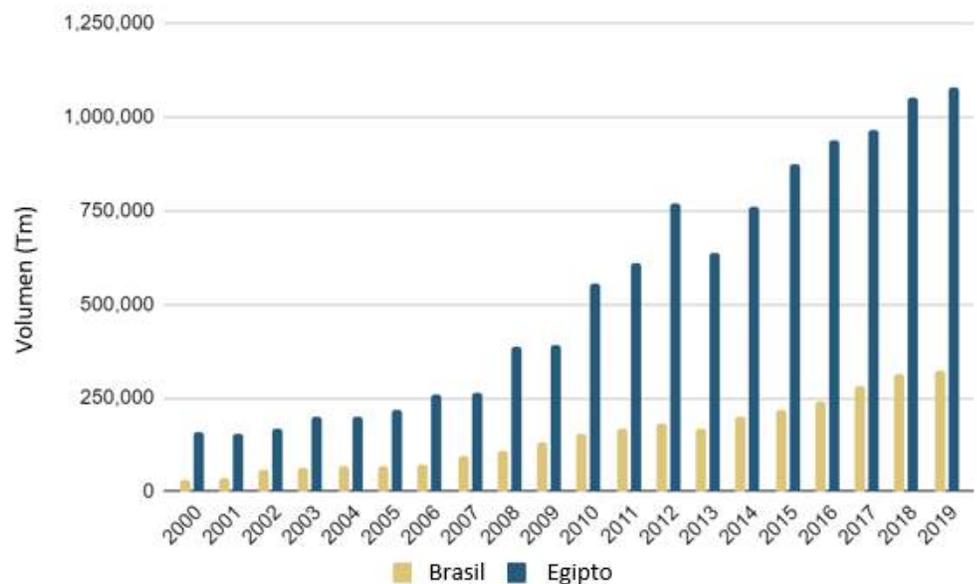


Figura 1: Cifras de producción de tilapia de Egipto y Brasil de 2000 a 2019 (Fuente: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>).

## "LA PRODUCCIÓN DE EGIPTO SE ESTABILIZARÁ, PERO EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE BRASIL APENAS ESTÁ COMENZANDO"

En Egipto, prácticamente toda la producción de tilapia tiene lugar en el delta del río Nilo. El cultivo en estanques representa el 85-90% de la producción. Mientras que antes estaba dominado por sistemas extensivos y semi-intensivos, ahora son comunes los sistemas más intensivos. La mayoría de los acuicultores son pequeños o medianos pero emprendedores. Granjas de propiedad pública y privada se integran verticalmente a escala industrial y complementan su

producción. Es poco probable que el área cultivada de estanques pueda ampliarse aún más debido a la escasez de tierras adecuadas y las limitaciones legales en torno al uso de agua de riego para fines de acuicultura. Lo mismo ocurre con el cultivo en jaulas, que actualmente representa el 10-15% de la producción. Debido al espacio limitado, las preocupaciones ambientales y la competencia por los recursos con los pescadores, la cría en jaulas no se expandirá mucho más. De hecho, en los últimos años, el gobierno ha detenido el cultivo de tilapia en varias regiones favoreciendo la producción de cultivos agrícolas. La situación puede empeorar a

medida que la disponibilidad de agua en el delta del Nilo se vea sometida a la presión de las represas que se están construyendo en Etiopía. Por lo tanto, un mayor crecimiento debe provenir de la intensificación de las prácticas acuícolas.

En Brasil, el cultivo de tilapia está muy extendido, excepto en el Amazonas, donde está prohibido. El cultivo en estanques todavía representa la mayor parte de la producción, pero el cultivo en jaulas se está expandiendo. En el cultivo de estanques, empresas como Copacol y C-Vale, las poderosas cooperativas de Brasil, proporcionan a las granjas de pequeña escala los insumos necesarios (alimentos y alevines), los servicios (construcción de estanques, concesión de licencias y recolección) y compran los peces de los productores para procesar y vender al mercado. Las cooperativas funcionan como plataformas que permiten el crecimiento de los sectores productivos locales. Copacol, por ejemplo, vendió alrededor de 40.000 toneladas de tilapia en el 2020.

La producción en jaulas se desarrolló más recientemente con grandes granjas corporativas como Geneseas y Tilabras (en



Foto 2: Uno de los parques acuícolas integrados verticalmente de propiedad estatal en Egipto. Esta granja produce tilapia y camarones y fue construida por Evergreen, con sede en China. (Fuente: Google Maps).

parte propiedad del antiguo propietario de Regal Springs), así como con la empresa Fisher Piscicultura, aumentando rápidamente la producción. Brasil tiene los recursos de agua dulce más extensos del mundo. Teniendo en cuenta que la acuicultura en jaulas recién ha comenzado a expandirse, hay muchas oportunidades para que crezca. Recientemente, el gobierno ha suavizado y simplificado las regulaciones y el proceso para obtener permisos para usar las aguas federales para la acuicultura, y el sector privado está listo y en condiciones de invertir, lo que significa que la producción de tilapia de Brasil podría llegar a 1 millón de Tm en un futuro cercano.

**"LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS ASEQUIBLES Y DE ALTA CALIDAD JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN LA RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE TILAPIA EN EGIPTO Y BRASIL"**

En algunos países del África subsahariana, la disponibilidad de alimentos

acuícolas asequibles, pero de calidad, se está expandiendo rápidamente; sin embargo, en otros países todavía es limitada. Dado que el alimento representa alrededor del 60-70% de los costos de producción de la mayoría de los productores, estos se enfrentan a dificultades para obtener beneficios sin acceso a alimentos asequibles, pero de calidad. Esta situación es diferente en Egipto y Brasil, donde los alimentos están ampliamente disponibles y los precios normalmente están muy por debajo de \$1/kg; en África subsahariana, los precios normalmente están muy por encima de \$1/kg.

En Egipto, impulsado por el cambio de sistemas acuícolas extensivos a más intensivos, el número de fábricas de alimentos acuícolas ha aumentado de aproximadamente 5 a 10 plantas de principios de este siglo a más de 75 que producen alimentos acuícolas en la actualidad. Prácticamente todos los productores de alimentos para animales tienen la capacidad de producir alimentos para la acuicultura. Sin embargo, solo unas pocas empresas se dedican por completo a la elaboración de alimentos acuícolas, y la calidad de estos es muy diferente. Los

mayores productores de alimentos acuícolas dedicados exclusivamente a este rubro son Skretting y Aller Aqua. Otros productores internacionales de alimentos para animales en Egipto son Haide y Evergreen de China, y De Heus/Koudijs de los Países Bajos. Este exceso de capacidad en términos de producción de alimentos acuícolas da como resultado un panorama altamente competitivo en el que los precios de los alimentos acuícolas se reducen, aunque la mayoría de los ingredientes de los alimentos deben importarse.

En Brasil, los precios de los alimentos también son más bajos que en la mayor parte del África subsahariana. La ventaja de Brasil es que la mayoría de los ingredientes utilizados en la fabricación del alimento de la tilapia se cultivan localmente. Sin embargo, en comparación con Egipto, los alimentos asequibles y de alta calidad están menos disponibles y prácticamente solo están garantizados en las principales zonas productivas. Los productores de los grupos más incipientes pueden pagar precios más altos por el mismo alimento. Peixe BR tiene 16 miembros que producen alimentos acuícolas, pero también hay

otros productores con cierta capacidad de extrusión. Empresas como C-Vale, Copacol y Geneseas han invertido en la producción de alimentos. Otros grandes productores incluyen a Archer Daniel Midlands (ADM), Aginutre y Raguife, pero existen productores de alimentos acuícolas independientes, más pequeños, como AquaFeed.

**"LOS PROGRAMAS DE CRÍA SELECTIVA CONTRIBUYEN A QUE LOS PECES CREZCAN MÁS RÁPIDO Y TENGAN UN MEJOR RENDIMIENTO EN COMPARACIÓN CON LA TILAPIA DISPONIBLE EN LA MAYOR PARTE DEL ÁFRICA SUBSAHARIANA"**

Tanto en Egipto como en Brasil, los programas de cría selectiva han demostrado ser cruciales para el éxito de sus respectivos sectores de tilapia. Dan como resultado, por ejemplo, mejores tasas de crecimiento, tolerancia a la salinidad y la temperatura; resistencia a enfermedades; y mejores rendimientos de filete. Por lo tanto, es lógico que la mayoría de los grandes productores del África subsahariana tengan como objetivo asegurar el acceso a cepas de tilapia mejoradas genéticamente.

En Egipto, desde 2012, WorldFish ha estado ejecutando el programa de cría selectiva de Abbassa

Nile Tilapia (GIANT) genéticamente mejorada. En su decimotercera generación, GIANT ya superó a otras cepas locales en un 12% en tasa de crecimiento y un 48% en rentabilidad debido a una reducción en la tasa de conversión alimenticia (TCA). GIANT se distribuye a laboratorios privados y granjas a través de una red de centros públicos de producción de reproductores y laboratorios. Si bien los beneficios de GIANT son óptimos cuando los criaderos solo usan esta cepa para producir alevines, a menudo cruzan GIANT con otras cepas, lo que significa que parte de su



Foto 3: Una cría de tilapia de Genomar en Brasil (Crédito de la foto: Genomar)

potencial se pierde. Aún se puede ganar mucho usando únicamente la cepa GIANT u otras cepas mejoradas.

Las grandes cooperativas y granjas de Brasil operan instalaciones de reproducción y programas de cría bien desarrollados. En los últimos años, empresas internacionales de genética como GenoMar de EW Group y Spring Genetics de Benchmark han entrado en el mercado brasileño. EW Group ingresó a Brasil de manera agresiva cuando adquirió tres importantes empresas de cría locales: Aquabel, Aqua Americas y Aqua Porto. EW Group ahora está construyendo un mega laboratorio para suministrar reproductores a sus subsidiarias locales y clientes en Brasil, además de otros países de la región. Solo para dar una idea de lo que aporta la genética avanzada, la mayoría de los alevines de tilapia en Brasil pueden alcanzar los 900-1.000 g en 6-8 meses de cultivo; en África subsahariana, en un plazo de 6 meses, los productores

solo pueden cultivar tilapia hasta 500 g como máximo.

En Brasil, hasta 2020, los precios al por mayor de la tilapia entera normalmente fluctuaban entre \$0,85/kg y \$1,15/kg, pero desde mediados de 2019 los precios han aumentado constantemente alcanzando un máximo histórico de \$1,70/kg en febrero de 2021. Desde entonces, los precios han comenzado a bajar levemente. Los filetes de tilapia congelados también se venden a un máximo histórico de \$6-7/kg. En comparación, en Egipto, los precios minoristas de la tilapia entera fresca se encuentran actualmente en \$1,0-1,2/kg, pero normalmente también estarían más cerca del precio de \$1,5-1,7/kg. Todos estos precios están muy por debajo del precio de \$2,25-3,35/kg por el que los productores del África subsahariana venden su tilapia. Pero a medida que crece el volumen de producción, es probable que los precios tengan que bajar a un nivel similar al observado en Egipto y Brasil.

Prácticamente toda la tilapia producida en Egipto y Brasil se consume en el país. En Egipto, el mercado interno consiste principalmente en pescado entero. El mercado en Brasil se divide entre tilapia entera fresca para los consumidores de menos recursos y filetes congelados para los consumidores más pudientes. Debido a las preferencias de los consumidores y la economía de la producción, en Egipto los productores suelen apuntar a la tilapia de 250 a 500 g, que se vende como producto final entero. En Brasil, sin embargo, los productores tienen como objetivo 800-1.000 g de pescado que se vende como producto final entero o para filetes. Mientras que en Egipto la tilapia se vende principalmente a través de canales informales a los mercados, en Brasil la tilapia se vende más comúnmente a través de canales formales a mayoristas y supermercados.

Lo que también hace interesante comparar Brasil

**"LOS MERCADOS DE BRASIL Y EGIPTO ESTÁN MUCHO MEJOR DESARROLLADOS, PERO SON MÁS COMPETITIVOS QUE EN ÁFRICA SUBSAHARIANA"**



Foto 4: Perca pequeña del Nilo (*Lates niloticus*) izquierda, Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) derecha. Zoco de Luxor, Egipto (Crédito de la foto: Travel to Eat)

con el África subsahariana son las inversiones realizadas por los grandes productores en procesamiento, comercialización y distribución. A diferencia de Egipto, donde los comerciantes acopian el pescado y lo venden en el mercado, los grandes productores de Brasil invierten en instalaciones de procesamiento, congelación, almacenamiento en frío y transporte, y entregan el pescado ellos mismos al mercado. En el África subsahariana, las inversiones también suelen incluir una red de pescaderías que permiten vender el pescado en áreas donde el cultivo de tilapia aún no está establecido, para separar la tilapia de

cultivo de los productos de la competencia y para mantener la calidad y la marca del producto hasta su venta.

**"EL APOYO DEL GOBIERNO, LA ADMINISTRACIÓN DE LAS GRANDES GRANJAS CORPORATIVAS Y UN MEJOR ACCESO A LOS ALIMENTOS Y LOS ALEVINES SON REQUISITOS PREVIOS PARA EL CRECIMIENTO"**

No pretendemos comparar directamente a Egipto y Brasil con el África subsahariana. El África subsahariana se encuentra en un estado de desarrollo diferente en términos de su economía, infraestructura

básica y la existencia de una clase media. También existen diferencias dentro de los países que forman el África subsahariana. Sin embargo, hay algunas cosas que observamos en relación con el cultivo de tilapia en Egipto y Brasil que pueden ayudarnos a identificar algunos de los elementos cruciales que, en última instancia, podrían ayudar a expandir el cultivo de tilapia en África subsahariana. Estos se relacionan principalmente con el papel de las granjas a gran escala y el gobierno, así como con la presencia de un mercado de insumos competitivo.

Mirar a Brasil refuerza nuestra creencia de que las granjas a gran escala tienen un papel crucial que desempeñar para hacer que la tilapia cumpla su promesa en el África subsahariana. Al igual que en Brasil, las granjas grandes pueden impulsar la expansión a corto y mediano plazo de la acuicultura en jaulas mediante la ampliación de las granjas existentes y el desarrollo de nuevos proyectos en cuerpos de agua subutilizados. Una vez establecidas, además de proporcionar puestos de trabajo, las granjas grandes pueden encender las industrias locales de tilapia a través de programas de subcontratación que

apoyan a los pequeños productores con todos los insumos necesarios y acceso a los mercados. Si bien esto es ciertamente el caso de la cría en jaulas, puede que lo sea aún más para la cría de estanques, que, a largo plazo, puede tener el mayor potencial de crecimiento. En el África subsahariana, el sector privado, y especialmente las grandes explotaciones, desempeñarán un papel crucial en el desarrollo de la producción de los pequeños piscicultores, y las cooperativas de Brasil pueden ser un buen ejemplo de cómo hacerlo.

Las situaciones tanto en Egipto como en Brasil muestran que la disponibilidad de alimentos asequibles de calidad y la genética avanzada son elementos cruciales para el éxito. Afortunadamente, la disponibilidad de alimentos en África subsahariana se está expandiendo rápidamente, pero el acceso a la genética avanzada sigue siendo limitado. Los gobiernos son fundamentales en el establecimiento de marcos regulatorios que permitan al sector privado producir y suministrar alimentos asequibles y de calidad, y

genética avanzada. También tienen la función de garantizar que la expansión de la industria se produzca de forma organizada y sostenible. Tanto en Egipto como en Brasil, los gobiernos respectivos asumen este papel sopesando los intereses de las diferentes partes interesadas y asegurando que la expansión del cultivo de tilapia no se produzca a expensas de otros. Por lo tanto, los gobiernos de África subsahariana pueden buscar inspiración en Egipto y Brasil.

