	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): YEIMY LEONARDO APELLIDOS: ORTEGA ROJAS

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA PECUARIA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CAMILO ERNESTO APELLIDOS: GUERRERO ALVARADO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): TOXICIDAD AL CLORURO DE SODIO (NaCl) EN JUVENILES DE CACHAMA BLANCA (Piaractus brachypomus)

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de diferentes niveles de salinidad sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Fueron utilizados niveles de salinidad de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16‰. Para cada tratamiento se utilizaron 20 peces, los cuales fueron evaluados durante tres periodos: adaptación, experimental y crónico. Los resultados mostraron que los juveniles de *P. brachypomus*, toleran rangos de salinidad entre 0 y 12 ‰ por periodos de 96 horas sin presentar mortalidad. El uso de las concentraciones de 14 y 16 ‰ en el experimento evidenciaron mortalidades del 100 %. Este estudio concluyo que la dosis letal media durante (DL 50-96) para juveniles de *P. brachypomus*, se presenta a una concentración de 14 ppt, muere el 50% de la población en 11,5 horas, y para concentraciones de 16 ppt, muere el 50% de la población en 5,3 horas.

PALABRAS CLAVE: Dosis letal (DL50-96), pez cachama blanca, sobrevivencia

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS 55 TABLAS 13 FIGURAS 7 CD ROOM 1

TOXICIDAD AL CLORURO DE SODIO (NaCl) EN JUVENILES DE CACHAMA
BLANCA (*Piaractus brachypomus*)

YEIMY LEONARDO ORTEGA ROJAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA DE INGENIERÍA PECUARIA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

TOXICIDAD AL CLORURO DE SODIO (NaCl) EN JUVENILES DE CACHAMA
BLANCA (*Piaractus brachypomus*)

YEIMY LEONARDO ORTEGA ROJAS

Trabajo final de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Pecuario

Director:

CAMILO ERNESTO GUERRERO ALVARADO

Zootecnista, Ph.D. en Acuicultura

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA DE INGENIERÍA PECUARIA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

FECHA: 28 de marzo de 2022

HORA: 10:00 a.m.

LUGAR: Sala SB 301

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA PECUARIA

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO: "TOXICIDAD AL CLORURO DE SODIO (NaCl) EN JUVENILES DE CACHAMA BLANCA (*Piaractus brachypomus*)".

JURADOS: JORGE ALEXANDER RUBIO PARADA
OSCAR ANDRES RINCON BONILLA
RUBÉN DARÍO CARREÑO CORREA

DIRECTOR: CAMILO ERNESTO GUERRERO ALVARADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
YEIMY LEONARDO ORTEGA ROJAS	1630078	4,0

OBSERVACIONES:

APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS:

VoBo. Coordinador Comité Curricular



A Dios por que, si el no fuera posible obtener los conocimientos necesarios para lograr cada meta propuesta en mi vida, gracia a ti padre por guiarme por los mejores caminos y colocar excelentes personas en mi vida personal y profesional.

A mi madre Nelly Yolanda Pérez, mi abuela Ana Dolores Pérez y Tío Pedro Pérez (Q.E.P.D) gracias a ustedes por sus valores y consejos hoy soy la persona que formaron, sé que desde el cielo me apoyaron como siempre lo hicieron en vida, gracias familia hermosa.

A mi papá Trino Antonio Pérez, Teódulo Ortega, Pablo Pérez, tía Sandra Cristina Arias Marilyn Rivera por su apoyo y colaboración y buenos consejos.

A mis hermanos Julio Hernán y Daniel Pérez y mis dos grandes mujeres María Fernanda Díaz y María Camila Bessolo a todos ustedes por su apoyo incondicional y creer en mí.

Y a toda mi familia que de alguna y otra forma dieron su aporte en este proyecto se hiciera realidad.

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander, “Alma Mater” en la cual curse el programa de Ingeniería Pecuaria.

Al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UFPS sede Campos Elíseos (municipio de Los Patios) por su colaboración en préstamo de equipos.

A mi tutor e impulsor de este proyecto el doctor Camilo E. Guerrero Alvarado por su apoyo, confianza, colaboración incondicional y dedicación que siempre me presto en todo momento; gracias, profesor.

Al profesor M.Sc. Rubén Darío Carreño Correa por su apoyo y colaboración en los análisis estadísticos.

A los profesores Diana Sandra Faride Vargas Munar y Jorge Alexander Rubio Parada por su apoyo y colaboración incondicional en este proyecto.

A mi amiga Nersy Paola Márquez Echeverry por su apoyo y colaboración.

Contenido

	pág.
Introducción	14
1. El Problema	16
1.1 Título	16
1.2 Descripción Del Problema	16
1.3 Formulación Del Problema	17
1.4 Objetivos	17
1.4.1 Objetivo General	17
1.4.2 Objetivos Específicos	17
1.5 Justificación	17
1.6 Delimitaciones	18
1.6.1 Delimitación Espacial	18
1.6.2 Delimitación Temporal	18
2. Marco Referencial	19
2.1 Antecedentes	19
2.2 Marco Teórico	20
2.2.1 Calidad De Agua Para El Cultivo De Cachama Blanca (P. brachypomus)	20
2.2.2 Salinidad Y Ósmosis En Los Peces	21
2.2.3 Cachama Blanca (Piaractus brachypomus)	23
2.3 Marco Conceptual	24
2.4 Marco Contextual	25
2.5 Marco Legal	25

3. Diseño Metodológico	27
3.1 Tipo De Investigación	27
3.2 Población Y Muestra	27
3.3 Localización	27
3.4 Fases Investigativas	27
3.4.1 Fase Preexperimental	27
3.4.2 Fase Experimental	29
3.4.3 Fase Análisis Crónico	31
3.5 Variables Experimentales	31
3.6 Análisis Estadístico	32
4. Resultados Investigativos	35
4.1 Desempeño Productivo	35
4.2 Tolerancia A Los Diferentes Niveles De Sal Común (NaCl)	38
5. Discusión	46
5.1 Dosis Letal 50 DL50-96 Para NaCl	46
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	50
Bibliografía	51
Anexos	54

Lista De Tablas

	pág.
Tabla 1. Parámetros de calidad de agua para cultivo de cachama blanca en estanques	20
Tabla 2. Diversos usos de la sal en piscicultura	23
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la cachama blanca	23
Tabla 4. Dimensiones de los acuarios experimentales	30
Tabla 5. Validación de supuestos para el análisis de las variables con ANOVA; uso de prueba no paramétrica de Kruskal Wallis	34
Tabla 6. Biomasa (g) y conversión alimenticia en los alevinos según el nivel de salinidad en el agua	36
Tabla 7. Talla y tasa específica de crecimiento en los alevinos según el nivel de salinidad en el agua	38
Tabla 8. Mortalidad registrada según nivel de salinidad del agua para un periodo experimental de 96 horas de observación	38
Tabla 9. Estimación matemática de la mortalidad según el nivel de salinidad al cual se exponen los juveniles de <i>P. brachypomus</i> , ajustando los datos a una ecuación cuadrática con R ² del 80,9 %	39
Tabla 10. Totalidad de registros referente a la mortalidad de juveniles de <i>P. brachypomus</i> sometidos a concentraciones del 14 ‰ de salinidad	40
Tabla 11. Mortalidad (# y en %) y tiempo del evento (minutos y horas) registrado para los peces sometidos a concentraciones del 14‰ de salinidad	42
Tabla 12. Mortalidad (# y en %) y tiempo del evento (minutos y horas) registrado para los peces sometidos a concentraciones del 16 ‰ de salinidad	43

