

FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA SOBREVIVENCIA Y
CRECIMIENTO DE LARVAS DE CAPAZ (*Pimelodus grosskopfii*)

AMALIA JOHANNA DIAZ PAPAMIJA
JHENIFER TATIANA MURCIA QUINTERO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA – CORHUILA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y CIENCIAS AFINES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
NEIVA-HUILA

2019

FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA SOBREVIVENCIA Y
CRECIMIENTO DE LARVAS DE CAPAZ (*Pimelodus grosskopfii*)

AMALIA JOHANNA DIAZ PAPAMIJA
JHENIFER TATIANA MURCIA QUINTERO

Trabajo escrito de grado como requisito parcial para optar el título de profesional en Medicina
Veterinaria y Zootecnia

Orientadora
BEATRIZ ELENA ZAPATA BERRUECOS, Zoot, Esp, MSc.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA – CORHUILA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y CIENCIAS AFINES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA
NEIVA-HUILA

2019

Aceptación

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

A Dios, todo poderoso por sus bendiciones, por forjar mi camino y no dejarme desfallecer en
todas mis acciones.

A mis padres Luis Alberto Murcia Medina y Milena Quintero Duran, por su apoyo incondicional
e infinito amor que cada día agradezco, sus consejos y comprensión en éste trabajo fueron
fundamentales para seguir adelante.

A mi familia por alentarme en mis proyectos de vida y enseñarme que los obstáculos de la
vida se sobrellevan más fácil con una familia unida donde reina el amor incondicional.

JHENIFER TATIANA MURCIA QUINTERO

Quiero dedicar esta tesis primeramente a Dios ya que gracias a él he logrado terminar mi
carrera; A mi familia por brindarme su apoyo y educación durante esta hermosa carrera de
Medicina Veterinaria y Zootecnia y a mis hijos por las fuerzas que me inspiran.

AMALIA JOHANNA DIAZ PAPAMIJA

AGRADECIMIENTOS

A Beatriz Elena Zapata Berruecos, Zoot, Esp, MSc. por su direccionamiento, dedicación, conocimiento y apoyo incondicional.

A la Corporación Universitaria del Huila “CORHUILA” en su carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todos los docentes que nos brindaron sus conocimientos para formarnos como profesionales con la misión de contribuir a la sociedad, en especial al profesor Eduardo Castillo Losada, Médico Veterinario y Zootecnista, encargado del área de Piscicultura de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA.

A la Estación Experimental Surcolombiana de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad Surcolombiana y el Convenio de Cooperación Ciencia y Tecnología 707, suscrito entre Emgesa y la Universidad Surcolombiana, por disponer de sus instalaciones y recursos para la evaluación de la fase experimental de este proyecto y a su personal que con su profesionalismo y compromiso fueron un apoyo fundamental.

Muchas gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	OBJETIVOS.....	8
3.	REVISION DE LITERATURA.....	9
3.1	GENERALIDADES DEL GRUPO DE SILURIDOS	9
3.2	GENERALIDADES DEL CAPAZ	10
3.3	LARVICULTURA DE SILURIDOS	11
3.3.1	FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE INFLUYEN EN EL ÉXITO DE LA LARVICULTURA.....	13
3.3.2	CAUSAS DEL CANIBALISMO Y CONTROL	15
3.4	ARTEMIA SALINA Y SU PROCESO EN LARVICULTURA.	16
4.	MATERIALES Y METODOS	18
5.	ANÁLISIS DE DATOS	21
6.	RESULTADOS	22
7.	DISCUSIÓN.....	27
8.	CONCLUSIONES	29
9.	RECOMENDACIONES	30
9.	ANEXOS FOTOGRAFICOS	31
10.	REFERENCIAS	34

1. INTRODUCCIÓN

Las diferentes investigaciones enfocadas en la acuicultura de especies ícticas nativas en Colombia, están enmarcadas en el desarrollo de paquetes tecnológicos que permitan, a futuro, la diversificación de la piscicultura nacional mediante la introducción de nuevas especies y/o la protección ambiental de las especies mediante actividades de repoblamiento en los diferentes cuerpos de agua. A pesar que en especies de interés comercial ya existen protocolos para su reproducción en cautiverio, se observan los principales problemas de manejo en la etapa de larvicultura, notándose (sobre todo en silúridos) altas tasas de mortalidad, siendo las causas más relevantes el canibalismo, la falta de conocimiento de su hábitat y hábitos alimenticios en sistemas naturales (Atencio-Garcia y Zaniboni-Filho, 2006).

El suministro adecuado de alimento en cuanto a calidad nutricional y cantidad es el principal factor de importancia en la optimización del cultivo de silúridos (Kestemont, 2003). En la actualidad, el principal alimento que se ofrece a las larvas de estas especies es la *Artemia salina*, sin embargo, su principal desventaja es el alto costo, (Núñez, 2008) y a su vez mejorar los parámetros de desempeño. Bajo este contexto y con el propósito de mejorar la sobrevivencia y desempeño del capaz (*P. grosskopfii*) bajo condiciones de cautiverio es necesaria la evaluación de diferentes densidades de siembra y aspectos relacionados con la disponibilidad de alimento (cantidad y frecuencia de alimentación), además de la correlación entre estas dos variables.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar densidades de siembra y frecuencias de alimentación sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia de larvas de capaz (*P. grosskopfii*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar parámetros de crecimiento en larvas de capaz (*P. grosskopfii*).
- Determinar el porcentaje (%) de sobrevivencia larvaria de capaz (*P. grosskopfii*).

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 GENERALIDADES DEL GRUPO DE SILURIDOS

Los silúridos se encuentran dentro del cuarto orden de los vertebrados y de los ostoriophysis, son un grupo muy diversificado y extensamente tratado en el mundo con más de 30 familias, 412 géneros y 2400 especies (Pinna, 1998). Ellos no presentan escamas, son de piel desnuda cuerpo cilíndrico, siendo unos muy alargados y otros anguiliformes; presentan barbillas en la región oral, nasal y/o mentoniana, y cuando están presentes las aletas pélvicas se ubican en posición abdominal, pudiendo tener una aleta adiposa (Provenzano, 1980; Galvis et al., 1997).

Se encuentran en el gran grupo de los depredadores piscívoros de los ríos de Suramérica (Barbarino y Winemiller, 2003). Son apetecidos por su carne, ya que no presenta espinas intramusculares y muestra un alto nivel nutricional, debido a esto, despliega una gran comercialización. En Suramérica se realizan esfuerzos por promover la piscicultura e introducción de silúridos a los sistemas de producción (Martino et al., 2002; Guerrero, 2003; Segura et al., 2004).

En su reproducción, los ciclos de maduración gonadal están relacionados con cambios migratorios durante la época de lluvia, también se relaciona con otros cambios medio ambientales como temperatura y la conductividad, los cuales provocan la estimulación y maduración de las gónadas. Bajó condiciones de cautiverio, se presenta una disfunción reproductiva, por tal motivo se trabaja con hormonas exógenas como principalmente extracto de hipófisis de carpa (Gervásio et al., 2004; Mira et al., 2007) y Ovaprim® (sGnRHa + domperidona) (Núñez et al., 2008) para inducir la maduración de las gónadas.

La implementación de silúridos en sistemas de producción no es estable ya que no se logra tener una producción suficiente y oportuna de alevinos, lo cual depende específicamente de la calidad de agua, densidad de siembra, disponibilidad de alimento y la técnica del cultivo (López et al., 2001; Segura et al., 2004).

En la etapa de larvicultura y alevinaje factores como la heterogeneidad del lote, tasa de crecimiento, alimentación y densidades de siembra (Kossowski, 1996; García y Zaniboni-Filho, 2006) desencadenan altos porcentajes de mortalidad, relacionada principalmente a depredación intra-específica (canibalismo) (Kossowski 1996; Nuñez et al., 2008).

El canibalismo es un fenómeno que ocurre tanto en especies carnívoras como herbívoras, aunque con mayor predilección por las carnívoras y principalmente en estados iniciales del desarrollo (Ricker, 1954; Hecht, 1993). Su intensidad está relacionada con la densidad de siembra y la

diferencia de tamaño, por eso es necesario una distribución adecuada con una frecuencia de alimentación acorde al tamaño de la apertura de la boca (García, 2006).

La *artemia* resiste salinidades desde 3 ppt a 300 ppt. Incluso pueden sobrevivir cortos períodos de tiempo en agua dulce y sobrevive a las temperaturas con rangos entre 15 a 55 °C (59 a 131 °F), normalmente 200,000 a 300,000 nauplios podrían nacer de cada gramo de quistes de alta calidad (Granvil, 2000).

Estudios realizados en larvas de *P. fasciatum* alimentadas con nauplios de *Artemia* salina evidencian sobrevivencia del 91% luego de 15 DPE y del 65% con zooplankton natural, sin embargo a los 28 DPE, esta sobrevivencia disminuye al 50% en donde las densidades son altas. Evidenciando que la utilización de la artemia es mucho más eficaz con respecto a la sobrevivencia. (Díaz et al., 2009).

