



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MAESTRÍA EN ACUICULTURA

**“INFLUENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y LA DENSIDAD DE
SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA
DE POSTLARVAS DE “SÁBALO COLA ROJA”**

***Brycon cephalus* (Günther, 1869), EN
CONDICIONES CONTROLADAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN ACUICULTURA**

AUTOR : JORGE GUILLERMO BABILONIA MEDINA

ASESOR : Dr. ENRIQUE RÍOS ISERN

IQUITOS – PERU

2019



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
MAESTRÍA EN ACUICULTURA

**“INFLUENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y LA DENSIDAD DE
SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA
DE POSTLARVAS DE “SÁBALO COLA ROJA”
Brycon cephalus (Günther, 1869), EN
CONDICIONES CONTROLADAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN ACUICULTURA**

AUTOR : JORGE GUILLERMO BABILONIA MEDINA

ASESOR : Dr. ENRIQUE RÍOS ISERN

IQUITOS – PERU

2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Directoral N° 0487-2015-EPG-UNAP, se designa como Jurado evaluador y dictaminador del proyecto de tesis: **"INFLUENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE "SÁBALO COLA ROJA" Brycon cephalus (günther, 1869) EN CONDICIONES CONTROLADAS"**, a los siguientes profesionales:

Dr. ROBERTO PEZO DÍAZ	Presidente
MSc. ROSSANA CUBAS GUERRA	Miembro
MSc. JOSÉ MACO GARCÍA	Miembro

A los veintiséis días del mes de junio del 2015, a horas 10:00 a. m., en el Auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se constituyó el Jurado evaluador y dictaminador, para presenciar y evaluar la exposición de la tesis titulada: **"INFLUENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE "SÁBALO COLA ROJA" Brycon cephalus (günther, 1869), EN CONDICIONES CONTROLADAS"**, presentado por el egresado **JORGE GUILLERMO BABILONIA MEDINA**, como requisito para optar el grado de **MAESTRO EN ACUICULTURA** que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria y el Estatuto General de la UNAP.

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron:

..... *absueltos satisfactoriamente*

El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

1. La Sustentación es: *aprobado por unanimidad*
2. Observaciones : *las que se indica en el acta*


En fe de lo actuado los miembros del Jurado suscriben la presente acta por cuadruplicado.

Seguidamente, el Presidente de Jurado dio por concluida la sustentación, siendo las *11:30* m.

Con lo cual, se les declara al sustentante *Apto* para recibir el Grado Académico de **MAESTRO EN ACUICULTURA**


Dr. ROBERTO PEZO DÍAZ
 Presidente


MSc. ROSSANA CUBAS GUERRA
 Miembro


MSc. JOSÉ MACO GARCÍA
 Miembro

Acta de aprobación de tesis

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA DEL DÍA VIERNES 26 DE JUNIO DE 2015, EN EL AUDITORIO DE LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIOANAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.

MIEMBROS DEL JURADO:



Dr. ROBERTO PEZO DÍAZ

Presidente



MSc. ROSSANA CUBAS GUERRA

Miembro



MSc. JOSÉ MACO GARCÍA

Miembro



Dr. ENRIQUE RÍOS ISERN

Asesor

Dedicatoria

A mi padre **Marcos**, siempre está presente en mi mente y corazón, este logro es también de él, gracias por su amor, por impulsarme y darme fuerzas para seguir adelante. Y a mi madre **Antonia**, por su amor, comprensión y apoyo para realizar y culminar mi carrera profesional.

A mi abuela **Judith**, a mis hermanos, **Marcos, Marco, Juan y Nixon**, y mis hermanas **Judith y Jhemy**. A mi amigo don **Manuel Flores** por su paciencia, apoyo y consejos. Al Sr. **Miguel Ortiz Gallegos**, por sus consejos de visión empresarial. A mi familia (primos y primas; tíos y tías; y sobrinos y sobrinas, es también logro de ustedes).

A mis compañeros de Acuicultura de MACA II por sus consejos y ejemplos.

Jorge G. Babilonia Medina

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**, a través de la **Facultad de Ciencias Biológicas** por la orientación y formación profesional.

Al **Gobierno Regional de Loreto (GOREL)** por el financiamiento de mis estudios.

A la empresa **Nautilus Export S.A.C.** Por las facilidades brindadas para la realización del presente estudio, y muy en particular a **Miguel Ortiz Gallegos**.

A la empresa **Aquaculture Service Amazonia E.I.R.L**, del Blgo. **Manuel Flores Ancajima**.

Al asesor : **Dr. Enrique Ríos Isern**, por su apoyo invaluable, orientaciones y muy acertados aportes a lo largo del proceso de investigación.

Al. **MSc. Eliseo Edgardo Zapata Vásquez**, por apoyarme en los análisis estadísticos.

Asimismo, a todo a mis amigos que me apoyaron en los muestreos de la tesis, especialmente a **Cinthy Dorado** y **Rommel Adriel Reynel Dávila**.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización y culminación del presente estudio.

INFLUENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE “SÁBALO COLA ROJA” *Brycon cephalus* (Günther, 1869), EN CONDICIONES CONTROLADAS.

Jorge Babilonia-Medina, Enrique Ríos-Isern

RESUMEN

El presente estudio se realizó en diciembre del 2012, en las instalaciones de la empresa de exportación de peces ornamentales: **Nautilus Export S.A.C.** Durante 15 días se evaluó el crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas de sábalos cola roja (*B. cephalus*) cultivados en tres flujos de agua (0.5, 1.0 y 1.5 l/min) y tres densidades de siembra (10, 20 y 30 postlarvas/l). Fueron sembrados 4320 postlarvas en 27 acuarios (30x20x20cm). Alimentados con 200 moinas/postlarvas, los primeros cinco días y los diez días restantes con una dieta pulverizada al 50 % de proteína bruta, con tasa de alimentación del 10% de la biomasa, alimentadas tres veces al día (08:00; 11:00 y 14:00 horas). Cada 5 días se evaluó el crecimiento en longitud (mm) y la sobrevivencia (%). La calidad del agua fue monitoreada diariamente (temperatura, oxígeno disuelto, pH y CO₂) y cada tres días alcalinidad, nitrito y amoníaco. El crecimiento y sobrevivencia fueron analizados con Varianza de Doble Vía (ANOVA), usando el programa estadístico SPSS 18.

Al final del experimento no se encontraron diferencias significativas, en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalos cola roja, utilizando los tres flujos de agua; pero, si para las densidades de siembra, siendo la densidad de 30 postlarvas/l la que obtuvo mayor ganancia diaria en crecimiento con 1.16 y 24.91 mm de longitud total. Sin embargo, la densidad de 10 postlarvas/l logró mejor resultado en sobrevivencia, mayores de 17.92 % en comparación con las otras dos densidades. Los parámetros físicos y químicos de la calidad de agua, estuvieron dentro de los límites considerados satisfactorios para el cultivo de postlarvas. Al encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$) en la sobrevivencia, se concluye que la densidad de 10 postlarvas/l, puede convertirse en una alternativa a ser utilizado en el levante de postlarvas a alevino.

Palabras claves: *Brycon cephalus*, postlarvas, flujo de agua, densidad

INFLUENCE OF WATER FLOW AND PLANTING DENSITY ON GROWTH AND SURVIVAL POSTLARVAE "RED-TAIL SÁBALO" *Brycon cephalus* (Günther, 1869), CONTROLLED UNDER.

Jorge Babilonia-Medina, Enrique Ríos-Isern

ABSTRACT

This study was conducted in the facilities of the company for exporting ornamental fish: Nautilus Export SAC, in Loreto - Perú. For 15 days we evaluated the growth and survival of postlarvae of red-tail sábalo (*B. cephalus*) grown in three water flows (0.5, 1.0 and 1.5 l/min) and three densities (10, 20 and 30 postlarvae / l). were stocked 4320 postlarvae in 27 tanks (30x20x20cm). The first five days were fed with 200 moinas / postlarvae, and the remaining ten days with a pulverized diet of 50% crude protein, with a feed rate of 10% of the biomass, were fed three times a day (8:00, 11: 00 and 14:00 hours). Every 5 days growth in length (mm) and survival (%). was evaluated. Water quality was monitored daily (temperature, dissolved oxygen, pH, and CO₂) and every three days alkalinity, nitrite and ammonia. Growth and survival were analyzed with Two-Way Variance (ANOVA) using SPSS 18.

At the end of the experiment there were no significant differences in growth and survival in post-larvae of red tail sábalo, using three water flows, but, for stocking densities, been the density of 30 post-larvae/l which scored highest growth in average daily gain of 1.16 and 24.91 mm overall length. However, the density of 10 post-larvae / l, achieved better results in survival of 17.92% in comparison with the other two densities. Physical and chemical parameters of the water quality were considered satisfactory for growing post-larvae. In survival, there were found significant differences ($P < 0.05$), it is concluded that the density of 10 post-larvae/l, can become an alternative to be used on the release of post-larvae to fingerling.

Keywords. *Brycon cephalus*, post-larvae, water flow, density.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Acta de sustentación de tesis	ii
Acta de aprobación de tesis	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
CAPITULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	6
2.1. MARCO TEÓRICO	6
2.1.1. Antecedentes	6
2.1.2. Bases Teóricas	9
2.1.3. Marco Conceptual	10
2.2. DEFINICIONES OPERACIONALES	12
2.3. HIPÓTESIS	12
CAPÍTULO III	13
3. METODOLOGÍA	13
3.1. Método de Investigación	13
3.2. Diseños de Investigación	13
3.3. Población y Muestra	14
3.3.1. Área de Estudio	14
3.3.2. Población	14
3.3.3. Muestra	14
3.4. Técnicas e Instrumentos	14
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos	15
3.5.1. Flujo de agua en las peceras	15
3.5.2. Alimento y alimentación	15

3.5.3. Registro de datos biométricos	15
3.5.4. Supervivencia (%)	16
3.5.5. Análisis de la calidad de agua	16
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	16
3.7. Protección de los Derechos Humanos	17
CAPÍTULO IV	18
RESULTADOS	18
4.1 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en el crecimiento de postlarvas de sábalo cola roja.	18
4.2 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en la supervivencia de postlarvas de sábalo cola roja.	23
4.3 Interacción del flujo de agua y la densidad de siembra respecto al crecimiento y supervivencia de postlarvas de sábalo cola roja	26
4.4 Calidad del agua en el proceso de larvicultura del sábalo cola roja, en el sistema de recirculación	26
CAPÍTULO V	28
DISCUSIÓN	28
CAPÍTULO VI	35
PROPUESTA	35
CAPÍTULO VII	36
CONCLUSIONES	36
CAPÍTULO VIII	37
RECOMENDACIONES	37
CAPÍTULO IX	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS O APÉNDICES	44

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Diseño experimental del flujo de agua/min y la densidad de siembra....	13
Tabla 2. Promedios de índice de crecimiento (mm) obtenidos en el cultivo de postlarvas de sábalo cola roja (<i>Brycon cephalus</i>), con los diferentes flujos de agua y densidades de siembra. Valores mostrados como media \pm DS. ^{abc} subgrupos formados según la prueba de Tukey. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).	18
Tabla 3. Calidad de agua en las peceras de 8 l, bajo diferentes flujos de agua y densidades de siembra, de postlarvas de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>), para cada parámetro, los valores corresponden a la media \pm Desviación estándar	27
Tabla 4. Longitud promedio de las postlarvas – alevino de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>) sometido a diferentes flujos de agua y densidades durante los 15 días de cultivo. Loreto-Perú. 2012.	44
Tabla 5. Supervivencia de postlarvas- alevino de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>) sometido a diferentes flujos de agua y densidades durante los 15 días de cultivo.	45
Tabla 6. Supervivencia inicial y final de postlarvas- alevino de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>) sometido a diferentes flujos de agua y densidades de siembra.....	46
Tabla 7. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de <i>B. cephalus</i> en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 0.5 l/min. Loreto - Perú. 2012	47
Tabla 8. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de <i>B. cephalus</i> en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 1 l/min. Loreto - Perú. 2012	48
Tabla 9. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de <i>B. cephalus</i> en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 1.5 l/min. Loreto - Perú. 2012.	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Curva de crecimiento en longitud (mm) de las postlarvas de sábalo cola roja <i>Brycon cephalus</i> , alojadas en peceras de 8 litros, a flujos de agua de 0.5 l/min (a), 1l/min (b), 1.5 l/min (c); con diferentes densidades de siembra.....	21
Gráfico 2. Ganancia de longitud total (mm) de las postlarvas de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>), utilizando diferentes flujos de agua y densidades de siembra, al final de un período de larvicultura de 15 días. Valores mostrados como media \pm DS. ^{abc} subgrupos formados según la prueba de Tukey. Entre columnas, para cada tratamiento, letras distintas indican diferencias significativas (P< 0.05). n =3 réplicas por tratamiento.....	22
Gráfico 3. Supervivencia (%) por muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja de las postlarvas de sábalo cola roja <i>Brycon cephalus</i> , alojadas en peceras de 8 litros, a flujos de agua de 0.5 l/min (a), 1l/min (b), 1.5 l/min (c); con diferentes densidades de siembra.....	24
Gráfico 4. Porcentajes acumulados de supervivencia (%) de postlarvas de sábalo cola roja (<i>B. cephalus</i>), en flujos de agua de 0.5, 1 y 1.5 l/min, sembrados a densidades de 10, 20 y 30 postlarvas/l, de un periodo de larvicultura de 15 días. Valores mostrados como media \pm DS. ^{abc} subgrupos formados según la prueba de Tukey., letras distintas indican diferencias significativas (P<0.05). n= 3 réplicas por tratamiento.....	25
Gráfico 5. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 0.5 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de <i>B. cephalus</i> . Loreto – Perú. 2012.....	50
Gráfico 6. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 1 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de <i>B. cephalus</i> . Loreto – Perú. 2012.....	50
Gráfico 7. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 1.5 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de <i>B. cephalus</i> . Loreto – Perú. 2012.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Foto 1. Distribución de las unidades y tratamientos por réplica en el cultivo de postlarvas de sábalo cola roja en el sistema de recirculación, con las densidades (10, 20 y 30 postlarvas/) y flujos de agua (0.5 ,1 y 1.5 l/min). Loreto-Perú. 2012.	51
Foto 2. Ubicación del área de estudio Nautilus Export. Faning 218. Entre putumayo y calvo de Araujo. Loreto- Perú. 2012.....	52
Foto 3.Sistema de recirculación con flujos de agua (0.5 (a), 1 (b) y 1.5 L/min (c))	52
Foto 4. Postlarvas de 4 días posteclosión (dpe).	53
Foto 5.Peso del alimento balanceado (a); alimento puesto en bolsas de polietileno (b) y su respectiva rotulación (c).....	53
Foto 6. Sifoneo (a), recolección de postlarvas (b) y conteo de postlarvas de sábalo cola roja (c).	54
Foto 7. Postlarvas anestesiadas con eugenol (a, b)	54
Foto 8. Medición Biométrica de la postlarvas de sábalo cola roja utilizando el programa ImageJ.....	55
Foto 9. Imágenes del primer muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b y c).....	55
Foto 10.Imágenes del segundo muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b y c).	55
Foto 11.Imágenes del tercer muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b, c y d).....	56
Foto 12.. Canibalismo en postlarvas y alevinos de sábalo cola roja.....	56
Foto 13.Equipo La Motte AQ-2 (a) y análisis de p H del agua (b).....	57

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Brycon es un género de peces de agua dulce, con un gran número de especies, la mayoría con buena alternativa para la piscicultura en América Latina (**Pardo et al., 2002**). El sábalo cola roja, *Brycon cephalus*, presenta características deseables para la piscicultura como rápido crecimiento, aceptación de dietas artificiales, adaptación al cautiverio, resistencia al manejo y buen valor comercial. El proceso de larvicultura, depende en alto grado de la calidad del agua y densidad de siembra (**Lopes et al., 2001**).