Tabla 13. Dosis letal (DL50-96horas) al cloruro de sodio (NaCl) en diferentes especies de peces ornamentales y de consumo

Lista De Figuras

	pág.
Figura 1. <i>Piaractus brachypomus</i>	24
Figura 2. Alimento para peces en hojuelas TetraMin	29
Figura 3. Pesaje de los peces en balanza analítica	29
Figura 4. Peces distribuidos T14 ‰	30
Figura 5. Distribución aleatoria de los acuarios	33
Figura 6. Estimación matemática de la mortalidad de juveniles de <i>P. brachypomus</i> a concentración del 14 ‰ de salinidad según el tiempo en horas de exposición de los peces	43
Figura 7. Estimación de mortalidad según el nivel de salinidad 16 ‰ al cual se expone el pez, a partir de una ecuación cuadrática con 97,9 % de ajuste al modelo	44

Lista De Anexos

	pág.
Anexo 1. Evidencias fotográficas	55

Resumen

En el presente estudio se evaluó el efecto de diferentes niveles de salinidad sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Fueron utilizados niveles de salinidad de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16‰. Para cada tratamiento se utilizaron 20 peces, los cuales fueron evaluados durante tres periodos: adaptación, experimental y crónico. Los resultados mostraron que los juveniles de *P. brachypomus*, toleran rangos de salinidad entre 0 y 12 ‰ por periodos de 96 horas sin presentar mortalidad. El uso de las concentraciones de 14 y 16 ‰ en el experimento evidenciaron mortalidades del 100 %. Este estudio concluyo que la dosis letal media durante (DL 50-96) para juveniles de *P. brachypomus*, se presenta a una concentración de 14 ppt, muere el 50% de la población en 11,5 horas, y para concentraciones de 16 ppt, muere el 50% de la población en 5,3 horas.

Palabras clave: Dosis letal (DL50-96), pez cachama blanca, sobrevivencia.

Introducción

La acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para incrementar la disponibilidad de alimento y se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos. La piscicultura es el campo más desarrollado dentro de la acuicultura (Merino, 2013). Hablando de acuicultura en Colombia, esta se encuentra distribuidas de la siguiente manera: acuicultura Continental: Especies con mayor volumen de oferta: Tilapia, Cachama y Trucha. Especies con volúmenes pequeños de oferta: Bocachico, Carpa, Yamú, Pirarucú y algunos peces ornamentales (Arawanas). Cultivo experimental: algunos bagres y otras especies nativas. Acuicultura de Peces Ornamentales: en fase de investigación, Acuicultura Marina: Cultivo de camarón Cultivo experimental: Pargos, Meros (Merino, 2013).

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Merino et al., 2013), ha estimado un aumento de la acuicultura en Colombia en comparación al crecimiento mundial, con un promedio de 13 % anual durante los últimos 27 años. Este crecimiento ha sobresalido en el campo de la extracción o captura, al punto que para el año 2011 represento el 51,4 % de la producción pesquera total, ubicando a la acuicultura en América Latina en el sexto lugar.

Si bien hoy en día existe una variada cantidad de sustancias disponibles para contrarrestar el efecto de alguna afección en los peces, se destaca al cloruro de sodio (NaCl) o comúnmente conocida por el nombre de “sal de mesa”, como una de las sustancias más nobles (sustancias más suaves) en lo que a acuicultura se refiere. Esta sustancia cotidiana, es también una herramienta importante para lograr un buen desempeño en el manejo saludable de los peces. El cloruro de sodio o sal de mesa es una de las sustancias más antiguas utilizadas en la acuicultura, lo que no implica, que sea menos efectiva. Además de su probada efectividad para contrarrestar las afecciones externas de los peces, también puede ser utilizada como elemento de profilaxis en el manejo y

trasporte de los peces, con resultados muy satisfactorios (Acuña, 2006). Se evaluaron los diferentes niveles de Cloruro de Sodio (NaCl) para determinar la tolerancia de los alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*).

1. El Problema

1.1 Título

Toxicidad al cloruro de sodio (NaCl) en juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*)

1.2 Descripción Del Problema

El cloruro de sodio posee diversos usos en la acuicultura moderna, además es un producto económico y de fácil acceso, y cuando es administrado apropiadamente, es un químico seguro para el uso en peces de agua dulce. La acción terapéutica del cloruro de sodio incluye control de parásitos, estabilización de la osmorregulación, producción de mucus y alivio de la metahemoglobina en los peces de agua dulce. Las concentraciones del cloruro de sodio deberán estar basadas en el uso que se le quiere dar, duración de la exposición y tolerancia de la especie a tratar.

Cabe resaltar que no todas las especies de peces manejan la misma proporción de tolerancia a la salinidad, los cuales son adaptables para diferentes condiciones, dependiendo estrictamente de la especie, unas requiriendo un agua en condiciones más frías que otros, así como la alimentación varía dependiendo de las mismas condiciones anteriormente mencionadas. (Acuña, 2006).

Resaltando que el NaCl en niveles óptimos de salinidad en el agua dulce, en peces (*p. brachypomus*) facilita la recuperación y minimiza la mortalidad, además de no producir efectos secundarios en las dosis adecuadas.

Teniendo en cuenta que, en los criaderos de peces ornamentales, han usado la sal común (NaCl) en los estanques de cultivos para mantenimiento y tratamiento profiláctico; pero lo administran en cantidades no establecidas formalmente, pueden llevar a que sean niveles inadecuados en las diferentes especies; esto conlleva a la pregunta, ¿cuál es el nivel de tolerancia permitido en cada especie?

El problema del presente proyecto se centra en la falta de información sobre la dosis letal 50 en cachama blanca, para ello se planteó un procedimiento en el cual los peces juveniles son expuestos a diversos niveles de salinidad, Por lo tanto, en la presente investigación hallaron las dosis adecuada y tolerable de la cachama blanca.

1.3 Formulación Del Problema

¿Cuál es el máximo nivel de tolerancia a la salinidad de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en la etapa juvenil?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General. Evaluar diferentes niveles de saturación de sal común (NaCl) en el desempeño productivo y la sobrevivencia de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*).

1.4.2 Objetivos Específicos. Evaluar el efecto de las concentraciones de 0, 2, 4, 6, 8,10, 12, 14 y 16 ‰ (NaCl) en el desempeño productivo: ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA) y tasa específica de crecimiento (TEC) de juveniles de *P. brachypomus*.