*Nota: Este artículo fue publicado originalmente en el blog "AquaSpark" el 24 de agosto de 2021. Puede leer la versión original en: <http://www.aqua-spark.nl/aqua-insights>*

# ESTE ESPACIO ESTÁ ESPERANDO POR TI

ANUNCIATE CON NOSOTROS



Para más información:  
[sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com](mailto:sociedadvenezolanadacuicultura@gmail.com)

2021



# EFECTO DE TRES DIETAS COMERCIALES SOBRE EL CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y COLORACIÓN DEL PEZ ORNAMENTAL DE AGUA DULCE *XIPHOPHORUS HELLERI* HECKEL, 1848

María Corrales<sup>1</sup>, Edlin Guerra<sup>1</sup>, José Patti<sup>2</sup> y Nayibe Fermin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Venezuela

<sup>2</sup> Granjas Marinas de Araya, C.A. Estado Sucre, Venezuela

Email: jose.cpatti@gmail.com

## RESUMEN

La coloración es uno de los principales factores que determina el valor de los peces ornamentales en el mercado. En condiciones de cultivo en aguas claras generalmente muestran un color poco atractivo para los compradores. Se emplearon 60 ejemplares de *Xiphophorus helleri* para determinar su crecimiento, sobrevivencia, color y nivel de agrado luego de ser alimentados con tres dietas comerciales (A, B y C), siendo la dieta A un alimento básico en hojuelas y las dietas B y C hojuelas intensificadoras del color. Los individuos fueron cultivados en aguas claras dentro de recipientes de plástico de 10 litros de capacidad y alimentados durante tres semanas. Se utilizaron los componentes RGB de escala [0, 255] para definir el color de los peces. Los valores de RGB se obtuvieron con análisis de imágenes digitales de los peces y el programa Photoshop CS3 versión 10.0. Por otra parte, el nivel de agrado de los peces se midió con un panel de evaluación compuesto por 69 personas. No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento y la sobrevivencia de los peces alimentados con las tres dietas comerciales. Igualmente, no se encontraron diferencias significativas entre los colores de los peces sometidos a los tres tratamientos. Por otra parte, la evaluación de los panelistas arrojó que los peces alimentados con las dietas A y B presentan un color más agradable respecto a los peces alimentados con la dieta C. La discrepancia observada entre los resultados del análisis del color (RGB) y del panel de evaluación sugirió un replanteamiento analítico de los valores RGB. Por ello se realizó un Análisis Canónico discriminante basado en Coordenadas Principales y permutaciones (CAP), usando como criterio que las dietas cambiaban el color de los peces. Se detectó una diferencia significativa, específicamente de la dieta C respecto a las dietas A y B. De las tres dietas comerciales aplicadas, la dieta B resultó ser la más aceptada debido a su influencia positiva en la coloración de los individuos y a su bajo precio en relación a las otras dos empleadas.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura de orden ornamental que se ocupa del cultivo de organismos acuáticos para fines estéticos y didácticos, ha tomado impulso dado el interés que la actividad de la acuariofilia ha

despertado, incrementándose el número y variedad de especies ornamentales tropicales de agua marina, salobre y dulce que son comercializadas (Dayton 1995; Hoff 2001).

El acuarismo y el conocimiento de los peces ornamentales, se desarrolla como un cabal estudio de las condiciones necesarias para mantener un pez en un recipiente artificial, acondicionado para vivir fuera de su medio natural.

Esta actividad se hace accesible a una gran cantidad de personas. Siendo la cría de peces ornamentales un pasatiempo muy practicado (Royero 1993).

Son muchas las especies ornamentales que tienen gran comercialización a nivel nacional y mundial, por su belleza y colorido. Entre las diferentes familias de peces ornamentales que gozan del aprecio y preferencia del acuarista se destaca la familia Poeciliidae que reúne, sin discusión, a los peces más populares de la acuariofilia mundial, ya desde hace bastante tiempo. Entre ellas está *Xiphophorus helleri* Heckel 1848, cuya versatilidad ha permitido obtener gran número de variedades cromáticas, e incluso morfológicas, como las “cola de lira”, o “velo”. La distribución geográfica del género abarca toda la costa atlántica de Centro América, desde México Meridional hasta Guatemala (Simon & Schuster's 1977).

Los organismos de *Xiphophorus helleri* se desarrollan en ambientes con temperaturas entre 22 °C y 23 °C, durezas de 140 a 170 mg/l CaCO<sub>3</sub> y pH entre 7 y 8. Como en todas las especies de poecílicos, los xiphos no presentan

especiales dificultades en lo que a diferenciación sexual se refiere, el macho suele ser más pequeño, y en la aleta caudal posee un filamento que se prolonga, vulgarmente llamado espada, también se observa un órgano junto a la aleta anal denominada gonopodio. Las hembras ovovivíparas no poseen la aleta caudal modificada, son más robustas y presentan una mancha negra en la zona abdominal llamada punto de gravidez. En cautiverio aceptan alimento vivo y seco, y en cuanto a los detalles del acuario, se recomienda contar con una buena iluminación y con gran cantidad de plantas acuáticas que les permita refugiarse a ellos y a sus crías (Simon & Schuster's 1977).

Ciertos factores, como la pigmentación de los peces, determinan su aceptabilidad en el mercado, bien sea en los músculos en el caso de los peces de consumo como la trucha, o en la piel como se observa en los peces de ornamento (Gupta *et al.* 2007). Muchos de los pigmentos que poseen los peces provienen del fitoplancton y el zooplancton que consumen cuando se encuentran en su hábitat natural. En tanques de cultivo masivo,

la fuente de estos pigmentos (carotenoides) no se encuentra disponible. Los carotenoides son un grupo de lípidos solubles producidos por las plantas (fitoplancton y algas). Estos pigmentos son los responsables de la diversidad de colores que se ven en la naturaleza y generalmente son asociados con los tonos amarillos, naranjas y rojos. Mientras las algas y las plantas pueden sintetizar estos pigmentos, los animales son incapaces de producirlos naturalmente y deben obtenerlos de la dieta (Tamaru *et al.* 2001). Los carotenoides, además de favorecer el color, cumplen diversas funciones que benefician a los peces, entre las cuales se puede mencionar las siguientes: favorecer la fertilización, aumentando la proporción de huevos fertilizados, conferir protección contra factores ambientales (luz, alta temperatura, bajos niveles de oxígeno, altas concentraciones de amonio), ser precursores de vitamina A, ayudar a combatir el estrés, incrementar la supervivencia e índice de crecimiento, y finalmente, participar como anticancerígenos y antioxidantes (Diler & Dilek 2002).

El color es más que un efecto cosmético, los consumidores lo asocian con salud y la calidad del pez. En la industria de la acuicultura, los carotenoides han sido incluidos en dietas de salmónidos, crustáceos y peces ornamentales. El alto costo de los pigmentos sintéticos y el crecimiento de la demanda de pigmentos naturales, ha estimulado la producción de fuentes naturales con potencial para la industrialización, siendo las más exitosas la levadura, derivados de crustáceos, plantas y algas (Kalinowski 2006).

Existen una gran variedad de dietas para satisfacer los requerimientos nutricionales de las especies ornamentales. Cada firma comercial tiene sus propias fórmulas, siendo la base de todas un alto contenido en proteína, bajo en sustancias grasas y medio/bajo en fibra. Asimismo, hay dietas específicas, como por ejemplo para alevines, crecimiento rápido, época de cría, peces de agua fría o herbívoros, potenciación de color, etc. (Garvía 2007). Esta última surge debido a los problemas con decoloramiento que han presentado los peces cultivados en aguas claras, siendo rechazados

continuamente por los compradores, que dejan en los tanques peces que no pueden ser vendidos, o que lo son a muy bajos precios (Ako *et al.* 1999).

Ezhil *et al.* (2008) plantean que el color es uno de los principales factores que determina el precio de los peces de acuario en el mercado mundial. Este aspecto es de tal relevancia en el mundo de la acuariofilia, que se han realizado múltiples estudios para determinar las mejores fuentes de carotenoides, así como las concentraciones necesarias y óptimas para que los peces tengan un buen color, contribuyendo a reducir costos en alimento y evitando la saturación donde la pigmentación no aumenta (Harpaz & Padowicz 2007). El uso de paquetes informáticos ha facilitado la realización de estos estudios, ya que permiten analizar imágenes de los organismos vivos, además que puede emplearse cualquier editor de imagen incluido en las computadoras personales, como por ejemplo Adobe Photoshop (Novelo & Gomelsky 2009). Entre algunas investigaciones de este tipo, está la realizada por Wallat *et al.* (2002) en la cual estudiaron el desarrollo del color de la piel en el pez "goldfish", así como también, la identificación del género en el guppy

basándose en el análisis del color de la cola, trabajo que fue realizado por Zion *et al.* (2008).

El análisis de imágenes se ha convertido en un método comúnmente empleado gracias a los diferentes modelos cromáticos que existen, como es el caso del modelo RGB (red, green y blue por sus siglas en inglés), en el cual el color aparece especificado mediante cantidades positivas de rojo, verde y azul con valores presentes en el intervalo [0, 255]. El verdadero color en las imágenes digitales, consiste en 24 bits (3 bytes): 1 byte rojo, 1 byte verde y 1 byte azul en cada píxel (Hancz *et al.* 2003).

Mencionando otros estudios relacionados con la coloración de los peces en relación a las dietas aplicadas. Hancz *et al.* (2003) evaluaron la intensidad del color en goldfish y peces carpa. Wang *et al.* (2006) estudiaron el efecto de dietas suplementarias de carotenoides en la sobrevivencia, crecimiento, pigmentación y capacidad antioxidante en el carácido, *Hyphessobrycon callistus*. Por su parte, Ako *et al.*, (1999) midieron la intensidad del color en alevines de *Xiphophorus helleri* alimentados con dos

dietas diferentes, una elaborada con *Spirulina platensis* y la otra con *Haematococcus pluvialis*, como fuentes de carotenoides; analizando los resultados con un panel de evaluación.

Entre las investigaciones realizadas en el Instituto de Investigaciones Científicas (IIC) se menciona el trabajo de García en 1985, quién llevó a cabo una experiencia utilizando como fuente principal de proteína en las dietas, anfípodos *Talorchestia margaritae* (Stephensen, 1948) a diferentes porcentajes. Posteriormente, El Choumari (1987) evaluó los efectos de pigmentos carotenoides de diferentes fuentes en la alimentación de peces ornamentales *Xiphophorus* sp. (Heckel, 1845) empleando un Atlas de colores.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de tres dietas comerciales sobre el crecimiento, sobrevivencia y la coloración del pez ornamental de agua dulce *Xiphophorus helleri*. Para ello se cumplieron los siguientes objetivos:

- Detectar cambios en la coloración de los peces *Xiphophorus helleri* alimentados durante

tres semanas con tres dietas comerciales.

- Cuantificar el nivel de agrado de coloración del pez *Xiphophorus helleri* que produce en potenciales compradores, teniendo en cuenta el tipo de dieta.
- Determinar el crecimiento en talla de los peces *Xiphophorus helleri* alimentados con tres dietas comerciales durante tres semanas.
- Estimar la sobrevivencia de los peces *Xiphophorus helleri* alimentados durante tres semanas con tres dietas comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la sala de cría (hatchery) del Instituto de Investigaciones Científicas (IIC) del Núcleo Nueva Esparta, en la localidad de Boca de Río, municipio Península de Macanao, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta.

### Diseño Experimental:

Los alevines se obtuvieron mediante la reproducción de adultos provenientes de tiendas de mascotas, en las instalaciones de la sala de cría del Instituto de Investigaciones Científicas (IIC). En total se dispuso de

un banco de 68 individuos hermanos con aproximadamente 30 días de nacidos y alimentados con alimento básico en hojuelas hasta el inicio del experimento.

Se suministraron tres dietas de tres firmas comerciales distintas para someter a prueba la hipótesis nula de que las dietas empleadas no producen cambios en la coloración del pez. Para efectos experimentales, las dietas se denominaron A, B y C. En principio, la dieta A, es un alimento básico en hojuelas para peces tropicales y si es aplicado de forma apropiada no enturbia el agua. La dieta B, está diseñada para promover el desarrollo de los colores rojos y naranjas de los peces tropicales, además, presenta una fórmula que estimula el sistema inmune de los organismos para una salud óptima y larga vida. Contiene ingredientes con alto nivel nutricional, vitaminas, minerales y elementos trazas que son fácilmente digeribles. Adicionalmente, intensifica el brillo natural de los peces. Por último, la dieta C, aumenta la intensificación de los colores y estimula el crecimiento de los peces.

Del banco de individuos disponibles, se seleccionaron

aleatoriamente 60 peces, los cuales fueron divididos en grupos de cinco individuos y separados en recipientes de plástico con 10 litros de capacidad. Estos fueron perforados por toda su superficie para permitir la entrada y salida de agua. En total se emplearon 12 recipientes y se introdujeron en un tanque de cemento de 130 cm x 106 cm x 60 cm, con un volumen operativo de 700 litros con aguas claras durante 3 semanas (Anexo 1). Cada recipiente contó con aireación adecuada. El restante de peces del lote inicial (ocho individuos) fue empleado para calcular las tallas iniciales del lote.

Se asignaron aleatoriamente 4 recipientes para aplicar cada tratamiento, y fueron adecuadamente rotulados con la letra de la dieta correspondiente (i.e. A, B, C) y el número de réplica (i.e. 1, 2, 3 y 4). Los peces fueron alimentados *ad libitum* 2 veces al día durante 3 semanas (Ako 1999), momento en el que culminó la experiencia. Al finalizar, uno de los cinco peces por cada envase fue separado para la prueba de evaluación sensorial. El resto de los individuos fue utilizado para el análisis de color y crecimiento.

### **Análisis Colorimétrico (RGB).**

Los peces fueron escaneados uno por uno empleando un escáner marca Hewlett-Packard, modelo scanjet 2400 series, versión 2.1 para Windows. Estas imágenes fueron analizadas a escala 100% con el procesador de imágenes Adobe Photoshop CS3, versión 10.0. Cada pez experimental fue colocado en una cápsula de plástico y cubierto con un algodón húmedo. Posteriormente se ubicó la cápsula en el escáner y se protegió con una lámina de foami negra para evitar la salida y entrada de luz. La base de vidrio del escáner fue referenciada con papel milimetrado para estimar la talla de los peces. Las imágenes obtenidas de los peces se analizaron colorimétricamente con el modelo RGB propuesto por la "Comisión Internacional en Iluminación" (CIE 1976). Este método ha sido empleado exitosamente para evaluar colores en peces ornamentales (Hancz *et al.* 2003). Con la finalidad de evitar que la heterogeneidad natural de la distribución de color en el cuerpo de cada individuo dificultara detectar potenciales efectos de las dietas, la imagen del pez fue dividida en 4 áreas: zona 1 (pre-orbital), zona 2 (dorsal medio), zona 3 (pedúnculo

caudal) y zona 4 (vientre) (Anexo 2). En cada área se tomaron los valores R, G y B de diez puntos aleatorios con la herramienta "cuentagotas" (Anexo 3).