3.2 GENERALIDADES DEL CAPAZ

El capaz (*Pimelodus grosskopfii*) pertenece a la familia *Pimelodidae*, la cual habita en las cuencas del río Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, Cesar, Atrato, Baudó, Catatumbo (Mojica, 1999; Ortega-Lara et al., 2000; Villa-Navarro, 2002) y en el embalse de Betania (Huila) (Villa-Navarro, 2002), esta especie es omnívora presentando predilección por insectos macro invertebrados y peces (Villa-Navarro, 1999).

El capaz (*Pimelodus grosskopfii*) tiene una alta aprobación gracias a la calidad de la carne (ausencia de espinas intramusculares), lo que hace que se convierta en una especie potencialmente promisorio para el desarrollo de la piscicultura tanto a nivel departamental como nacional (Valbuena et al., 2013). Esta especie necesita para su reproducción el proceso de migración ascendente o reproductiva y se realiza en la parte alta del río Magdalena y sus afluentes. En cautiverio este proceso no se realiza de forma espontánea, por tal motivo es necesario utilizar inductores hormonales exógenos, para lograr la maduración final de las gónadas y de esta manera obtener los gametos (Valbuena et al., 2010).

En la fase de larvicultura de esta especie se presenta una alta mortalidad, debido principalmente al canibalismo, cuyo comportamiento es dado por sus hábitos piscívoros en las primeras horas de desarrollo, debido a eso es importante la utilización de organismos vivos para la alimentación,

ofreciendo un alto valor nutritivo, el cual contiene aminoácidos y ácidos grasos esenciales que ayudan al crecimiento y sobrevivencia de las larvas (Sipaùba-Tavares et al., 2003).

El desarrollo embrionario de *P. grosskopfii*, está dado por una serie de fases que inicia con la Blastomeración, donde se observa la diferencia entre el polo animal y vegetal a las 0,20 HPF, siguiendo con la fase de blastulación, se encuentra células sobre el vitelo no dividido dando origen al blastodisco, fusionando sus células con el vitelo, formando el periblasto a las 1,4 HPF; a las 1,8HPF se exalta el blastodisco y por último a la hora 3,3 HPF, se identifica la terminación de la blastulación y el inicio de la gastrulación siendo está a las 3,6 HPF donde las células blastodérmicas y periblásticas inician a envolver el vitelo mediante movimientos epibólicos, consecutivamente 5HPF se evidencia un cierre del blastoporo y 5,7 HPF se evidencia que la epibolia es del 95%, definiendo el final de la fase de gastrulación; dando paso a la fase de organogénesis, que muestra los primeros somitos a las 7HPF, 8,5HPF se observan vesículas ópticas, óticas y de kupffer; siguiendo así a las 10HPF, se evidencia el embrión desarrollado; para concluir este desarrollo se presenta la fase de eclosión, a las 12HPF el 90% de las larvas han eclosionado mostrando ausencia de pigmentación con una longitud de $298\pm 67\mu\text{m}$, evidenciando bulbo olfatorio, corazón, dos otolitos en la vesícula ótica, cápsula óptica y nado errático (Valbuena; et al 2012).

3.3 LARVICULTURA DE SILURIDOS

Actualmente la piscicultura tiene el reto de introducir nuevas especies a los sistemas productivos, buscando establecer protocolos y procesos efectivos en cuanto a su producción efectiva que incluye la etapa de larvicultura, ya que ésta depende de la calidad de agua, densidad de siembra, disponibilidad de alimento y la técnica de cultivo, para garantizar la sobrevivencia de las larvas que tienen fines comerciales y ecológicos, en cuanto al repoblamiento de los ríos con mayor influencia en el país (Díaz-Olarte et al., 2009).

Para una producción masiva de larvas, es muy importante tener en cuenta el régimen de alimentación junto con el medio ambiente, los cuales van de la mano con un buen conocimiento de su comportamiento y su morfología. Estos aspectos generalmente fallan por la falta de conocimiento especialmente por requerimientos nutricionales, los cuales son fundamentales para la crianza larval (Liao et al., 2001).

En larvicultura se presentan varios problemas que afectan la supervivencia, los cuales son: a) canibalismo, comportamiento derivado de sus hábitos piscívoros; b) Inadecuadas condiciones ambientales y c) Poco conocimiento de su hábitat y hábitos alimenticios en sistemas naturales. (Atencio et al., 2006; Kestemont et al., 2003).

En condiciones de cultivo es muy frecuente que se presente canibalismo, fenómeno que ocurre principalmente por diferencia de tamaño y variación genética, por tal motivo se busca mejorar condiciones que contribuyan a minimizar este suceso, entre ellos está el buen manejo del alimento, composición nutricional del alimento, densidad de población, intensidad de luz y turbidez. (Liao et al., 2001).

Siendo el canibalismo una de las principales consecuencias de muerte de las larvas, se ha implementado el uso de sistemas cerrados de recirculación de agua, cuyo método ha sido muy efectivo para ahorrar agua y espacio, de esta manera también se mantiene la calidad de agua necesaria para las larvas; teniendo en cuenta la efectividad del sistema, se ha incorporado a nivel comercial en algunas especies de silúridos como *Clarias Gariepinus* (Akinwoles et al., 2007).

Los piscicultores han decidido sembrar post-larvas en los estanques después de la alimentación exógena, siendo esta práctica no apta para la sobrevivencia de las larvas ya que no la garantiza a gran escala, debido a que hay muchos factores medio ambientales que afectan el desarrollo de estas, como por ejemplo: la temperatura del agua, la calidad del agua y enfermedades entre otros parámetros que no se pueden controlar en un estanque, incluso no se puede tener un monitoreo exacto de la cantidad de alimento que requieren las larvas para luego determinar su crecimiento natural; es por ello que se busca cambiar esta técnica e implementar otras con el fin de garantizar una sobrevivencia a gran escala de las larvas, volviendo los cultivos más rentables y sostenibles (Prieto y Atencio, 2008).

3.3.1 FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE INFLUYEN EN EL ÉXITO DE LA LARVICULTURA.

Muchos factores influyen en el manejo de la larvicultura, para que sea más eficiente garantizando una sobrevivencia a gran escala; entre los factores se encuentra:

Temperatura: es un parámetro abiótico de gran importancia que influye en el desarrollo de las larvas y juveniles, ya que, por ejemplo, se ha descubierto que mantener la temperatura entre 26 y 30°C en la mayoría de silúridos, ayuda al crecimiento oportuno de tejidos musculares con una alta tasa de crecimiento (Hecht., 1996). Se ha investigado que en larvas de *Dicentrarchus labrax* en una temperatura de 13,15 y 20°C desde la incubación, determina un crecimiento acelerado de las larvas mantenidas a 20°C (Koumoundouros et al., 2001).

Densidad: juega un papel muy importante ya que a gran escala la densidad de peces afecta el desarrollo de estos sin embargo, se generan muchos cambios de comportamiento como, por ejemplo, competencia de alimento lo cual incentiva al canibalismo de los peces lo que afecta significativamente la tasa de crecimiento, teniendo una disminución bastante considerable en producción de peces (Papoutsoglou., et al. 1998). En un estudio sobre densidad de las larvas de bagre rayado (*P. fasciatus*), a los 12 días post eclosión se estableció un efecto negativo del aumento de la densidad (10-30-100 larvas/L) sobre el crecimiento, pero no sobre la sobrevivencia (Nuñez, .et al, 2008) Efectos similares fueron obtenidos en larvas del bagre africano (*Clarias gariepinus*), cuando se contuvieron a densidades entre 25 y 250 larvas/L (Haylor., 1992). No obstante, al contener larvas de pintado (*P. corruscans*) desde 5 hasta 95 larvas/L en un sistema cerrado sin recirculación se determinó un efecto negativo del aumento de densidad sobre la sobrevivencia; se obtuvo mejor resultado cuando se utilizaron 15 larvas/L y no se encontró ninguna relación entre la tasa de crecimiento y la densidad (Campagnolo, y Nuñez., 2008).

Fotoperiodo: este es un factor que influye en los cambios biológicos constantes relacionados con la luminosidad en los peces afectando su alimentación y reproducción. Estos cambios se clasifican como diurno, nocturno; se reportan estudios en larvas de silúridos donde estos crecen más rápido en la oscuridad debido a que no presentan estrés a comparación de otras larvas que se desarrollan en largos periodos de luz continua, incluso de esa manera se altera su comportamiento y se evidencia canibalismo afectando drásticamente la producción de larvas; (Papoutsoglou et al 1998, Hitzfelder et al 2006.)

Las larvas de silúridos como las de (*C. gariepinus*) tienen un crecimiento más rápido en oscuridad continua al compararlas con las mantenidas en luz continua, independiente de la alimentación dada, probablemente por el comportamiento innato y el estrés causado por la luz continua, presentan fototaxia negativa, porque pueden alimentarse en completa oscuridad (Appelbaum, et al 1998). Otra investigación arroja de las larvas del bagre europeo (*Silurus glanis*) mantenidas en completa oscuridad disminuyeron el canibalismo en 10% comparadas con larvas continuas en fotoperiodo 13:11(luz: oscuridad) (Koztowski y Poczyczyński, 1999).