Determinar la tolerancia de los juveniles de *P. brachypomus*, en los diferentes niveles de sal común (NaCl) enfocado en su efecto en la sobrevivencia.

Establecer la dosis letal media (DL50) de juveniles de *P. brachypomus* expuestos a diferentes concentraciones de sal común (NaCl) (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 ‰).

1.5 Justificación

Con esta investigación se buscó obtener los valores apropiados en el uso de la sal común (NaCl) en tratamiento y mantenimiento de los piscícolas de cachama blanca lo que se busca es brindar un aporte importante en este tipo de explotaciones del departamento brindando los datos exactos en la dosificación de la sal común (NaCl), evitar pérdidas económicas en las explotaciones

por el uso inadecuado de la (NaCl).

El cloruro de sodio ofrece múltiples beneficios a los piscicultores de agua dulce el uso rutinario, preventivo de sal común puede ayudar a prevenir muchos problemas que surgen cuando se manejan peces de agua dulce a altas densidades (NaCl) durante su cultivo comercial (Kubitza 2016).

En cuanto a conocimiento y estudios realizados sobre el tema, se encuentra poca información sobre los niveles de tolerancia a la salinidad de agua en peces de cachama blanca y por ende este estudio busca conocer los niveles tolerables de salinidad en el agua para los juveniles de cachama blanca (*P. brachypomus*), así poder brindar información valiosa para los productores de peces en el departamento sobre los valores de tolerancia a la salinidad de la especie (*P. brachypomus*).

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación Espacial. Este proyecto de grado modalidad investigación se desarrolló, en el Laboratorio de Peces Ornamentales del Centro de Investigaciones Agrarias y Ambientales (Sede Campos Elíseos) de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.6.2 Delimitación Temporal. El proyecto tuvo una duración de un semestre académico, a partir de la aprobación del anteproyecto, la obtención de los peces y desarrollo del experimento y la elaboración del informe final.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Marín et al. Marín-Méndez, G. A., Torres-Cortes, A., Naranjo-Suarez, L., Chacón-Novoa, R. A., & Rondón-Barragán, I. S. (2012). Concentración letal 50 a 96 horas de eugenol en cachama blanca (*Piaractus brachyomus*). El objetivo de esta investigación fue establecer la concentración letal 50 (CL50) a 96 horas del eugenol (aceite de clavo derivado de *Eugenia caryophyllata*) en cachama blanca. Para la determinación de la CL50 se utilizaron 90 alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) de $3,5 \pm 0,5$ g en acuarios de vidrio con un volumen cercano a los 30 litros, los parámetros de calidad del agua estuvieron dentro del rango confort para la especie. Los peces fueron expuestos a siete concentraciones de eugenol (8, 12, 15, 18, 25, 35, 45 mg/L) adicionalmente se evaluó un grupo control y un grupo con el diluyente anestésico eugenol por un periodo de 96 horas, en el cual se evaluó su comportamiento: eje de nado, tipo de nado y distribución en el acuario. El valor de la CL50 se estimó mediante el uso del software Trimmed Spearman-Kärber y se concluyó que fue de 18,2 mg/L ($p < 0.05$), acorde a lo descrito para algunas especies dulceacuícolas”.

Cárdenas Sampedro, Carlos Alberto. (2013). Tolerancia a la salinidad en hembras del pez luchador de Siam (*beta splendens*). El autor, utiliza un diseño estadístico completamente al azar, con seis tratamientos (0, 2, 4, 6, 8,12 y 16 ‰ en agua) cada tratamiento contenía 9 individuos, y tuvo una duración de 96 horas; dando como resultado la tolerancia en rangos de salinidad entre 2 y 4 ‰. La concentración letal la obtuvo entre 8 y 12 ‰; a partir de este punto se vio afectada la capacidad osmorreguladora del pez afectando la adaptación, comportamiento y mortalidad”.

Lawson, E. O., & Alake, S. A. (2011). Salinity adaptability and tolerance of hatchery reared comet goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus 1758). Realizaron el estudio de la adaptabilidad y

tolerancia de Goldfish, (*Carassius auratus*) a regímenes de salinidad variada. Utilizaron peces de 17 a 25 cm de longitud, con 70 y 145 g de peso corporal, sometidos a niveles de salinidad (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 partes por mil (‰)) el desarrollo de la investigación tuvo una duración de 72 horas. En este estudio se observó mortalidad del 0 % en los tratamientos de 0, 1, 2 y 3 ‰. Presento buena tolerancia entre 1 y 5 ‰ de salinidad, en los tratamientos de 6 a 10 no los recomiendan ya que presentan mortalidad del 100 %. Este estudio indica que el *Carassius auratus* se adapta y tolera los cultivos con aguas salobres frescos y bajo de 0 a 5 ‰ de salinidad”.

Zuanon, J. A. S., Salaro, A. L., Veras, G. C., Tavares, M. M., & Chaves, W. (2009). Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água. En este estudio utilizo un método estadístico completamente al azar, con seis concentraciones de sal. (0, 3, 6, 9, 12 y 15 g de sal / L agua), cada nivel era evaluado con cinco peces (1 pez / repetición). Este estudio tuvo como objetivos evaluar el efecto de la salinidad aguda, el tiempo de supervivencia media y la mediana letales de salinidad en un periodo de 96 horas. El resultado de este experimento fue que el tiempo medio de supervivencia fue significativamente menor a 15 g / L. la salinidad letal media (se calculó a 96 h) fue de 11,88 g / L, la máxima supervivencia a la salinidad fue de entre 6 y 7 g / L, y la salinidad letal media fue de 9,35 g / L”.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Calidad De Agua Para El Cultivo De Cachama Blanca (*P. brachypomus*). En la tabla 1 son presentados los valores de los principales parámetros de calidad necesaria, los rangos de tolerancia y los niveles óptimos para máximo desempeño de *P. brachypomus*.

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua para cultivo de cachama blanca en estanques

Parámetro	Rango de tolerancia		Óptimo
	Mínimo	Máximo	
Temperatura (°C)	25	32	27
Ph	6,5	8,5	6,9

Continuación tabla 1. Parámetros de calidad de agua para cultivo de cachama blanca en estanques

Parámetro	Rango de tolerancia		Óptimo
	Mínimo	Máximo	
Oxígeno disuelto (mg/L)	3,0	-	> 6,0
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	30	150	50-100

Fuente: Caetano, M., Preto, B., Oliveira, L., & Amaral, A. (2015). Qualidade da água de açudes utilizados na criação de peixes em sistema de policultivo—um estudo de caso. p. 5.