### **Determinación del Nivel de Agrado en Base al Color del Pez**

Como ya se planteó, se retiró un pez aleatoriamente de cada recipiente. Cada individuo se introdujo en un recipiente de vidrio de 900 ml. En total se dispuso de 12 recipientes, cada uno identificado con un número de 3 cifras. La identidad de la dieta con que fue alimentado cada pez fue desconocida para los panelistas (Anexo 4).

Para determinar el nivel de agrado en base al color, se aplicó un panel sensorial siguiendo las indicaciones de Pedrero y Pangborn (1997), donde 69 participantes evaluaron los peces de cada tratamiento y mediante una escala hedónica de 7 puntos determinaron el nivel de agrado hacia los peces basándose en su color (Anexo 5).

### **Determinación de Crecimiento y Sobrevivencia de los Juveniles**

La talla de cada pez se obtuvo de las imágenes digitales y con ayuda del

programa Photoshop CS3 v10.0. Se empleó la herramienta “regla” para obtener la longitud total del pez, midiendo desde el ápice de la cabeza hasta el extremo de la aleta caudal. Para ello se calibró la escala de la imagen a 1 cm con una regla milimétrica incluida en la foto. La longitud inicial fue calculada escaneando los ocho peces que no fueron sometidos a los tratamientos, posteriormente estos individuos fueron descartados de la experiencia. La longitud final fue calculada escaneando el resto de los peces previamente sometidos a las tres dietas diferentes (Anexo 6). El crecimiento se obtuvo con la ecuación (1):

$$C = \bar{X} L_f - \bar{X} L_o \quad (1)$$

Donde C representa el crecimiento,  $\bar{X} L_f$  el promedio de longitudes finales para cada tratamiento y  $\bar{X} L_o$  el promedio inicial estimado a partir de los ocho individuos que no fueron sometidos a las dietas.

La sobrevivencia fue determinada al final de la experiencia empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{N^\circ \text{ final de peces}}{N^\circ \text{ inicial de peces}} \times 100 \quad (2)$$

## Análisis Estadísticos

### 1. Determinación de crecimiento

Para evaluar si los peces crecieron durante la experiencia, se sometió a prueba la hipótesis nula de que los peces alimentados con cualquier dieta aumentaron su longitud respecto a los medidos inicialmente. Para ello se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_o: \mu_{\text{final}} \leq \mu_{\text{inicial}}$$

$$H_a: \mu_{\text{final}} > \mu_{\text{inicial}}$$

Donde  $\mu_{\text{final}}$  representa el promedio de tallas al final del experimento y  $\mu_{\text{inicial}}$  el promedio de tallas de los peces antes de iniciar el experimento. Esta hipótesis nula se evaluó con una prueba Z de una cola (ecuación 3) y tolerancia de error tipo I del 5 %.

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (3)$$

Luego, se realizó una comparación pareada entre los crecimientos de las tres dietas, siendo la hipótesis nula que los crecimientos de los peces alimentados con las tres dietas fueron iguales al final del experimento. Para evaluar esta hipótesis se realizó una prueba t-student para un  $n < 50$ , cuyo estadístico se obtiene de la ecuación:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

Donde X representa el promedio de la dieta y n el número de muestras. El estadístico observado t se contrastó con un t tabulado con grados de libertad  $n_1 + n_2 - 2$ . Ambas pruebas fueron realizadas con el programa Excel 2007.

2. Determinación del análisis colorimétrico (RGB). El color se define por los valores en los componentes R, G y B. Por tanto, las diferencias en la coloración de los peces se deben reflejar en la magnitud de los valores de estos componentes. Para detectar estas diferencias se empleó estadística multivariada y multifactorial computacionalmente intensiva. Cada punto, en cada área del individuo, fue relacionado con cada punto de cada área de todos los peces experimentales, usando para ello distancias euclidianas. La matriz de distancias entre puntos fue analizada con análisis de varianza. En principio, la variación total entre todos los puntos se descompuso con un modelo lineal mixto multifactorial cuyos principales términos fueron: dieta, zona, jaula e individuo, presentados de la siguiente manera:

- Individuo (aleatorio, anidado en jaula, n= 5).
- Jaula (aleatorio, anidado en dieta, n= 4).
- Zona (fijo, ortogonal a dieta, jaula e individuo, b= 4).
- Dieta (fijo, ortogonal a zona, a= 3).

La hipótesis nula de cada término se evaluó con análisis de varianza multivariado basado en permutaciones – PERMANOVA (Anderson 2001a). Este método, a diferencia del convencional MANOVA, libera al usuario de cumplir con el supuesto de Multinormalidad de los datos (Anderson 2001b). La similitud relativa de los peces en cuanto a color se representó con un MDS (Escala mientro Multidimensional no métrico).

Debido a la imposibilidad de calcular potencia en análisis basados en permutaciones, se evaluó la potencia para detectar como significativo las diferencias observadas por cada componente de color entre los tratamientos, usando las tablas convencionales de potencia y el programa GPower (Faul *et al.* 2007). De igual forma, fue necesaria la aplicación de análisis discriminantes canónicos basados en Coordenadas Principales (Anderson & Willis 2003)

para detectar diferencias de color entre los peces alimentados con distinta dieta.

### 3. Determinación del nivel de agrado en base al color del pez.

Para someter a prueba la hipótesis nula que plantea que todas las dietas producen el mismo nivel de agrado por el color de los peces, se realizó un análisis de varianza de una sola vía siendo el factor de contraste las dietas. La hipótesis nula se sometió a prueba utilizando 4999 permutaciones de los valores entre tratamientos. Este procedimiento libera de la restricción impuesta por el supuesto de normalidad que exige el ANOVA convencional. La homogeneidad de la varianza fue chequeada con la prueba Levene. Todos los análisis estadísticos relacionados con el color fueron realizados con el

programa PRIMERv6 & PERMANOVA (Anderson *et al.* 2008).

## RESULTADOS

### 1.Crecimiento y Supervivencia

Las dietas A y B obtuvieron 100 % de supervivencia, mientras que la dieta C obtuvo un 95%.

La longitud promedio inicial de los peces fue de 1,7 cm ( $r= 0,17$ ). El crecimiento de los peces por dietas se observa en la figura 1, en todos los casos se rechazó la hipótesis nula con  $p < 0,05$ . Este resultado indica que el crecimiento de los peces alimentados con las dietas A, B y C fue estadísticamente significativo (Tabla 1). No obstante, no se encontraron evidencias para rechazar la hipótesis nula que planteaba igual crecimiento de los peces alimentados con las dietas experimentales (Tabla 2).

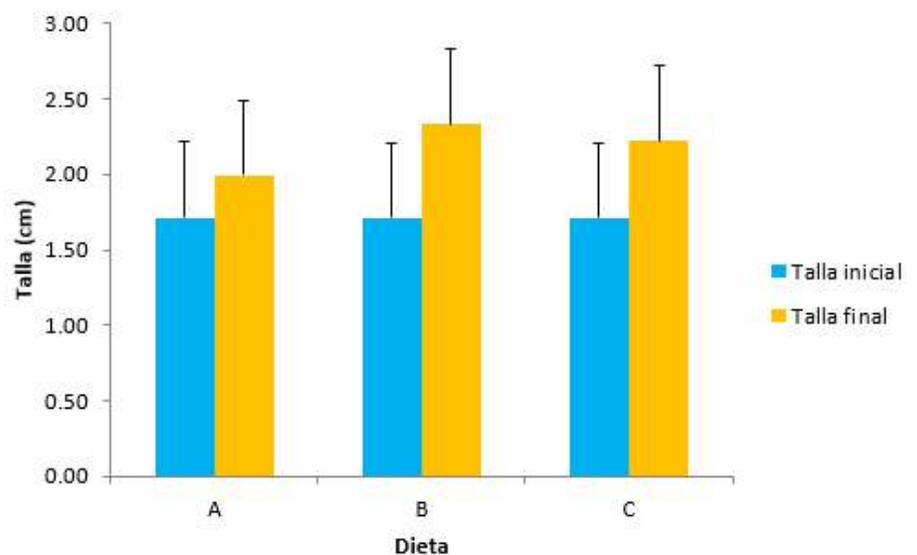


Figura 1. Crecimiento de los peces luego de haber sido alimentados con las dietas comerciales.

Dieta	X	DE	Zobservado	Valor- P
A	1,99	482	2,321576763	< 0,05
B	2,33	482	5,130705394	< 0,05
C	2,22	482	4,207468880	< 0,05

Tabla 1. Prueba z de una cola para determinar si las tallas de los peces luego de los tratamientos experimentales fueron mayores a la talla promedio inicial.

Dietas	X	DE	t	Valor- P
A – B	1,99	482	2,140456585	49
A – C	2,33	482	1,313628879	209
B – C	2,22	482	0,577214010	572

Tabla 2. Prueba t-student de dos colas para someter a prueba la hipótesis nula que el crecimiento fue igual en todos los peces, independientemente de la dieta con que se alimentaron.

### 1. Análisis Colorimétrico (RGB).

Los valores RGB promedio y desviación estándar para cada zona por tratamiento se presentan en la tabla 3 y en la figura 2. En ellas se puede apreciar que los

componentes RGB tuvieron magnitudes muy similares entre tratamientos, pero relativamente diferentes entre zonas. Adicionalmente, se puede apreciar un claro predominio del color rojo en las tres dietas en todas las zonas. Por otra parte, los

valores de G y B, fueron muy similares entre los tratamientos, pero se observaron los mayores valores en las zonas 1 y 3 (Figura 2).

En la tabla 3, se presenta la descomposición de la variación total en la coloración de los peces según el modelo lineal mixto, así como la probabilidad de cada término bajo la hipótesis nula correspondiente. Sin embargo, no se encontraron evidencias estadísticas para descartar la hipótesis nula de no efecto de las dietas en la coloración de los peces (Fuente de variación: Dieta  $p > 0,05$ ), así como tampoco se detectó ningún efecto específico de la dieta sobre alguna zona del pez (Fuente de variación: Dieta x Zona  $p > 0,05$ ). En efecto, en la figura 3, se pueden observar las similitudes relativas del color entre los peces al finalizar el experimento. Claramente se aprecia una superposición de los individuos de las tres dietas, con muy poca o ninguna separación entre los tres grupos.

Sin embargo, se detectaron diferencias significativas entre individuos y entre las zonas de cada individuo (Fuentes de variación: Individuo y Zona x Individuo  $p < 0,05$ ). Este resultado

R												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Promedio	179	179	179	179	183	184	184	184	183	183	183	183
Desv. Est	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

G												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Promedio	162	153	167	153	164	158	169	157	165	160	172	159
Desv. Est	7	9	9	8	7	10	7	8	7	8	7	7

B												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Promedio	159	139	155	140	162	142	156	144	163	142	158	144
Desv. Est	8	15	14	12	7	9	11	10	8	12	13	10

Tabla 3. Promedios y desviación estándar de los componentes RGB para cada zona por tratamiento.

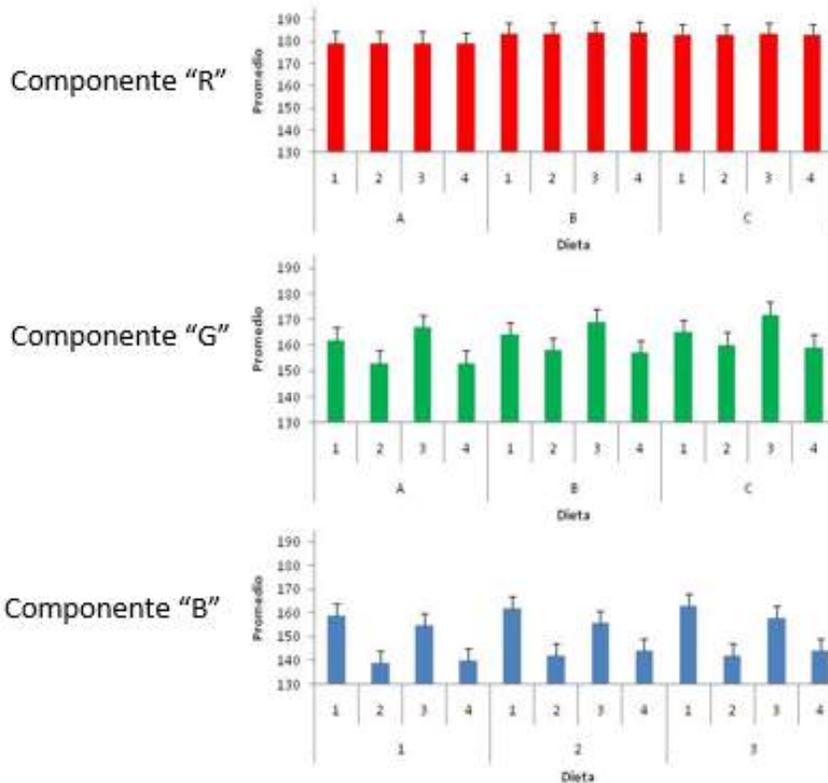
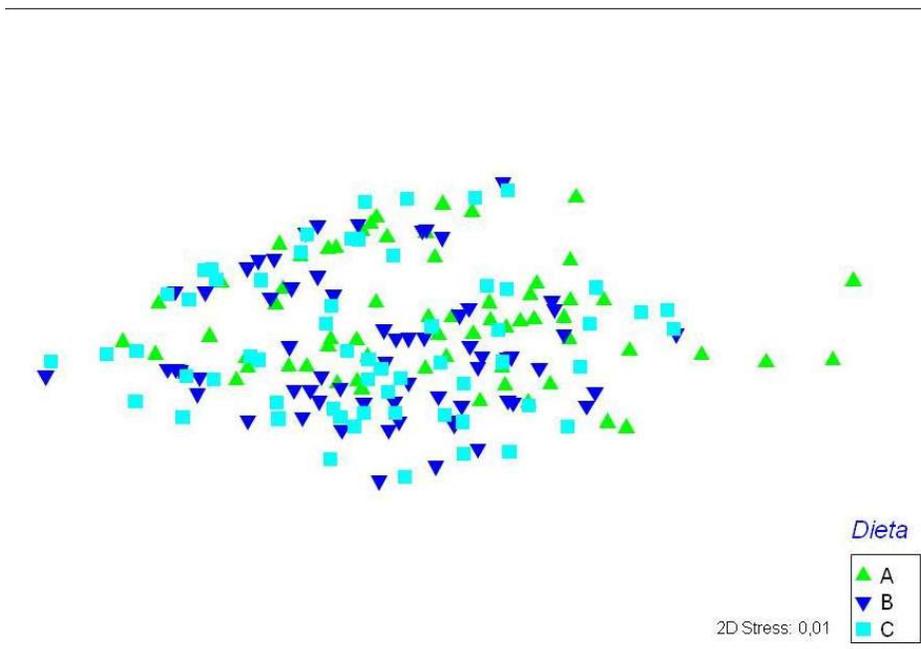


Figura 2. Promedios y desviaciones estándar de los componentes RGB calculados en los peces alimentados con las dietas A, B y C.