Dureza y alcalinidad: el agua está determinada por el contenido de sales de calcio y de magnesio, estrechamente ligados con iones carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-) (dureza temporal) y con iones sulfato, cloruro y otros aniones de acidez mineral (dureza permanente); diferente a la dureza, la alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos. La alcalinidad de aguas naturales se debe a sales de ciertos ácidos débiles y bases fuertes o también débiles. Los bicarbonatos (HCO_3^-) representan la mayor parte de la alcalinidad, ya que éstos son formados en considerables cantidades por la acción del dióxido de carbono (CO_2) con materiales básicos presentes en el suelo (Vinatea-Arana, 2001).

La regulación iónica del desarrollo embrionario y larval depende sucesivamente de la membrana plasmática, blastodermo y células de cloro en la superficie de la piel. En juveniles y adultos dependen de las células de cloro activadas en las branquias, además del intestino y el riñón, los cuales aumentan progresivamente su funcionalidad (Alderdice, 1988).

La adecuación de los parámetros del agua generalmente reduce la incidencia de enfermedades. La alcalinidad puede disminuir la mortalidad en especies sensibles a la acidez, porque reduce la pérdida de iones a través de las branquias, lo que permite recobrar los niveles iónicos en plasma, además de mejorar el transporte celular durante la embriogénesis y aumentar la tasa de eclosión; siguiendo con otro componente como (Vinatea, 2001).

Salinidad: se encuentran efectos sobre los huevos y larvas de peces, como la concentración osmótica, la incidencia y concentración de algunos iones, la saturación de oxígeno, la gravedad específica, el efecto sobre algunos virus, bacterias, hongos y parásitos de agua dulce, que favorecen la incubación y larvicultura (Hoar y Randall, 1969; Baldisserotto et al., 2007; Santos y Luz 2009).

Velocidad del agua: en la actualidad se evidencia en que el crecimiento de varias especies mantenidas en un flujo de agua mayor comparado a las especies que están en un flujo de agua estático tienen una mayor tasa de crecimiento ya que hay un aumento de la conversión alimenticia (Jobling et al., 1993; Utne-Palm et al 2003).

Forma de contenedor: la estructura del estanque donde se desarrollan los peces afecta considerablemente algunos parámetros tales como la morfología, la producción y también aumenta los gastos de mantenimiento; siendo así, se busca crear un ambiente propicio para la producción de peces. Los estanques con ángulos no son los más actos ya que presentan puntos muertos, los cuales alteran la velocidad de agua, se acumulan más fácilmente muchos desechos lo que hace un ambiente propicio para la proliferación de algunas enfermedades, disminuyendo drásticamente el oxígeno, mostrando así una disminución de la tasa de crecimiento.

Otro sistema de estanque es el de flujo linear, que requiere una gran cantidad de agua para arrastrar los desechos, lo que significa que debe haber una fuente de agua permanente, implicando un gasto más en la producción. Valorando las opciones de estanques, se tiene el estanque circular el cual presenta ventajas como ser autolimpiable, un flujo de agua no estático; pero este trae consigo un costo mayor en la construcción a comparación de los sistemas antes mencionados; por último, y no menos importante, está el factor de la (Watten et al., 2000; Labatut et al., 2007; Saccol-Pereira et al., 2003).

Nutrición: Se estableció que para la totalidad de silúridos en su etapa larval, es necesario 50% de proteína bruta y entre 10 y 15% de lípidos. Se recomienda alimentar larvas de (*Clarias gariepinus*) solamente con nauplios de *Artemia*, debido a que sus contribuciones nutricionales se encuentran en las proporciones necesarias para la proteína y lípidos (48-58% y 10-16%, respectivamente (Hecht., 1996).

3.3.2 CAUSAS DEL CANIBALISMO Y CONTROL

El canibalismo se clasifica en dos categorías: endógena y exógena; la primera está relacionada con la naturaleza del individuo (piscívora, cuidado parental, diferencias de tamaño). La exógena, está caracterizada por factores ambientales como la disponibilidad del alimento, la frecuencia de alimentación, la densidad poblacional, la ausencia de refugios, la intensidad de la luz y la turbidez.

Por otro lado, hay otra causa del canibalismo y está relacionada con la alimentación ya que un alimento de mala calidad y de una frecuencia alimenticia baja conlleva a un comportamiento de canibalismo, es por ello que en la actualidad se utiliza el alimento como rotíferos, nauplios de *Artemia* ya que se ha demostrado que con esta alimentación se presenta una mayor tasa de sobrevivencia en la larvicultura (Smith, et al 1993; Hecht et al 1988; Bristow et al., 1994).

Teniendo en cuenta las causas del canibalismo en larvicultura, es importante seleccionar alimentos vivos para la primera alimentación de acuerdo a la abertura bucal de la larva, proporcionando alimento a saciedad con una frecuencia adecuada y distribución homogénea, cambiando considerablemente la dieta viva a inerte, establecer la densidad de siembra respecto al área, y luego realizar actividades de muestreo para seleccionar por tamaño. (García et al., 2006).

3.4 ARTEMIA SALINA Y SU PROCESO EN LARVICULTURA.

En las dietas vivas se encuentra la *Artemia spp*, la cual constituye uno de los alimentos más importantes para la alimentación de larvas por el tamaño de sus nauplios y metanauplios, así como su fácil manejo y cultivo (Sorgeloos et al., 1993). La artemia debido a sus múltiples ventajas, ha sido empleada también en la fabricación de dietas artificiales y como enriquecedor de sustancias esenciales para una determinada especie de cultivo (Craig et al., 1994).

Comercialmente la artemia se vende y provienen de diferentes fuentes (China y EUA) presentando variaciones de calidad nutritiva y biometría (Webster y Lovell, 1990). La composición nutritiva está determinada principalmente por el contenido de ácidos grasos como los ácidos linoleico o 18:3n-3, eicosapentanoico (EPA) o 20:5n-3 y el docosahexanoico (DHA) o 22:6n-3; estos son considerados esenciales para los organismos acuáticos para la función de las membranas celulares, teniendo en cuenta lo anterior estos compuestos indican la calidad nutritiva de la artemia ya que si faltan, significa que no es de buena calidad (Sargent et al., 1997).

En un estudio se determinó que la *Artemia* en su estadio metanaupliar presento mayores concentraciones de proteínas pero presenta niveles bajos de lípidos y carbohidratos (Guevara et al., 2003). Comparado con los nauplios estos presentan mayores concentraciones de lípidos, siendo estos la energía disponible para las primeras horas de vida, debido a que en esta etapa los organismos carecen de aparato digestivo funcional (Katavic et al., 1985; Lèger et al., 1986).

Los nauplios vivos instar I de *Artemia* y los quistes desencapsulados han sido utilizados en varias especies, como por ejemplo en larvas de bagre africano *C. gariepinus*, donde los quistes fueron probados exitosamente (Verreth et al., 1987; Pector et al., 1994). Los quistes de *Artemia* son embriones que reinician su metabolismo interrumpido una vez son hidratados en agua salada en condiciones óptimas de temperatura e iluminación (Sorgeloos et al., 1986). Dichos embriones constituyen una fuente alimenticia que puede tener una composición bioquímica y nutricional diferente a la de los nauplios eclosionados; teniendo en cuenta lo anterior se ha investigado la calidad nutricional de los diferentes estadios de la *Artemia* y se ha determinado que el contenido individual de grasa y proteína disminuyen durante el desarrollo de quistes a nauplios. Sin embargo, las diferencias en la composición proximal por individuo no fueron estadísticamente significativas (García-Ortega et al., 1998; García-Ortega et al., 2000a).

La *Artemia* puede vivir etapas breves en agua dulce, en temperaturas que oscilan entre 15° y 55°C, pero no pueden reproducirse ni tampoco resiste salinidad de 3 a 300ppm. Los nauplios de *Artemia* se mantienen en el ovisaco de la madre y nacen vivos, pero cuando se presenta una salinidad alta, los embriones se enquistan para protegerse y luego poder eclosionar en unas condiciones actas. Los quistes miden aproximadamente de 200 a 300 micrómetros de diámetro y su capa exterior es dura de caparazón café oscuro. En situaciones secas el quiste ingresa en un tiempo de latencia, el cual le permite resistir la resequedad total a temperaturas mayores de 100°C, alta radiación y a solventes orgánicos. El quiste deshidratado puede ser almacenado por meses o años, sin perder sus propiedades actas para la alimentación de larvas (Treece, 2000).

Para iniciar el desarrollo completo del embrión de la *Artemia*, son necesarios el agua, el oxígeno y tener una temperatura de 25°C, la cual es apta para el progreso del embrión una salinidad de 5ppm, aireación, continua y abundante, iluminación, pH de 8 y para su almacenamiento debe encontrarse en un recipiente hermético cerrado (Treece, 2000).