La densidad de siembra es un factor que afecta el crecimiento y la sobrevivencia (**Gomes et al., 1998**); se han realizado investigaciones en el género Brycon en los diferentes estadios; con densidades con 15 larvas /l en *B. orthotaenia* (**Pedreira et al., 2008**), con 2 larvas /l en *B. cephalus* (**Kennedy et al., 2004**), 10 postlarvas/l en *B. cephalus* (**Silva et al., 2009**) y de 5 a 25 postlarvas /l en *B. orbignyana* (**Saccol y Oliveira, 2003**). El cultivo de “dorada” *B. sinuensis* en estanques tierra, sugieren que se puede realizar la siembra de 50 a 150 postlarvas/m² (**Atencio, 2001; Atencio et al., 2006a**).

La sobrevivencia de larvas presenta altas fluctuaciones debido a diversos factores, como la densidad de siembra, el tipo de alimento y el flujo de agua (**Merchie et al., 1996**). El flujo de agua empleado para el levante de postlarvas de las especies del género Brycon, generalmente es de 1 a 1.5 l/min (**Atencio et al., 2003; Hahn y Grajales, 2004; Atencio, et al., 2006b**).

La técnica de larvicultura adoptada por la mayoría de los piscicultores, consiste en sembrar directamente las postlarvas en estanques fertilizados inmediatamente después del inicio de la alimentación exógena (**Prieto et al., 2006**); esa técnica generalmente resulta en bajas tasas de sobrevivencia (**Prieto y Atencio, 2008**). Obstáculo más serio que involucran la producción intensiva de peces (**Barbosa, 1996; Luz et al., 2000; Nakatani et al., 2001**).

La insuficiente disponibilidad de alevinos de “sábalo cola roja” *Brycon cephalus*, en nuestra Región, obliga a que los piscicultores se abastezcan de alevinos del medio natural. Uno de los desafíos que enfrenta la piscicultura para la introducción de nuevas especies a los sistemas productivos, es la producción suficiente y oportuna de alevinos, a pesar de los avances alcanzados en el desarrollo de tecnologías de producción de alevinos (**Atencio et al.,2006a**); por empresas o instituciones del estado, como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y FONDEPES, que vienen realizando la reproducción inducida del sábalo cola roja; pero, con bajas sobrevivencia de alevinos; por esta razón, con el fin generar tecnologías y protocolos de levante en postlarvas de sábalo cola roja, para obtener mayor sobrevivencia y producción de alevinos destinados a la piscicultores, promoviendo su cultivo en condiciones rentables y sostenibles, garantizando, la mejora económica de los diferentes actores de la cadena productiva de peces de consumo en la Amazonía Peruana y la conservación de la especie; aunque es conocido que la mayoría de las especies del género *Brycon*, pueden presentar diferentes comportamientos productivos por efecto de la manipulación del flujo de agua y la densidad de siembra, aún no se conoce con claridad la posible interacción entre estas dos variables y sus efectos en el crecimiento y sobrevivencia. Surge entonces la necesidad de realizar el estudio de la influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja, en condiciones controladas.

1.2 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Hoy en día la acuicultura es reconocida como una actividad empresarial viable y provechosa a nivel mundial, en la medida que la tecnología del cultivo va evolucionando, existe una tendencia hacia la obtención cada vez más rápida de mayores rendimientos y crecimientos de los animales cultivados (Vásquez, 2004).

Uno de los desafíos que enfrenta la piscicultura para la introducción de nuevas especies a los sistemas productivos, es la producción suficiente y oportuna de alevinos. La eficiencia de este proceso, que incluye la larvicultura, depende en alto grado de la calidad del agua, densidad de siembra, disponibilidad de alimento y de la técnica de cultivo (Lopes *et al.*, 2001).

El éxito de la piscicultura como una bioindustria depende de los progresos en la obtención de una continua y estable producción de alevinos, siendo casi imposible desarrollar el cultivo a escala comercial de una especie, si no hay disponibilidad permanente de semillas (Atencio, 2001).

En el manejo de larvas y postlarvas de sábalo cola roja en tanques y estanques de tierra, se logra bajas tasas de sobrevivencias de alevinos, porque no se sabe, cuál es la densidad óptima y flujo de agua adecuado con características óptimas de temperatura, pH, oxígeno, alcalinidad y transparencia en los recintos para esta especie.

Entonces, debido a lo antes mencionado, en este estudio se pretende determinar la influencia del flujo de agua y la densidad de siembra óptima en el proceso del levante de postlarvas de sábalo cola roja, en condiciones controladas.

Como consecuencia a las investigaciones ya realizadas sobre densidades y sus efectos en el crecimiento y sobrevivencia para el género *Brycon* en sus diferentes estadios, demostraron que si hay influencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia en las diferentes especies del género *Brycon*, sin embargo, en la especie *Brycon erythropterum* “sábalo cola roja”, no hay trabajos de influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en el crecimiento y sobrevivencia de

postlarvas, su importancia en el levante de postlarvas a alevinos, lo cual, nos permite plantear la siguiente interrogante: ¿Cuál es la influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Analizar el efecto del flujo de agua y la densidad siembra en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia del flujo de agua en el crecimiento de postlarvas de sábalo cola roja.
- Evaluar la influencia del flujo de agua en la sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.
 - Evaluar la influencia de la densidad en el crecimiento de postlarvas de sábalo cola roja.
 - Evaluar la influencia de la densidad en la sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.
 - Interrelacionar el flujo de agua y la densidad de siembra respecto al crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

La larvicultura es uno de los obstáculos más serios que involucran la producción intensiva de peces con potencial para la piscicultura (**Barbosa, 1996; Luz et al., 2000; Nakatani et al., 2001**).

La eficiencia de la larvicultura, depende en alto grado de la densidad de siembra, disponibilidad de alimento, calidad de agua y de la técnica de cultivo (**Lopes et al., 2001**). La densidad de siembra es un factor que afecta el crecimiento y la sobrevivencia (**Gomes et al., 1998**). La sobrevivencia de las larvas presenta altas fluctuaciones debido a diversos factores, como los físico-químicos (temperatura, iluminación, oxígeno disuelto, amonio, salinidad, pH, etc.), considerados los más importantes para la sobrevivencia y crecimiento (**Merchie et al., 1996**).

En postlarvas de “piracanjuba” *Brycon orbignyanus*, evaluaron el crecimiento y supervivencia en diferentes densidades de siembra y frecuencias de alimentación, mostrando que el aumento de la densidad de siembra reduce linealmente la supervivencia de los peces. Registrando una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las frecuencias de alimentación en relación con la supervivencia, teniendo mejor supervivencia con la densidad de 10 postlarvas/litro, alimentadas cada tres horas (**Silva et al., 2009**).

Trabajos experimentales en estanques de tierra, las postlarvas deben ser sembradas, en estanques debidamente preparados para estimular la producción natural de alimento (secado, encalado y abonado), a densidades de 50 a 150 postlarvas/m² para dorada y yamú, obteniéndose sobrevivencias mayores del 50% en la fase de alevinaje (**Atencio, 2001**).

Asimismo, **Atencio et al., (2006a)**, evaluaron el efecto de la densidad de siembra en el alevinaje de “dorada” *Brycon sinuensis*, sembraron postlarvas

(PL) de dos días de nacidas, a tres densidades diferentes (50, 100 y 150 PL/m²), en nueve estanques de tierra de 50 m². La sobrevivencia osciló entre 59.9% (150 PL/m²) y 85.4% (100 PL/m²) sugiriendo que el alevinaje de la dorada se puede realizar, por lo menos, a densidades de siembra de 150 post-larvas/m².

También se han realizados trabajos probando el efecto de la salinidad en “matrinxã” *Brycon cephalus*, evaluando el efecto de la salinidad al 2% y el tipo de alimento (vivo y una dieta artificial), al final del experimento verificaron diferencias significativas entre los tratamientos con agua salada y agua dulce, y los tipos de alimentos. La larvicultura de matrinxã puede ser realizada en salinidad de 2% con dieta artificial sin que el crecimiento fuese afectado teniendo sobrevivencia del 90% (**Kennedy et al., 2004**).

En el cultivo de postlarvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), estudiaron la influencia del fotoperiodo, con densidad de 12 postlarvas/10 l, alimentados con nauplios de artemia, siendo el valor sobrevivencia de 88,9±9,7%, obtenido con 24 horas de luminosidad, las longitudes y pesos de las postlarvas de piracanjuba no presentaron diferencias significativas (P>0,05) (**Reynalte et al., 2002**). Con postlarvas de *Brycon orbignyanus* estudiaron la tasa de sobrevivencia y desarrollo, con tres densidades (5, 15 y 25 postlarvas /l), tres dietas (*Artemia sp*, ración comercial y larvas de *Prochilodus lineatus*) y dos formas de tanques (cuadrado y rectangular) concluyendo que no hay diferencias significativas entre las tres densidades y las dietas, obteniendo mejor resultado en los tanques rectangulares (**Saccol y Oliveira , 2003**); así mismo (**Pedreira et al., 2006**) observaron mayor sobrevivencia y biomasa en acuarios rectangulares de fondo liso, por promover mejor la circulación del agua en larvas de “matrinxã” *Brycon cephalus*.

En otras especies como la “cachama negra” *Colossoma macropomum* y “bocachico” *Prochilodus magdalenae*, se realiza a densidades de siembra entre 200 y 400 postlarvas/m² (**Atencio ,2003; Zaniboni, 1992**). En acuarios de alta densidad en la retención de postlarvas de “pacú” *Piaractus mesopotamicus*, con 20 postlarvas/l en acuarios de 100 l, alimentándolas con nauplios de Artemia, el crecimiento no se vio afectado a pesar de haberse mantenido hasta los 40 días de vida en acuarios de alta densidad, logrando una buena sobrevivencia, superando

a los procesos obtenidos en larvicultura directa en estanques (**Ortíz et al., 2009**).

El canibalismo agrupa factores ambientales que estimulan la conducta caníbal, entre estos han sido reportados: Disponibilidad del alimento, frecuencia de alimentación, densidad poblacional, ausencia de refugios, intensidad de la luz y turbidez del agua (**Smith et al., 1991; Hecht & Pienaar, 1993; Bristow et al., 1994**). Utilizando apropiadas densidades de siembra, realizando selección periódica por talla y proporcionando condiciones ambientales apropiadas, es posible disminuir el canibalismo (**Kestemont et al., 2003; Kennedy y Zaniboni, 2002**).

Con postlarvas de “dorada” *Brycon moorei*, sometida Vs a ausencia de luz fueron incapaces de localizar y capturar las larvas de forraje, que resulto una elevada mortalidad y canibalismo (**Baras et al., 2000**). En el proceso de larvicultura de las especies del género *Brycon*, respecto, al flujo de agua, en larvas de “dorada” *B. moorei*, una vez eclosionadas, son llevadas a incubadoras Agrover-Woynarovich de 200 L, con flujo de 1 l/min (**Hahn & Grajales, 2004**).

Las larvas de *Brycon sinuensis*, una vez que eclosionaban, eran llevadas a incubadoras cilindrocónicas con capacidad de 200 l y flujo constante de agua de 6.0 l/min donde se mantenían hasta las 14 h postfertilización (HPF). Posteriormente, trasladadas a piletas circulares de concreto con capacidad de 1.5 m³, a densidad de 100 larvas/l, con aireación y flujo constante de 1 l/min (**Atencio et al., 2006b**). Para el levante de postlarvas de *Brycon siebenthalae*, se utilizan tanques de 500 litros con flujo abierto de 1 a 1.5 l/min (**Atencio et al., 2003**).

En cuanto a su reproducción, los primeros trabajos de reproducción de “sábalo cola roja” *Brycon cephalus*, fue realizado por **Eckmann (1984)** y **Vergara et al., (2008)**. La reproducción inducida del género *Brycon*, fueron realizados en Brasil con matrinxã, *Brycon cephalus* (**Bernardino et al., 1993; Romagosa et al., 2001**), con piabanha, *Brycon insignis* (**Andrade et al., 2001**), con pirapitinga, *Brycon opalinus* (**Narahara et al., 2002**), en Colombia con yamú, *Brycon amazonicus* (**Pardo et al., 2006**).

2.1.2. Bases Teóricas

2.1.2.1. Generalidades del sábalo cola roja, *Brycon cephalus*.

El sábalo cola roja, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), es un pez reofílico de la cuenca amazónica del Perú y Brasil, es una especie importante para la economía de los pobladores amazónicos de agradable sabor y gran demanda en los mercados locales (**Zaniboni et al., 2006; Gadelha y Araújo, 2013**).

Clasificación Taxonómica.

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinoterigio

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Género: *Brycon*

Especie: *Brycon cephalus* (Günther, 1869)

2.1.2.2. Características Generales.

Es un carácido y pertenece al género *Brycon*, grupo de peces con un registro importante de especies (**Howes, 1982**). Se encuentra ampliamente distribuida en América central y América del sur y es más común encontrarlo en la cuenca del Amazonas (**FAO, 2010**). *Brycon cephalus* sábalo cola roja, habita ambientes de agua dulce tropicales (**Faustino et al., 2010**). Es una especie omnívora, con cierta tendencia a herbívora, se alimenta de frutas, semillas, flores, restos vegetales, plantas herbáceas, insectos y restos de pescado (**Pinzango et al., 2001; Silva, 2007**). Posee un cuerpo alargado y comprimido, cabeza pequeña, ancha, de perfil ligeramente convexo. Su boca es alargada, los dientes del maxilar superior son tricúspides y posee dientes más pequeños en el maxilar inferior (**FAO, 2010**). En cautiverio los machos alcanzan la madurez sexual al año y las hembras a partir del segundo año (**Zaniboni, 1985**).

2.1.2.3. Larvicultura del género Brycon.

EL proceso de cultivo de larvas en laboratorio donde permanecen protegidas de predadores y reciben alimentos de calidad y en cantidad adecuada a su desarrollo inicial (**Prieto y Atencio, 2008**), la larvicultura intensiva con el uso de organismos zooplanctónicos (rotíferos, cladóceros, copépodos y artemia) cultivados en laboratorio (**Atencio-Garcia et al., 2003; Jomori et al., 2003**). Por la conducta caníbal que presenta este género Brycon (**Atencio et al., 2003**); por lo cual, recomiendan utilizar larvas de otras especies de peces como primera alimentación (**Woynarich & Sato, 1990**). Por su rápido desarrollo de larva a postlarva que ocurre entre 30 y 36 horas post-eclosión (**Andrade et al., 2001; Reynalte et al., 2004**)

2.1.2.4. Sobre el Software ImageJ

El software ImageJ es una aplicación del software de Java para procesamiento y análisis de imágenes, fue desarrollado por Wayne Rasband en los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, Bourne (2010).