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	Pseudo-F	Valor- P
Dieta	2	16029	8014	1,40	268
Zona	3	1,8473 x 10 <sup>5</sup>	61577	223,86	1
Jaula (Dieta)	9	51526	5725	1,25	297
Dieta x Zona	6	1650	275	0,88	550
Individuo Jaula (Dieta)	35	1,6021 x 10 <sup>5</sup>	4577	128,75	1
Zona x Jaula (Dieta)	27	8392	310	0,91	640
Zona x Individuo jaula (Dieta)	105	35842	341	9,60	1
Residuo	1128	40105	36		
Total	1315	4,9968 x 10 <sup>5</sup>			

Tabla 4. Resultados del PERMANOVA basado en distancias euclidianas y 4999 permutaciones para detectar diferencias en la coloración (R, G y B) de los peces alimentados con tres dietas comerciales.



indica una fuerte variación en la coloración de las zonas dentro de un mismo pez, pero además que la coloración varía significativamente de pez a pez, independientemente de la dieta. Finalmente, no se detectó variación significativa entre las jaulas de ninguna dieta (Fuentes de variación: Jaula y Zona x jaula  $p > 0,05$ ).

Para descartar el haber cometido Error Tipo II al indicar no efecto de la dieta sobre el color del

Figura 3. Escala Multidimensional de los valores RGB, calculados en los peces alimentados con las dietas A, B y C.

R												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Potencia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

G												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Potencia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

B												
Dieta	A				B				C			
Zona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Potencia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 5. Potencia para detectar como significativo las diferencias observadas en los componentes R, G y B para cada zona de los peces alimentados con las dietas A, B y C.

pez, se realizaron análisis de potencia para cada componente de color entre dietas por zona. En todos los casos la potencia estuvo cercana a 1, lo cual indica que el número de peces empleado fue suficiente para detectar como significativo las pequeñas diferencias observadas (Tabla 5). Por tanto, no se encontraron evidencias estadísticas para rechazar la hipótesis nula, la cual plantea que las dietas usadas en este estudio no afectaron el color de los peces.

**2. Nivel de Agrado por los Peces con Base en su Coloración.**

La valoración del color de los peces se representa con promedios y barras

de desviación estándar en la figura 5. La tendencia de los panelistas fue valorar los peces alimentados con las dietas A y B con mayor agrado que los alimentados con la dieta C (Figura 4).

Se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en el nivel de agrado de los panelistas por el color de los peces según la dieta con que fueron alimentados

(Tabla 6). Los análisis pareados con la t-student (Tabla 7), ratifican que entre las dietas A y B no existen diferencias, sin embargo, ambas dietas difieren significativamente de la valoración que se tuvo de los peces alimentados con la dieta C. Por tanto, la evaluación sensorial arrojó evidencias para indicar que las dietas afectan la percepción que se puede tener en el color de los



Figura 4. Cálculo de medias para el nivel de agrado basado en la coloración de los peces alimentados con las dietas A, B y C.

peces, particularmente el color que estimula la dieta C respecto a la A y B. Estos resultados, sin embargo, no coinciden con el resultado del PERMANOVA y el MDS que se les aplicó a los valores RGB de cada pez.

no diferencia en el color de los peces alimentados con las dietas A, B y C, por lo que se concluyó que las dietas no afectaron los colores de los peces; sin embargo, los panelistas tuvieron la capacidad de

teniendo como factor discriminante las dietas A, B y C.

La ordenación resultante se plantea en la Figura 5. En esta se observa un ligero desplazamiento del grupo C respecto a las otras dos dietas. Tomando en cuenta el eje con mayor correlación discriminante (Tabla 8), se realizó un histograma de la distribución de frecuencia con ajuste normal de los puntos para esa coordenada canónica, apreciándose con mayor claridad la diferencia de la dieta C respecto a las dietas A y B, las cuales se encuentran completamente superpuestas (Figura 6). Por otro lado, se realizaron dos pruebas estadísticas (Pillai's trace y Roy's greatest) y 4999 permutaciones para determinar la significancia del eje discriminante (Tabla 9). Ambas pruebas indican que existen dos grupos, siendo uno de ellos los peces de las dietas A y B y el otro los alimentados con la dieta C. Estos resultados sugieren que las dietas sí pudieron afectar la coloración de los peces, siendo las dietas A y B las que intensificaron más esta característica.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Dieta	26,174	2	13,087	12,766	0,0001
Residuo	209,130	204	1,025		
Total	235,300	206			

Tabla 6. Resultados del ANOVA para el nivel de agrado de los peces en base a su coloración, calculados por los panelistas mediante la evaluación sensorial.

Grupos	t	Valor- P
A – B	1,0018	0,3546
A – C	4,9981	0,0001
B – C	3,6635	0,0004

Tabla 7. Análisis t- pareado para el nivel de agrado basado en la coloración de los peces alimentados con las dietas A, B y C.

### 3. Análisis discriminante: ¿Existen efectos de la dieta en el color?

El análisis realizado a los componentes RGB, a pesar de contar con la mayor potencia posible, no permitió rechazar la hipótesis nula que plantea

detectar ciertas diferencias de colores entre los peces. Esta disyuntiva plantea tres eventos excluyentes: 1) El método RGB no es capaz de diferenciar colores; 2) Los panelistas identificaron un falso grupo; 3) Algún artefacto analítico está impidiendo que los resultados coincidan. Para identificar cuál de estos ocurre, se aplicó un Análisis Canónico discriminante de Coordenadas Principales (CAP) a los datos RGB,

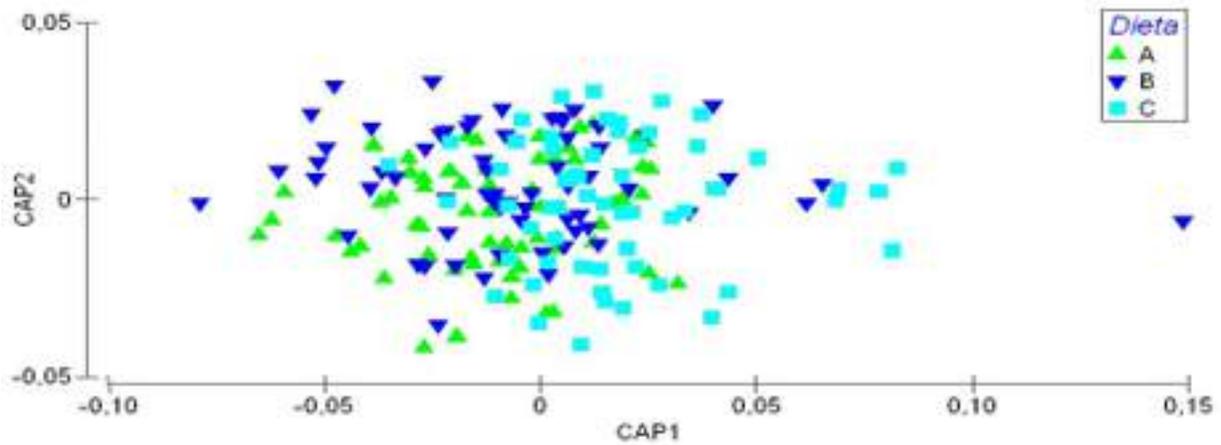


Figura 5. Análisis Canónico de Coordenadas Principales de los valores RGB.

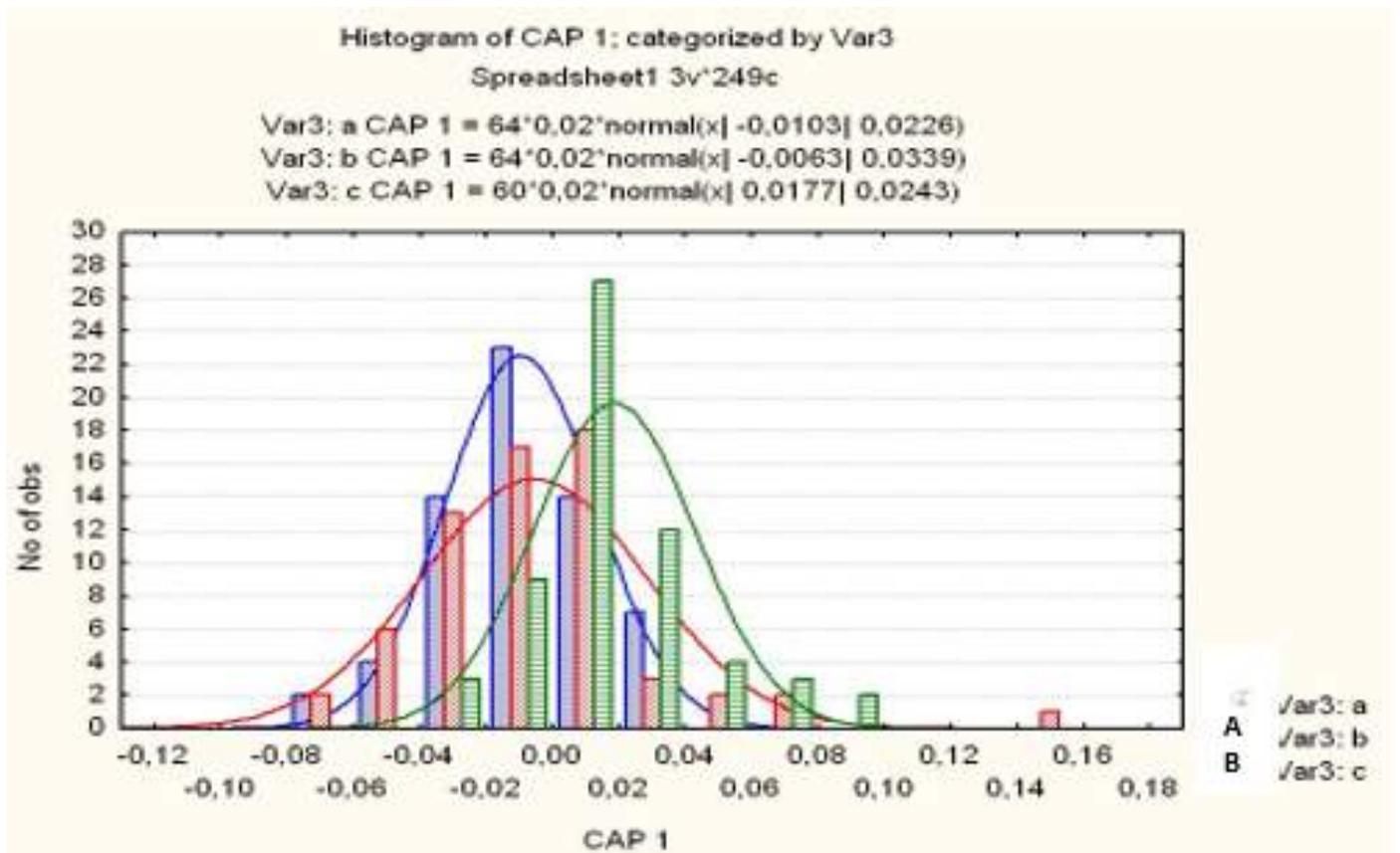


Figura 6. Histograma de CAP1 de los valores RGB.

Valor	Correlación	Cuadrado de Correlación
1	0,4097	0,1679
2	0,2244	0,0503

Tabla 8. Análisis Canónico de Coordenadas Principales de los valores RGB.

Test	Valor- P
Pillai's trace (tr(Q_m'HQ_m))	1
Roy's greatest (delta_1^2)	1

Tabla 9. Pruebas de confiabilidad para el CAP1.

## DISCUSIÓN

### 1. Crecimiento y Sobrevivencia

Los peces crecieron durante las tres semanas de tratamiento, sin embargo, no hubo un efecto de las dietas en estos resultados. Coincidiendo con los valores de crecimiento obtenidos por Wang *et al.* (2006) quienes, después de ocho semanas de alimentación y usando dos tipos de carotenoides en las dietas para el pez ornamental *Hyphessobrycon callistus*, concluyeron que los carotenoides empleados no influyeron en el crecimiento. No obstante, el alto nivel proteínico contenido en las tres dietas empleadas en este estudio podría sugerir, que el tiempo experimental fue

muy corto para poder observar aumentos y diferencias significativas en el crecimiento de los peces de las tres dietas (Anexo 7).

Aun cuando en el cultivo de especies ornamentales, la producción se basa en la cantidad de individuos y no en la biomasa; ya que se comercializan por unidad; la talla debe ser tomada en cuenta a la hora de considerar los costos de producción, pues éstos serán más altos si se invierte una mayor cantidad de alimento para poder llevar los organismos a la talla comercial. Tomando en cuenta los precios de las dietas aplicadas (Anexo 7), la dieta B, con un valor de 731 Bs/Kg sería la más recomendada, puesto que es la más económica y con ella se obtuvieron los

mismos resultados de crecimiento que con las dietas A y C.

Igualmente, la sobrevivencia de los peces, no se vio afectada por las dietas aplicadas, coincidiendo con los resultados obtenidos por Harpaz y Padowicz (2007) quienes calcularon la intensificación del color en el pez ornamental *Microgeophagus ramirezi*, adicionando oleoresina de paprika como fuente de carotenoide.

### 2. Análisis Colorimétrico (RGB).

Se observó una diferencia significativa ( $p= 0,001$ ) de los valores RGB en las 4 zonas estudiadas, resultados similares a los obtenidos por Kalinowski (2006), quien estudió el efecto en el crecimiento y el color en el pargo rojo (*Pagrus pagrus*) alimentado con diferentes fuentes de carotenoides, obteniendo diferencias de color en las 3 diferentes zonas estudiadas del pez. Estos resultados, sugieren

una deposición progresiva de los carotenoides en las 4 zonas del cuerpo (Bjerkeng 2000. En: Kalinowski 2006).

Los peces sometidos al experimento fueron de la misma prole para evitar variaciones en cuanto a la edad e influencia genética. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el color de los peces, tanto de la misma dieta como de la misma jaula. Posiblemente esto se debió a la capacidad de algunos para ingerir más alimento debido a su rapidez o agilidad a la hora del nado.

El componente que predominó en los peces de los tres tratamientos fue el rojo (R), probablemente debido a que todas las dietas incluyen en sus ingredientes fuentes naturales de astaxantina (carne de camarón, levadura, algas), el cual es un carotenoide de cromóforo largo causante de la coloración roja (Bjerkeng 2000. En: Kalinowski 2006).

Interpretando el comportamiento de los tres componentes en cada dieta, en el caso de R, no presentó diferencias significativas entre las zonas estudiadas ni entre las dietas. Sin embargo, G y B a pesar de no variar entre dietas, sí predominaron en

las zonas 1 y 3. Hancz *et al.* (2003) obtuvieron decrecimientos de B, en goldfish alimentados con paprika, y al igual que en este estudio, los valores de G se mantuvieron iguales. Estos resultados pudieron deberse a que las tres dietas utilizadas eran ricas en  $\beta$ -caroteno (plantas acuáticas, algas marinas, pimentón, zanahoria y espinaca), carotenoide que es capaz de intensificar los tonos verde-azules además del rojo (Ako *et al.* 1999).

### 3. Nivel de Agrado en Base al Color de los Peces.

Los panelistas encontraron diferencias significativas entre los colores de los peces alimentados con las tres dietas. Aquellos organismos que fueron tratados con las dietas A y B recibieron puntuaciones significativamente más altas que los organismos alimentados con la dieta C. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ako *et al.* (1999), quienes también aplicaron un panel de evaluación a ejemplares de *Xiphophorus helleri*, obteniendo puntuaciones más altas para los individuos alimentados con carotenoides durante tres semanas.