4. MATERIALES Y METODOS

Localización

La presente investigación fue desarrollada en La Estación Experimental Surcolombiana de Recursos Hidrobiológicos (ESRH), ubicada dentro del predio “La Granja Experimental”, propiedad de la Universidad Surcolombiana, vereda San Miguel Palermo – Huila, situada a 461 m.s.n.m., a siete (7) Km de la ciudad de Neiva, dentro del área que cubre el distrito de adecuación de tierras de mediana escala Juncal. Esta zona presenta una temperatura ambiental promedio de 28.6°C y está ubicado geográficamente en los 2°53'10.5"LN 75°18'22.8"LO.

Material biológico

Las larvas de capaz (*P. grosskopfii*) fueron obtenidas por reproducción artificial usando extracto de hipófisis de carpa, siguiendo los protocolos evaluados para esta especie por Valbuena et al. (2010).

Fijación y análisis de material biológico

Al inicio de la alimentación aproximadamente a las (30 horas post eclosión HPE) y al final del seguimiento experimental (14 días post eclosión DPE), un total de 30 larvas de la población y el total de larvas que sobrevivieron en cada réplica, respectivamente, fueron fijadas en formol bufferado al 4%. Posteriormente, con una reglilla adaptada a un estereoscopio (Nikon SMZ800, Japón) se realizó la medición en las larvas iniciales de la longitud total (mm) y se pesaron con una balanza analítica (mg).

Tratamientos experimentales

Larvas de aproximadamente 32 HPE fueron distribuidas en recipientes de vidrio con capacidad útil de 3 L. Las densidades y frecuencias de alimentación que se evaluaron se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos experimentales evaluados en larvas de capaz (*P. grosskopfii*).

Tratamiento	N° larvas L ⁻¹	Frecuencia de alimentación día ⁻¹
1	10	4
2	10	5
3	10	6
4	20	4
5	20	5
6	20	6
7	30	4
8	30	5
9	30	6

Eclosión de *Artemia*

Para la obtención de los nauplios de *Artemia* se utilizaron seis (6) incubadoras cónicas de fibra de vidrio, con aireación y luminosidad constante; por cada litro de agua se utilizó 30 g de sal marina y 1 g de cistos. La eclosión de los nauplios ocurrió aproximadamente a las 24 horas.

En la tabla 2 se describen las horas en las cuales se realizó la alimentación de las larvas.

Tabla 2. Horarios de alimentación en larvas de capaz *P. grosskopfii*

Frecuencia de alimentación /día	Horas de alimentación
4	7:00 am, 11:00 am, 3:00 pm, 7:00 pm
5	7:00 am, 11:00 am, 3:00 pm, 7:00 pm, 11:00 pm
6	3:00 am, 7:00 am, 11:00 am, 3:00 pm, 7:00 pm, 11:00 pm

Preparación y uso de la *Artemia*

1. Pesar la *Artemia* y la sal
2. Adicionar los litros de agua necesario para mantener la salinidad
3. Incubar los quistes
4. Esperar 24 horas para la eclosión
5. Contar la *Artemia* eclosionada
6. Calcular el número de nauplios requeridos por la larva.

Proceso para la alimentación de larvas de capaz (*P. grosskopffii*)

La cantidad de alimento suministrado fue de 30 nauplios por larva en cada ración. Se cuantificó por volumetría los organismos suministrados, mediante el conteo en alícuotas. Una vez al día y en horas de la mañana se realizó la limpieza a cada recipiente, con el objetivo de retirar los organismos que no fueron consumidos y realizar recambio de agua del 30%. El ensayo fue realizado bajo condiciones controladas de laboratorio, temperatura de 28°C y fotoperiodo 12-12 penumbra-oscuridad total.

Desempeño y sobrevivencia larvaria.

Al inicio y final del ensayo las larvas de cada tratamiento fueron pesadas individualmente en una balanza analítica (Precisa ®) y medidas con un calibrador digital con el fin de determinar los siguientes parámetros productivos:

Ganancia en peso (mg)

$$GP = pf - pi$$

Dónde:

pf: Peso final

pi: Peso inicial

Ganancia en longitud (mm)

$$GL = lf - li$$

Donde:

lf: Longitud final

li: Longitud inicial

Sobrevivencia (%)

$$S = \frac{nf}{ni * 100}$$

nf: Número de larvas finales

ni :Número de larvas iniciales

Ganancia diaria de peso (mg día -1)

$$GDP = \frac{pf - pi}{T}$$

Donde:

pf: Peso final

pi: Peso inicial

T: Días de crecimiento

Tasa de crecimiento específica

$$TCE = \frac{\ln pf - \ln pi}{T} * 100$$

Donde:

Ln: Logaritmo natural

pf: Peso final

pi: Peso inicial

T: Días de crecimiento

Factor de crecimiento relativo

$$FCR = \frac{pf}{lf}$$

Donde:

pf: Peso final

lf: Longitud final

Parámetros de calidad de agua.

Los parámetros de calidad de agua como oxígeno disuelto (OD) (mg/l), temperatura (c°), pH, fueron monitoreados diariamente utilizando un equipo multiparamétrico HACH® HQ40d.

5. ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial de A*B, donde A corresponde a las tres densidades de siembra (10, 20 y 30 larvas L⁻¹) y B a las tres frecuencias de alimentación (4, 5 y 6 veces al día). Con esta combinación se generaron nueve tratamientos, cada uno con tres repeticiones, para un total de 27 unidades experimentales (recipientes de vidrio).

Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, estimando la media y desviación estándar. La variable sobrevivencia fue convertida al arco seno. Los resultados de los diferentes parámetros (crecimiento y sobrevivencia) fueron comparados mediante análisis de varianza de dos vías (P<0.05). Para los análisis se utilizó el programa estadístico SPSS V. 17.

6. RESULTADOS

Los parámetros de calidad de agua reportados durante el desarrollo de la investigación estuvieron dentro del rango establecido para cultivo de especies de clima cálido (Murillo et al., 2012). En la tabla 3 se observan los promedios de los parámetros medidos.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua durante la fase experimental.

Variable	Promedio $\pm$ DE
Temperatura ($^{\circ}$ C)	27.2 $\pm$ 0.1
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.2 $\pm$ 0.4
pH	8.2 $\pm$ 0.1

En la tabla 4 se muestra el porcentaje de sobrevivencia obtenido durante los 15 días del experimento para las tres densidades y tres frecuencias de alimentación evaluadas, sin arrojar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p>0.05$). Sin embargo las mayores sobrevivencias se observaron en los tratamientos donde la frecuencia de alimentación fue de 5 veces / día con densidades de 10 y 30 larvas L^{-1} (T2 y T8), respectivamente. El menor porcentaje de sobrevivencia fue observado en el tratamiento donde la frecuencia de alimentación fue de 4 veces / día, con una densidad de 20 larvas por litro (T4).

Entre las frecuencias de alimentación y la densidad de siembra no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) para ninguno de los parámetros productivos de ganancia peso y longitud, ganancia diaria de peso y longitud, tasa de crecimiento específica y el factor de condición (ver tabla 4). Los mejores resultados para estos parámetros se presentaron donde la frecuencia de alimentación fue de 6 veces / día con una densidad de 10 larvas L^{-1} (T3), seguida del tratamiento 5 donde la frecuencia fue de 5 veces / día con una densidad de 20 larvas L^{-1} . Entre tanto, el tratamiento 7 con una frecuencia de alimentación de 4 veces / día y una densidad 30 larvas L^{-1} fue el que mostro los menores valores con respecto a los parámetros productivos (ver tabla 4).

Tabla 4. Valores medios y resultados de las comparaciones entre los parámetros evaluados al final del ensayo sobre larvas de capaz (*P. grosskopfii*) para cada uno de los nueve tratamientos experimentales. Los datos se expresan como media $\pm$ desviación estándar (DE).