Cristobal y cols. (2011) afirman que este software es útil para una amplia gama de aplicaciones de imágenes en las ciencias biomédicas, que es un recurso clave en los laboratorios y se utiliza en todo el mundo en procesamiento de imágenes médicas, sobre todo en la investigación.

Así mismo, **Rasband (2010)**, señalan que existen muchos paquetes de software disponibles con las que se analizan y procesan imágenes, sin embargo, el software ImageJ es de libre descarga y puede ser suficiente para muchos propósitos. **Nejat (2012)** explica por qué se debe usar este software en el cálculo de la longitud y número de neuritas (prolongaciones que tiene una neurona), el número promedio de las neuritas por célula.

2.1.3. Marco Conceptual

Postlarva: Es un estadio del ciclo biológico de los peces, alcanzado después de haber evolucionado, a través de la absorción del saco vitelino, el inicio de la alimentación exógena. Es cuando logra crecer a un tamaño de 5 a 7 mm, para ser utilizado en el cultivo en estanques de producción de las fincas.

Flujo de agua: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo; enfocándolo sobre todo desde el punto de vista de las cosas líquidas, porque son las que mayormente asociamos a la capacidad de fluir, como por ejemplo el flujo de agua de litros/segundo o minutos, metros³/hora.

Densidad de siembra. Número de ejemplares por unidad de área, cantidad de peces a sembrar por m² o m³ que pueda entrar un estanque, jaula, sistemas de recirculación y según el sistema de cultivo, asimismo depende de la etapa, si son larvas, post-larvas, alevines, juveniles o reproductores; en post-larvas se emplean densidades de siembra de 50 a 100 post-larvas /litros, metros² 0 metros³.

Moina. Microcrustáceos que se utiliza como alimento vivo para el levante de post-larvas y alevines en los organismos acuáticos de la acuicultura.

2.2. DEFINICIONES OPERACIONALES

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
Variables Independientes (X)		
Flujo de agua	Flujo de agua	l/min.
Densidad	Densidad	postlarvas/l
Variables Dependientes (Y)		
Crecimiento	Crecimiento en longitud	mm.
Supervivencia	Supervivencia	%

2.3. HIPÓTESIS

Con el propósito de dar respuesta al problema y a los objetivos de la investigación planteados en el presente estudio se formula la siguiente hipótesis:

H₀: No hay diferencias en el crecimiento y supervivencia en postlarvas de “sábalo cola roja” *Brycon cephalus*, con respecto al flujo de agua y la densidad de siembra.

H_a: Hay diferencias en el crecimiento y supervivencia en postlarvas de “sábalo cola roja” *Brycon cephalus*, con respecto al flujo de agua y la densidad de siembra.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

La investigación fue del tipo experimental, porque nos permitió conocer el efecto de tres de flujos de agua y tres densidades de siembra, en el crecimiento (mm) y la sobrevivencia (%) de postlarvas de sábalo cola roja.

3.2. Diseños de Investigación

Para este trabajo de investigación se utilizó el diseño factorial 3x3x3 (tres flujos de agua y tres densidades de siembra y tres repeticiones), dando un total de 27 unidades experimentales de acuerdo al cuadro 1. Las unidades experimentales fueron peceras de vidrio (6mm) rectangulares de 30 x 20 x 20 cm. El volumen aproximado de agua fue de 8 litros. Todas las peceras con suministro y drenaje de agua individual, con renovación constante, utilizando tres sistemas de recirculación de agua en un solo ambiente (anexo: **Foto 2**).

Tabla 1. Diseño experimental del flujo de agua/min y la densidad de siembra

Flujo de agua(l/min)	D1 10 postlarvas/l	D2 20 postlarvas/l	D3 30 postlarvas/l
F1	F1,D1	F1,D2	F1,D3
F2	F2,D1	F2,D2	F2,D3
F3	F3,D1	F3,D2	F3,D3

Leyenda:

D1: **Densidad 1:** 10 postlarvas /Litro.

D2: **Densidad 2:** 20 postlarvas /Litro.

D3: **Densidad 3:** 30 postlarvas /Litro.

F1: **Flujo 1:** 0.5 litros/minuto

F2: **Flujo 2:** 1 litros/minuto

F3: **Flujo 3:** 1.5 litros/minuto

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Área de Estudio

El estudio se realizó durante el mes de diciembre del 2012, en las instalaciones de la empresa de exportación de peces ornamentales: **Nautilus Export S.A.C.**, la cual se encuentra ubicada en la Calle Fanning N° 218, entre las calles Putumayo y Calvo de Araujo, Iquitos – Maynas (anexo: **Foto 1**), entre las coordenadas geográficas 3° 44', 46.54" S y 73°14', 57.73 " O.

3.3.2. Población

La población total, objeto de investigación fue de 4320 postlarvas, las cuales se distribuyeron en grupos de 80, 160 y 240 postlarvas por unidad experimental (27 peceras), postlarvas obtenidas en el laboratorio de reproducción inducida de la empresa Acuícola “Amazonia Aquaculture Service. E.I.R.L. ubicado en el Km 2.3 de la carretera Iquitos- Nauta, entre las coordenadas geográficas 3°48' 19.62" S y 73°18' 28. 83" O.

3.3.3. Muestra

El muestreo se realizó cada cinco días, mediante el muestreo probabilístico o muestreo aleatorio simple para cada unidad experimental, se tomaron tres muestras de 10 postlarvas de cada pecera (anexo: **Foto 3**), con la finalidad de fotografiarlos. El período experimental tuvo una duración de 15 días.

3.4. Técnicas e Instrumentos

Para evaluar el crecimiento y la supervivencia de postlarvas de sábalo cola roja, se empleó el muestro al azar. Los peces fueron retirados con un jamo hacia bandejas de 5 litros para el conteo de supervivencia y la toma de medidas de longitud (mm) a través de fotos, las cuales se midieron en el programa analizador de imágenes **ImageJ 1.4I** (anexo: **Foto 8**) los datos de longitud y supervivencia fueron registradas en hojas Excel.

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Flujo de agua en las peceras

Antes de colocar las postlarvas en las peceras, se determinó y calculó el volumen y el flujo de agua de cada pecera, manipulando la llave (grifo de entrada del agua hacia la pecera, tenía una caída de 10 cm) y mediante la prueba volumétrica, se determinó (cálculo) los flujos de agua 0.5, 1 y 1.5 l/min. Durante el desarrollo del trabajo, todas las peceras fueron sifonadas diariamente para retirar la materia orgánica, siendo repuesto entre el 40 y 50 % del volumen de agua retirada durante el sifoneo.

3.5.2. Alimento y alimentación

Al inicio del experimento las postlarvas eran alimentadas con 200 moinas /postlarva/día durante los cinco primeros días y después fueron alimentadas con una dieta de 50 % de proteína bruta de la marca AQUAXCEL, este alimento, era extruido triturado (en polvo a 1 mm) y luego gradualmente se fue incrementando el tamaño de la partícula del alimento hasta 2 mm de diámetro: La tasa de alimentación fue del 10% de la biomasa hasta finalizar el experimento, la frecuencia alimenticia fue de tres veces al día (08:00; 11:00 y 14:00 horas). El alimento fue pesado en una balanza analítica y luego rotulado (anexo: Foto 4). El fotoperiodo utilizado fue de 12 horas luz/12 horas oscuridad (fotoperiodo natural).

3.5.3. Registro de datos biométricos

Los muestreos biométricos se realizaron cada 5 días. Las postlarvas eran anestesiadas con Eugenol (4-allyl-2-methoxyphenol) (anexo: **Foto 6**), se utilizó 1 ml para luego ser diluido en 10 ml de etanol, de esta solución se tomó 1 ml y diluido en 100 ml de suero fisiológico al 0.9 % (1: 100), para luego utilizar solo 1, 3 y 5 gotas de la solución de acuerdo con los muestreos, en la muestra conteniendo las postlarvas y luego eran fotografiadas con una cámara digital, teniendo como referencia (10 mm).

3.5.4. Sobrevivencia (%)

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento. La fórmula es:

$$S (\%) = \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \times 100$$

En este experimento la sobrevivencia se estimó a partir del quinto día del ensayo, contando cada cinco días las postlarvas presentes en cada unidad experimental.

3.5.5. Análisis de la calidad de agua

Los parámetros que se analizaron estaban determinados en base a la importancia que tienen en la larvicultura de sábalo cola roja. La toma de mediciones se hacía antes del recambio de agua, que se realizaba en horas de la tarde (6:30 pm). Las características físicas y químicas del agua se evaluaron utilizando los kits del equipo La Motte (anexo: **Foto 12a**). La Temperatura, oxígeno, pH, anhídrido carbónico fueron registrados dos veces al día a las 8.00 y 18:00 horas. Para la alcalinidad, nitritos y amoníaco cada tres días de igual forma que las horas de los parámetros anteriores antes mencionados. Se tomaban muestras al azar de un acuario de los tres flujos de agua ya que el flujo era constante en cada sistema de recirculación. Los datos eran anotados en una ficha de registro (anexo. **Ficha 2**).

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos fueron procesados en el programa estadístico IBM®SPSS®Statistics versión 18. a través del Análisis de Varianza de Doble Vía (Two-way ANOVA) con la finalidad de poder analizar el flujo de agua y la densidad de siembra, tanto el efecto individual como la interacción entre ambas variables en los parámetros de crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas. Los resultados se muestran como el promedio (\bar{X}) \pm la desviación estándar (DS) en cada tratamiento. Todos los valores o resultados expresados en porcentajes eran transformados por el método del arco seno previo a su análisis en ANOVA. Al ver diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia con respecto a las densidades de siembra se comparó con la prueba Tukey, utilizando el programa SPSS-18.

3.7. Protección de los Derechos Humanos

El desarrollo del presente trabajo de investigación, los derechos de autor de las fuentes y referencias bibliográficas se respetaron estrictamente, de igual manera las fuentes primarias y secundarias de información.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en el crecimiento de postlarvas de sábalo cola roja.

La longitud inicial de los peces en los diferentes tratamientos, no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), indicando homogeneidad de la población inicial en estudio (**Tabla 2**). Al final del periodo experimento, no se encontraron diferencias significativas en los tres flujos de agua. Sin embargo, en las densidades de siembra hubo diferencias ($F_{2,18} = 16.67$ $P < 0.001$).

Tabla 2. Promedios de índice de crecimiento (mm) obtenidos en el cultivo de postlarvas de sábalo cola roja (*Brycon cephalus*), con los diferentes flujos de agua y densidades de siembra. Valores mostrados como media \pm DS. ^{abc} subgrupos formados según la prueba de Tukey. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Tratamientos		Variables		
Flujo	Densidad	Longitud inicial (mm)	Longitud final (mm)	Ganancia diaria (mm)
0,5 l/min	10 (F1D1)	7.18 \pm 0.13 a	23.37 \pm 1.15 bc	1.07 \pm 0.07 abc
	20 (F1D2)	7.42 \pm 0.15 a	19.19 \pm 3.97 c	0.78 \pm 0.27 c
	30 (F1D3)	7.51 \pm 0.34 a	24.91 \pm 1.89 abc	1.16 \pm 0.10 abc
1 l/min	10 (F2D1)	7.17 \pm 0.13 a	21.62 \pm 2.62 c	0.96 \pm 0.16 c
	20 (F2D2)	7.38 \pm 0.29 a	22.86 \pm 2.06 bc	1.03 \pm 0.13 bc
	30 (F2D3)	7.54 \pm 0.44 a	31.79 \pm 4.59 ab	1.61 \pm 0.33 ab
1,5 l/min	10 (F3D1)	7.19 \pm 0.07 a	23.03 \pm 1.55 bc	1.05 \pm 0.12 abc
	20 (F3D2)	7.54 \pm 0.16 a	26.08 \pm 3.18 abc	1.23 \pm 0.22 abc
	30 (F3D3)	7.16 \pm 0.05 a	33.41 \pm 4.68 a	1.74 \pm 0.31 a
Interacción (Anova)		0.32	0.11	0.12

En el **flujo 0.5 l/min**, las tres densidades de siembra obtuvieron similares longitudes finales. No obstante, como se observa en el **flujo de 1 l/min**, la densidad de 30 postlarvas/l obtuvo 31.79 mm de longitud final, mayor que la densidad de 10 postlarvas/l. En el **flujo 1.5 l/min**, la densidad de 30 postlarvas/l obtuvo mayor longitud que la densidad 10 postlarvas/l.

En la **ganancia diaria de longitud** (mm), se hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las densidades de siembra, siendo de igual forma, la densidad mayor (30 postlarvas/l), la que obtuvo mejor resultado que las densidades (20 y 10 postlarvas/l); comparando los flujos con sus respectivas densidades de siembra, las comparaciones de ganancia de diaria son parecidas a las descriptas a la longitud final.

El crecimiento en longitud (mm) en el presente estudio mostró tendencia ascendente a lo largo del experimento lo que nos muestra la curva de crecimiento (**gráfico 1a, 1b y 1c**), de las postlarvas, en los diferentes flujos de agua y densidades de siembra. A los 5 días, en los tres flujos de agua, el crecimiento es homogéneo para las tres densidades, con crecimientos mayores de 10.32 mm de longitud. No obstante, a partir del **décimo día**, se pudo encontrar diferencias en el crecimiento; precisamente, en flujo **0.5 l/min**, la densidad de 20 postlarvas/l tuvo un menor crecimiento (14.35 mm) que las densidades 30 y 10 postlarvas /l, con crecimientos 17.13 y 16.21 mm respectivamente (**gráfico 1a**). En el flujo **1l/min**, se puede diferenciar claramente, que la densidad de 30 postlarvas/l tiene mayor crecimiento (21.68 mm) que las densidades 10 y 20 postlarvas/l con crecimientos 16.97 y 16.54 mm respectivamente (**gráfico 1b**). Asimismo, en el flujo **1.5 l/min**, la densidad que obtuvo mayor crecimiento fue 30 postlarvas/l (20.3 mm), que las densidades 20 y 10 postlarvas /l.

De igual forma, se encontraron diferencias en el crecimiento en el **décimo quinto día**, es así que, en el **flujo 0.5 l/min** (**grafico 1a**), el crecimiento en las densidades de 10 y 30 postlarvas/l obtuvieron crecimientos parejos de 23.37 y 24.91 mm respectivamente, a diferencia de la densidad de 20 postlarvas/l (19.19 mm). En el **flujo 1l/min** (**gráfico 1b**), la densidad de 30 postlarvas/l obtuvo mayor crecimiento (31.79 mm) que las densidades 20 y 10 postlarvas/l con crecimientos

22.86 y 21.62 mm respectivamente; de igual forma en el **flujo 1.5 l/min (gráfico 1c)**, la densidad de 30 postlarvas/l, obtuvo mayor crecimiento con 33.41mm, que las densidades 20 y 10 postlarvas /l con crecimientos de 26.08 y 23.03 mm respectivamente.