### 4. Análisis discriminante: ¿Existen efectos de la dieta en el color?

Mediante el Análisis Canónico de Coordenadas Principales se observó que las dietas afectaron la coloración de los peces, siendo la dieta C la que menos intensificó el color de los mismos. A pesar de que esta dieta plantea el aumento de los colores, los resultados pudieron deberse a un bajo contenido en nivel de carotenoides con respecto al contenido de las dietas A y B. Otro factor que probablemente pudo haber originado la poca coloración de los peces sometidos al tratamiento C, es que quizás carezca de atractividad, reduciendo sus probabilidades de ser ingerido, es decir, que la pigmentación de estos organismos pudo verse afectada por la fuente de carotenoide y de otros ingredientes de la dieta (Bjerkeng 2000. En: Kalinowski 2006).

Es importante señalar que, en los peces de los tres tratamientos, la pigmentación pudo verse afectada por el color del entorno y la iluminación (Sugimoto 1993; Duray *et al.* 1996; Crook 1997; Healey 1999; Papoutsoglou *et al.* 2000; Rotllant *et al.* 2003), ya que fueron cultivados en la sala de cría donde no

recibieron luz solar directa, a pesar de que durante el día si percibieron cierta claridad. El estrés de la manipulación y los métodos de muestreo también pudieron influenciar negativamente el brillo de la piel de los peces (Qun Lin *et al.* 1998); a pesar de que solo se realizaron muestreos al inicio y al final de la experiencia.

Las dietas comerciales tienden a usar astaxantina y cantaxantina sintética como fuentes de carotenoide, siendo éstas menos digeribles y además motivo de encarecimiento de la dieta (Higuera *et al.*, 2006). Los peces ornamentales requieren entre 50 y 400 mg/L de carotenoides sintéticos para igualar los colores de aquellos que son mantenidos con alimento vivo (Mandal *et al.* 2010). Por ello, determinar la concentración necesaria u óptima de carotenoides para que los peces tengan un buen color, contribuye a reducir costos, ya que existe un punto de saturación donde la pigmentación no aumenta (Harpaz y Padowicz, 2007). Las tres dietas empleadas en este experimento difieren en el precio y observando los resultados, se puede decir que el alimento de mayor precio fue el menos efectivo en la promoción del color

de los peces, así como el menos preferido por los panelistas (Anexo 7). Esto quiere decir, que el comprador está pagando más por un producto que no cumple con lo ofrecido y en el caso del acuicultor, este hecho aumenta sus costos de producción.

Wallat *et al.* (2005) plantean que el almacenamiento y la manipulación de los alimentos afectan sus propiedades, ya que al verse en contacto con el oxígeno por un tiempo prolongado, los nutrientes y carotenoides tienden a oxidarse. Esto fue corroborado con un estudio realizado por los mismos autores, quienes suministraron diferentes dietas comerciales a goldfish de la variedad Red Oranda, algunas fueron almacenadas en un refrigerador (- 20 °C) para evitar el proceso oxidativo, mientras que las otras se mantuvieron a temperatura ambiente. Con lo cual observaron mayor coloración de la piel en los peces alimentados con las dietas refrigeradas. En el estudio acá expuesto, las dietas fueron mantenidas en el laboratorio con temperatura de 19 °C aproximadamente, por lo que se descarta la oxidación de las mismas.

La similitud de los resultados arrojados por la evaluación sensorial y el CAP, podrían indicar que tal como plantea Saxena (1994) el color, es uno de los principales factores que determina la preferencia del consumidor por el producto.

## CONCLUSIONES

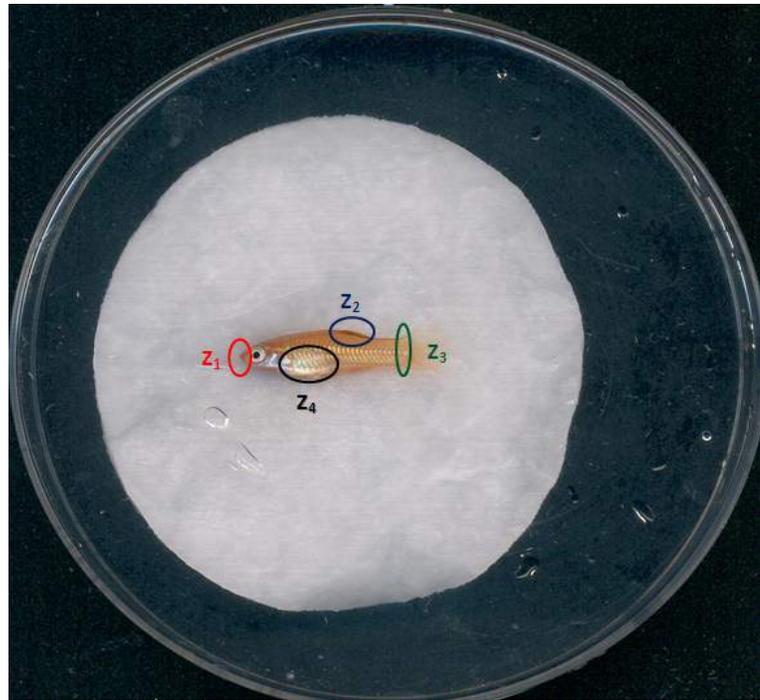
- La longitud de los peces aumentó luego de haber sido sometidos al tratamiento durante las tres semanas, más el crecimiento no se vió influenciado por las dietas.
- Se obtuvo una sobrevivencia del 100% en los tratamientos A y B, mientras que en la dieta C la sobrevivencia fue de 95%.
- El análisis de las imágenes digitales determinó que las dietas no afectaron la coloración de los peces.
- Los panelistas otorgaron las puntuaciones significativamente más altas a los peces alimentados con las dietas A y B, mientras que los peces sometidos al tratamiento C obtuvieron menor receptividad por parte de los evaluadores.

- El Análisis Canónico de Coordenadas Principales arrojó que efectivamente las dietas afectaron el color de los peces, siendo la dieta C la menos influyente.

- Se puede decir que el color de los peces es un factor determinante en la preferencia de los mismos por parte del consumidor.

- El análisis de imágenes digitales y el panel de evaluación, son efectivos para la determinación del color en organismos vivos. Son accesibles y económicos.

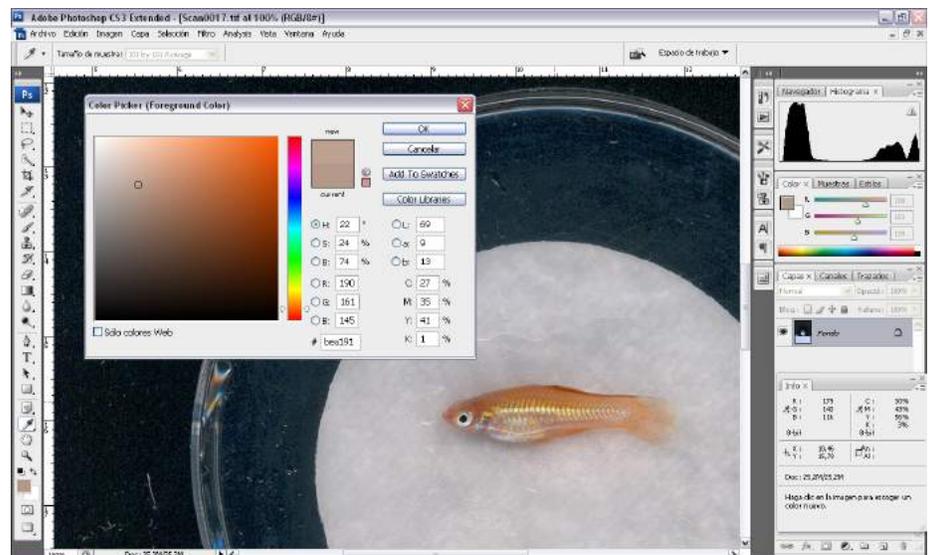
- La dieta B es la más eficiente, debido a que aumentó la talla de los peces, intensificó su color y es la más económica de las tres empleadas en este experimento.



Anexo 2. Zonas del pez donde fueron tomados los valores RGB.



Anexo 1. Diseño experimental para la administración de las dietas A, B y C a los ejemplares *Xiphophorus helleri*.



Anexo 3. Cálculo de los valores RGB empleando la herramienta "cuentagotas" del programa Adobe Photoshop.

Referencias citadas disponibles bajo solicitud.

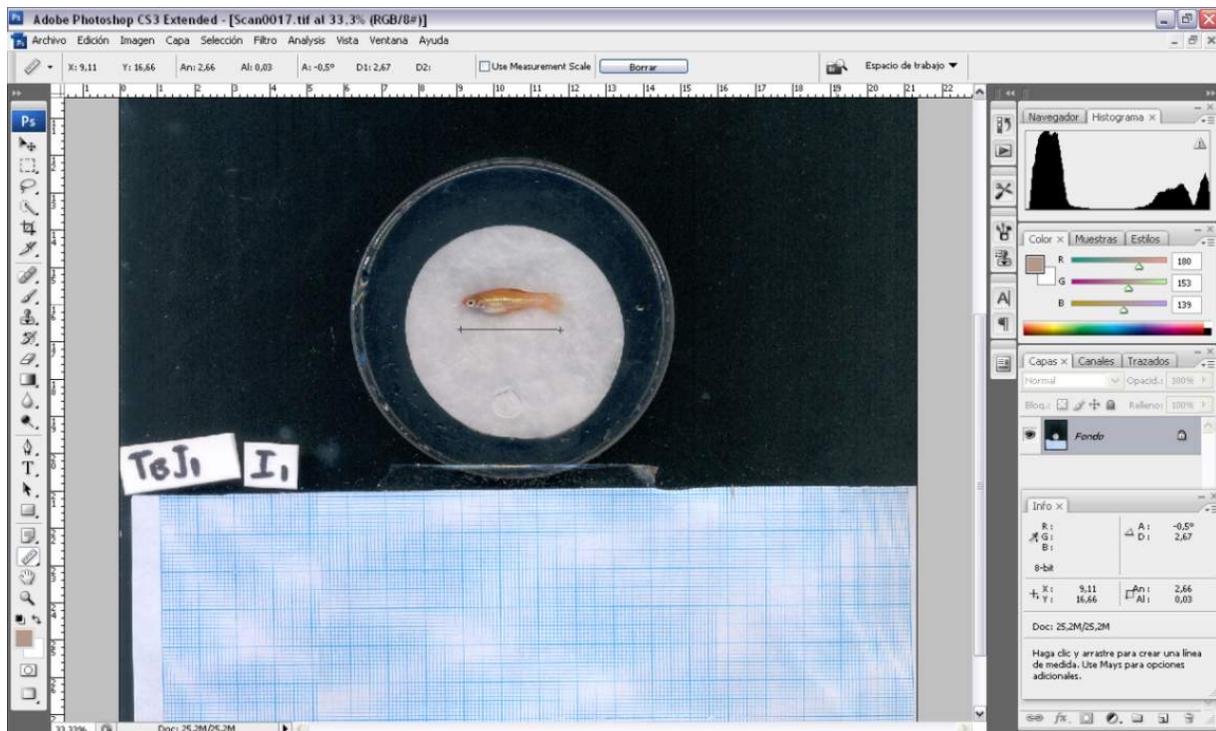


Anexo 4. Montaje de la evaluación sensorial para el cálculo del nivel de agrado de los peces basados en el color.

Apreciado panelista: A continuación, se le presentan 3 ejemplares de *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1848) con sus respectivos códigos. Por favor escriba cada código entre paréntesis e indique su nivel de Agrado/Desagrado respecto a la **COLORACIÓN** del pez.

	CÓDIGOS		
<b>COLORACIÓN</b>	( )	( )	( )
Me agrada extremadamente	_____	_____	_____
Me agrada mucho	_____	_____	_____
Me agrada ligeramente	_____	_____	_____
Me es indiferente	_____	_____	_____
Me desagrada ligeramente	_____	_____	_____
Me desagrada mucho	_____	_____	_____
Me desagrada extremadamente	_____	_____	_____

Anexo 5. Encuesta para los panelistas en la evaluación sensorial.



Anexo 6. Cálculo de la longitud total de los peces, empleando la herramienta "regla" del programa Adobe Photoshop.

A	B	C
<b>PRECIOS</b>		
1000 Bs / Kg	731 Bs / Kg	1818 Bs / Kg
<b>FUNCIÓN</b>		
Básico	Promueve el desarrollo natural de los colores naranja y rojo.	Promete un aumento en la intensidad de los colores y estimula el crecimiento.
<b>INGREDIENTES</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Carne de pescado.</li> <li>● Carne de camarón.</li> <li>● Plantas acuáticas.</li> <li>● Plancton.</li> <li>● Huevas de pescado.</li> <li>● Algas marinas.</li> <li>● Yema de huevo.</li> <li>● Levadura</li> <li>● Aceite de hígado de bacalao.</li> <li>● Hígado de pescado.</li> <li>● Clorofila</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Carne de pescado.</li> <li>● Carne de camarón.</li> <li>● Yema de huevo deshidratada.</li> <li>● Harina de arroz.</li> <li>● Proteína de papa.</li> <li>● Gluten de trigo.</li> <li>● Aceite de pescado.</li> <li>● Aceite de soya.</li> <li>● Algas marinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Moluscos.</li> <li>● Oligoquetos.</li> <li>● Plantas.</li> <li>● Pimentón.</li> <li>● Zanahoria.</li> <li>● Gluten de trigo.</li> <li>● Espinaca.</li> <li>● Alga <i>Spirulina</i>.</li> <li>● Frijoles de soya.</li> </ul>
<b>ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proteínas: 61,56 % mínimo</li> <li>● Grasas: 4,52 % mínimo</li> <li>● Cenizas: --</li> <li>● Humedad: --</li> <li>● Fibra: 4,52 % mínimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proteínas: 49,0 %</li> <li>● Grasas: 10 %</li> <li>● Cenizas: --</li> <li>● Humedad: --</li> <li>● Fibra: 2,0 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proteínas: 48,1 %</li> <li>● Grasas: 8,3 %</li> <li>● Cenizas: 11,5 %</li> <li>● Humedad: --</li> <li>● Fibra: 2,1 %</li> </ul>

Anexo 7. Características de las dietas suministradas a los peces *Xiphophorus helleri*.

# BREVE RESEÑA DE LOS PARÁSITOS HEMATOZOARIOS DE TILAPIAS

## BRIEF REVIEW OF THE HAEMATOZOAN PARASITES OF TILAPIAS

David Conroy<sup>1†</sup>, Gina Armas de Conroy<sup>2</sup>, Carlos Conroy<sup>3</sup>, Yamilis Carreño<sup>4</sup> & Arnaldo Figueredo<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua, Venezuela

<sup>2</sup> Consultora en Acuicultura y Patobiología Acuática, Trujillo, La Libertad, Perú.

<sup>3</sup> Produmar S.A. Durán, Guayas, Ecuador.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay, Estado Aragua, Venezuela.

<sup>5</sup> Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela.