Densidad Siembra (larvas/L)	Frecuencia alimentación (veces al día)	Tratamiento	Sobrevivencia (%)	Ganancia de peso (mg)	Ganancia en longitud (mm)	Ganancia diaria de peso (mg día ⁻¹)	Ganancia diaria de longitud (mg día ⁻¹)	Tasa de crecimiento específica	Factor de crecimiento relativo
10	4	1	65.67 $\pm$ 12.06	29.53 $\pm$ 4.78	10.15 $\pm$ 0.61	2.10 $\pm$ 0.34	0.72 $\pm$ 0.04	25.49 $\pm$ 1.08	1.87 $\pm$ 0.22
10	5	2	82.33 $\pm$ 12.86	32.87 $\pm$ 4.13	10.39 $\pm$ 0.66	2.35 $\pm$ 0.29	0.74 $\pm$ 0.04	26.25 $\pm$ 0.91	2.05 $\pm$ 0.17
10	6	3	62.33 $\pm$ 22.50	53.56 $\pm$ 23.63	12.52 $\pm$ 3.11	3.82 $\pm$ 1.68	0.89 $\pm$ 0.21	29.30 $\pm$ 2.87	2.86 $\pm$ 0.72
20	4	4	49 $\pm$ 6	38.11 $\pm$ 10.08	10.77 $\pm$ 2.05	2.72 $\pm$ 0.72	0.77 $\pm$ 0.14	27.20 $\pm$ 1.86	2.30 $\pm$ 0.31
20	5	5	51.33 $\pm$ 25.72	48.16 $\pm$ 21.55	12.15 $\pm$ 2.51	3.44 $\pm$ 1.54	0.86 $\pm$ 0.18	28.51 $\pm$ 3.07	2.63 $\pm$ 0.79
20	6	6	68.33 $\pm$ 18.77	43.05 $\pm$ 10.06	11.15 $\pm$ 1.40	3.07 $\pm$ 0.72	0.79 $\pm$ 0.10	28.06 $\pm$ 1.56	2.54 $\pm$ 0.37
30	4	7	69 $\pm$ 14.42	27.19 $\pm$ 5.96	8.38 $\pm$ 0.80	1.94 $\pm$ 0.42	0.60 $\pm$ 0.05	24.87 $\pm$ 1.44	1.94 $\pm$ 0.29
30	5	8	77 $\pm$ 6.92	33.31 $\pm$ 2.70	9.42 $\pm$ 0.60	2.38 $\pm$ 0.19	0.67 $\pm$ 0.04	26.37 $\pm$ 0.57	2.21 $\pm$ 0.10
30	6	9	62 $\pm$ 6	40.74 $\pm$ 2.19	11.15 $\pm$ 0.55	2.91 $\pm$ 0.15	0.79 $\pm$ 0.040	27.78 $\pm$ 0.37	2.43 $\pm$ 0.18
Anova de dos vías									
Factores									
Densidad siembra (D)			P=0.182	P=0.317	P=0.097	P=0.318	P=0.094	P=0.197	P=0.364
Frecuencia alimentación(F)			P=0.382	P=0.087	P=0.096	P=0.087	P=0.096	P=0.016*	P=0.045*
D X F			P=0.273	P=0.486	P=0.475	P=0.488	P=0.472	P=0.420	P=0.457

En la Figura 1 se muestran las interacciones entre los factores densidad de siembra y frecuencia de alimentación. Para la variable ganancia de peso y longitud, se observó que los mejores rendimientos se presentaron en el tratamiento de 10 larvas L⁻¹ con una frecuencia de alimentación de 6 veces al día, sin embargo, al aumentar la densidad de siembra, la ganancia de peso y longitud disminuye. En la densidad de 30 larvas L⁻¹ el tratamiento donde se alimentó 6 veces al día presentó los valores más altos de la ganancia de peso y longitud.

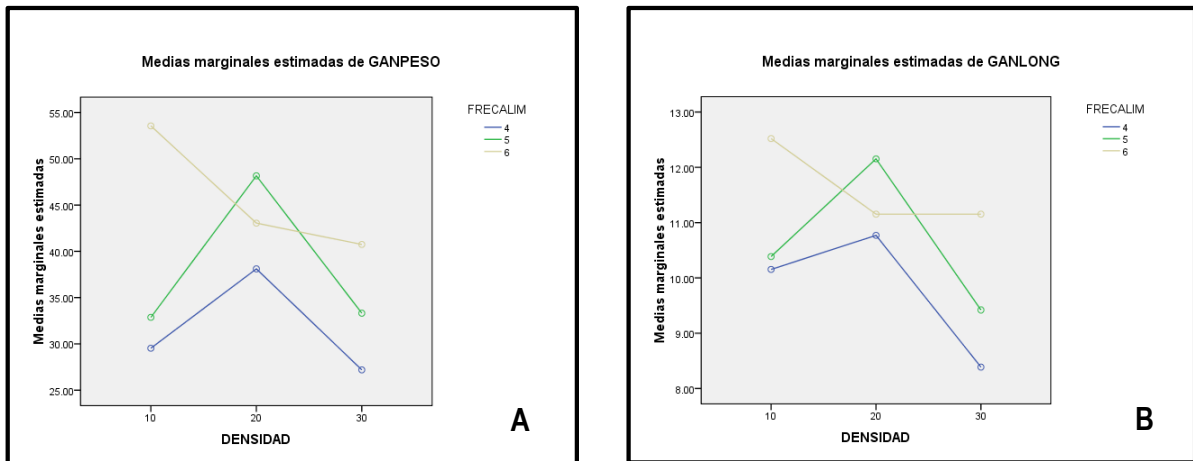


Figura 1. Interacción entre los factores frecuencia de alimentación y densidad de siembra. (a) Ganancia de peso, (b) Ganancia de longitud.

En la figura 2 se muestran las interacciones entre los factores densidad de siembra y frecuencia de alimentación para la variables ganancia diaria de peso y longitud. Nuevamente se observó que los mejores rendimientos se presentaron en el tratamiento de 10 larvas L⁻¹ con una frecuencia de alimentación de 6 veces al día. De otro lado, en el tratamiento con densidad de 30 larvas L⁻¹ y donde la frecuencia de alimentación de 4 veces al día presento presentó los valores más bajos de la ganancia diaria de peso y longitud.

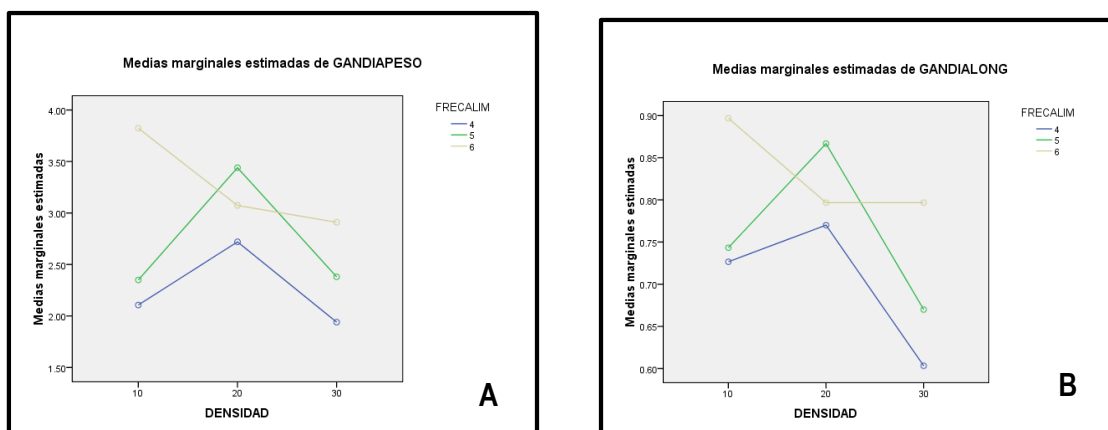


Figura 2. Interacción entre los factores frecuencia de alimentación y densidad de siembra. (a) Ganancia diaria de peso, (b) Ganancia diaria de longitud.

La figura 3 presenta las interacciones entre los factores densidad de siembra y frecuencia de alimentación para la variable tasa de crecimiento específica (TCE). Los resultados mostraron que el mejor resultado fue para el tratamiento de 10 larvas L^{-1} con una frecuencia de alimentación de 6 veces al día; de igual manera al aumentar la densidad de siembra manteniendo la misma frecuencia de alimentación este tratamiento los mejores resultados en cuanto a la variable evaluada.

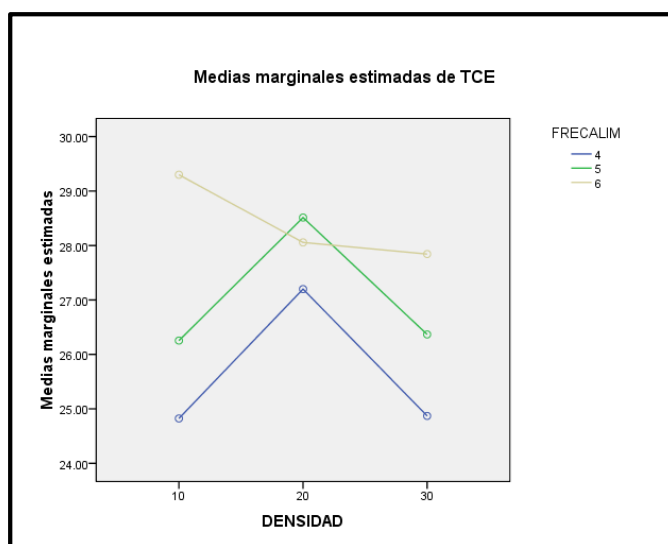


Figura 3. Interacción entre los factores frecuencia de alimentación y densidad de siembra para el factor TCE.

La figura 4 presenta los resultados de las interacciones entre los factores densidad de siembra y frecuencia de alimentación para la variable sobrevivencia. Los resultados demuestran que el mejor

valor fue para el tratamiento de 10 larvas L^{-1} con una frecuencia de alimentación de 5 veces al día. Entre tanto, en el tratamiento donde la densidad de siembra fue de 30 larvas L^{-1} y la frecuencia de alimentación fue de 6 veces al día se presentó el menor valor con respecto a esta variable.