Como se puede observar en la tabla 1, la cachama blanca tiene poca tolerancia a temperaturas por debajo de 25 °C. En esas condiciones, el consumo de alimento disminuye y puede parar completamente cuando la temperatura sea inferior a 22 °C. Con relación al oxígeno, la especie *P. brachypomus*, semejante a muchas especies tropicales del Orinoco y de la Amazonia, tienen especial resistencia a concentraciones de oxígeno disuelto por debajo de 4 mg/L (Baldisserotto, 2005). En condiciones de cultivo, puede tolerar niveles de hasta 2 mg/L, pero por poco tiempo.

2.2.2 Salinidad Y Ósmosis En Los Peces. La salinidad se define. como la concentración total de iones disueltos en el agua. Generalmente la salinidad se expresa en miligramos por litro (mg/L), sin embargo, en acuicultura es más conveniente expresarla en partes por mil (parts per thousand o ppt, ‰). Dividiendo por mil (1.000) los valores expresados en miligramos por litro, es posible obtener valores en partes por mil, por ejemplo: 5.500 mg/L = 5,5 ‰.

Ósmosis. En agua dulce los peces ingieren poquísima agua, sin embargo, producen gran cantidad de orina diluida. Pocas sales están presentes en la orina, pues estos son absorbidos por los riñones. Así como pueden ser incorporadas en el organismo junto con la dieta, las sales también pueden ser absorbidas del medio acuático, mediante procesos de difusión activa (con consumo de energía), por intermedio de células especiales encontradas en la base de la segunda lamela branquial.

Entonces los peces pueden ser considerados como hipertónicos (hipersalinos) en relación a su

medio ambiente, justamente por tener los fluidos corporales más concentrados (Baldisserotto, 2005).

Detección de la salinidad en los peces. La detección de la salinidad por los peces es uno de los aspectos de mayor importancia, fisiológica teniendo para ellos quimiorreceptores en las pseudobranquias que les proporcionan información sobre la salinidad del agua.

Uso de sal en piscicultura. La utilización de sal (cloruro de sodio, NaCl) en la piscicultura de agua dulce se ha vuelto una práctica cada vez más común debido al hecho de este producto ser de bajo costo y de fácil disponibilidad. Al ser insertado en el ambiente de agua dulce, la sal reduce el gradiente osmótico existente entre el fluido interno de los peces y el agua externa, estimulando la producción de mucus, reduciendo la agitación y, consecuentemente, el estrés de estos.” Sin embargo, para garantizar esa eficacia, es esencial que la utilización de la sal sea hecha de forma adecuada, teniéndose en cuenta no solamente el tiempo de exposición, sino también la cantidad tolerable y compatible con la especie y estadio de desarrollo” (Souza, 2021).

A pesar del gran beneficio de la sal en el día a día de las pisciculturas, gran parte de los productores desconocen todas las posibilidades de uso de este producto. Además, muchos usan el producto en dosis totalmente inadecuadas para la finalidad en cuestión. En la tabla 2 son presentadas algunas finalidades del uso de la sal en piscicultura.

La sal puede ser aplicada en la forma de baños rápidos bajo alta concentración (2 a 3 %) para tratamientos de infecciones por parásitos, hongos y bacterias. Para fines de alivio del estrés debido a la manipulación y transporte, son utilizadas concentraciones de sal entre 0,5 a 0,8 %, valores próximos a la concentración de sales en la sangre de los peces (Kubitza, 2007).

Tabla 2. Diversos usos de la sal en piscicultura

Uso de la Sal	Dosis (%) / kg/1.000 L	Tiempo de exposición
En la depuración para el transporte	0,3 a 0,6 % / 3 a 6	Indefinido
En el agua de transporte	0,5 a 0,8 % / 5 a 8	Indefinido
Control de parásitos (protozoos y monogéneos “platelmintos”)	5% / 50 2 a 3 % / 20 a 30 1 a 1,2 % / 10 a 12	Baños de 20 segundos a 2 minutos Baños de 2 a 20 minutos Baños de 4 a 12 horas
Control de hongos en los peces	2% / 20	Baños de 5 a 20 minutos
Control de hongos en los huevos	2 a 3 % / 20 a 30	Baños de 10 a 15 minutos
Control de hongos en los huevos	0,3 % / 3	Durante todo el periodo de incubación
Control de la columnariosis (hongo de la boca)	Las mismas dosis usadas en otros parásitos	Mismo procedimiento adoptado para control de parásitos
En el alivio a la toxicidad del nitrito (NO ₂)	Detalles en el texto	Indefinido
Después de cosechas y manejo	1 % / 10	Baños por 1 a 4 horas
En sistemas de recirculación (para prevenir parásitos y enfermedades)	0,3 % / 3	Continuo, durante todo el periodo de producción
Prevención de enfermedad ambiental en las branquias	1 % / 10	Baños de 2 a 4 horas a intervalos semanales

Fuente: Kubitza, F. (2016). La sal común es una herramienta útil en la acuicultura. p. 4

2.2.3 Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*). La cachama blanca es una especie originaria de las cuencas del río Amazonas y Orinoco. Es propia de países como Perú, Ecuador, Brasil, Venezuela y Colombia. Sus hábitos alimenticios son omnívoros y su dieta en el medio natural es principalmente de semillas, frutos y hojas tiernas que caen al cauce de los ríos”. (Zilurus Acuatec SAS, 2010). A continuación, en la tabla 3 se presenta la clasificación taxonómica de esta especie.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la cachama blanca

Elemento	Descripción
Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Serrasalminae
Género:	<i>Piaractus</i>
Especie:	<i>P. brachypomus</i> Cuvier, 1818

Fuente: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/208536-Piaractus-brachypomus>



Figura 1. Piaractus brachypomus

Fuente: https://www.acuicultura.co/fotosnoticias/noticia_33.51

2.3 Marco Conceptual

LD50: son las siglas de "Dosis letal". LD50 es la cantidad de un material determinado completo de una sola vez, que provoca la muerte del 50 % (una mitad) de un grupo de animales de prueba. El LD50 es una forma de medir el envenenamiento potencial a corto plazo (toxicidad aguda) de un material.

LC50: son las siglas de "Concentración Letal". Los valores LC usualmente se refieren a la concentración de un químico, pero en estudios ambientales también puede significar la concentración de un químico en agua.

SAL COMÚN: la sal común, conocida popularmente como sal corresponde al denominado cloruro sódico (o cloruro de sodio), cuya fórmula química es NaCl. Existen cuatro tipos de sal, según su procedencia: la sal marina y la de manantial, que se obtienen por evaporación, la sal gema que procede de la extracción minera de una roca mineral denominada halita y la sal vegetal que se obtiene por concentración, al hervir una planta gramínea (método también utilizado para la obtención de azúcar a partir de otra planta gramínea) que crece en el desierto de Kalahari.