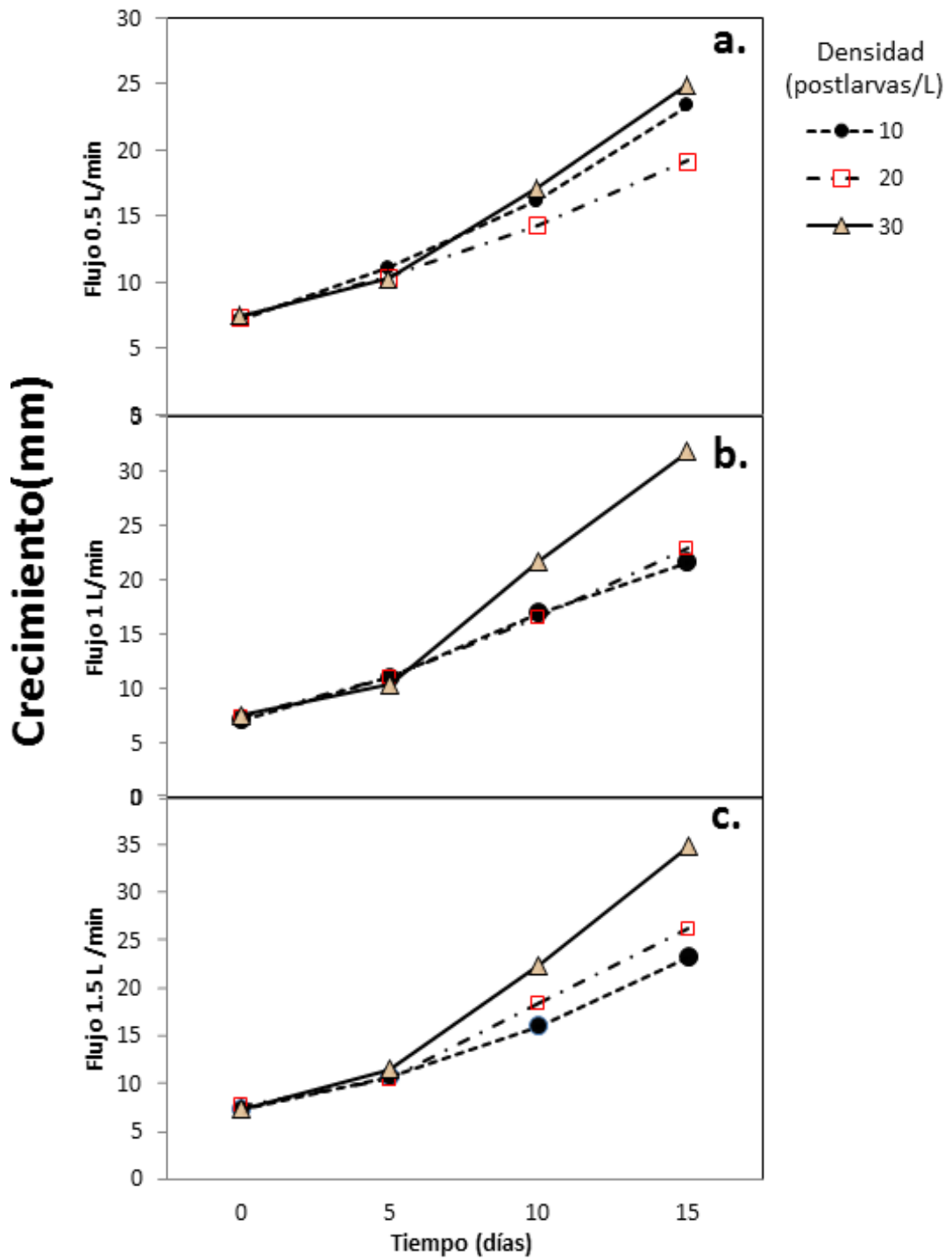


Gráfico 1. Curva de crecimiento en longitud (mm) de las postlarvas de sábalo cola roja *Brycon cephalus*, alojadas en peceras de 8 litros, a flujos de agua de 0.5 l/min (a), 1l/min (b), 1.5 l/min (c); con diferentes densidades de siembra.

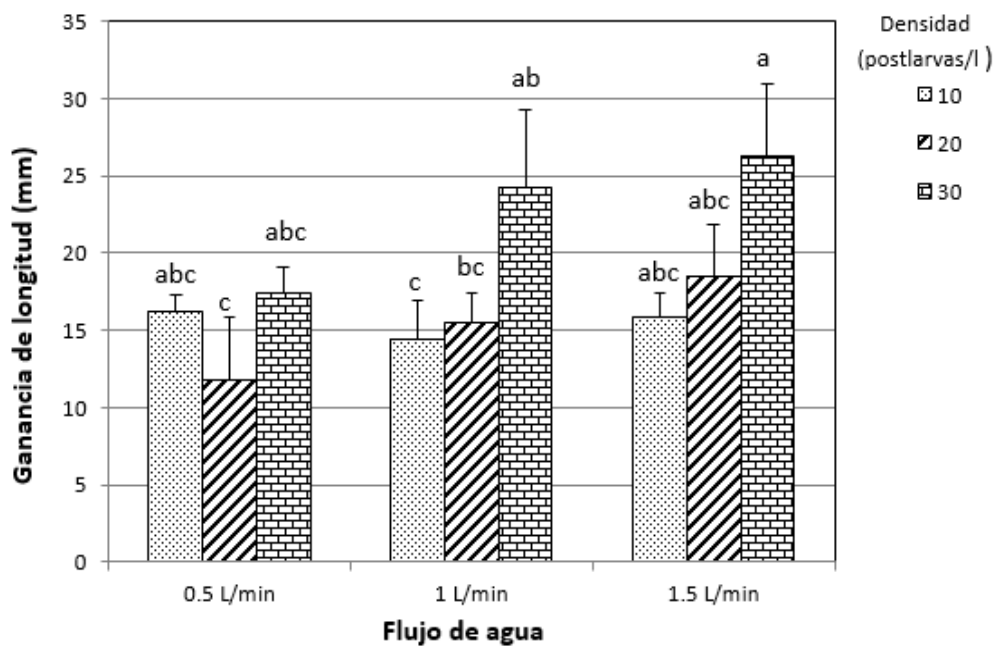


Gráfico 2. Ganancia de longitud total (mm) de las postlarvas de sábalo cola roja (*B. cephalus*), utilizando diferentes flujos de agua y densidades de siembra, al final de un período de larvicultura de 15 días. Valores mostrados como media \pm DS. abc subgrupos formados según la prueba de Tukey. Entre columnas, para cada tratamiento, letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$). $n = 3$ réplicas por tratamiento

En el **gráfico 2**, se muestra los datos de la ganancia de longitud total (mm), en los tres diferentes flujos de agua, no se registraron diferencias significativas; sin embargo, si se encontraron diferencias significativas ($F_{2,18} = 15.44$; $P < 0.0001$) en las densidades de siembra. Constatando, que la densidad de 30 postlarvas/l, obtuvo una mayor ganancia de longitud total (mm), con respecto las densidades 10 y 20 postlarvas/l. **En el flujo 0.5 l/min** no se encontraron diferencias significativas entre las densidades de siembra de 10, 20 y 30 postlarvas/l, con crecimientos de 16.19, 11.77 y 17.41 mm respectivamente. **En el flujo 1 l/min** se puede observar la diferencia significativa entre la densidad 30 y 10 postlarvas/L con ganancias en longitud 24.25 y 14.44 mm respectivamente. **En el flujo 1.5 l/min** de igual forma la densidad 30 obtuvo mayor ganancia de longitud con 26.24 mm, que la densidad 10 postlarvas/l con 15.84 mm, pero no hay diferencias entre las densidades.

4.2 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en la sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.

En el **gráfico 3 (a, b y c)** se observa la disminución de la sobrevivencia durante todo el proceso del experimento. Es así, que en el **primer muestro** (5 días), en los flujos de agua y densidades de siembra, se observan sobrevivencias mayores de 46%. En los flujos 1 y 0.5 l/min, las sobrevivencias oscilaron entre 73.8 % (30 postlarvas/l) y 79.16% (20 postlarvas/l) respectivamente. En el flujo 1.5 l/min, la densidad de 10 obtuvo mayor sobrevivencia (80.8%) que las densidades de 20 (68.8 %) y 30 (46.6%) postlarvas/l, en esta etapa las postlarvas recibieron alimento vivo (moina).

En el **segundo muestreo**, a los diez días, la sobrevivencia desciende con mayor intensidad, en esta etapa, eran alimentadas con alimento balanceado (Aquaxcel) como se observa en el **gráfico 3a** - flujo 0.5 l/min, la densidad 10 postlarvas/l, tuvo mayor sobrevivencia (58.33 %) que las densidades de 30 (43.61 %) y 20 post-larvas /l (34.79 %). En el **gráfico 3b** - flujo 1 l/min, de igual forma la densidad 10 postlarvas/l obtuvo mayor sobrevivencia (55.42 %) en contraste que la densidad 20 postlarvas/l (33.96 %) y está su vez mayor que la densidad 30 postlarvas/l (10.14 %). El **gráfico 3c** - flujo 1.5 l/min, otra vez la densidad de 10 postlarvas/l tuvo mayor sobrevivencia (53.33 %), que las densidades 20 (11.04 %) y 30 (10.55 %) postlarvas/l.

Y en el **tercer muestreo**, a los quince días, se aprecia en el **gráfico 3 (a, b y c)**, que la densidad de 10 postlarvas/l, en los tres flujos de agua (0.5, 1 y 1.5 l/min) obtuvieron mayores sobrevivencias que las densidades de 20 y 30 postlarvas/l.

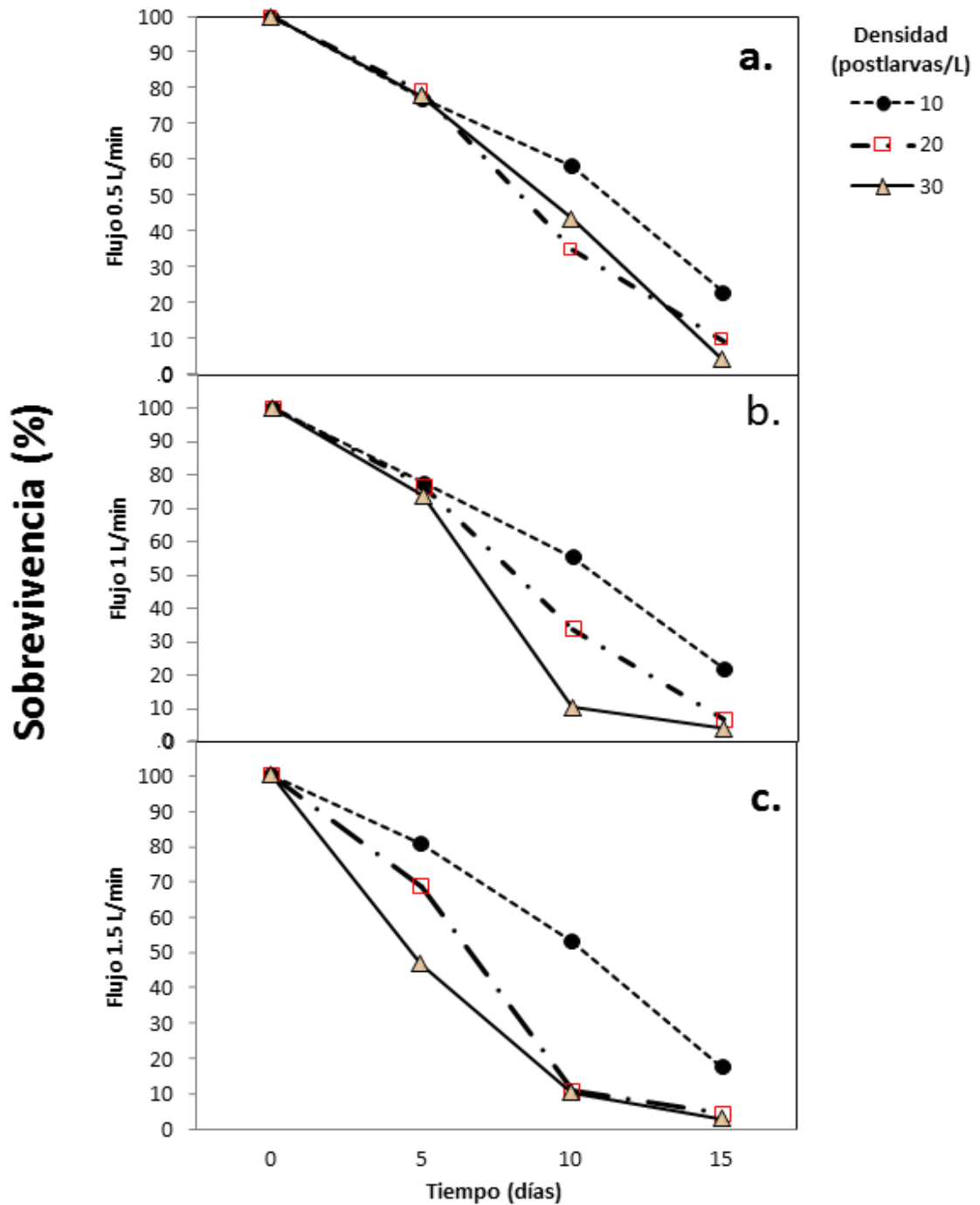


Gráfico 3. Supervivencia (%) por muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja de las postlarvas de sábalo cola roja *Brycon cephalus*, alojadas en peceras de 8 litros, a flujos de agua de 0.5 l/min (a), 1l/min (b), 1.5 l/min (c); con diferentes densidades de siembra.

Los valores de la supervivencia final, no se encontraron diferencias significativas en los flujos de agua (0.5, 1 y 1.5 l/min). Pero, si para las tres las densidades de

siembra ($F_{2,18} = 72.21$; $P < 0.000001$). Se contaron, con mayores porcentajes de sobrevivencias en las densidades de 10 postlarvas/l y menores sobrevivencias en las densidades 20 y 30 postlarvas /l. **En el flujo 0.5 l/min**, la densidad 10 postlarvas/l obtuvo 22.92 % de sobrevivencia, mayor que densidad 20 (9.58 %) y 30 (4.30 %) postlarvas/l. **En flujo 1 l/min** también, la densidad 10 postlarva/l logró mayor sobrevivencia con 22.08 % que las densidades 20 (6.87 %) y 30 (4.02 %) postlarvas /l; de igual forma en el **flujo 1.5 l/min**, la densidad 10 postlarva/l obtuvo 17.92 % de sobrevivencia, porcentaje mayor que la densidad 20 y 30 postlarvas/l con 4.58 y 3.05 % respectivamente (**gráfico 4** y **Anexo: Tabla 5**).