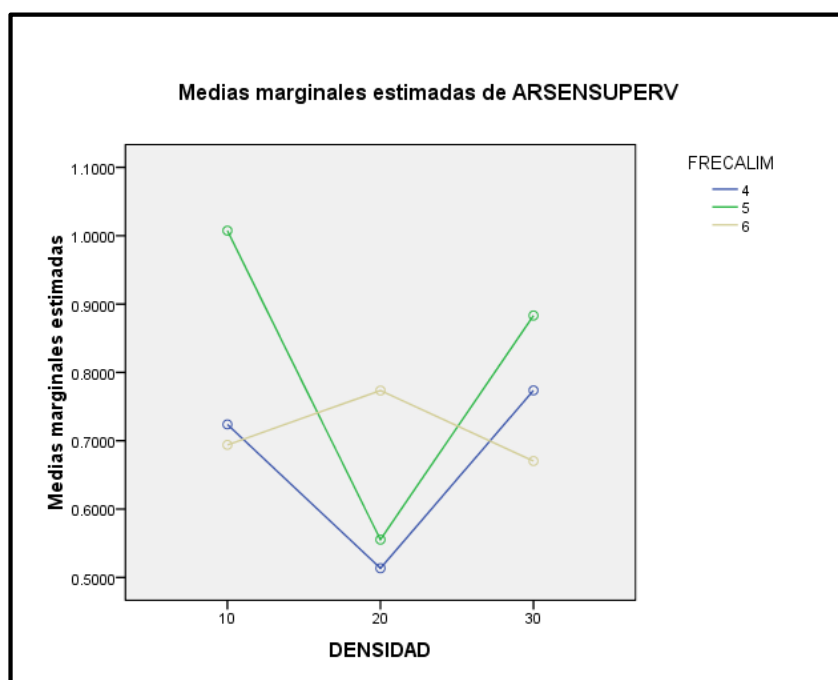


Figura 4. Interacción entre los factores frecuencia de alimentación y densidad de siembra para el factor TCE.

7. DISCUSIÓN

El capaz es una especie que habita en las cuencas altas y medias del río Magdalena las cuales presentan valores de pH de 7, temperatura promedio de 24.2°C y una concentración de oxígeno disuelto de 5,9mg/L (Cala et al., 1996). En este estudio, los parámetros tomados fueron: pH de 8.3, temperatura promedio de 27°C y 6.9mg/L de oxígeno disuelto, lo cual indica que esta especie se puede manejar adecuadamente en este tipo de sistema para futuras investigaciones.

La sobrevivencia de las larvas es uno de los factores más importantes al momento de evaluar el éxito de cualquier proceso a la hora de implementar la alimentación. En este estudio no hay diferencias significativas, sin embargo se observó la sobrevivencia más alta para el tratamiento 2 con una densidad de siembra de 10 larvas/L con frecuencia de alimentación de 5 veces/día, obteniendo el resultado de $82.33 \pm 12.86\%$; y la menor sobrevivencia para el tratamiento 4 con una densidad de siembra de 20 larvas/L con una frecuencia alimentaria de 4 veces, evidenciando $49 \pm 6\%$. Según Valbuena et al. (2013) las larvas de capaz (*P. grosskopfii*) alimentadas con *Artemia* evidencian un porcentaje de sobrevivencia de 48.3%, comparado con otro tipo de alimentación el cual fue cladóceros, arrojando 6.7% de sobrevivencia. En el estudio de Núñez et al. (2008) se evaluó la sobrevivencia en larvas de bagre rayado (*P. fasciatum*) con una alimentación de *Artemia* enriquecida con ácidos grasos y no enriquecida, evidenciando sobrevivencia del 60% en las larvas que fueron alimentadas con *Artemia* enriquecida, siendo este porcentaje más alto en comparación a las larvas alimentadas con *Artemia* no enriquecida, que presentó el 40% de sobrevivencia, siendo los datos de ambas investigaciones similares a este estudio. Lo anterior concluye que la *Artemia* es un alimento que garantiza una alta sobrevivencia durante los 15 días del proceso de larvicultura.

La ganancia de peso está relacionada principalmente a la alimentación, debido a ello, en el proceso de larvicultura de la mayoría de silúridos se requiere el 50% de proteína bruta y entre 10 y 15 % de lípidos; es por ello y debido a los aportes nutricionales los cual contiene ácidos grasos (n-3 y n-6) y más del 47% de proteína (Sorgeloos et al; 2001), que se ha optado por utilizar *Artemia* en la alimentación larvaria. En este estudio de acuerdo a la información anterior, la alimentación se realizó con *Artemia*, evidenciando que no hay diferencias significativas en cuanto al factor de ganancia de peso, no obstante se presentó un valor mayor para el tratamiento 3 de ($53.56 \pm 23.63\text{mg}$), con una densidad de 10 larvas/l y con una frecuencia alimentaria de 6 veces, mientras que el resultado para el tratamiento 7 fue de ($27.19 \pm 5.96 \text{ mg}$) siendo menor, con una densidad de 30 larvas/l y con una frecuencia alimentaria de 4 veces, similar a lo reportado en otra especie de silúrido como el bagre rayado (*P. fasciatum*), con una ganancia de ($91.9 \pm 13.6 \text{ mg}$) (Marciales

et al, 2010); Valbuena et al (2010) reportaron que para capaz (*P. grosskopfii*) un valor de $(15.3 \pm 4.8 \text{ mg})$ el cual se encuentra por debajo a lo reportado en este estudio.

Campagnolo y Oliveira (2006) mantuvieron larvas de (*Pseudoplatystoma corruscans*) desde 5 hasta 95 larvas/L en un sistema de recirculación y hallaron un efecto negativo del aumento de la densidad sobre la sobrevivencia, evidenciando mejor resultado cuando se utilizaron 15 larvas/L, sin registrarse ninguna relación entre la tasa de crecimiento y la densidad. Contradictoriamente, en larvas de (*Heterobranchus longifilis*) contenidas entre 5 y 50 larvas/L se observó un efecto negativo sobre la ganancia de peso, disminuyéndola y aumentando su desviación estándar, y un resultado positivo sobre la sobrevivencia, presentando las mayores tasas de sobrevivencia en las densidades más bajas (Imorou et al., 2008). En este estudio se evidencia que no hay una diferencia significativa en los tratamientos, observando una densidad de siembra de 10 larvas/L para el tratamiento 3, con una ganancia de peso de $53.56 \pm 23.63 \text{ mg}$ y la ganancia de longitud de $12.52 \pm 3.11 \text{ mm}$ y en la densidad de siembra de 30 larvas/L para el tratamiento 9, con ganancia de peso de $40.74 \text{ mg} \pm$ y una ganancia de longitud de $11.15 \pm 0.55 \text{ mm}$; de esta manera resulta igual sembrar 10 larva o 30 larvas en la misma cantidad de agua, es decir que se puede aprovechar mayormente el área determinada y con ello se economizan costos al productor.

En cuanto a la ganancia de longitud de las larvas nuevamente se evidencia que no hay una diferencia estadística significativa sin embargo se presentó una relevancia en el tratamiento 3, frecuencia de alimentación 6 veces y densidad 10 larvas/l un valor de $12.52 \pm 3.11 \text{ mm}$ y $8.38 \pm 0.80 \text{ mm}$ en el tratamiento 7, frecuencia de alimentación 4 veces y densidad de 30 larvas/l, valores parecidos a los reportados por (Valbuena et al, 2010) $13.6 \pm 1.6 \text{ mm}$ en larvas de capaz durante su etapa larval.

8. CONCLUSIONES

- La *Artemia salina* puede ser utilizada como alimento vivo en las primeras fases de desarrollo del capaz (*P. grosskopfii*), ya que se observó sobrevivencia por el orden del 50 al 80 %.
- En la larvicultura del capaz (*P. grosskopfii*) bajo las condiciones de este estudio no se observaron diferencias significativas ni interacciones relevantes entre las variables evaluadas. Por lo anterior, es necesario hacer una revisión exhaustiva con respecto a la optimización del espacio y la necesidad de mano de obra con respecto a la sobrevivencia, bajo este contexto se utilizaría la densidad de 30 larvas/L y frecuencia de alimentación de 4 veces al día.
- En cuanto a parámetros de crecimiento si bien no hubo diferencias significativas entre tratamientos sí se observa un leve incremento con el aumento de la frecuencia de alimentación.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de costo-beneficio con relación a las densidades y frecuencias de alimentación evaluadas en el presente estudio.
- Evaluar la cantidad de presas por larva con el fin de estructurar un protocolo para la larvicultura de la especie.