SALINIDAD: la salinidad es el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua. El porcentaje medio que existe en los océanos es de 3,5‰ (35 gramos por cada litro de agua). Además, esta salinidad varía según la intensidad de la evaporación o el aporte de agua dulce de los

ríos, en relación a la cantidad de agua. La acción y efecto de disminuir o aumentar la salinidad se denomina desalinización y salinización, respectivamente, la sangre de los peces tiene una salinidad de aproximadamente 9 g / L (0,9% de sal) y un pH de 7,4. Aproximadamente el 77% de la sal en la sangre es sodio y cloruro. El resto se compone principalmente de bicarbonato de potasio y calcio. Por lo tanto, el cloruro de sodio o la sal común es un de las sustancias químicas más utilizadas en el transporte de peces de agua dulce (Urbinati y Carneiro, 2006).

La salinidad determina la disponibilidad de oxígeno en el agua: cuando la salinidad aumenta, disminuye el contenido de oxígeno disuelto en el agua conllevando a repercusiones variables en la tasa metabólica (Abdo- de la Parra et al., 2012).

TOLERANCIA: la tolerancia a alguna sustancia se produce cuando, como resultado de su administración (o auto administración) el sujeto presenta menor sensibilidad a ella. Así, la dosis habitual de la sustancia produce menos efectos, con lo que se necesitan dosis más altas para producir los mismos efectos. Sin embargo, pese a lo que se cree, se puede desarrollar tolerancia sólo hacia algunos efectos de una sustancia y no hacia todos; incluso desarrollar tolerancia a algunos efectos y sensibilización a otros.

2.4 Marco Contextual

El proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Peces Ornamentales del Centro de Investigaciones Agrarias y Ambientales (Campos Elíseos), que se encuentra a una altura de 410 msnm, con una temperatura media de 27 °C; este complejo hace parte de la Universidad Francisco de Paula Santander, Campos Elíseos, localizado en el municipio de Los Patios departamento Norte de Santander.

2.5 Marco Legal

La Ley 13 de 1990 y su decreto reglamentario 2256 de 1.991, que asigna la administración y

manejo de los recursos con el fin de asegurar su aprovechamiento sostenido y entre otras disposiciones al Instituto de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas – INPA hoy INCODER el cual ayudara a mantener en óptimas condiciones el medio acuático el cual se desenvuelve en la actividad pesquera.

La Ley 1300 de 2003, mediante la cual se creó el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER). Así mismo, la Ley 99 de 1993, que crea el Ministerio del Medio Ambiente y le adscribe cinco institutos de investigación, entre ellos el de Investigaciones Marinas y Costeras de Punta de Betín Invemar.

La Ley 101 de 1993 (23 de Diciembre) Esta ley desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional donde tiene a cargo varios aspectos uno base y fundamental es adecuar el sector agropecuario y pesquero a la internacionalización de la economía, sobre bases de equidad, reciprocidad y conveniencia nacional, elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales, establecer los fondos de estabilización de precios de productos agropecuarios y pesqueros, garantizar la estabilidad y claridad de las políticas agropecuarias y pesqueras en una perspectiva de largo plazo.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo De Investigación

El tipo de investigación realizada fue experimental utilizando un modelo estadístico con enfoque cuantitativo en la modalidad investigación.

3.2 Población Y Muestra

Se adquirieron 360 juveniles de (*P. brachypomus*) con un peso de 3 g, provenientes de una piscícola del municipio de San Cayetano. Los ejemplares fueron acondicionados en acuarios en el Laboratorio de Peces Ornamentales del Centro de Investigaciones Agrarias y Ambientales U.F.P.S, ubicado en el municipio de Los Patios, se trasladaron por vía terrestre. Se distribuyeron en cuatro bolsas plásticas con oxígeno a una densidad de 90 peces/bolsa.

3.3 Localización

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Peces Ornamentales del Centro de Investigaciones Agrarias y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente U.F.P.S, ubicado en el municipio de Los Patios, Norte de Santander a una altura de 410 msnm (Cárdenas, 2013). Con una temperatura anual de $29,9 \pm 2,5$ °C y una humedad de $69,4 \pm 14,6$ (Niño, 2013).

3.4 Fases Investigativas

3.4.1 Fase Preexperimental. A la llegada de los peces, estos se distribuyeron en 100 peces por acuario para un total de 5 tanques (250L) para realizar el proceso de adaptación durante 15 días, antes de introducir los peces en los tanques, las bolsas fueron colocadas dentro de los mismos para realizar una adaptación durante 30 minutos al nuevo ambiente, después se abrieron las bolsas para que los peces queden instalados en los tanques, donde se les realizaron labores de mantenimiento como recambio de agua del 10% diario, además se alimentaron ocho (8) veces al

día con alimento comercial en hojuelas (Tetramin) conforme al cálculo de la biomasa.

El experimento se desarrolló en 18 acuarios de vidrio de 5 mm de grosor, los acuarios se mantuvieron con un volumen de 100 L de agua. Se hizo una previa identificación y rotulación de acuerdo con el sorteo aleatorio para la distribución de los tratamientos también tendrán aireación continua y filtración (Filtro resun® HF-2001) con cartucho de guata y carbón activado.

Se realizaron medidas de los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, pH, conductividad y sólidos disueltos con un equipo multiparámetro Hanna Instruments (HI9811) las cuales son importantes ya que cada uno es un factor relevante para la producción de los peces. Su composición o valor en porcentaje es:

- Humedad 6,0%
- Proteína cruda 47,0%
- Extracto etéreo 10,0%
- Fibra cruda 3,0%
- Fosforo 1,0%
- Ácido ascórbico 390 mg/Kg

Ingredientes. Tretamin Tropicalflakes: Harina de pescado, Levadura en polvo, arroz integral molido, harina de camarones, gluten de trigo, proteína de patata, harina de avena de follaje, harina de habas de soya sin vaina, aceite de pescado, aceite de habas de soya, harina de algas, sorbitol, lecitina, ácido ascórbico (vitamina c estabilizada), riboflavina 5-fosfato (fuente de vitamina B2) α -tocoferol-acetato (fuente de vitamina E) pantotenato cálcico, tiaminmononitrato (fuente de vitamina B1) piridoxinidrocloreuro (fuente de vitamina B6) vitamina A. palmito (fuente de vitamina A) complejo de medianona bisulfito sódico (fuente de vitamina K), cianocobalamina (fuente de vitamina B12), colecalciferol (fuente de vitamina D3), beta – carotina (E160a), bixina (E160b),

azul N° 2 pigmento (E 132), oleorerina (capsantina y capsorrubina) rojo N° 3 tinte (E127), amarillo N° 5 pigmento amarillo N°6 pigmento (E110) etoxiquina como conservantes.



Figura 2. Alimento para peces en hojuelas TetraMin

3.4.2 Fase Experimental. De los 360 peces iniciales se evaluaron 20 peces por cada concentración (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14,16 %) obteniendo un total de 360 peces. Después de terminar el periodo de adaptación se realizó la biometría donde se distribuyeron los peces en forma aleatoria según los pesos (para mantener una uniformidad) en 18 acuarios, los peces fueron pesados al inicio y a los 6 días de haber finalizado el experimento para evitar stress.