Email: anig99@yahoo.com

### INTRODUCCIÓN

La expansión del cultivo de tilapias como fuente de alimento para el consumo humano desde el año 1990 ha permitido que esos peces ahora ocupen el segundo lugar en importancia y volumen de producción por la acuicultura a nivel mundial (Fitzsimmons *et al.* 2011). Entre las disciplinas científicas que han contribuido a ese desarrollo figura la ictiopatología, por cuanto las enfermedades son factores limitantes en cualquier actividad acuícola, y la tilapiacultura no es una excepción a esa regla.

El término parasitemia se refiere a la presencia de parásitos (o de sus formas larvales en ciertos casos) en la sangre de un animal vivo, en este caso en particular su presencia en la sangre de una tilapia. Todo examen microscópico de frotis sanguíneos, oportunamente teñidos por la técnica de Giemsa o por la de Leishman, debe incluir una cuidadosa revisión a los efectos de detectar la presencia de hematozoarios parásitos extra- o intracelulares en la muestra que está siendo analizada. Aquí se presenta información sobre algunos tipos importantes de parasitemia causados por hematozoarios que han sido detectados y documentados a nivel mundial en tilapias

### INTRODUCTION

The expansion of tilapia farming as a source of food for human consumption since the year 1990 has enabled those fish to currently come to occupy second place in importance and volume of production through aquaculture at a world level (Fitzsimmons *et al.* 2011). Among the scientific disciplines which have contributed to that development figures fish pathology, because diseases are limiting factors in any aquaculture operation, and tilapia farming is no exception to that rule.

The term parasitaemia refers to the presence of parasites (or their larval forms) in the blood of a living animal, in this case in the blood of a tilapia. All microscopical examinations of tilapia blood smears should include a careful study to detect the presence of haematozoa or other extra- and intracellular parasites in the blood sample which is being analyzed. In this presentation, information is provided about some important types of parasitaemia which have been detected and documented as much in the wild as in farmed tilapia species. For all taxonomic purposes of the case, recommendations referred by Becker (1970) are followed.

tanto silvestres como cultivadas. Para todos los efectos taxonómicos del caso, se siguen las recomendaciones formuladas por Becker (1970).

### TRIPANOSOMIASIS

La tripanosomiasis es una enfermedad provocada por protozoos flagelados pertenecientes al género *Trypanosoma* Gruby, 1843 (Orden Kinetoplastida; Familia Trypanosomatidae), los cuales son parásitos extracelulares de la sangre. Se han descrito varias especies nominales de este tipo de flagelado en la sangre de tilapias.

El primer reporte fue el de Wenyon (1908), quien describió una especie de tripanosoma que había detectado en la sangre de ejemplares de la tilapia africana, *Tilapia zillii*, procedentes del Río Nilo, en Sudán. Pocos años después, Léger & Léger (1914) reportaron el hallazgo de una especie de *Trypanosoma* en la sangre de *Tilapia lata* procedente de aguas del Río Níger.

Hoare (1932) describió siete nuevas especies de *Trypanosoma* y sus nuevos hospederos en Uganda, y entre estos últimos se incluyeron tilapias. La especie de tripanosoma en cuestión fue nombrada como *T. mukasai*, que se encontró en *Oreochromis esculentus*, *O. leucostictus*, *O. niloticus* y *O. variabilis* de las aguas de los lagos George y Victoria, en África Oriental. El parásito fue detectado en 35/72 de los peces revisados, la mayoría de los cuales eran tilapias. 54% de los ejemplares de *O. variabilis*, y 50% de los de *O. niloticus*, resultaron positivos a la presencia del parásito en el Lago Victoria. Apenas un 20% de los ejemplares de *O. niloticus* del Lago George fueron positivos a la presencia de ese hemoflagelado. Baker (1960) también reportó la presencia

### TRYPANOSOMIASIS

Trypanosomiasis is a disease produced by flagellate protozoans belonging to the genus *Trypanosoma* Gruby, 1843 (Order Kinetoplastida; Family Trypanosomatidae), which are extracellular parasites of the blood. Various nominal species of this type of flagellate protozoan have been described from the blood of tilapias.

The first report was that of Wenyon (1908), who described a species of trypanosome which he detected in the blood of specimens of *Tilapia zillii* from the River Nile, in Sudan. Some years later, Léger & Léger (1914) reported the finding of a species of *Trypanosoma* sp. in the blood of *Tilapia lata* from waters of the River Niger.

Hoare (1932) described seven new species of *Trypanosoma* and their new hosts in Uganda, and among these latter were included tilapias. The species of trypanosome in question was *T. mukasai*, which was found in *Oreochromis esculentus*, *O. leucostictus*, *O. niloticus* and *O. variabilis* from waters of Lakes George and Victoria in East Africa. The parasite was detected in 35/72 of the fish which were examined, the majority of them being tilapias. 54% of the specimens of *O. variabilis*, and 50% of those of *O. niloticus*, were positive to the presence of the parasite in Lake Victoria. Only 20% of the specimens of *O. niloticus* from Lake George were positive to the presence of this haemoflagellate. Baker (1960) also reported the presence of *T. mukasai* in tilapias from that same region of East Africa.

Other studies have demonstrated that trypanosomiasis seems to be quite widely distributed in the African continent, which is the natural habitat of those and other species of tilapias. Dias & Santos (1955) reported the new nominal species

de *T. mukasai* en tilapias procedentes de esa misma región de África Oriental.

Otros estudios han demostrado que la tripanosomiasis parece ser bastante difundida en el continente africano, cual es el hábitat natural de esas mismas y otras especies de tilapias. Dias & Santos (1955) reportaron las nuevas especies nominales *Trypanosoma napolési*, *T. rebeloi* y *T. serranoi* en *Oreochromis mossambicus* procedentes de aguas dulces de Mozambique. Baker (1960) era de la opinión que estos eran sinónimos de *T. mukasai*, originalmente descrito y reportado por Wenyon en 1908. Posteriores investigaciones realizadas por Kamundia *et al.* (2008) detectaron la presencia de tripanosomas en la sangre de ejemplares de *O. niloticus* procedentes del Lago Victoria, Kenia, que fueron comprados vivos de vendedores de peces en las orillas del lago. De 12 ejemplares de esa especie que fueron revisados, y los cuales tenían un peso corporal promedio de 56 g y una longitud estándar media de 32,42 cm, la prevalencia de la infección por *Trypanosoma* sp. era del 50%, y la intensidad del 100% en esas tilapias. También fueron observadas sanguijuelas en las aguas a partir de las cuales se habían recolectado las tilapias, y Kamundia *et al.* (2008) consideraron que las sanguijuelas, unidas al estrés y a una posible contaminación acuática, son factores que pueden haber contribuido a una incidencia tan elevada de tripanosomas en ese caso.

En aguas del Delta del Okavango, en Botswana, Smit *et al.* (2004) reportaron una prevalencia del 17% de tripanosomas en los ejemplares de *Oreochromis andersonii* que examinaron, así como en un 0% en los de *Tilapia rendalli* y *T. sparrmanii* (Figura 1). La especie de tripanosoma encontrada fue considerada

*Trypanosoma napolési*, *T. rebeloi* and *T. serranoi* in *Oreochromis mossambicus* from fresh water sources in Mozambique. Baker (1960) was of the opinion that these were synonyms of *T. mukasai* as originally described and reported by Wenyon in 1908. Later investigations carried out by Kamundia *et al.* (2008) detected the presence of trypanosomes in the blood of specimens of *O. niloticus* from Lake Victoria, Kenya, which were purchased as live fish from fishermen who were selling them on the shores of the lake. Of 12 specimens of that species which were examined, and which had a mean body weight of 56 g and a mean standard length of 32.42 cm, the prevalence of the infection with *Trypanosoma* sp. was 50% and the intensity of infection was 100% in those tilapias. Leeches were also observed in the waters from which the tilapias had been caught, and Kamundia *et al.* (2008) considered that the leeches, combined with stress and a possible contamination of the water, are factors which could have contributed to such a high incidence of trypanosomes in this particular case.

In waters of the Okavango Delta, in Botswana, Smit *et al.* (2004) reported a prevalence of 17% of trypanosomes in the specimens of *Oreochromis andersonii* which they examined, and of 0% in those of *Tilapia rendalli* and *T. sparrmanii* (Figure 1). The species of trypanosome found was considered on a basis of its size and morphology as being very similar to *Trypanosoma mukasai*. Davies *et al.* (2005) collected two additional specimens of *O. andersonii* from the Okavango Delta, and encountered trypanosomes of a very small size in the blood of both of them. In this case, they reported that the trypanosomes seemed to be an immature phase of the life cycle of *T. mukasai*.

por su morfología y tamaño como muy parecida a *Trypanosoma mukasai*. Davies *et al.* (2005) recolectaron dos especímenes adicionales de *O. andersonii* del Delta del Okavango y detectaron tripanosomas de un tamaño muy pequeño en la sangre de esas dos tilapias. En este caso, reportaron que los tripanosomas parecían ser una fase de desarrollo en el ciclo vital de *T. mukasai*.

Ferreira & Avenant-Oldewage (2013) publicaron los resultados de investigaciones llevadas a cabo en África del Sur, donde capturaron y examinaron 3 ejemplares de *O. macrochir* (Boulenger, 1912) de la represa Sand River, 4 de *O. mossambicus* y 3 de *Tilapia zillii* en Swazilandia, sin encontrar tripanosomas. 2 ejemplares de *T. sparrmanii* y 4 de *O. mossambicus* de la reserva de naturaleza Nylsvlei también fueron capturados, y se encontró *Trypanosoma* sp. en uno de los 2 (50%) *T. sparrmanii*, lo que constituye un nuevo hospedero para ese tipo de hemoflagelado que los autores consideraron como posiblemente *T. mukasai*.

En África Occidental, Adebisi *et al.* (2015) reportaron la detección de tripanosomas tentativamente identificados como *Trypanosoma mukasai* en 17,5% de los frotis sanguíneos tomados de 200 tilapias silvestres procedentes de la represa Eleyele, Estado Oyo, que provee agua a la ciudad de Ibadan, Nigeria. Ese trabajo es de gran importancia, por cuanto Adebisi y sus colegas documentaron el efecto de los tripanosomas sobre algunos parámetros hematológicos de las tilapias infectadas. El valor medio del hematocrito de esos peces era de 15,3% en los ejemplares infectados, contra un valor medio de 38,4% en los ejemplares no infectados. Los parámetros hematológicos de las tilapias pertenecientes a ambos grupos fueron debidamente registrados (Tabla 1).

Ferreira & Avenant-Oldewage (2013) published the results of investigations which were undertaken in South Africa, where they captured and examined 3 specimens of *Oreochromis macrochir* from the Sand River dam, 4 of *O. mossambicus* and 3 of *Tilapia zillii* in Swaziland, without finding any trypanosomes. 2 specimens of *T. sparrmanii* and 4 of *O. mossambicus* from the Nylsvlei nature reserve were also caught, and *Trypanosoma* sp. was encountered in the blood of one of the two (50%) *T. sparrmanii*, a finding which constitutes a new piscine host for that type of haemoflagellate, and which the authors considered to be possibly *T. mukasai*.

In West Africa, Adebisi *et al.* (2015) reported the detection of trypanosomes tentatively identified as *Trypanosoma mukasai* in 17.5% of the blood smears taken from 200 wild tilapias from the Eleyele dam, Oyo State, which provides water to the city of Ibadan, Nigeria. That work is of great importance because Adebisi and colleagues documented the effect of the trypanosomes on some of the haematological parameters of the infected tilapias. The mean value of the haematocrit in those fish was 15.3% in the infected specimens, against a value of 38.4% in the non-infected tilapias. The haematological parameters of the tilapias belonging to both groups were recorded (Table 1).

PARÁMETRO - PARAMETER valor medio - mean value	Unidad -Unit	TILAPIAS INFECTADAS - INFECTED TILAPIAS (N = 55)	TILAPIAS NO INFECTADAS - NON-INFECTED TILAPIAS (N = 40)
Hematocrito - Hematocrit	%	15,30	38,40
Hemoglobina - Haemoglobin	g/100 ml o g/dl	4,63	12,22
Eritrocitos - Erythrocyte count	X 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	1.528	3,61
VCM - MCV	μ <sup>3</sup> o fl	104,90	111,47
CHCM - MCHC	% o g/dl	29,5	31,18
Leucocito - Leucocytes	/μl	15.333	17.610
Linfocitos - Lymphocytes	/μl	8.280	10.918
Neutrófilos - Neutrophils	/μl	6.134	7.044
Eosinófilos - Eosinophils	/μl	153	352
Basófilos - Basophils	/μl	0	0
Monocitos - Monocytes	/μl	306	176
Trombocitos - Thrombocytes	/μl	151.600	220.000

Tabla 1. Parámetros hematológicos de tilapias silvestres procedentes de la represa Eleyele, Estado Oyo, Nigeria, infectadas y no infectadas por tripanosomas (Adebiyi *et al.* 2015).

Table 1. Haematological parameters of wild tilapias from the Eleyele dam, Oyo State, Nigeria, infected and not infected with trypanosomes (Adebiyi *et al.* 2015)

Al analizar los parámetros hematológicos reportados por Adebiyi *et al.* (2015) para las tilapias infectadas, se observa una moderada a marcada anemia normocítica y normocrómica, así como evidencia de una muy leve leucopenia. Tal como se pone de manifiesto en los bajos valores de hematocrito y de hemoglobina, respectivamente, a la par con la aparente monocitosis detectada en el grupo de tilapias infectadas, la respuesta fue atribuida a una mayor demanda fagocitaria para consumir los hemoflagelados y los eritrocitos deformes observados. Entre las conclusiones resultantes de esa investigación es la importancia de la tripanosomiasis en peces – y en este caso específicamente en tilapias– ya que los parásitos pueden generar una inmunosupresión que hace que los peces sean más susceptibles a otras enfermedades, algo que conlleva potencialmente a grandes pérdidas para los productores.

On analyzing the haematological parameters reported by Adebiyi *et al.* for the infected tilapias, a moderate to marked normocytic and normochromic anaemia is observed, as well as evidence of a slight leucopenia. As shown by the low haematocrit and haemoglobin readings, respectively, and the apparent monocytosis detected in the infected group of tilapias, those factors were attributed to an increased demand for phagocytes to consume the haemoflagellates, together with the deformed erythrocytes which were observed. Among the conclusions reported in that work is the importance of trypanosomiasis in fish – and in this specific case in tilapias – because the parasites are capable of giving rise to a process of immunosuppression which makes the fish more susceptible to other diseases, a feature which leads to severe losses to the producers.

Otras investigaciones sobre la tripanosomiasis en una especie de tilapia, *Tilapia zillii*, fueron realizadas en los Estados de Sokoto, Kebbi y Zampara, en el Noroeste de Nigeria, por Muhammed *et al.* (2016, 2017). La prevalencia de infección en esa especie de tilapia fue reportada como 45,5% (167/367 de los ejemplares de *T. zillii* examinados).

El correspondiente hemoflagelado fue oportunamente identificado como *Trypanosoma mukasai*. En Damietta, Egipto, Reda (2011) reportó la presencia de tripanosomiasis en los especímenes de *Sarotherodon galilaeus* y *T. zillii* que fueron capturados y examinados en esa localidad del Río Nilo. La presencia de tripanosomas identificados como *Trypanosoma mansouri*, *T. cyanophilum* y *Trypanosoma* sp. fue reportada.