9. ANEXOS FOTOGRAFICOS

A

B

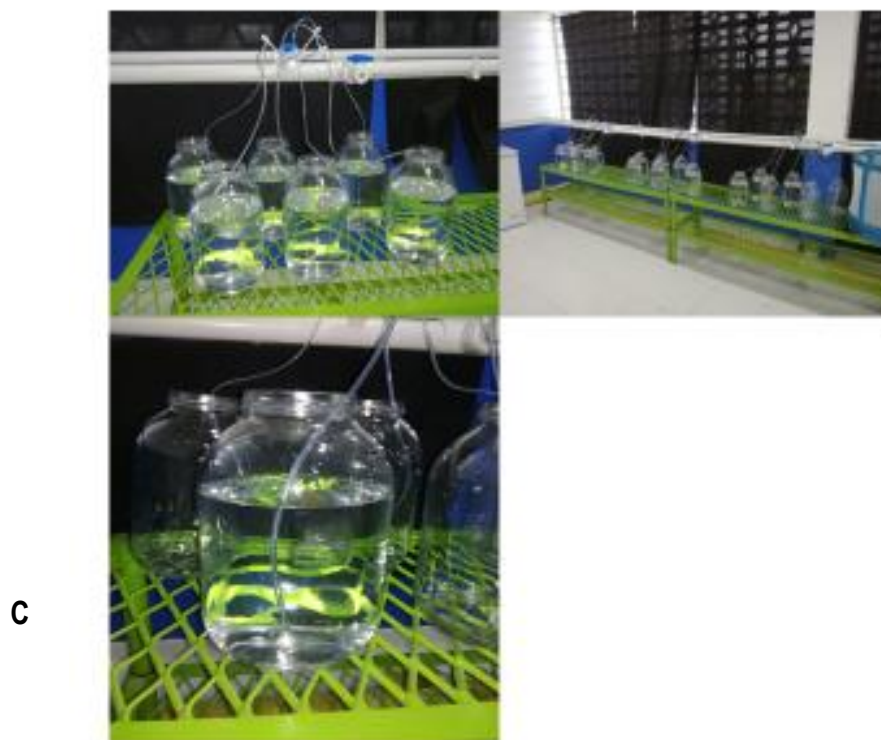


Figura 1. Montaje de las unidades experimentales.

A

B



Figura 2: Rotulado para los diferentes tratamientos y réplicas



A

B

Figura 3: Conteo de larvas para establecerlas en los acuarios



A

B

C

Figura 4: Conteo de larvas luego de la fase experimental



Figura 5: Peso y medición de las larvas

10. REFERENCIAS

- (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquacult* 2002; 212:115- 127.
- Alderdice, D. F. 1988. Osmotic and ion regulation in teleost eggs and larvae. Pp. 163-251. En: Hoar, W. S. & D. J. Randall (Eds.). *Fish Physiology XI the physiology of developing fish. Part-A eggs and larvae*. San Diego, Academic Press, 546p.
- Appelbaum, S., MCGeer, J.C. 1998. Effect of diet and light regime on growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and early juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 4:157–164.
- Assis, J.M.F. 2002. Influência da temperatura de incubacao sobre a morfologia e o crescimento do tecido muscular no pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Brasil. 76 p.
- Atencio-García VJ, Zaniboni-Filho E. El canibalismo en la larvicultura de peces. *Rev MVZ Córdoba* 2006; 11(1): 9-19
- Atencio-García, V., & Zaniboni-Filho, E. (2006). El canibalismo en la larvicultura de peces. *Revista MVZ Córdoba*, 11(Su1).
- Baldisserotto, B., Mancera, J.M., Kapoor, B.G. 2007. *Fish osmoregulation*. Science Publisher, USA, 527 p.
- Baras E, Jobling M. Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquacult Res.*2002; 33:461-479.
- Barbarino A, Winemiller KO. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *J Fish Biol.* 2003; 63: 410-427.
- Bristow B, Summerfelt R. Performance of larval walleye cultured intensively in clear and turbid water. *J World Aquacult Soc* 1994; 25: 454-464.
- Campagnolo R, Oliveira Nuñez AP. Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem. *Acta Sci Anim Sci.* 2006; 28:231-237.
- Campagnolo, R., Nuñez, A.P.O. 2008. Survival and growth of *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(6):1511-1516.
- Carrera, S., & Valbuena-Villareal, R. D. (2015). Desempeño productivo del capaz (*Pimelodus grosskopfii*, Steindachner, 1879) bajo diferentes densidades de siembra y de contenido de proteína en la dieta. *Intropica*, 10, 20-27.

- Carvalho, A., Oliva-Teles, A., Bergot, P. 2003. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. *Aquaculture*. 225:445-449.
- Conceicao, L.E.C., Ozorio, R.O.A., Suurd, E.A., Verreth, J.A.J. 1998. Amino acid profiles and amino acid utilization in larval African catfish (*Clarias gariepinus*): effects of ontogeny and temperature. *Fish Physiology and Biochemistry* 19: 43–57.
- Coutteau P, Sorgeloos P. Manipulation of dietary lipids, fatty acids and vitamins in zooplankton culture. *Freshw Biol* 1997; 38:501-512.
- Craig, S., Connie, R. and Joan, G. (1994). The effects of enriching live foods with highly unsaturated fatty acids on the growth and fatty acid composition of larval red drum *Sciaenops ocellatus*. *J. World Aquacult. Soc.*, 25(3): 424–431.
- Cruz-Ochoa, P. F., Moraes, G., & Cruz-Casallas, P. E. (2016). Efecto de la densidad de siembra sobre el peso corporal y sobrevivencia de larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) en un sistema cerrado de circulación. *Orinoquia*, 20(1), 56-61.
- Díaz-Olarte JJ, Cruz-Casallas NE, Marciales-Caro LJ, Medina- Robles VM, Cruz-Casallas PE. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. *Orinoquia* 2009;13:21-30.
- Evangelista A, Fortes N, Santiago C. Comparision of some live organism and artificial diet as feed for asian catfish *Clarias macrocephalus* (Günther) larvae. *J Appl Ichthyol* 2005;21:437-443.
- Fermin A, Bolívar M. Larval rearing of the Philippine freshwater catfish, *Clarias macrocephalus*. *Isr J Aquacult- Bamidgeh* 1991; 43:87-94.
- García, O., Verreth, J., Coutteau, P., Segner, H., Huisman, E., Sorgeloos, P. 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp *Artemia* at different developmental stages. *Aquaculture*, 161:501–514.
- García-Ortega, A., Verreth, J., Van Hoornick, A., Segner, H. 2000a. Heat treatment affects protein quality and protease activity in decapsulated cysts of *Artemia* when used as starter food for larvae of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquacult. Nutr.* 6, 25-31.
- García-Ortega, A., Verreth, J.A.J., Segner, H., Coutteau, P., Huisman, E.A., Sorgeloos, P. 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp *Artemia* at different developmental stages. *Aquaculture* 161, 501-514.
- Gervásio L, Romagosa E, Borella M, Batlouni S. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). *Aquaculture*. 2004;240: 451-461.

- Gomes LC, Baldisserotto B, Senhorini JA. Effect of stocking density on water quality survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquaculture* 2000;183: 73-81.
- Haylor, G.S. 1992. Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell): growth and survival of larvae at high stocking density. *Aquaculture and fisheries management*, 23: 303-314.
- Hecht T, Appelbaum S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces)
- Hecht T, Pienaar A. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J World Aquacult Soc* 1993; 24: 246-261.
- Hecht, T., 1996. An alternative life history approach to the nutrition and feeding of Siluroidei larvae and early juveniles. *Aquat. Living Resour.* 9, 121-133. Papoutsoglou, S.E., Tziha, G., Vrettos, X., Athanasiou, A. 1998. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering*, 18:135-144.
- Hecht, T., 1996. An alternative life history approach to the nutrition and feeding of Siluroidei larvae and early juveniles. *Aquat. Living Resour.* 9, 121-133.
- Hitzfelder, G.M., Holt, G.J., Fox, J.M., McKee, D.A. 2006. The effect of rearing density on growth and survival of cobia *Rachycentron canadum*, larvae in a closed recirculating aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37, 204-209.
- Hoar, W.S., Randall, D.J. 1969. *Fish Physiology. Volume I Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism.* Academic Press, New York And London. 465 p.
- Hung L, Tuan N, Cacot P, Lazard J. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquaculture* 2002; 212:115-127.
- Hung L, Tuan N, Cacot P, Lazard J. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti*.
- Imorou TI, Fiogbe ED, Kestemont P. Determination of appropriate age and stocking density of vundu larvae, *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes 1840), at the weaning time. *Aquacult Res.* 2008;39:24-32.
- Jobling, M., Baardvik, B.M., Christiansen, S., Jørgensen, E.H. 1993. Review. The effects of prolonged exercise training on growth performance and production parameters in fish. *Aquaculture International*, 1:95-111.

- Katavic, I., Tudor, M., Komljenovic, J. and Ruzic, N. (1985). Changes in the biochemical composition of *Artemia salina* (L.) in relation to different feeding conditions. *Acta Adriat.*, 26: 123-134.
- Kennedy R, Zaniboni E. Larvicultura do Mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes:Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de Vida. *R. Bras. Zootec.* 2002; 31(2): 560-565.
- Kestemont P, Jourdan S, Houbart C, Paspatis M, Fontaine P, Cuvier A, Kentouri M, Baras E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquacult* 2003; 227: 333-356.
- Kossowski C. 1996. Perspective de L'élevage des poissons-chats (Siluroidei) en Amérique du Sud. *Aquat. Living Resour.* 1996. Hors Série: 189-195.
- Koumoundouros, G., Divanach, P., Anezaki, L., Kentouri, M. 2001. Temperature-induced ontogenic plasticity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Marine biology*, 139:817-830.
- Koztowski, J., Poczyczyński, P. 1999. The effect of light and stocking density on the results of rearing of european catfish (*Silurus glanis* L.) larvae. *Archives of Polish Fisheries*, 7(2): 297 – 306.
- Labatut, R., Ebeling, J.M., Bhaskaran, R., Timmons, M.B. 2007. Hydrodynamics of a Large-scale Mixed-Cell Raceway (MCR): Experimental studies. *Aquacultural Engineering*, 37: 132–143.
- Léger, P., Bengtson, D., Simpsom, K. and Sorgeloos, P. (1986). The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 24: 521–623.
- Liao, I. C., Su, H. M., & Chang, E. Y. (2001). Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200(1-2), 1-31.
- Lopes JM, Silva L, Baldisserotto B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. *Aquacult Int.* 2001; 9: 73-80.
- Marciales-Caro LJ, Díaz-Olarte JJ, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de larvas de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) alimentadas con alimento vivo natural y enriquecido con ácidos grasos. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2010; 23:308-316.
- Marciales-Caro, L. J., Cruz-Casallas, N. E., Díaz-Olarte, J. J., Medina-Robles, V. M., & Cruz-Casallas, P. E. (2011). Adaptation to a commercial diet alters post-larvae growth and development of striped catfish (*Pseudoplatystoma* sp) and yaque (*Leiarius marmoratus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(2), 179-190.