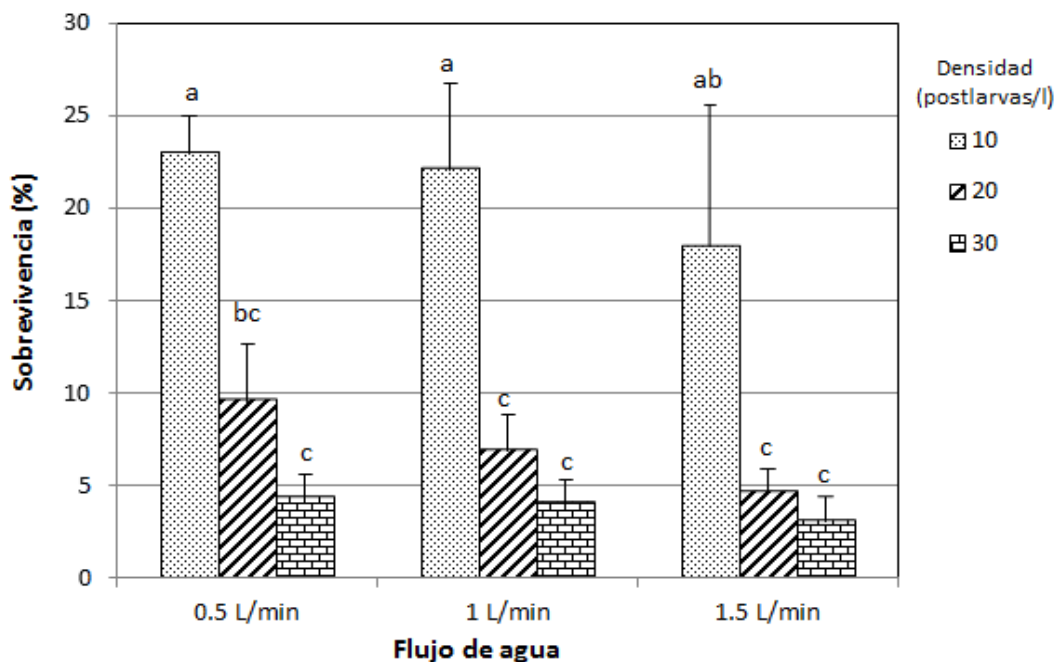


Gráfico 4. Porcentajes acumulados de sobrevivencia (%) de postlarvas de sábalo cola roja (*B. cephalus*), en flujos de agua de 0.5, 1 y 1.5 l/min, sembrados a densidades de 10, 20 y 30 postlarvas/l, de un periodo de larvicultura de 15 días. Valores mostrados como media \pm DS. abc subgrupos formados según la prueba de Tukey., letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$). n= 3 réplicas por tratamiento.

4.3 Interacción del flujo de agua y la densidad de siembra respecto al crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja

No se encontró, una interacción (relación) significativa ($F_{4,18} = 2.094$; $P > 0.12$) entre el flujo de agua y la densidad de siembra en la ganancia de longitud, es decir, no se observó mejor rendimiento en crecimiento y ganancia de longitud entre un flujo de agua y una densidad específica en forma conjunta; por lo tanto, el crecimiento y ganancia de longitud en las postlarvas de *B. cephalus* no varía de acuerdo con el flujo de agua y la densidad de siembra en forma unida en nuestras condiciones experimentales. De igual forma, para la sobrevivencia no hubo una interacción significativa ($F_{4,18} = 0.44$; $P > 0.83$).

4.4 Calidad del agua en el proceso de larvicultura del sábalo cola roja, en el sistema de recirculación

Los parámetros de calidad del agua se muestran en la **tabla 3**. En general, las variables físicas y químicas medidas a lo largo del experimento; no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en todas las peceras con sus diferentes flujos de agua (0.5, 1 y 1.5 l/min) y densidades de siembra (10, 20 y 30 postlarvas/l) en el sistema de recirculación. La temperatura promedio en los tratamientos, osciló entre 27.4 °C (10, 20 y 30 postlarvas/l - flujo 0.5, 1 y 1.5 l/min) y 27.5 °C (10, 20 y 30 postlarvas/l - flujo 0.5, 1 y 1.5 l/min); mientras que el valor promedio del pH fue de 6.7 UI en todos los tratamientos, sin embargo, al empezar el experimento fue de 7 UI hasta el séptimo día, bajando a 6.5 UI. Igualmente, el valor promedio del nitrito fue 0.07 ppm, teniendo valores menores 0.05 ppm hasta el sexto día, aumentando a valores menores 0.1 ppm en el noveno día hasta el final del experimento como se puede ver (**anexo: Tabla 7, 8 y 9; gráfico 7, 8 y 9**).

Los niveles de oxígeno oscilaron de 5.04 a 5.3 ppm; los valores de anhídrido carbónico fueron de 5.5 a 5.9 ppm. El amoníaco con niveles de 0.33 a 0.36 ppm y los niveles de alcalinidad de 16.8 a 17 ppm en los diferentes tratamientos

Tabla 3. Calidad de agua en las peceras de 8 l, bajo diferentes flujos de agua y densidades de siembra, de postlarvas de sábalo cola roja (*B. cephalus*), para cada parámetro, los valores corresponden a la media \pm Desviación estándar

Densidad	Flujo de agua	Temperatura (° C)	Oxígeno ppm	p H (UI)	CO ₂ ppm	Alcalinidad ppm	Nitritos ppm	Amoníaco ppm
10 postlarvas/L	0.5 l/min	27.5 \pm 0.45	5.04 \pm 0.5	6.7 \pm 0.25	5.9 \pm 1.03	16.8 \pm 1.80	<0.07 \pm 0.27	<0.33 \pm 0.10
	1.0 l/min	27.4 \pm 0.44	5.1 \pm 0.62	6.7 \pm 0.25	5.7 \pm 0.67	17.0 \pm 1.50	<0.07 \pm 0.27	<0.36 \pm 0.15
	1.5 l/min	27.4 \pm 0.44	5.3 \pm 0.68	6.7 \pm 0.26	5.5 \pm 0.71	17.0 \pm 1.96	<0.07 \pm 0.30	<0.36 \pm 0.15
20 postlarvas/L	0.5 l/min	27.5 \pm 0.45	5.04 \pm 0.5	6.7 \pm 0.25	5.9 \pm 1.03	16.8 \pm 1.80	<0.07 \pm 0.27	<0.33 \pm 0.10
	1.0 l/min	27.4 \pm 0.44	5.1 \pm 0.62	6.7 \pm 0.25	5.7 \pm 0.67	17.0 \pm 1.50	<0.07 \pm 0.27	<0.36 \pm 0.15
	1.5 l/min	27.4 \pm 0.44	5.3 \pm 0.68	6.7 \pm 0.26	5.5 \pm 0.71	17.0 \pm 1.96	<0.07 \pm 0.30	<0.36 \pm 0.15
30 postlarvas/L	0.5 l/min	27.5 \pm 0.45	5.04 \pm 0.5	6.7 \pm 0.25	5.9 \pm 1.03	16.8 \pm 1.80	<0.07 \pm 0.27	<0.33 \pm 0.10
	1.0 l/min	27.4 \pm 0.44	5.1 \pm 0.62	6.7 \pm 0.25	5.7 \pm 0.67	17.0 \pm 1.50	<0.07 \pm 0.27	<0.36 \pm 0.15
	1.5 l/min	27.4 \pm 0.44	5.3 \pm 0.68	6.7 \pm 0.26	5.5 \pm 0.71	17.0 \pm 1.96	<0.07 \pm 0.30	<0.36 \pm 0.15

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en el crecimiento de postlarvas de sábalo cola roja.

En los flujos de agua no hubo diferencias significativas en el crecimiento de las postlarvas de *B. cephalus*, en otros estudios, utilizaron para sus experimentos flujos de agua de 1 a 1.5 l/min (Atencio *et al.*, 2003; Hahn y Grajales, 2004; Atencio *et al.*, 2006b). En larvas de *Brycon moorei*, emplearon un flujo de 2 a 3 litros /min, requieren 9.58 litros larva /día, para un total de 143.7 litros/larva en un período de 15 días, indicando los beneficios ambientales en cuanto al ahorro de agua del sistema de recirculación (David y Castañeda, 2014). No obstante, en nuestro estudio se empleó flujos de 0.5, 1 y 1.5 l/min, para la densidad de 10, 20 y 30 (0.15, 0.075 y 0.050 litros postlarvas/ día respectivamente), utilizando 1620 litros total para cada densidad de 10, 20 y 30 postlarvas/l, en el mismo período, considerando el recambio del 50% de agua diario.

Los resultados de la presente investigación muestran un crecimiento heterogéneo, encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en las densidades de siembra de 10, 20 y 30 postlarvas/l de sábalo cola roja, *Brycon cephalus*; se obtuvo mejor resultado en el crecimiento final entre 24.91 a 33.41 mm de longitud total con la densidad 30 postlarvas/l, observando estas diferencias de crecimiento desde el décimo día. Sin embargo, en otros trabajos de densidades de siembra, durante la larvicultura de postlarvas de *Brycon orbignyianus* (Silva *et al.*, 2009), utilizando las mismas densidades de siembra cultivadas durante 7 días; y con *B. orbignyianus* (Sacol-Pereira *et al.*, 2003), cultivadas en densidades de (5, 15 y 25 postlarvas/l), alimentadas con larvas de *Prochylodus lineatus*; no encontraron diferencias en el crecimiento en sus estudios con sus diferentes tratamientos.

Durante la larvicultura de *Brycon siebenthalae* (Atencio *et al.*, 2003), con y sin primera alimentación cultivadas en densidades de 50 postlarvas/m² en estanques

de tierra durante 15 días, obtuvieron crecimientos de 31 y 29.1 mm con y sin primera alimentación respectivamente, dando a conocer que los mejores resultados de crecimiento fueron alimentando a las postlarvas con larvas de *Piaractus brachypomus* durante las 24 horas. Con postlarvas de *Brycon sinuensis* (Atencio *et al.*, 2006), sembradas en densidades de 50, 100 y 150 postlarvas/m² en estanques de 50 m², obtuvieron crecimientos finales de 37.5, 34.9 y 30.3 mm de longitud respectivamente, el cultivo de postlarvas se puede realizar, por lo menos, a densidades de siembra de 150 postlarvas/m² señalan que el tiempo de alevinaje es igual que otras especies del género *Brycon*, aproximadamente de tres semanas, resultados similares a nuestro experimento; de igual forma no encontraron diferencias en el crecimiento en longitud, en sus estudios. Con larvas de *Brycon Orbignyanus*, en densidad de 94 larvas/m² cultivadas en estanques, durante 41 días, obtuvieron longitudes finales de 80.34 y 40.91 mm de longitud, alimentadas con alimento balanceado + zooplancton y solamente zooplancton respectivamente (Sipaúba *et al.*, 2008).

Con larvas de *Brycon cephalus* de 10 hpe (horas posteclosión) cultivadas durante 11 días en acuarios de forma rectangular y cilíndricos en densidad de 10 larvas/l, obtuvieron crecimientos en promedio de 15.2 mm en ambos acuarios (Pereira *et al.*, 2006). En el cultivo de postlarvas de *Brycon cephalus* en densidades de 2 postlarvas/l en agua con salinidad al 2% y alimentadas con una dieta artificial, obtuvieron crecimientos que oscilaron entre 37.6 a 41.8 mm longitud total en 15 días de cultivo (Kennedy *et al.*, 2004). Nosotros con densidades superiores obtuvimos resultados similares en crecimiento, en el mismo lapso de tiempo.

En otras especies como en la especie *Pseudoplatystoma fasciatum*, sembradas en densidades 15, 30 y 45 postlarvas/l, de 63 horas posteclosión, cultivadas durante 15 días donde la densidad de 30 postlarvas/l mostro los mayores valores de las variables productivas como, por ejemplo: En ganancia en longitud de 17.6 mm alimentadas con 750 nauplios de artemia (Díaz *et al.*, 2009). Con la especie *hoplias lacerdae*, en densidades de siembra 10, 30, 60 y 90 postlarvas/l cultivada durante 15 días, al final de su experimento no encontró diferencias significativas en el crecimiento (Kennedy, 2004). En concordancia con David y Castañeda

(2014), quienes explican que el crecimiento heterogéneo de las larvas y alevines es usualmente relacionado a la competencia por alimento y estrés debido a factores como interacciones sociales y jerarquía, además esta jerarquía incrementa directamente con la densidad siembra, este crecimiento heterogéneo es debido al canibalismo que presenta esta especie (**Katavic et al., 1989; Baras et al., 2000; Leonardo et al., 2008**); en nuestro estudio se observó el crecimiento heterogéneo en las densidades 10, 20 y 30 postlarvas/l pero con mayor frecuencia en la densidad 30 postlarvas/l.

Con respecto a la **ganancia diaria** se encontró que la mayor densidad (30 postlarvas/l), fue la mejor con 1.16 (flujo 0.5 l/min) a 1.74 (flujo 1.5 l/min) mm; en otros trabajos obtuvieron resultados similares, con ganancias diarias entre 0.7 a 2.03 mm (**Atencio et al., 2003; Kennedy et al., 2004; Atencio et al., 2006; Pereira et al., 2006; Sipaúba et al., 2008**).

En la **ganancia de longitud** (mm) se encontraron diferencias significativas, siendo la densidad 30 postlarvas/l, la que tuvo mayor ganancia de longitud que las densidades (10 y 20 postlarvas/l). En otros trabajos, con la misma especie, con densidad de 2 postlarvas/l, cultivadas en salinidad al 2%, obtuvieron ganancia de 28.3 mm (**Kennedy et al., 2004**). Similar a la densidad de 30 postlarvas/l, en nuestro experimento.

Durante la larvicultura de *Brycon siebenthalae*, obtuvieron ganancias de longitud de 23 y 24.9 mm con y sin primera alimentación respectivamente (**Atencio et al., 2003**). Con postlarvas de *Brycon sinuensis*, sembradas en densidades de 50, 100 y 150 postlarvas/m² en estanques de 50 m², obtuvieron ganancias de 36.7, 34.1 y 29.5 mm de longitud respectivamente (**Atencio et al., 2006a**). Sin embargo, con la misma especie trabajada (**Pereira et al., 2006**), obtuvieron ganancia de longitud en promedio de 9.3 mm, en un periodo de cultivo de 11 días, la cual son menores a nuestro trabajo. No obstante, con larvas de *Brycon Orbignyanus*, con densidad de 94 larvas/m² cultivadas durante 41 días, obtuvieron ganancias de 68.24 y 30.11 mm, alimentadas con alimento balanceado + zooplancton y solamente zooplancton respectivamente (**Sipaúba et al., 2008**).

5.2 Influencia del flujo de agua y la densidad de siembra en la sobrevivencia de postlarvas de sábalo cola roja.

No se encontraron diferencias significativas, en la influencia de los flujos de agua en la sobrevivencia final, durante los 15 días de cultivo de las postlarvas de sábalo cola roja; aparentemente el flujo 0.5 fue mejor que los flujos 1 y 1.5 l/min. Con respecto a la densidad de siembra y su influencia en la sobrevivencia, se obtuvo mejores resultados con la densidad de 10 postlarvas /l; resultados similares encontraron, utilizando las mismas densidades de siembra en postlarvas de *Brycon orbignyianus* alimentadas cada tres horas (Silva *et al.*, 2009); de igual forma con larvas de *Brycon moorei*, cultivadas durante 15 días obtuvieron sobrevivencias de 39.37, 28 y 14.87% en las densidades de 10, 20 y 30 larvas/l respectivamente (David y Castañeda, 2014), resultados superiores a los encontrados en nuestro estudio, donde la máxima sobrevivencia fue 22.97 % con la densidad de 10 postlarvas/l - flujo 0.5 l/min. También con *Brycon cephalus* encontraron diferencias en la sobrevivencia en acuarios rectangulares y cilíndricos con 29.2 y 7.2 % respectivamente (Pereira *et al.*, 2006). Con postlarvas de *Brycon siebenthalae* (Atencio *et al.*, 2003), cultivadas en estanques de tierra durante 15 días en densidades de 50 postlarvas/m² obtuvieron diferencias en la sobrevivencia de 74.1 y 13.4 % con y sin primera alimentación respectivamente.

Sin embargo, con *Brycon orbignyianus* (Saccol y Oliveira; 2003), alimentadas con larvas de *Prochylodus lineatus* cultivadas en densidades de 5, 15 y 25 postlarvas/l teniendo 55.3, 44.4 y 51.3 % de sobrevivencia respectivamente; con postlarvas de *Brycon sinuensis* (Atencio *et al.*, 2006a), sembradas en densidades de 50, 100 y 150 postlarvas/m², obtuvieron 69.7, 85 y 59.9 % de sobrevivencia respectivamente, no encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia en sus diferentes estudios.