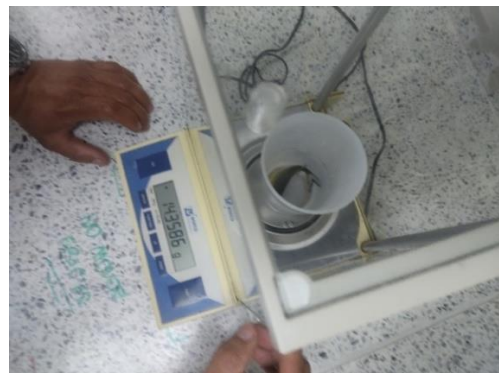


Figura 3. Pesaje de los peces en balanza analítica



Figura 4. Peces distribuidos T14 %

Las concentraciones de sal que se utilizaron en el experimento fue tomando las medidas de los acuarios presentes en el Laboratorio de Peces Ornamentales los cuales poseen diferentes medidas y para tener igualdad de litros se tomaron el ancho y largo y se varia la altura para obtener la misma cantidad de litros en todos los acuarios los porcentajes de sal que se aplicó a los acuarios fue pesada con una balanza digital Balanza electronic SF-400; para obtener la igualdad en todos los tratamientos.

Después de obtener la sal (NaCl) pesada para cada concentración, se procedió con la medida en el agua en los acuarios junto con los 20 peces del experimento, se monitorearon las diferentes concentraciones de parámetros como pH, temperatura (°C) y salinidad (‰) con el pH metro Waterproof®, los Solidos disueltos y la conductividad con un conductímetro marca Hach® como también se determinó la sobrevivencia y mortalidad de cada tratamiento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16. ‰).

Tabla 4. Dimensiones de los acuarios experimentales

# acuario	MEDIDAS (cm)			Área (cm ³)	Volumen (L)	Volumen útil (L)
	Largo	Ancho	Alto			
1	59,5	48,5	36	103,887	100	103,887
2	60	47	37	104,340	100	104,340
3	60	47	37	104,340	100	104,340
4	60	46,5	37	102,230	100	102,230

continuación tabla 4. Dimensiones de los acuarios experimentales

# acuario	MEDIDAS (cm)			Área (cm ³)	Volumen (L)	Volumen útil (L)
	Largo	Ancho	Alto			
5	59	49,2	36	105,138	100	105,138
6	60	47	37	104,340	100	104,340
7	60	45	39	105,300	100	105,300
8	59	49,3	36	104,713	100	104,713
9	59	49	36	104,076	100	104,076
10	59	49.3	36	104,713	100	104,713
11	60	47	36	101,520	100	101,520
12	60	47	36	104,340	100	104,340
13	60	47	36	101,520	100	101,520
14	60	47	37	103,255	100	103,255
15	59	47.3	37	107,403	100	107,403
16	59	49.2	39	113,209	100	113,209
17	60	45	39	105,300	100	105,300
18	60	45.5	37	101,010	100	101,010

3.4.3 Fase Análisis Crónico. Los peces que quedaron vivos por cada tratamiento al cumplir las 96 horas se pasaron a un acuario con la misma cantidad de agua sin NaCl en el orden de los tratamientos que se llevaron al azar al iniciar la etapa experimental, este periodo se realizó durante 15 días realizando las actividades de limpieza y midiendo las variables experimentales y al cumplir el día 15 se realizó la biometría final.

3.5 Variables Experimentales

Se analizaron las variables experimentales de sobrevivencia (%), ganancia de peso (GP), tasa específica de crecimiento (TEC), conversión alimenticia (CA), tiempo de sobre-vivencia (TSV), dosis letal₅₀₋₉₆.

Porcentaje (%) sobrevivencia. Corresponde al porcentaje de peces que sobreviven en el experimento y se calcula por la siguiente fórmula.

$$\text{Sobrevivencia:(s)} = \left(\frac{\text{No.de peces inici}-\text{No.de peces final}}{\text{No.de peces inicio}} \times 100 \right)$$

Ganancia de peso. Corresponde al peso que gana los peces durante el experimento y se calcula de la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso: } [\text{peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}]$$

Tasa específica de crecimiento. Corresponde al crecimiento de los peces durante el experimento y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tasa Específica de Crecimiento (TEC)} = \left(\frac{\text{In Peso final} - \text{In Peso inicial}}{\text{Perido de alimentación (Días)}} \right) 100$$

Conversión alimenticia. Corresponde a la cantidad de alimento que consume el animal para llegar a su peso final del periodo experimental y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Conversión Alimenticia (CA)} = \frac{\text{Consumo de ración (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

Tiempo de sobrevivencia. Corresponde al registro en horas de la muerte de cada pez durante las observaciones que se realizaron en la investigación.

Dosis letal 50-96. La dosis necesaria para provocar la muerte de un determinado porcentaje de individuos se representa DL seguida de un número que representa el porcentaje. Así DL50 indicara que es la dosis que provocara la muerte del 50% de los individuos de una población

3.6 Análisis Estadístico

Para el experimento se tomó como referencia los trabajos hechos por Zuanon et al., (2009), Cárdenas (2013) y Bautista (2014), que utilizaron un modelo estadístico experimental. Para este experimento se utilizaron nueve tratamientos con 20 peces por tratamiento, cada unidad experimental consistió en un juvenil de (*P. brachypomus*) (Figura 5).

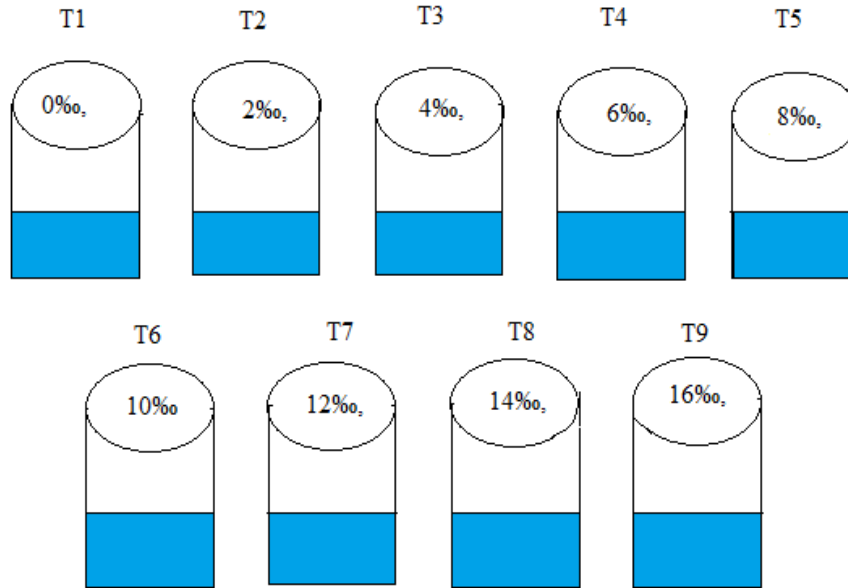


Figura 5. Distribución aleatoria de los acuarios

Los datos referentes a la tasa específica de crecimiento cumplieron con el supuesto de normalidad más no cumplieron con homocedasticidad de varianzas. Las variables de biomasa inicial (g) e incremento en la talla (cm) presentaron varianzas homogéneas, sin embargo, no se ajustaron a la normal.