En el Sudán, Hamid & Babiker (2011) estudiaron la prevalencia de tripanosomas en ejemplares de *Oreochromis niloticus* capturados en estanques del Colegio de Medicina Veterinaria de la Universidad del Sudán (CVMFF), la granja piscícola Wad Almamoun (WMFF) y el reservorio de la represa Jebel Aulia (READ). La prevalencia de infección fue del 60%, 50% y 20%, respectivamente en los lugares de muestreo denominados READ, WMFF y CVMFF. La ocurrencia de la infección fue limitada a las tilapias que habían sido distribuidas para fines de cultivo en las granjas piscícolas desde el reservorio identificado como READ.

Una nueva especie denominada *Trypanosoma choudburyi* fue encontrada y reportada en ejemplares de *Oreochromis mossambicus* procedentes del occidente de Bengal, en la India, por Mandal (1977). También en la India, Sinha (1986) registró una especie de tripanosoma morfológicamente parecida

Other investigations on trypanosomiasis in a species of tilapia, *Tilapia zillii*, were carried out in Sokoto, Kebbi and Zamara States, in the North-West of Nigeria, by Muhammed *et al.* (2017). The prevalence of infection in that tilapia species was 45.5% (167/367 of the specimens which were examined).

The corresponding haemoflagellate was opportunely identified as *Trypanosoma mukasai*. In Damietta, Egypt, Reda (2011) reported the presence of trypanosomiasis in specimens of *Sarotherodon galilaeus* and *T. zillii* which were caught and examined in that locality on the River Nile. The trypanosomes detected were identified as *Trypanosoma mansouri*, *T. cyanophilum* and *Trypanosoma* sp.

In Sudan, Hamid & Babiker (2011) studied the prevalence of trypanosomes in specimens of *Oreochromis niloticus* taken from fish tanks of the College of Veterinary Medicine of the University of Sudan (CVMFF), the Wad Almamoun Fish Farm (WMFF) and the reservoir of the Jebel Aulia dam (READ). The prevalence of the infection was 60%, 50% and 20%, respectively, in the sites from which the samples were taken and named as READ, WMFF y CVMFF. The occurrence of the infection was limited to the tilapias which had been distributed for fish farming purposes in the fish farms from the reservoir identified as READ.

A new species called *Trypanosoma choudburyi* was found and reported in specimens of *Oreochromis mossambicus* from West Bengal, in India, by Mandal (1977). Also in India, Sinha (1986) recorded a species of trypanosome morphologically similar to *T. mukasai* in *O. mossambicus*. That same author expressed the opinion that the species described as *T. choudburyi* by Mandal (op. cit.) was really a synonym of the valid species *T. mukasai*.

a *T. mukusai* en *O. mossambicus*. Ese mismo autor expresó la opinión de que la especie descrita como *T. choudburyi* por Mandal (op. cit.) era en realidad un sinónimo de la especie válida *T. mukasai*.

Si bien ha sido ampliamente reportada la presencia de hemoflagelados en diversas especies autóctonas de peces de aguas continentales latinoamericanas (García *et al.* 1982, Borges 2016), lo que tuvo que ocurrir tarde o temprano con respecto al cultivo de las tilapias como especies introducidas para fines acuícolas o deportivas en América Latina ya ha tenido lugar en el Brasil. En ese país suramericano, De Jesus *et al.* (2018) han reportado una importante mortandad asociada con la tripanosomiasis en tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas en forma intensiva en redes malla en aguas del Río Tieté, Estado de São Paulo. Se había producido una mortalidad del 50% entre las tilapias mantenidas en 6 de esas redes malla, y los peces afectados mostraron signos clínicos de anorexia, palidez u oscurecimiento de la piel, y la sangre con un aspecto descrito como “acuoso”. Durante el correspondiente examen microscópico de frotis sanguíneos tomados de los peces afectados, se confirmó la presencia de *Trypanosoma* sp., y se detectaron cantidades tan importantes de tripanosomas que los mismos superaron en números a los eritrocitos. La infección fue acompañada por un descenso significativo en el hematocrito, cuyo valor medio fue reportado como de apenas 8,56%, o sea mucho menor que el valor medio dado como 31,42% por otros investigadores brasileños para tilapias del Nilo cultivadas en ese país.

Although the presence of haemoflagellates in several native fish species of Latin American continental waters have been broadly reported, (García *et al.* 1982, Borges 2016), what had to occur sooner or later with respect to the farming of tilapias in Latin America has now taken place in Brazil, the country in which De Jesus *et al.* (2018) have reported a significant mortality associated with trypanosomiasis in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) farmed on an intensive basis in floating net cages from the waters of the River Tieté, São Paulo State. A 50% mortality had occurred among the tilapias maintained in 6 of those floating net cages, and the affected fish showed clinical signs of anorexia, pallor or darkening of the skin, and blood with an appearance described as “watery”. During the corresponding microscopical examination of blood smears taken from the fish which were affected by the condition, the presence of *Trypanosoma* sp. was confirmed, and such sufficiently large quantities of trypanosomes were detected that their numbers were higher than those of the erythrocytes. The infection was accompanied by a significant decrease in the haematocrit level, the mean value of which was reported as a mere 8.56%, which is considerably less than the mean value given as 31.42% by other Brazilian workers for Nile tilapias farmed in that South American country.

El brote de tripanosomiasis reportado por De Jesus *et al.* (op. cit.) para tilapias del Nilo cultivadas en el Brasil fue publicado con fotografías a color y abundantes datos obtenidos en base al exhaustivo estudio patológico que fue efectuado por esos autores (Figuras 2 - 4). Debe servir como una voz de alerta, o como un reloj despertador, tanto a los productores de tilapias como a los profesionales y técnicos quienes tengan a su cargo el monitoreo regular del estado de bienestar y de salud de esos peces en los países de las Américas.

## CRIPTOBIOSIS

El género *Cryptobia* Leidy, 1846 (Orden Kinetoplastida; Familia Cryptobiidae) es un organismo biflagelado de forma generalmente lanceolada con un núcleo esférico u ovoide, un kinetoplasto elongado y una membrana ondulante estrecha. Los dos flagelos están situados cerca de la parte anterior del cuerpo, uno de los cuales proyectándose hacia adelante y el otro paralelo al margen de la membrana ondulante y proyectándose posteriormente.

Bunkley-Williams & Williams (1975) hacen mención del hallazgo del flagelado "*Trypanoplasma* sp." (el género *Trypanoplasma* Laveran & Mesnil, 1901, por lo general es considerado actualmente como sinónimo inferior del género *Cryptobia*, ver Becker, 1970, y Kudo, 1969) como causa de una importante mortandad de tilapias azules (*Oreochromis aureus*) que fue detectada en el año de 1974 en la Estación Experimental de Lajas, en el sur-oeste de Puerto Rico. Las tilapias más infectadas mostraron signos clínicos de apatía, enflaquecimiento y ojos hundidos. Se sospechaba que el parásito pudo haber

The case of trypanosomiasis reported by De Jesus *et al.* (op. cit.) for Nile tilapias in Brazil was published with full colour photographs and abundant background data obtained as a result of the exhaustive pathological investigation which was undertaken (Figures 2 - 4). It must serve as a warning, or as an alarm clock going off, as much for tilapia farmers and producers as for the professionals and technicians who are responsible for the monitoring of the health status and general welfare of tilapias in the countries of the Americas and elsewhere.

## CRYPTOBIOSIS

The genus *Cryptobia* Leidy, 1846 (Order Kinetoplastida; Family Cryptobiidae) is a biflagellate organism generally with a leaf-like body shape, a spherical or ovoid nucleus, an elongated kinetoplast and a narrow undulating membrane. The two flagella are situated near to the anterior part of the body, one of which is projected forward and the other is projected towards the posterior part of the body.

Bunkley-Williams & Williams (1975) made mention of the detection of the flagellate "*Trypanoplasma* sp." (the genus *Trypanoplasma* Laveran & Mesnil, 1901 is now generally considered to be a junior synonym of the genus *Cryptobia*, see Becker, 1970, and Kudo, 1969) as the cause of an important mortality of blue tilapias (*Oreochromis aureus*) which was detected in the year 1974 in the Lajas Experimental Station in the South-West of Puerto Rico. The most seriously affected tilapias showed clinical signs of apathy, loss of weight and sunken eyes. It was suspected that the parasite could have been brought in together with tilapias previously introduced into that Caribbean country from the South-East of the USA for sports fishing

llegado con tilapias introducidas a ese país caribeño desde el sur-este de los EE. UU. de N. A. para fines de la pesca deportiva en ambientes lacustres dulceacuícolas. El parásito fue descrito como “potencialmente peligroso y dañino, pero afortunadamente no aparenta haberse establecido en Puerto Rico por falta de un huésped de transferencia”. Al respecto, los citados autores señalaron que la propagación de la sanguijuela piscívora *Myzobdella lugubris* Leidy en ambientes dulceacuícolas podría contribuir al resurgimiento de ese hemoflagelado, a la vez que también reportaron la detección de esa misma sanguijuela piscicólida como ectoparásito en ejemplares de la tilapia pecho rojo, *Tilapia rendalli*, en ese país.

Florio *et al.* (2009) realizaron una serie de estudios exhaustivos sobre la parasitofauna de tilapias del Nilo (*O. niloticus*) en Kenia, Uganda y Etiopía. En base a un total de 985 ejemplares de esa especie que fueron examinados y revisados, correspondientes a tilapias cultivadas obtenidas de estanques piscícolas, jaulas mantenidas en represas, y tilapias silvestres procedentes de ambientes naturales en Kenia, estos investigadores detectaron una prevalencia del 3% en tilapias cultivadas en estanques piscícolas en ese país, y del 1,3% en tilapias silvestres y del 1,5% en tilapias cultivadas en jaulas en Etiopía. Los flagelados fueron reportados como de tipo ectozoico colonizando a las branquias y a la piel, y no del tipo hematozoico correspondiente a otras especies congénicas de criptobias, motivo por el cual fueron reportados como ectocomensales.

La transmisión de estas criptobias ectozoicas es de pez a pez, y no requieren de una sanguijuela para servir de huésped intermediario.

purposes in lacustrine environments. The parasite was described as “potentially dangerous and damaging, but fortunately it seems not to have become established in Puerto Rico for lack of a transfer host”. In that regard the authors state that the propagation of the piscivorous leech *Myzobdella lugubris* Leidy in freshwater environments could contribute to the resurgence of the haemoflagellate, as well as reporting the same piscicolid leech as an ectoparasite of the redbreast tilapia, *Tilapia rendalli*, in that country.

Florio *et al.* (2009) undertook a series of exhaustive studies on the parasitofauna of Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) in Kenya, Uganda and Ethiopia. On a basis of 986 specimens of that species which were examined, and corresponding to farmed tilapias from fish ponds, from cages in dams, and from natural environments in Kenya, those researchers detected a prevalence of 3% in tilapias farmed in ponds from that country, and 1.3% in wild tilapias and 1.5% in cage farmed tilapias in Ethiopia. The flagellates were reported as being of the ectozoic type parasitising the skin and gills, not of the haematozoic type corresponding to other congeneric species of cryptobias, for which reason they were reported as ectocommensals.

The transmission of these ectozoic cryptobias is from fish to fish, and they do not require a leech to act as an intermediate host.

El carácter de ectocomensal ha sido confirmado para *Cryptobia branchialis* Nie por Lom (1980), si bien Woo (1987) presentó evidencia de una elevada morbilidad en los peces asociada con la presencia de esas criptobias ectozoicas. Es importante señalar que Jiménez (2007) reportó como *Trypanoplasma* sp. (*¿Cryptobia?*) a un flagelado parásito detectado en tilapias cultivadas en el Ecuador. El parásito había producido severas lesiones a nivel de las branquias de los peces infectados.

## DACTILOSOMIASIS

Los dactilosomas (Familia Dactylosomatidae; Género *Dactylosoma* Labbé, 1894) pertenecen al Filo Apicomplexa, y son parásitos intracelulares muy pequeños sin flagelos ni pseudópodos, que infectan a los eritrocitos de tilapias y otros peces. Tienen un citoplasma escaso y un núcleo que se tiñe muy débilmente. Los plasmodios y los merozoitos (o formas de división) son de un tamaño pequeño y apenas llenan una parte entre el núcleo y el borde externo del eritrocito afectado. La esquizogonia tiene lugar en los eritrocitos del hospedero, y los esquizontes de *Dactylosoma mariae* producen 4 merozoitos en forma cuadrilateral o cruciforme en el citoplasma del eritrocito.

*Dactylosoma mariae* fue reportado por Baker (1960) en la sangre de 36/72 especímenes de tilapias (*Oreochromis esculentus*, *O. niloticus* y *O. variabilis*) del Lago Victoria, con una incidencia del 46% en *O. esculentus*, del 58% en *O. niloticus* y del 70% en *O. variabilis*. La incidencia era del 60% en *O. niloticus* del Lago George. Esos dos ambientes lacustres están situados en África Oriental. Es importante mencionar que Jakowska & Nigrelli (1956) transferieron el género *Dactylosoma* al

The commensal characteristic has been confirmed in the case of *Cryptobia branchialis* Nie by Lom (1980), even though Woo (1987) presented evidence of a high morbidity in the fish associated with the presence of these ectozoic cryptobias. It is important to mention that Jiménez (2007) reported as *Trypanoplasma* sp. (*Cryptobia?*) a parasitic flagellate detected in farmed tilapias in Ecuador. The parasite had produced severe lesions in the gills of the tilapias affected.

## DACTYLOSOMIASIS

The dactylosomes (Family Dactylosomatidae; Genus *Dactylosoma* Labbé, 1894) belong to the Phylum Apicomplexa, and are intracellular parasites which infect the erythrocytes of tilapias and other fish. They have a scant cytoplasm and a nucleus which stains very weakly. The plasmodia and the merozoites (or forms of division) are small in size and hardly fill a space between the nucleus and the outer border of the infected erythrocyte. Schizogony takes place within the erythrocytes of the host, and the schizonts of *Dactylosoma mariae* produce 4 merozoites with a quadrilateral or cruciform shape in the cytoplasm of the erythrocyte.

*Dactylosoma mariae* was reported by Baker (1960) in the blood of 36/72 specimens of tilapias (*Oreochromis esculentus*, *O. niloticus* and *O. variabilis*) from Lake Victoria, with an incidence of 46% in *O. esculentus*, 58% in *O. niloticus* and 70% in *O. variabilis*. The incidence was 60% in *O. niloticus* from Lake George. Those two lacustrine environments are located in East Africa. It is important to note that Jakowska & Nigrelli (1956) transferred the genus *Dactylosoma* to the genus *Babesioma*, in the amended family Dactylosomidae (see Kudo 1969).

género *Babesioma*, familia Dactylosomidae enmendada (ver Kudo 1969).

La infección es diagnosticada mediante el examen microscópico de frotis sanguíneos teñidos, en los cuales se han de identificar los plasmodios y merozoitos intracelulares de los dactilosomas dentro de los eritrocitos afectados.

## HEMOGREGARINAS

Las hemogregarinas también pertenecen al Filo Apicomplexa, y son de la Familia Haemogregarinidae; Género *Haemogregarina* Danilewsky, 1885. En el pez hospedero experimentan una serie de divisiones esquizogénicas en los linfocitos y monocitos, seguido por los eritrocitos en los cuales la esquizogenia es seguida a su vez por la producción de macro- y microgametos que forman los merozoitos.