En el cultivo de postlarvas de *Brycon cephalus* en densidades de 2 postlarvas/l en agua salada al 2%, obtuvieron una sobrevivencia de 100% cuando son alimentadas con nauplios de artemia (Kennedy *et al.*, 2004), nosotros utilizando altas densidades de siembra alimentados con alimento vivo (moina sp.) y balanceado, obtuvimos diferencias en la sobrevivencia final. Con

Pseudoplatystoma fasciatum cultivadas durante 15 días en densidades 15, 30 y 45 post-larvas/l, de 63 horas posteclosión, encontraron que las mejores sobrevivencias fueron con las densidades 30 y 45 postlarvas/l alimentadas con 500 y 750 nauplios/postlarvas (Díaz *et al.*, 2009), asimismo mencionan que las variables productivas varía con las densidades y la cantidad de alimento disponible se podría manejar densidades de cultivo altas, siempre y cuando el suministro se realice con una frecuencia que garantice la optimización del alimento por la especie. Con la especie *Hoplias lacerdae*, en densidades de siembra 10, 30, 60 y 90 postlarvas/l, cultivadas durante 15 días, al final de su experimento no encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia (Kennedy, 2004).

La baja sobrevivencia obtenida en nuestro trabajo, fue debido al **canibalismo** que presento esta especie en la etapa de postlarva a alevino (anexo: **Foto 11**); esta conducta parece ser estimulada por la densidad de siembra (Simth *et al.*, 1991; Bristow *et al.*, 1994); falta de alimento, intensidad luminosa y espacio limitado pueden influenciar la tasa de canibalismo (Hectht y Piennar, 1993), en nuestro estudio se utilizó espacios pequeños de 8 litros de agua para las densidades de 10, 20 y 30 postlarvas/l, en la cual, se pudo observar la presencia del canibalismo en todas las densidades de siembra; pero, con más ocurrencia en la densidad 30 postlarvas/l, la cual concuerda con Silva *et al.* (2009), asimismo, mencionan que la dieta artificial no es un alimento adecuado para las postlarvas *Brycon orbignyanus* en los primeros diez días de vida. Problema serio, en las especies caníbales persistentes, si gran parte de la población no acepta la dieta seca como alimento; por eso es importante realizar gradualmente el cambio de dietas vivas a las inertes para evitar el canibalismo (Atencio y Zaniboni, 2006c); debido a esto, nosotros utilizando una dieta artificial a partir del quinto día observamos una baja sobrevivencia hasta el final del experimento; utilizando apropiadas densidades de siembra, es posible disminuir el canibalismo (Kestemont *et al.*, 2003; Kennedy y Zaniboni, 2002). Por esta razón (Hecht y Piennar, 1993; Atencio y Zaniboni, 2006c), consideraron como factores importantes en el control del canibalismo en la larvicultura: alimentación a saciedad, frecuencia óptima de alimentación, tamaño

apropiado y distribución homogénea del alimento, uso preferencial de alimento vivo y densidad de siembra conveniente.

Al realizar un análisis de comparación mediante la prueba de Análisis de varianza doble (Two-way ANOVA) para comparar el crecimiento en longitud (mm) de las postlarvas de sábalo cola roja al término de los 15 días de alimentación, no se encontraron diferencias significativas ($p= 0.11$) en la interacción entre el flujo de agua y la densidad de siembra; sobre el crecimiento en longitud de las postlarvas, presentando con las nueve interacciones proporcionadas (F1D1, F1D2, F1D3, F2D1, F2D2, F2D3, F3D1, F3D2 y F3D3; Tabla 1), del mismo modo, al comparar la sobrevivencia de las postlarvas al término de los 15 días del experimento, no se encontraron diferencias significativas ($p= 0.83$). En la tabla 2, se presentan los índices de crecimiento de los alevines, de acuerdo a las interacciones de flujos de agua y densidad de siembra, donde podemos observar que la interacción F3D3, presentó mayor longitud total y ganancia diaria (26.24 ± 4.72 y 1.74 ± 0.31 mm respectivamente). Asimismo, podemos observar que la interacción F1D1, presentó mayor sobrevivencia con 22.92 ± 1.90 % (**gráfico 4**).

5.3 Calidad del agua en el proceso de larvicultura de sábalo cola roja, en el sistema de recirculación.

La temperatura es una de las variables que más influye en el desarrollo de los peces, existiendo un rango óptimo para cada especie (**Reynalte *et al.*, 2004**). Al ser el sábalo cola roja un pez eminentemente tropical las medias de temperatura y pH registradas en la presente investigación (**anexo: Tabla 5, 6 y 7; gráfico 7, 8 y 9**) se consideran óptimas para el cultivo de este género *Brycon* (**Saccol y Oliveira; 2003; Atencio *et al.*, 2003 y 2006a; Pedreira *et al.*, 2006; Sipaúba *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2009**) debido a que ellos, registraron promedios temperatura y pH (26.26 a 30.33 °C y 5.7 a 7.7 UI respectivamente), rangos similares registradas en nuestro estudio durante los 15 días del cultivo.

Durante el experimento se encontraron los valores promedio mínimos de oxígeno de 5.1 ppm y máximos de 5.3 ppm, estos resultados concuerdan con (**Atencio *et al.*, 2003; Sipaúba *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2009**), no obstante, en otros trabajos reportan niveles mayores de 7.7 a 8.09 ppm (**Saccol y Oliveira, 2003; Pedreira *et***

al., 2006), nosotros con valores bajos, observamos el normal crecimiento de los especímenes.

Los niveles de nitrito y el amoníaco fueron en promedio (< 0.07 y < 0.36 ppm, respectivamente), en los tres flujos de agua (0.5, 1 y 1.5 l/min) con sus respectivas densidades; otros estudios reportan valores similares (**Saccol y Oliveira; 2003; Atencio et al., 2006a**); Sin embargo, **Atencio et al.** (2003), reportan niveles amoníaco de 0.15 ppm, valores menores si comparamos nuestros resultados al finalizar el estudio, con 0.4 ppm (anexo: Tabla 7, 8 y 9 gráfico 7, 8 y 9). Los niveles excesivos de amoníaco pueden causar alta mortalidad y disminución del crecimiento (**Jobling, 1994; Kennedy, 2004**). Puesto que **Kubitza (1998)**, establece un valor máximo de tolerancia de 1.0 ppm para el amoníaco total. Pero los valores observados durante el cultivo de las postlarvas a hasta alevinos durante periodo de estudio no afectaron al crecimiento y la sobrevivencia.

La concentración de CO₂ en el agua está determinada por la respiración, fotosíntesis y descomposición de la materia orgánica (**Rodríguez et al., 2001**). En nuestro estudio las concentraciones de CO₂, tuvieron una variación entre 5.5 y 5.9 ppm valores que concuerdan con **Atencio et al., (2003)**.

A lo largo del presente estudio se observó valores de alcalinidad que variaron de 16 a 20 ppm como valor máximo, niveles similares a los reportados por (**Atencio et al., 2003; Sipaúba et al., 2008**). Sin embargo, **David y Castañeda (2014)**, reportan valores 72.6 ppm; niveles superiores a nuestro trabajo; no obstante, estos valores están en el rango apropiado para el cultivo de esta especie. Estos valores según **Kubitza (1998)**, están por debajo del rango apropiado para el cultivo de peces; no obstante, para las aguas amazónicas que son aguas blandas, estos valores pueden considerarse como normales.

En términos generales, los valores de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, potencial hidrógeno, nitritos, amoníaco, alcalinidad, CO₂) y sus variaciones en cada una de las peceras con sus respectivas densidades y flujos de agua en el sistema de recirculación, estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de postlarvas de sábalo cola roja (*B. cephalus*).

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se propone a las Instituciones relacionadas con la actividad acuícola como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), realizar otros trabajos de investigación con la especie sábalo cola roja, *Brycon cephalus* para así poder tener un paquete tecnológico sobre el cultivo de la especie.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

1. Los flujos de agua utilizados, no influyen en el crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas de sábalo cola roja.
2. El mejor resultado en crecimiento (mm) y ganancia de longitud mm (total y diaria), se obtuvo con la densidad 30 postlarvas/l.
3. Se obtuvo mayor y menor sobrevivencia con la densidad de 10 postlarvas/l y 30 postlarvas/l respectivamente.
4. La baja sobrevivencia se debió al cambio de alimento vivo al balanceado y al canibalismo que presenta esta especie en la etapa de postlarva a alevino.
5. La interacción entre el flujo de agua y la densidad de siembra no influyen en el crecimiento en longitud, ni en la sobrevivencia de postlarvas a alevinos de *B. cephalus* “sábalo cola roja” en condiciones controladas.
6. Este estudio permitió generar tecnología en el levante postlarvas en condiciones controladas, para la mayor producción de alevinos, promoviendo su cultivo en condiciones rentables y sostenibles, garantizando, a la vez la conservación de la especie y mejora económica de los diferentes actores de la cadena productiva y la población amazónica con el consumo de esta especie en la Amazonía Peruana.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

1. Seguir con los estudios de flujos de agua, en otros ambientes (tanques de cemento o fibra de vidrio) con volúmenes mayores de 8 litros.
2. Ejecutar más estudios en densidades de siembra, probando tipos de alimentos vivos (larvas de peces, cladóceros, artemia, etc.), como primera alimentación.
3. Realizar más estudios con densidades de siembra menores de 10 postlarvas/l.
4. Realizar estudios con aguas claras y turbias.

CAPÍTULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade T.F.; Kavamoto E.T.; Romagosa E.; Fenerich V.N. (2001).** Embryonic and larval development of the “piabanha”, *Brycon insignis*, Steindachner, 1876 (Pisces, Characidae). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo. **27 (1):** 21 – 28.
- Atencio, G.V. (2001).** Producción de alevinos de especies nativas. MVZ-Córdoba. Revista Orinoquia. **6(1):**9-14.
- Atencio G.V.; Pardo C.S.; Barrera C.U.; Martínez E.T. (2006a).** Efecto de la densidad de siembra en el alevinaje de la dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955). Revista Colombia Ciencias Pecuarias. **19(2):**197-203.
- Atencio G.V.; Arabia R.F.; Aristizabal R.J. (2006b).** Desarrollo embrionario y larvario de Dorada *Brycon sinuensis*. Memorias del IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura CIVA 2006. Universidad de Zaragoza. 604-618.
- Atencio G.V.; Zaniboni F.E. (2006c).** Canibalismo en larvicultura de peces. Rev. Córdoba 11 supl **(1): 9-19.**
- Atencio G.V.; Zaniboni F.E.; Pardo C.S.; Arias C.A. (2003).** Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae*. Acta Scientiarum. **25:**61-72.
- Baras E.; Maxi M.Y.; Ndao M.; Mélard C. (2000).** Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions. II. Effect of initial size heterogeneity, diet and light regime on early cannibalism. *Journal of Fish Biology*, London, **57:** 1021-1036.
- Barbosa N.D. (1996).** Níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal em dietas para o desenvolvimento de piapara (*Leporinus elongatus* Cuv & Val., 1864). (Tese Doutorado Zootecnia). FCAV/UNESP. Jaboticabal.
- Bernardino G.; Senhorini J.A.; Bock C.L. (1993).** Propagação artificial do matrinchã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae). Boletim Técnico CEPTA. **6 (2):**1-9.
- Bristow B.T.; Summerfelt R.C. (1994).** Performanace of larval walleye cultured intensively in clear and turbid water. J. World Aquaculture Society. **25:**454-464.
- David R. C.; Castañeda G. (2014).** Evaluación de un sistema de recirculación para la etapa de larvicultura de dorada (*Brycon moorei*- Steindachner 1878) del río Magdalena. Revista. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. **9(2):** 179 – 189.

Díaz O. J.; Cruz C.N.; Marciale C.L.; Medina R.V.; Cruz C.P. (2009). Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. Instituto de Acuicultura, Universidad de los Llanos, A.A. 110, Villavicencio, Colombia. Orinoquia 13 (1):21-30.

Eckmann R.K. (1984). Induced reproduction in *Brycon cf erythropterus*. Aquaculture, 38(4):379-382.

Organización Mundial de las Naciones Unidas. (2010). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Organización Mundial de las Naciones Unidas – FAO. Serie Acuicultura en Latinoamérica N° 1. Roma. 204pg.

Faustino F.; Nakaghi L. S.; Neumann E. (2010). E. *Brycon gouldingi* (Teleostei, characidae): aspects of the embryonic development in a new fish species with aquaculture potential. Zygote. 19: 351 – 363.

Gadelha E. S.; Araújo, J. C. (2013). Criação de Matrinxã em cativeiro. PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. Londrina, V. 7, N. 5, Ed. 228, Art. 1507. Brasil. 28pg.

Gomes L.C.; Baldisserotto B.; Senhorini J.A. (1998). Influência da densidade de estocagem na sobrevivência, crescimento e produtividade de larvas do matrinxã *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae) em tanques. Boletim Técnico do CEPTA.11:1-12.

Howes, M. (1982). Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei). *Bull Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)*. 1982; 43(1): 1-47.

Hahn V.H.; Grajales Q.A. (2004). Reproducción Inducida de Especies ícticas de alto valor biológico y comercial, Dorada (*Brycon moorei*) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus*), Caldas, Colombia. 32 p.

Hecht T.; Pienaar A.G. (1993). Review of cannibalism and its implications in fish larviculture. Word Aquaculture Society. 24: 246-216.

Jobling, M. (1994). Fish Bioenergetics. London: Chapman & Hall. 294p.

Katavic I.; Jug-Dujakovic J.; Glamuzina B. (1989). Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings, *Aquaculture*, Amsterdam. 77: 135-143.

Kennedy L.R. (2004). Aspectos da larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: Manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar. Título de doutor em aquicultura – área de concentração em aquicultura em águas

continentais. Universidade Estadual Paulista Centro de Aquicultura da unesp câmpus de Jaboticabal. São Paulo – Brasil.

Kennedy R.L.; Zaniboni F.E. (2002). Larvicultura do Mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de Vida. Revista Brasileira Zootecnia. 31(2): 560-565.

Kennedy R.L.; Kiyoko J. R.; Perez T.; Jordão T.; Portella M.C. (2004). Larvicultura do Matrinxã *Brycon cephalus*: efeitos da água salinizada e do manejo alimentar. CIVA. 2004. 405-410.

Kestemont P.; Jourdan S.; Houbart C.; Paspatis M.; Fontaine P.; Cuvier A.; Kentouri M.; Baras E. (2003). Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. Aquaculture. 227: 333-356.

Kubitza, F. (1998). Qualidade da água na produção de peixes: Parte I. Panorama da Aquicultura, jan/fev. 10-18.

Leonardo G.A.; Hoshiba M A.; Senhorini A.J.; Urbinati C.E. (2008). Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de triiodotironina (T₃). B. Inst. Pesca, São Paulo. 34(2): 231 –239.

Lopes J.M.; Silva F.L.; Baldisserotto B. (2001). Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. Aquacult Int.9: 73-80.

Luz R.K.; Ferreira A.A.; Reynalte D.A.; Maffezzoli G.; Zaniboni F. E. (2000). Larvicultura de dourado (*Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1849) nos primeiros dias de vida. Em: Anais. Aquicultura Brasil 2000. Florianópolis.