- Marciales-Caro, L. J., Díaz-Olarte, J. J., Medina-Robles, V. M., & Cruz-Casallas, P. E. (2010). Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de larvas de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) alimentadas con alimento vivo natural y enriquecido con ácidos grasos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(3).
- Martha Janeth Prieto Guevara. Manejo de larvicultura de peces tropicales de importancia acuícola. Departamento de Ciencias Acuícolas - Universidad de Córdoba.
- Martino RC, Cyrino JE, Portz L, Trugo LC. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. *Aquaculture* 2002; 209:209-218.
- Mojica, J. I. Lista preliminar de las especies dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas, Fis. Nat.*, 23:547-66, 1999.
- Muñoz F, Tobar JM, Arias JA. Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdia sebae* C.F. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2007; 5(1):47-93.
- Núñez J, Dugué R, Corcuy-Arana N, Duponchelle F, Renno JF, Raynaud T, Hubert N, Legendre M. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquacult Res.* 2008; 39: 764-776.
- Núñez J, Dugué R, Corcuy-Arana N, Duponchelle F, Renno JF, Raynaud T, Hubert N, Legendre M. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquacult Res.* 2008; 39: 764-776.
- Núñez J, Duque R, Corcuy-Arana N, Duponchelle F, Renno J, Raynaud T. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the bolivian Amazon. *Aquac Res* 2008; 39:764-776.
- Núñez, J., Dugué, R., Arana, N. C., Duponchelle, F., Renno, J. F., Raynaud, T., Hubert, N., Legendre, M., 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research* 39:764-776.
- Palacios Palacios, P., & Ceballos ruiz, I. seguimiento del desarrollo post-larvario del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) en un estanque excavado en la estación piscícola del centro experimental amazónico de corpoamazonia, mocoa, departamento del putumayo, colombia.
- Papoutsoglou, S.E., Tziha, G., Vrettos, X., Athanasiou, A. 1998. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering*, 18:135-144.

- Pector, R., Tackaert, W., Abelin, P., Ollevier, F., Sorgeloos, P., 1994. A comparative study on the use of different preparations of decapsulated *Artemia* cysts as food for rearing African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae. J. World Aquacult. Soc. 25, 366-370.
- Piaia R, Baldisserotto B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de Jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). Ciência Rural, Santa Maria 2000;30 (3): 509-513.
- Pinna M CC. 1998. Phylogenetic relationships of neotropical siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): hystorical overview and synthesis of hypotheses. In: Malabarba L. R.; Reis, R. R.; Vari R. P., Lucena Z. M. S., Lucena C. A. Phylogeny and classification of neotropical fishes. pp. 279-330.
- Prieto, M., & Atencio, V. (2008). Zooplankton in larviculture of neotropical fishes. Revista MVZ Córdoba, 13(2), 1415-1415.
- Provenzano F. Biología de *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840 (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae) en los Llanos de Venezuela. Trabajo de grado [1980]. Se Localiza en la Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela.
- Quintana, S. C. C., & Méndez, L. V. (2015). Crecimiento y sobrevivencia de larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*) durante la transición a una dieta seca. Revista de Investigaciones Agroempresariales, 1, 35-44.
- Ramírez-Merlano, J. A., Medina Robles, V. M., & Cruz-Casallas PE, P. E. (2010). Crioconservación espermática en peces, un acercamiento en Siluriformes. Orinoquia, 14(1).
- Rønnestad, I., Thorsen, A., Nigel, R. 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids Aquaculture 177:201-216.
- Ruales, D., Arturo, C., & Castañeda Álvarez, G. D. (2011). Larvicultura de peces comerciales en sistemas de recirculación. In Perspectivas y Avances de Investigación de la serie Lasallista Investigación y Ciencia. Corporación Universitaria Lasallista.
- Rubén Valbuena, V., Zapata-Berruecos, B., & Otero-Paternina, A. (2013). Evaluación de la primera alimentación en larvas de capaz *Pimelodus grosskopfii* bajo condiciones de laboratorio. Revista MVZ Córdoba, 3518-3524.
- Saccol-Pereira, A., Nuñez, A.P.O. 2003. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae). Acta Scientiarum: Biological Sciences, 25(1):55-61.
- Santos, J.C.E., Luz, R.K. 2009. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. Aquaculture 287:324–328.

- Sargent, J., McEvoy, L. and Bell, J. (1997). Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acid in marine fish larval feeds. *Aquaculture*, 155: 117–127.
- Segura L, Hayashi C, De Souza S, Soares C. Canibalismo entre larvas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas sob diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 2004;26(3) 299-302.
- Segura L, Hayashi C, De Souza S, Soares C. Canibalismo entre larvas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas sob diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 2004;26(3) 299-302.
- Sipaúba-Tavares LH, Rocha O. Produção de Plâncton (fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de Organismos Aquáticos. 1ra ed. São Carlos: RIMA; 2003.
- Smith C, Reay P. Cannibalism in teleost fish. *Rev Fish Biol Fish* 1991; 1: 41-64.
- Sorgeloos P, Dhert A, Candreva P. Use of the brine shrimp, *Artemia spp.*, in marine fish larviculture. *Aquacult* 2001; 200:147-159.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P. and Tackaert, W. (1993). The use of *Artemia* in marine fish larviculture. In: C. Lee, M. Su and C. Liao (eds.), *Finfish Hatchery in Asia*. Proc. Finfish Hatchery in Asia '91. TML Conference Proc., Taiwan, pp. 73–86.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P., Tackaert, W., Versichele, D., 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. Faculty of Agriculture, State University of Ghent, Belgium. pp 319.
- Treece, G. D. (2000). *Artemia* production for marine larval fish culture (Vol. 702). Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center.
- Treece, G. D., & Davis, D. A. (2000). Culture of small zooplankters for the feeding of larval fish. Southern Regional Aquaculture Center Publication, 701, 1-7.
- Undercontrolled conditions. *J Zool* 1988; 214: 21-44.
- Utne-Palm, A.Ch., Stiansen, J.E. 2003. Effect of larval ontogeny, turbulence and light on prey attack rate and swimming activity in herring larvae. *Aquaculture* 224:213–222.
- Valbuena-Villarreal, R. D., Zapata-Berruecos, B. E., & Cruz-Casallas, P. E. (2010). Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar. *Orinoquia*, 14(2), 133-139.
- Valbuena-Villarreal, R. D., Zapata-Berruecos, B. E., David-Ruales, C., & Cruz-Casallas, P. E. (2012). Desarrollo embrionario del capaz *Pimelodus grosskopfii* (Steindachner, 1879). *International Journal of Morphology*, 30(1), 150-156.

- Verreth, J., Storch, V., Segner, H., 1987. A comparative study on the nutritional quality of decapsulated *Artemia* cysts, micro-encapsulated egg diets and enriched dry feeds for *Clarias gariepinus* (Burchell) larvae. *Aquaculture* 63, 269-282.
- Villa-Navarro, F. A. Diferenciación entre poblaciones de *Pimelodus clarias* y *Pimelodus grosskopfii* (Siluriformes: Pimelodidae) en la cuenca del río Magdalena (Colombia). Tesis de Maestría, Cali, Colombia, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, 2002. pp.100.
- Villa-Navarro, F. A. Estudio biológico pesquero de la represa de Prado para la determinación de especies promisorias en acuicultura. Ibagué, Colombia, Universidad del Tolima. 1999. pp.105.
- Vinatea-Arana, L. 2001. Principios químicos de calidad de agua en acuicultura, una revisión para peces y camarones. UFSC. Brasil, 154 p.
- Watten, J.B. Honeyfield, D.C., Schwartz, M.F. 2000. Hydraulic characteristics of a rectangular mixed-cell rearing unit. *Aquacultural Engineering* 24:59–73.
- Pacheco, R. M., Casallas, N. E. C., Ramírez-Merlano, J., Caro, L. J. M., Robles, V. M. M., & Casallas, P. E. C. (2012). Efecto del nivel de proteína sobre el crecimiento del yaque *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) bajo condiciones de cultivo. *Orinoquia*, 16(2), 52-61.