Léger & Léger (1914) reportaron la detección de *Haemogregarina* sp. en la sangre de *Tilapia lata* proveniente del Río Níger, en África Occidental. Esa hemogregarina ha sido oportunamente reclasificada como *Desseria tilapiae* (Léger & Léger, 1914) en una revisión de la taxonomía de las gregarinas publicada por Siddal (1995).

Es importante señalar que infecciones mixtas causadas por tripanosomas, dactilosomas y/o hemogregarinas pueden estar presentes en varias especies de peces, entre ellas especies de tilapias. Un ejemplo de ese fenómeno es la presencia tanto de *Cryptobia* sp. como de *Haemogregarina* sp. que fue detectada en un solo ejemplar de un total de 20 pintos silvestres del salmón del Atlántico (*Salmo salar*), longitud del cuerpo 12 – 17 cm, tomados al azar del Río Creedy,

The infection is diagnosed by means of a careful microscopical examination of blood smears, in which the intracellular plasmodia and the merozoites of the dactylosomes have to be identified within the affected erythrocytes.

## HAEMOGREGARINES

The haemogregarines also belong to the Phylum Apicomplexa, and are representatives of the Family Haemogregarinidae, Genus *Haemogregarina* Danilewsky, 1885. They undergo a series of schizogenic divisions in the lymphocytes and monocytes of the host fish, and then in the erythrocytes in which the schizogony is followed in turn by the production of macro- and microgametes which form the merozoites.

Léger & Léger (1914) reported the detection of *Haemogregarina* sp. in the blood of *Tilapia lata* from the River Niger, in West Africa. That haemogregarine has been opportunely reclassified as *Desseria tilapiae* (Léger & Léger, 1914) in a revision of the taxonomy of the gregarines published by Siddal (1995).

It is important to point out that mixed infections caused by trypanosomes, dactylosomes and/or haemogregarines can be present in species of tilapias and other fish species. An example of that phenomenon is the presence of *Cryptobia* sp. and *Haemogregarina* sp. which was detected in a single specimen of 20 wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr, body length 12 – 17 cm, sampled at random from the River Creedy, Devon, in the South-West of England, and in which a relationship of 1 – 2 parasites/200 erythrocytes was observed. That figure would represent an incidence of haematozoans in the infected individual of 0.5 – 1.0%. No harmful effects

Condado de Devon, en el sur-oeste de Inglaterra, y en el cual se observó una relación de 1 – 2 parásitos/200 eritrocitos. Esa cifra representaría una incidencia de los dos tipos de hematozoarios del 0,5 – 1,0% en el solitario ejemplar parasitado, sin detectar un marcado efecto sobre el cuadro hematológico del grupo como tal de los pintos muestreados y examinados, cuyos parámetros fueron: hematocrito 38 (25 – 46) %, hemoglobina 9,7 (7,7 – 11,4) g/100 ml y recuento eritrocitario  $1.39 (1,23 – 1,71) \times 10^6/\text{mm}^3$ , respectivamente (Conroy & McCarthy, 1972). Biu *et al.* (2014) estudiaron los hematozoarios presentes en 80 ejemplares de *Oreochromis niloticus* del Lago Alau, Maiduguri, Nigeria. Reportaron una incidencia del 9,5% para *Trypanosoma* y *Dactylosoma* (= *Babesioma*) spp., y un nivel de 57,1% en el caso de *Haemogregarina* sp.

En un estudio de las enfermedades parasitarias en un criadero de tilapias del Nilo en Kafir El-Shiek, Egipto, El-Asely *et al.* (2015) detectaron *Haemogregarina* sp. en los dedinos, pero con 0% en las larvas y en los reproductores. El criadero estaba afectado por una mortalidad del 30% en las larvas y dedinos. La presencia de las hemogregarinas provocó desplazamiento de los núcleos de los eritrocitos afectados, así como una morfología anormal de esas células sanguíneas. La infección fue descrita como “fuerte”. Se llegó a la conclusión de que los dedinos pudieron haber adquirido la infección por la posible ingestión de isópodos dulceacuícolas presentes en el agua del lugar de cultivo.

on the blood picture of the group of parr as a whole were detected, the data reported being: haematocrit 38 (25 – 47) %, haemoglobin 9.7 (7.7 – 11.4) g/100 ml, and erythrocyte count  $1.39 (1.23 – 1.71) \times 10^6/\text{mm}^3$ , respectively (Conroy & McCartney, 1972). Biu *et al.* (2014) studied the haematozoa present in 80 specimens of *Oreochromis niloticus* from Lake Alau, Maiduguri, Nigeria. They reported an incidence of 9.5% for *Trypanosoma* and *Dactylosoma* (= *Babesioma*) spp., and a level of 57.1% in the case of *Haemogregarina* sp.

In a study of the parasitic diseases in a Nile tilapia hatchery in Kafir El-Shiek, Egypt, El-Asely *et al.* (2015) detected *Haemogregarina* sp. in the fingerlings, but 0% in the larvae and adult broodstock. The hatchery was affected by a 30% mortality in the larvae and fingerlings. The presence of the haemogregarines caused a shift or displacement in the location of the nuclei of the erythrocytes which were affected, as well as an abnormal morphology of those blood cells. The infection was described as being “heavy”. The conclusion was reached that the fingerlings could have acquired the infection through the ingestion of freshwater isopods present in the water of the production facility.

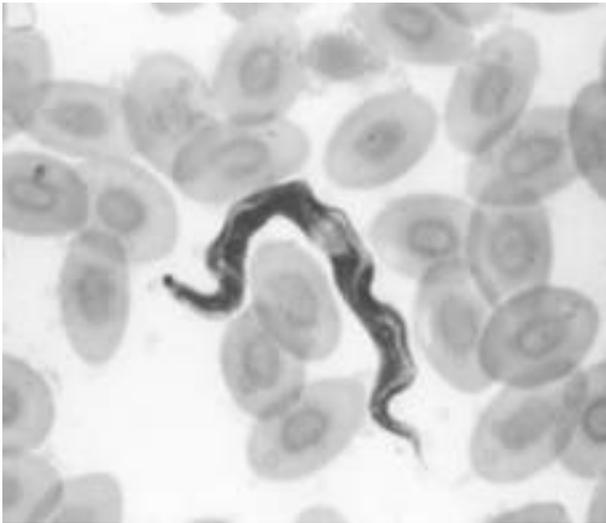


Figura 1. *Trypanosoma mukasai* rodeada de eritrocitos en muestra sanguínea de *Oreochromis andersonii* (Smit et al. 2004).

Figure 1. *Trypanosoma mukasai* rounded of erythrocytes in blood samples of *Oreochromis andersonii* (Smit et al. 2004).

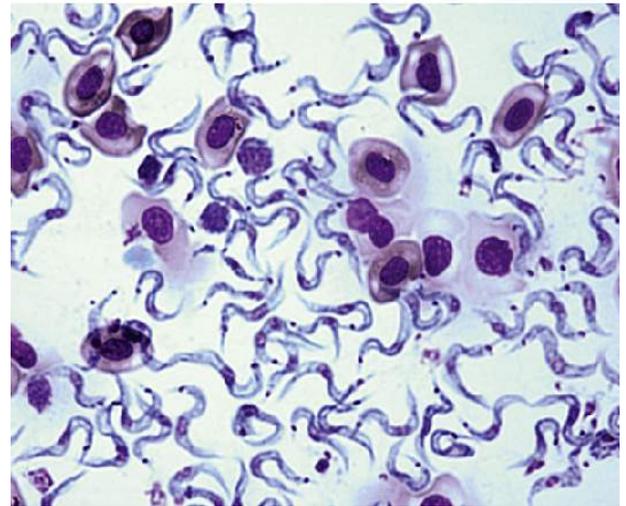


Figura 2. Infestación severa de *Trypanosoma* sp. en frotis sanguíneo de *Oreochromis niloticus* (De Jesus et al. 2018).

Figure 2. Heavy infestation of *Trypanosoma* sp. in blood smear of *Oreochromis niloticus* (De Jesus et al. 2018).

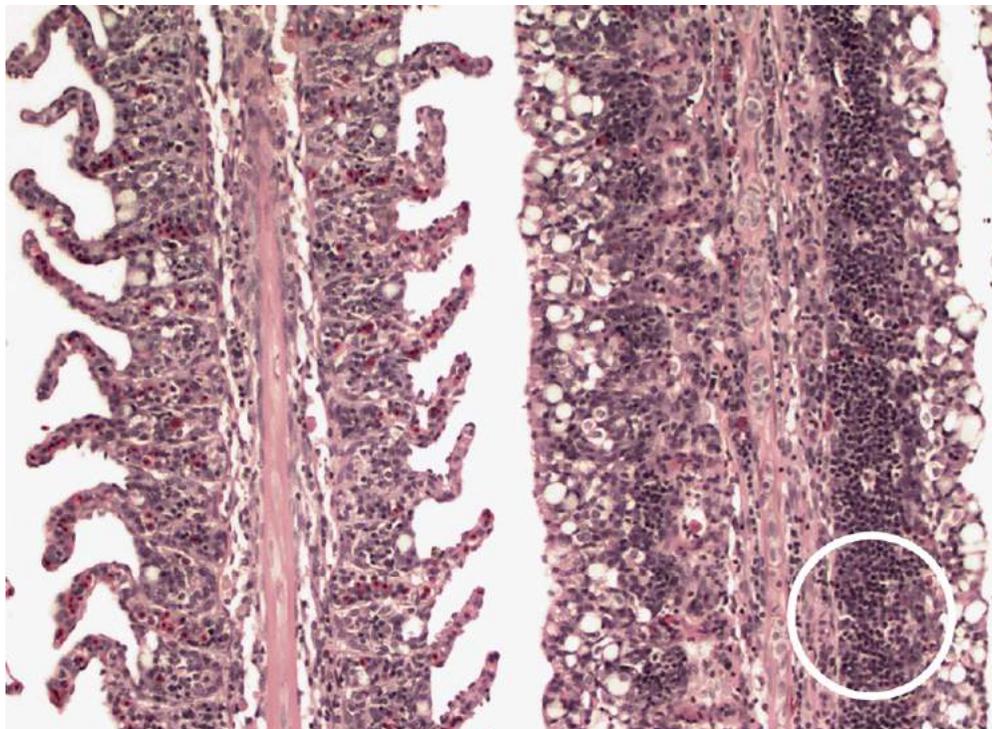


Figura 3. Sección histológica (H&E) de branquias de *Oreochromis niloticus* mostrando infiltración inflamatoria linfocítica y fusión de lamelas secundarias asociadas a la presencia de *Trypanosoma* sp. (De Jesus et al. 2018).

Figure 3. Histological section (H&E) of gills of *Oreochromis niloticus* showing lymphocyte inflammatory infiltration and fusion in the secondary lamellae associated with the presence of *Trypanosoma* sp. (De Jesus et al. 2018).

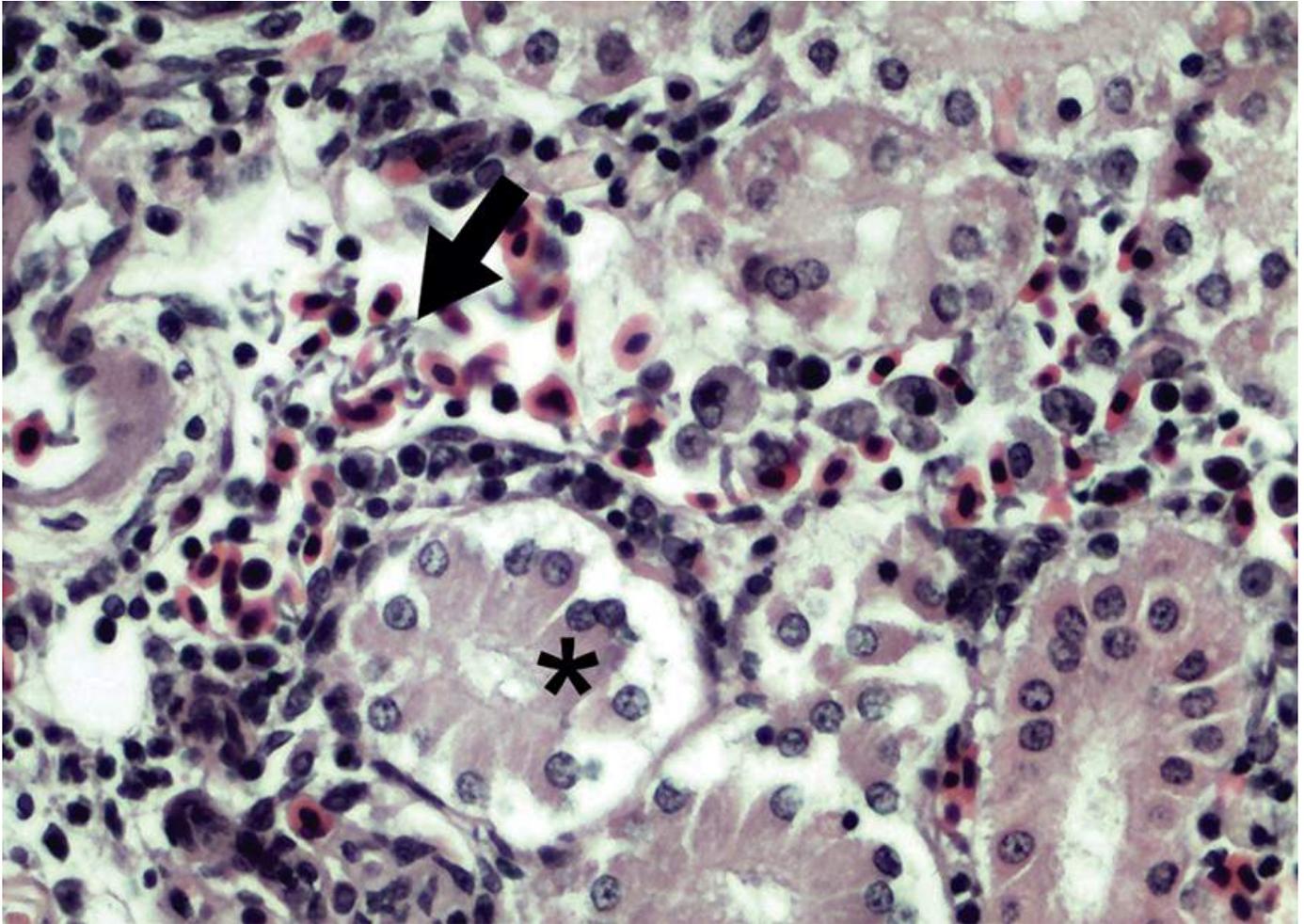


Figura 4. Sección histológica (H&E) de riñón de *Oreochromis niloticus* mostrando edema intersticial, infiltración inflamatoria y degeneración multifocal de túbulo renales asociadas a la presencia de *Trypanosoma* sp. (De Jesus et al. 2018).

Figure 4. Histological section (H&E) of gills of *Oreochromis niloticus* showing interstitial edema, inflammatory infiltration and degeneration of multiple areas of renal tubules associated with the presence of *Trypanosoma* sp. (De Jesus et al. 2018).

*Referencias citadas disponibles bajo solicitud.*