Martínez N. A.; Alonso G. M. Manual del programa Confocal Uniovi ImageJ (versión 1.15).Universidad de Oviedo. <http://spi03.sct.uniovi.es/confocaluniovi/ConfocaUnioviImageJ.PDF>. (Acceso 2016)

Merchie G.; Lavens P.; Storch P.; Übel U.; Nelis H. (1996). Influence of dietary vitamin C dosage on rodaballo (*Scophthalmus maximus*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nursery stages. Comp Biochem Physiol. 114:123- 133.

Nakatani K.; Agostinho A.A.; Baumgartner G.; Bialecki A.; Sanches P.V.; Makrakis M. C.; Pavanelli C. S. (2001). Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 53 pp.

Narahara Y.M.; Andrade F.T.; Tahira K.E.; Godinho M.H. (2002). Reprodução Induzida da Pirapitinga-do-Sul, *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819), Mantida em Condições de Confinamento. R. Bras. Zootec.31 (3): 1070-1075.

Nejat D.(2012). Methods in Enzymology. Volume 509.USA: Elsevier.

Ortíz C.J.; González A. O.; Roux P.J.; Hernández D. R.; Fontana D.A.; Domitrovic H. A. (2009). Crecimiento de postlarvas de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en acuarios de alta densidad.2009. Resumen de XXX Sesión de Comunicaciones Científicas 2009 Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional del Nordeste. pag 14.

Pardo C.S.; Suarez H.M.; Muñoz L.D.; Arias C. J.; Gil H. (2002). Inducción de la ovulación y del desove del yamú, *Brycon siebenthalae*, con implantes de mGnRH-a, Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 28 (1):19-24. Disponible en www.shanyp@bol.com.br.

Pardo C.S.; Arias C.J.; Suárez H.M.; Cru C.; Vásquez T.; Atencio V.; Zaniboni F. (2006). Inducción a la maduración final y ovulación del yamú *Brycon amazonicus* con EPC y mGnRH-a. Rev Col Cienc Pec.19 (2):160-166.

Pedreira M. M.; Sipaúba T. L.; Campos S.R. (2006). Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae). Revista Brasileira de Zootecnia. 35 (2):329-333. Disponible en www.sbz.org.br.

Pedreira M.P.; Kennedy R.L.; Epaminondas J. C.; Campos C.C.; Lacerda S. C. (2008). Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. Pesquisa agropecuária brasileira. 43 (10):1365-1369.

Reynalte T. D.; Kennedy L. R.; Meurer S.; Zaniboni E. F.; De oliveira N. A. (2002). Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). Acta Scientiarum Maringá. 24(2): 439-443.

Pizango P. E.; Pereira F. M.; De Oliveira P. M. (2001). Composição corporal e alimentar do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Characiformes, Characidae) na Amazônia Central. Parte *Dissertação de Mestrado do primer autor*. Manaus. Acta Amazonica 31(3): 509-520.

Prieto G.M.; Atencio G.V. (2008). Zooplankton en la larvicultura de peces Neotropicales Revista. MVZ Córdoba 13(2):1415-1425.

Prieto J. M.; Logato R.P.; Ferreira de Moraes G.; Okamura D.; Guedes de Araújo F. (2006). Tipo de alimento, sobrevivência e desempenho inicial de Pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Larvas-Brasil: Ciência e Agrotecnologia. 30(5): 1002- 1007.

Rasband W.S. (2010). “ImageJ”. U.S. National Institute of Health., MD (). <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.(Acceso 2016).

Reynalte T. D.; Zaniboni E. F.; Esquivel R. J. (2004). Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). Acta Scientiarum Biological Sciences Maringá. 26 (1): 67-71.

Romagoza E.; Narahara Y.M.; Fenerich V. N. (2001). Stages of embryonic development of the Matrinxã, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 27 (1): 27 – 32.

Rodriguez G. H.; Victoria D.P.; Carrillo A. M. (2001). Fundamentos de Acuicultura continental. INPA/MADR. Bogotá - Colombia.423 pp.

Saccol P.A.; de Oliveira N.A. (2003). Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae) Acta Scientiarum: Biological Sciences Maringá .25 (1): 55-61.

Silva S. A. (2007). Dieta natural de *Brycon* sp. n. “cristalino”- matrinxã no parque estadual cristalino, região norte de Mato Grosso, Brasil. Tese doutorado. Universidade do Estadual Paulista. Centro de Aqüicultura. 85pp

Silva M.O.; Logato P.R.; Murgas L.D.; Ribeiro P.P.; María N.A. (2009). Crecimiento y supervivencia de postlarvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) MG. Brasileria. Archivos de Zootecnia. 58 (222): 285-288.

Smith C.; Reay P. J. (1991). Cannibalism in teleost fish. Rev. Fish Biol. 1: 41 – 64.

Sipaúba-Tavares L.; Alvarez E. J.; Braga F.M. (2008). Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon Orbignyanus* (Valenciennes, 1949). Brasil. J. Biol. 68 (1): 77-86.

Vergara R.V. (2008). Avances en Nutrición y Alimentación de Especies Amazónicas Acuícolas. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA 2008. Universidad Nacional Agraria la Molina.36p.

Woynarovich E.; Sato J. (1990). Special rearing of larvae and postlarvae of matrinxã *Brycon lundii* and dourado *Salminus brasiliensis*. In: Harvey B, Carolsfeld J. (Eds). Workshop on larval rearing of finfish: CIDA/CASAFA/ICSU.

Zaniboni F. E. (1985). Biologia da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) (TELEOSTEI: CHARACIDAE). Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Brasil

Zaniboni F. E. (1992). Incubação, larvicultura e alevinagem do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Tesis de doctorado, Universidad Federal de São Carlos, São Carlos.

Zaniboni F. E.; Reynalte T. D.; Weingartner M. (2006). Potencialidad del género Brycon en la piscicultura brasileña. Universidad de Antioquia. *Revista colombiana de Ciencias Pecuarias*. 1-8pp

ANEXOS O APÉNDICES

Tabla 4. Longitud promedio de las postlarvas – alevino de sábalo cola roja (*B. cephalus*) sometido a diferentes flujos de agua y densidades durante los 15 días de cultivo. Loreto-Perú. 2012.

N°	Densidad 10 postlarvas/l			Densidad 20 postlarvas/l			Densidad 30 postlarvas/l		
	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5
1	7.048	7.093	7.276	7.562	7.722	7.371	7.876	7.083	7.101
2	7.185	7.115	7.825	7.45	7.18	7.692	7.187	7.584	7.204
3	7.307	7.333	7.184	7.25	7.143	7.561	7.462	7.957	7.191
I Muestreo									
N°	Densidad 10 postlarvas/l			Densidad 20 postlarvas/l			Densidad 30 postlarvas/l		
	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5
1	11.42	11.099	10.299	10.744	11.141	9.951	10.283	10.372	11.2
2	10.846	11.268	10.696	10.037	11.184	10.527	10.195	10.907	11.263
3	11.146	10.931	11.013	10.581	11.021	10.497	10.521	9.879	11.732
II Muestreo									
N°	Densidad 10 postlarvas/l			Densidad 20 postlarvas/l			Densidad 30 postlarvas/l		
	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5
1	14.245	16.498	15.931	15.474	18.032	18.297	17.842	21.103	20.494
2	<i>16.148</i>	<i>17.496</i>	<i>16.613</i>	<i>13.322</i>	<i>14.18</i>	<i>17.993</i>	<i>17.459</i>	<i>20.701</i>	<i>20.083</i>
3	18.241	16.924	15.429	14.265	17.42	18.534	16.101	23.243	20.291
III Muestreo									
N°	Densidad 10 postlarvas/l			Densidad 20 postlarvas/l			Densidad 30 postlarvas/l		
	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5	Flujo 0,5	Flujo 1,0	Flujo 1,5
1	23.584	19.261	22.936	16.695	23.481	29.745	25.996	36.116	37.174
2	22.129	21.158	21.539	17.126	20.570	23.954	22.727	32.278	34.944
3	24.400	24.433	24.643	23.784	24.550	24.550	26.027	26.976	28.155

Tabla 5. Supervivencia de postlarvas- alevino de sábalos cola roja (*B. cephalus*) sometido a diferentes flujos de agua y densidades durante los 15 días de cultivo.

<i>Sobrevivencia (Número de postlarvas-alevinos)</i>									
I Muestreo									
	Flujo -0,5L/min			Flujo -1 L/min			Flujo -1,5 L/min		
	Densidad			Densidad			Densidad		
	D10	D20	D30	D10	D20	D30	D10	D20	D30
R1	66	128	210	53	103	196	71	85	102
R2	55	141	172	72	130	187	66	104	121
R3	64	111	179	61	135	148	57	141	113
II Muestreo									
	Flujo -0,5L/min			Flujo -1 L/min			Flujo -1,5 L/min		
	Densidad			Densidad			Densidad		
	D10	D20	D30	D10	D20	D30	D10	D20	D30
R1	56	58	169	51	18	18	58	19	17
R2	33	91	74	46	71	37	51	16	25
R3	51	18	71	36	74	18	19	31	39
III Muestreo									
	Flujo -0,5L/min			Flujo -1 L/min			Flujo -1,5 L/min		
	Densidad			Densidad			Densidad		
	D10	D20	D30	D10	D20	D30	D10	D20	D30
R1	20	13	13	22	8	9	13	9	11
R2	17	12	7	15	11	7	21	8	6
R3	18	21	11	16	14	13	9	5	5

Tabla 6. Supervivencia inicial y final de postlarvas- alevino de sábalos cola roja (*B. cephalus*) sometido a diferentes flujos de agua y densidades de siembra

<i>Tratamientos</i>		<i>Supervivencia (promedio)</i>		
Flujo	Densidad	Supervivencia Inicial	Supervivencia Final	%
0,5 l/min	10 (F1D1)	80	18.33	22.92
	20 (F1D2)	160	15.33	9.58
	30 (F1D3)	240	10.33	4.03
1 l/min	10 (F2D1)	80	17.66	22.08
	20 (F2D2)	160	11	6.87
	30 (F2D3)	240	9.66	4.02
1,5 l/min	10 (F3D1)	80	14.33	17.92
	20 (F3D2)	160	7.33	4.58
	30 (F3D3)	240	7.33	3.05

Tabla 7. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de *B. cephalus* en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 0.5 l/min. Loreto - Perú. 2012

N°	Temperatura. (°C)	p H	O ₂ (ppm)	Co ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NH ₃ (ppm)	Alcalinidad (ppm)
1	27.25	7	6.5	4.5	0.05	0.2	20
2	27.75	7	5.6	6			
3	27	7	5.1	5.5	0.05	0.2	16
4	27	7	5.4	5.5			
5	27.25	7	5.6	4.5			
6	28.25	7	5.1	6.5	0.05	0.4	15
7	27	7	4.7	6.5			
8	27.75	6.5	4.9	5			
9	28.25	6.5	4.6	4.5	0.1	0.4	16
10	27.75	6.5	4.2	5			
11	28.25	6.5	4.9	7			
12	27.25	6.5	4.9	7.5	0.1	0.4	18
13	27.25	6.5	4.8	6.5			
14	27.75	6.5	4.9	7			
15	27.5	6.5	4.4	7	0.1	0.4	16
Promedio	27.55	6.73	5.04	5.9	0.075	0.33	16.83
Max	28.25	7	6.5	7.5	0.1	0.4	20
Min	27	6.5	4.2	4.5	0.05	0.2	15

Tabla 8. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de *B. cephalus* en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 1 l/min. Loreto - Perú. 2012

Nº	Temperatura. (°C)	pH	O ₂ (ppm)	Co ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NH ₃ (ppm)	Alcalinidad (ppm)
1	27	7	6.7	5	0.05	0.2	19
2	27.5	7	5.4	6			
3	27	7	5.1	5.5	0.05	0.2	16
4	27.25	7	5.6	5			
5	27	7	6	5			
6	28	7	5	6	0.05	0.6	15
7	27	7	4.9	6			
8	27.5	6.5	5	5			
9	28	6.6	4.5	5	0.1	0.4	18
10	28	6.5	4.4	5			
11	28.25	6.5	5.1	6.5			
12	27	6.5	5	6	0.1	0.4	18
13	27	6.5	4.9	6			
14	27.5	6.5	4.5	6.5			
15	27.5	6.5	4.5	7	0.1	0.4	16
Promedio	27.43	6.74	5.11	5.7	0.075	0.37	17
Max	28.25	7	6.7	7	0.1	0.6	19
Min	27	6.5	4.4	5	0.05	0.2	15

Tabla 9. Promedios diarios de los parámetros físico – químicos, registrados en el cultivo de las postlarvas de *B. cephalus* en peceras del sistema de recirculación del flujo de agua de 1.5 l/min. Loreto - Perú. 2012.

N°	Temperatura. (°C)	p H	O ₂ (ppm)	Co ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	NH ₃ (ppm)	Alcalinidad (ppm)
1	27	7	7.1	5	0.05	0.2	20
2	27.5	7	6.1	5			
3	27	7	5.3	5	0.05	0.2	16
4	27.25	7	6.1	5.5			
5	27	7	5.9	5			
6	28	7	5.4	6	0.05	0.4	16
7	27	7	4.9	5.5			
8	27.75	6.5	5	5			
9	28	6.5	4.6	4.5	0.1	0.6	18
10	28	6.5	4.9	5			
11	28	6.5	5.2	5.5			
12	27	6.5	5.5	6	0.1	0.4	20
13	27	6.5	4.7	6.5			
14	27	6.5	5	7			
15	27.5	6.5	4.7	6.5	0.1	0.4	16
Promedio	27.4	6.73	5.36	5.53	0.075	0.36	17.66
Max	28	7	7.1	7	0.1	0.6	20
Min	27	6.5	4.6	4.5	0.05	0.2	16

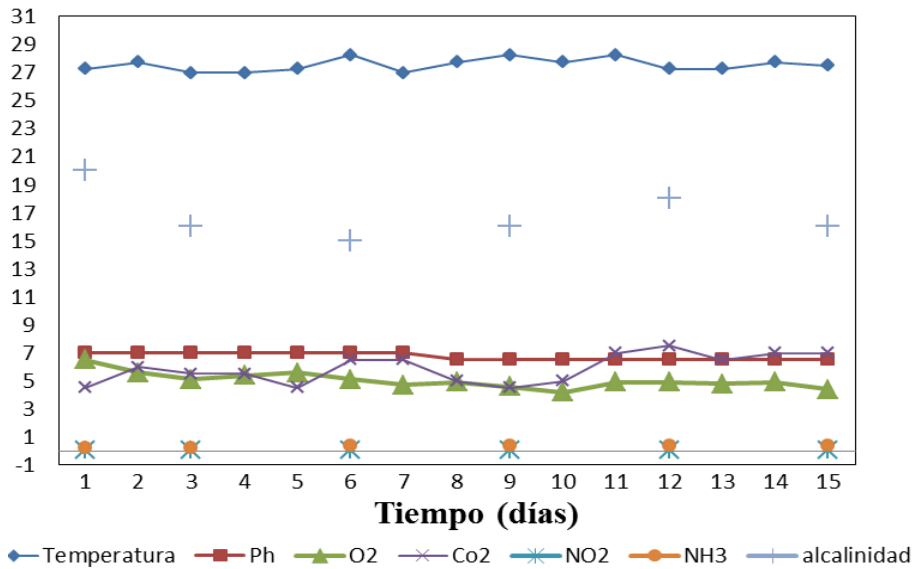


Gráfico 5. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 0.5 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de *B. cephalus*. Loreto – Perú. 2012.