La biomasa final (g) y la diferencia de biomasa (g) no cumplieron con los dos supuestos. Estas variables se analizaron con prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y prueba de rangos para medianas (Tabla 5). Los análisis se realizaron con Microsoft Excel y el software estadístico InfoStat versión estudiantil.

La dosis letal D50 y el tiempo en horas en el cual se registra el 50% de mortalidad utilizando concentraciones del 14% y 16% de salinidad se estimó matemáticamente ajustando ecuaciones de predicción, verificando el coeficiente de determinación o ajuste del modelo a los datos (R²).

Tabla 5. Validación de supuestos para el análisis de las variables con ANOVA; uso de prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

	Normalidad (Shapiro-Wilk)	Homocedasticidad de varianzas (Levene)	Kruskal Wallis
Biomasa inicial (g)	0,0001	0,6083	0,9968
Biomasa final (g)*	0,0001	0,0006	0,0001
Diferencia de biomasa (g)	0,0001	0,0005	0,0001
Incremento de talla (cm)	0,0001	0,3474	0,0001
Tasa específica de crecimiento (%)	0,5393	0,0032	0,0001

*Talla inicial: 3,00 cm

4. Resultados Investigativos

A continuación, se presentan los resultados referentes al desempeño productivo de los peces, la tolerancia de los juveniles de *P. brachypomus* a los diferentes niveles de sal común (NaCl), la dosis letal media (DL50).

4.1 Desempeño Productivo

El peso vivo inicial (g) de los peces al momento de la distribución en los dieciocho acuarios no presentó diferencias significativas (promedio cercano a los 8 g) entre los nueve grupos o tratamientos (TTO) evaluados (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 ‰ de salinidad en el agua). Esta condición sumada al suministro de una única dieta y un manejo general uniforme garantiza homogeneidad entre unidades experimentales para efectos de análisis de los datos (Tabla 6).

La biomasa final (g) de los peces a los 20 días post inicio de la fase experimental (4 días fase experimental “96 horas” y 16 días de seguimiento) y la diferencia de biomasa (g) evidenciaron diferencias significativas según el nivel de salinidad al cual se sometieron los peces. El menor dato para biomasa final se registró en los peces sometidos a 14 ‰ y 16 ‰ de salinidad, seguido del peso registrado en los grupos de 8‰, 10 ‰ y 12 ‰ de salinidad. El mayor dato para esta variable se registró en el grupo testigo (0 ‰ de salinidad: sin inclusión de cloruro de sodio) y el uso de 2 ‰, 4 ‰ y 6 ‰ de cloruro de sodio en el agua.

En los TTO con menor concentración de cloruro de sodio, la mitad de los peces por TTO (mediana) presentaron una biomasa entre 8 y 9 g; a partir de concentraciones del 10 ‰ la mediana se registró en la mayoría de los casos entre 6 y 7 g (Tabla 6).

Los peces evidenciaron incremento de peso vivo (diferencia de biomasa) en los grupos sometidos a un máximo de 6 ‰ de cloruro de sodio en el agua. A partir del 8 ‰ de concentración los datos son negativos indicándose pérdida de peso en los animales. Con un 12 ‰ la diferencia

promedio de biomasa fue de 0,25 g, sin embargo, la variabilidad de los datos (error estándar) indica que a manera individual algunos peces perdieron peso. La mayor pérdida de peso vivo se registró a concentraciones de 14 ‰ y 16 ‰ (Tabla 6).

El consumo de alimento fue establecido en 5 g diarios por acuario con 40 peces. Considerando dos acuarios por TTO, se suministraron 10 g/día/TTO durante los 20 días del estudio (200 g/TTO en total), determinándose 2,5 g/pez en los 20 días. Tomando de referencia el incremento de biomasa de los peces en los 20 días y el consumo de alimento indicado, se calcula la conversión alimenticia (Tabla 6).

La conversión alimenticia fue positiva y homogénea en los peces del grupo testigo y los tratamientos hasta un 6 ‰ de concentración de cloruro de sodio. A partir de concentraciones del 8 ‰ la conversión alimenticia fue negativa, esto coherente con la pérdida de peso vivo reportada en estos grupos (Tabla 6).

Tabla 6. Biomasa (g) y conversión alimenticia en los alevinos según el nivel de salinidad en el agua

Nivel de salinidad (‰)	Biomasa inicial (g) P-valor: 0,9968	Biomasa final (g) P-valor: 0,0001	Diferencia de biomasa (g) P-valor: 0,0001	Conversión alimenticia P-valor: 0,0001
0 (Testigo)	8,00 ± 0,25a [8,00]	8,58 ± 0,26de [8,00]	0,58 ± 0,26b [0,00]	0,12 ± 0,08cde [0,20]
2	7,93 ± 0,20a [8,00]	9,08 ± 0,22e [9,00]	1,15 ± 0,23c [1,08]	0,46 ± 0,14e [0,80]
4	7,88 ± 0,25a [8,00]	9,10 ± 0,29e [9,00]	1,23 ± 0,29c [1,13]	0,49 ± 0,15de [0,40]
6	7,80 ± 0,23a [8,00]	8,85 ± 0,30de [8,00]	1,05 ± 0,30c [0,20]	0,42 ± 0,14de [0,40]
8	7,85 ± 0,20a [8,00]	7,70 ± 0,15bc [8,00]	- 0,15 ± 0,15b [0,15]	- 0,06 ± 0,11bc [0,00]
10	7,83 ± 0,25a [7,50]	7,63 ± 0,22bc [7,00]	- 0,20 ± 0,22b [- 0,83]	- 0,08 ± 0,13bc [0,00]

Continuación tabla 6. Biomasa (g) y conversión alimenticia en los alevinos según el nivel de salinidad en el agua

Nivel de salinidad (‰)	Biomasa inicial (g) P-valor: 0,9968	Biomasa final (g) P-valor: 0,0001	Diferencia de biomasa (g) P-valor: 0,0001	Conversión alimenticia P-valor: 0,0001
12	7,93 ± 0,26a [8,00]	8,18 ± 0,33cd [8,00]	0,25 ± 0,33b [0,08]	0,10 ± 0,19bcd [0,00]
14	8,00 ± 0,22a [8,00]	7,20 ± 0,26ab [7,00]	- 0,80 ± 0,26a [- 1,00]	- 0,32 ± 0,17ab [- 0,40]
16	7,98 ± 0,26a [7,50]	6,55 ± 0,27a [6,00]	- 1,43 ± 0,27a [- 1,98]	- 0,57 ± 0,17a [- 0,80]

*Promedio ± Error estándar. M: Valor para la mediana.