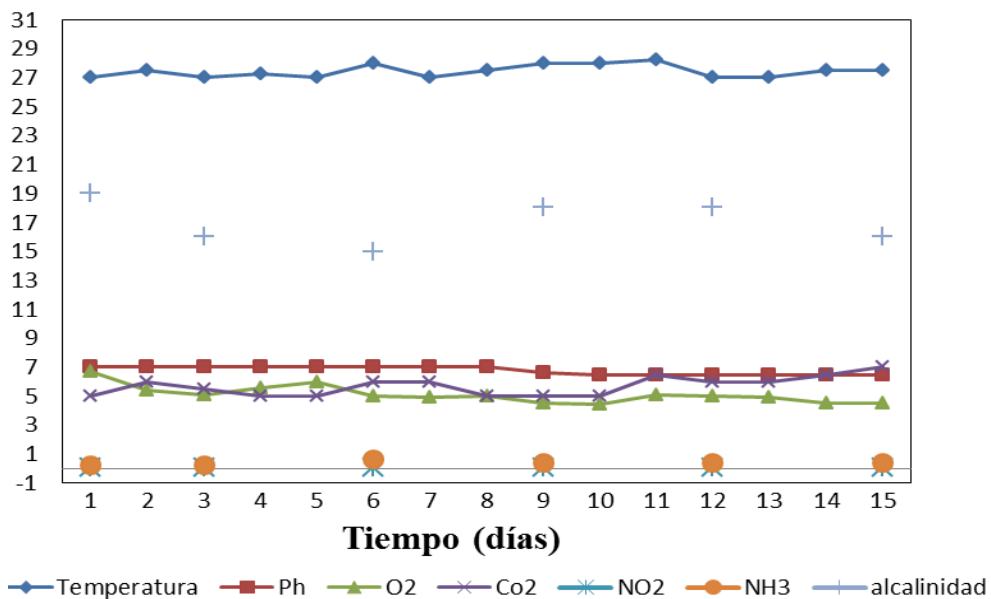


Gráfico 6. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 1 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de *B. cephalus*. Loreto – Perú. 2012.

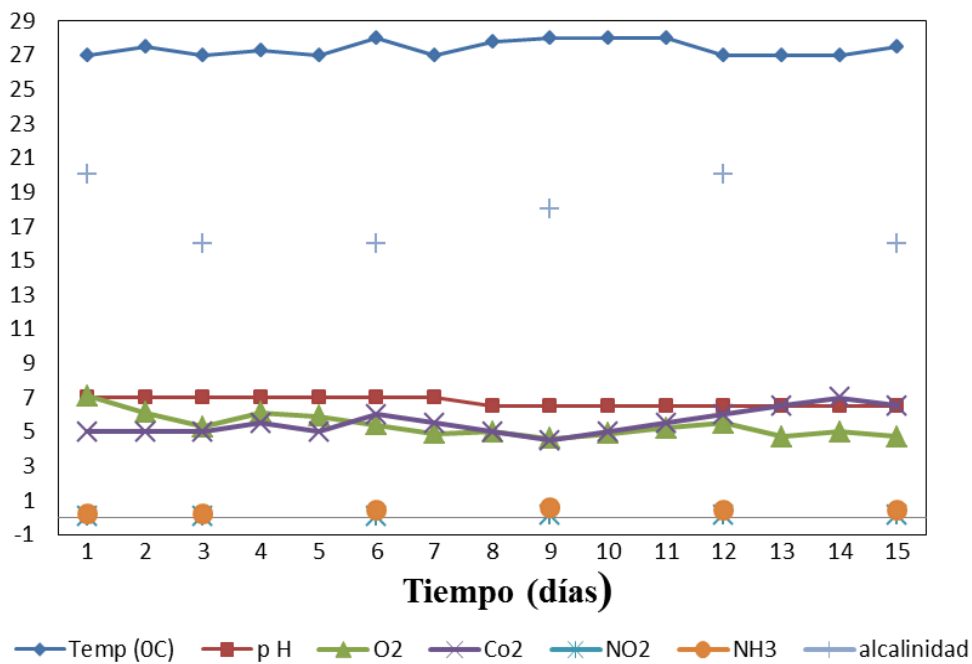


Gráfico 7. Promedios diarios de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua de las peceras con flujo 1.5 L/min del sistema de recirculación, registradas durante 15 días de cultivo de *B. cephalus*. Loreto – Perú. 2012.

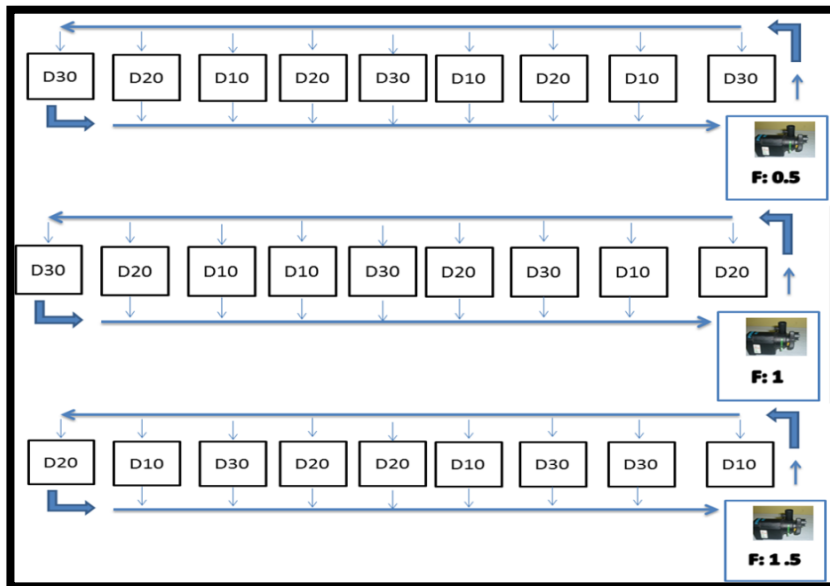


Foto 1. Distribución de las unidades y tratamientos por réplica en el cultivo de postlarvas de sábalo cola roja en el sistema de recirculación, con las densidades (10, 20 y 30 postlarvas/) y flujos de agua (0.5 ,1 y 1.5 l/min). Loreto-Perú. 2012.



Foto 2. Ubicación del área de estudio Nautilus Export. Faning 218. Entre putumayo y calvo de Araujo. Loreto- Perú. 2012.



Foto 3. Sistema de recirculación con flujos de agua (0.5 (a), 1 (b) y 1.5 L/min (c))



Foto 4. Postlarvas de 4 días posteclosión (dpe).

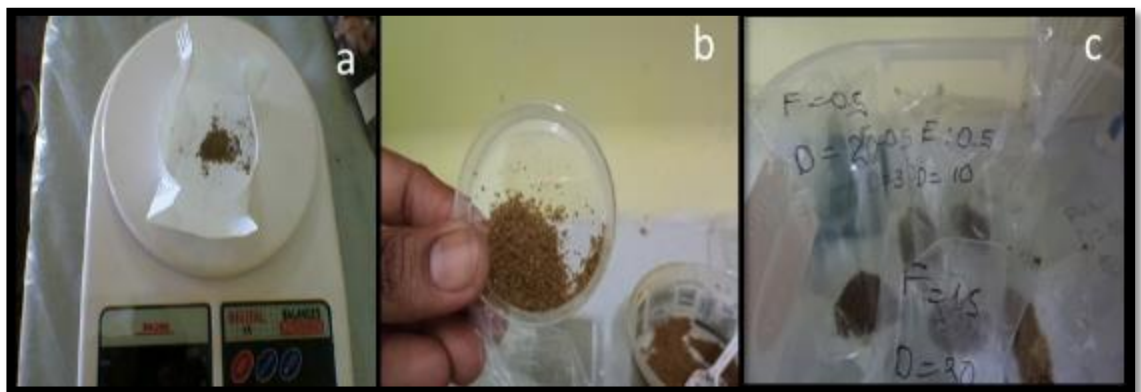


Foto 5. Peso del alimento balanceado (a); alimento puesto en bolsas de polietileno (b) y su respectiva rotulación (c)



Foto 6. Sifoneo (a), recolección de postlarvas (b) y conteo de postlarvas de sábalo cola roja (c).

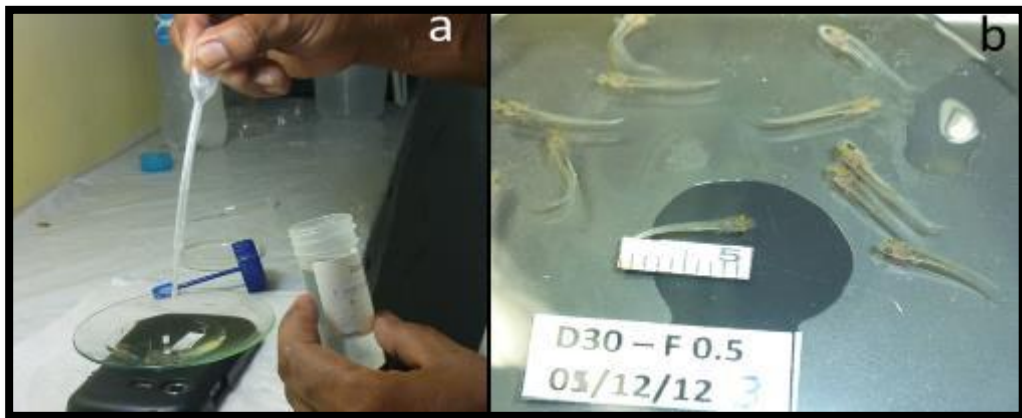


Foto 7. Postlarvas anestesiadas con eugenol (a, b)

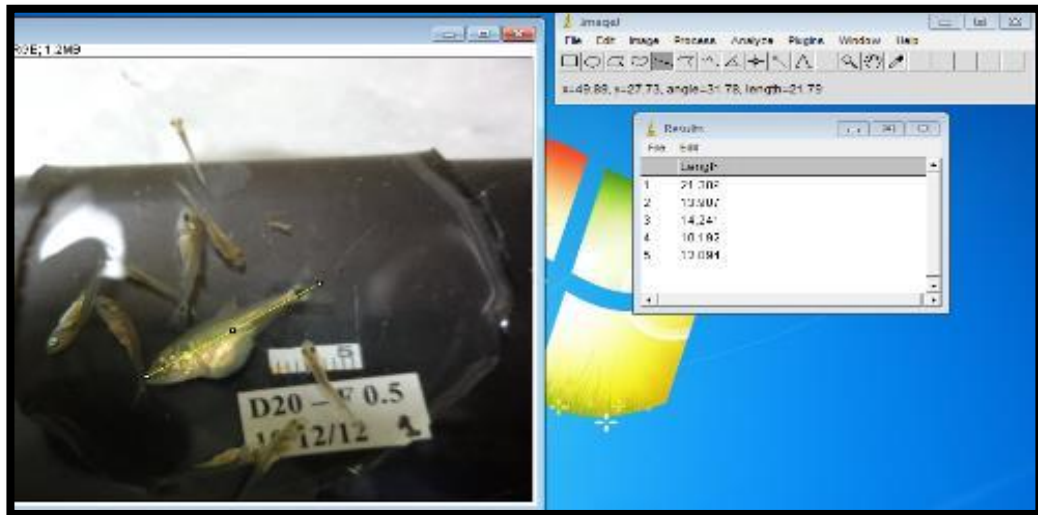


Foto 8. Medición Biométrica de la postlarvas de sábalo cola roja utilizando el programa ImageJ.



Foto 9. Imágenes del primer muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b y c).

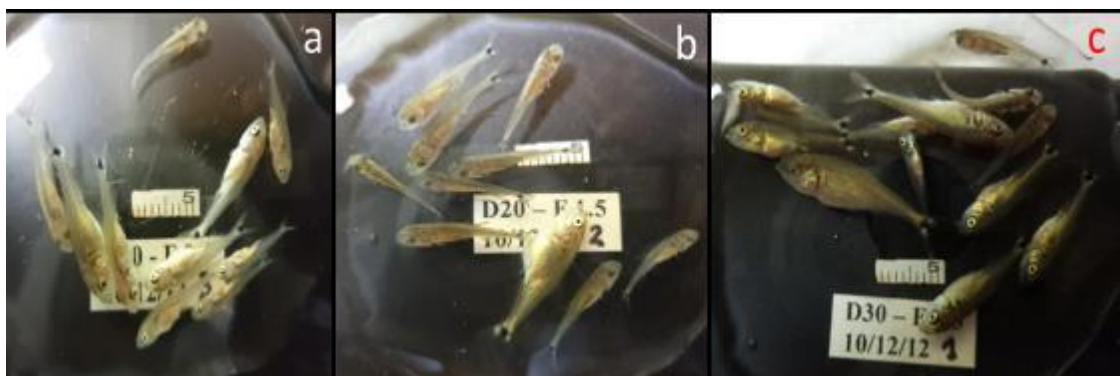


Foto 10. Imágenes del segundo muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b y c).

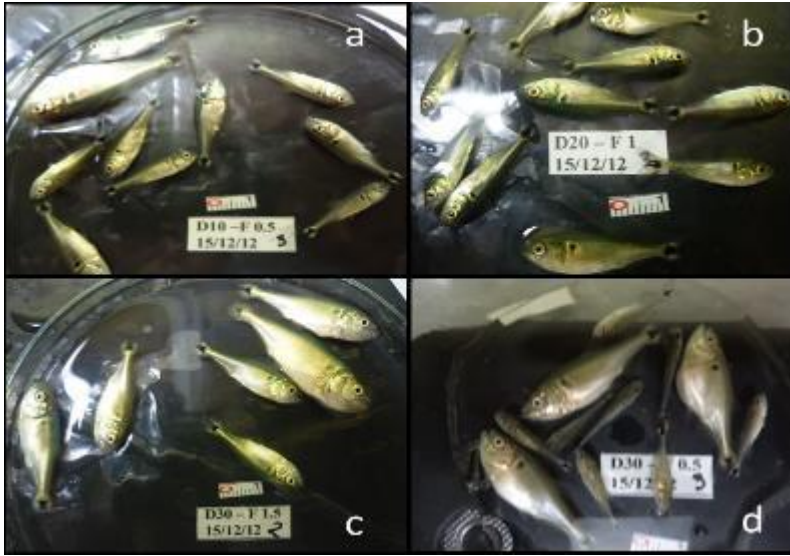


Foto 11. Imágenes del tercer muestreo de las postlarvas de sábalo cola roja en las tres densidades (foto: a, b, c y d).



Foto 12.. Canibalismo en postlarvas y alevinos de sábalo cola roja.



Foto 13.Equipo La Motte AQ-2 (a) y análisis de p H del agua (b).

Ficha 1

Registros Biométricos (peso y longitud) de las postlarvas de sábalo cola roja.

Tratamiento (densidad):

Flujo:

Pecera:

Fecha:

Hora:

NUMERO	LONGITUD TOTAL (mm)
Promedio	

Ficha 2

Registro de los parámetros físico-químicos del agua en las peceras.

Tratamiento (densidad):

Flujo:

Pecera:

Fecha:

Hora:

Día	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	pH (UI)	Alcalinidad (mg/L)	CO ₂ (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Amoníaco (mg/L)