La talla inicial fue reportada por el productor de alevinos (proveedor) en 3,00 cm promedio para todos los individuos al momento de recepción de los peces (fase preexperimental). Al inicio de la fase experimental se registró biomasa inicial, más no se logró registrar talla, esto por efecto de manipulación de los alevines.

Para efectos de calcular el incremento de talla se asumen los 3,00 cm reportados por el productor (desde la cabeza del pez hasta el arco de la aleta caudal). El incremento en talla no fue afectado a concentraciones máximas de 12 % de salinidad; en los grupos con 14 % y 16 % de salinidad, aun cuando los peces si crecieron, la talla fue significativamente menor. Al evaluar la tasa específica de crecimiento se ajusta el análisis indicándose que al exponer los peces a concentraciones superiores o iguales al 8 % de cloruro de sodio la respuesta productiva de los animales es negativa.

El uso de cloruro de sodio en concentraciones máximas del 6 %, incluido el testigo, indican tasas específicas de crecimiento estadísticamente homogéneas entre sí (Tabla 7). La longitud estándar en cm (desde la cabeza hasta el pedículo caudal) registrada únicamente en los peces al

momento de muerte en los grupos con 14 ‰ y 16 ‰ de salinidad, fue homogénea entre sí, y se registró cercana a los 5 cm (tabla 7).

Tabla 7. Talla y tasa específica de crecimiento en los alevinos según el nivel de salinidad en el agua

Nivel de salinidad (‰)	Incremento de talla (cm) P-valor: 0,0001	Tasa específica crecimiento (%) P-valor: 0,0001	Longitud estándar (cm) P-valor
0	5,41 ± 0,10b [5,50]	0,35 ± 0,24cd [0,59]	--
2	5,37 ± 0,08b [5,30]	0,68 ± 0,20d [0,63]	--
4	5,22 ± 0,10b [5,30]	0,73 ± 0,22d [0,42]	--
6	5,44 ± 0,08b [5,30]	0,61 ± 0,20d [0,67]	--
8	5,45 ± 0,07b [5,40]	- 0,07 ± 0,17bc [0,00]	--
10	5,22 ± 0,09b [5,25]	- 0,12 ± 0,20bc [0,00]	--
12	5,35 ± 0,09b [5,30]	0,10 ± 0,30bcd [0,00]	--
14	3,34 ± 0,08a [3,30]	-0,58 ± 0,27ab [-0,67]	4,98 ± 0,07a [5,00]
16	3,20 ± 0,08a [3,20]	-1,03 ± 0,27a [-1,26]	5,05 ± 0,07a [5,00]

*Promedio ± Error estándar. []: Valor para la mediana. Talla inicial de 3,00 cm

4.2 Tolerancia A Los Diferentes Niveles De Sal Común (NaCl)

Los tratamientos correspondientes a concentraciones desde 0 hasta 12 ‰ de cloruro de sodio no incidieron en la sobrevivencia de los peces, transcurriendo las 96 horas sin mortalidad de juveniles. Las concentraciones del 14 ‰ y 16 ‰ fueron causa de mortalidades del 100 %, esto antes de cumplirse las 96 horas experimentales. Se estimaría que la dosis letal D50 para el periodo experimental de 96 horas de observación se registre entre concentraciones >12 ‰ y < 14 ‰. (Tabla 8).

Tabla 8. Mortalidad registrada según nivel de salinidad del agua para un periodo experimental de 96 horas de observación

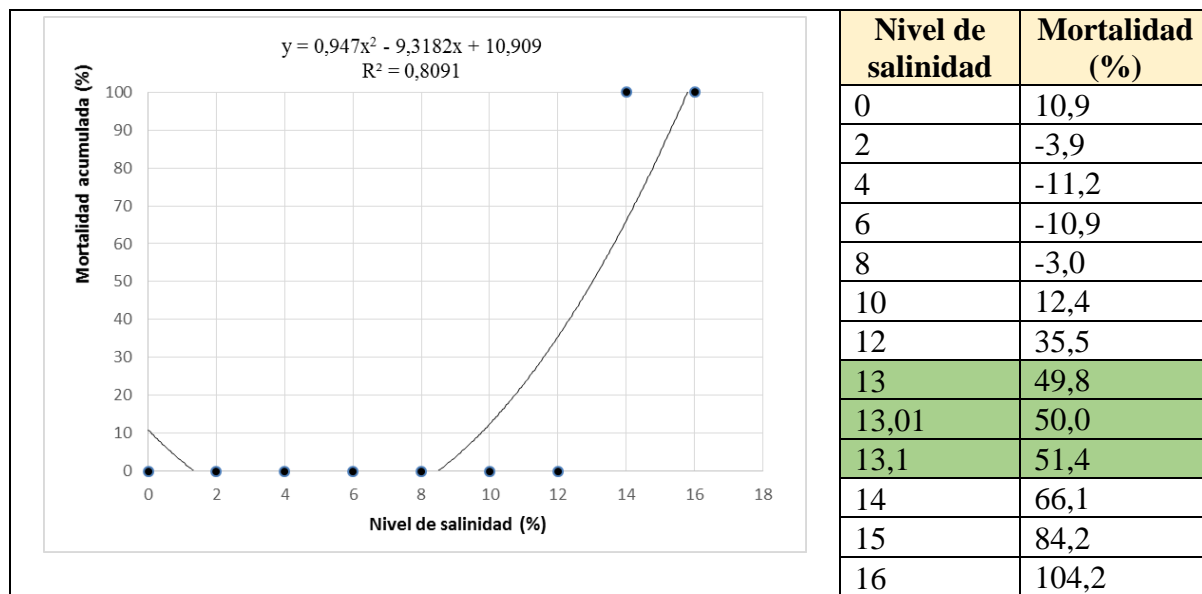
Nivel de salinidad	Acuario #1	Acuario #2	Mortalidad promedio (%)
0%	0	0	0
2%	0	0	0
4%	0	0	0

Continuación tabla 8. Mortalidad registrada según nivel de salinidad del agua para un periodo experimental de 96 horas de observación

Nivel de salinidad	Acuario #1	Acuario #2	Mortalidad promedio (%)
6%	0	0	0
8%	0	0	0
10%	0	0	0
12%	0	0	0
14%	100	100	100
16%	100	100	100

Con los datos de mortalidad registrados con cada nivel de concentración de salinidad se logró ajustar una ecuación cuadrática con un R² del 80,9 % de ajuste al modelo. Las estimaciones matemáticas indican mortalidad a partir de concentraciones del 10 % de salinidad y permite determinar la dosis letal D50 con una concentración del 13,01% de salinidad (Tabla 9).

Tabla 9. Estimación matemática de la mortalidad según el nivel de salinidad al cual se exponen los juveniles de *P. brachypomus*, ajustando los datos a una ecuación cuadrática con R² del 80,9 %



Los datos consignados esta tabla 10, corresponden a un ajuste matemático con un margen de error del 20 %, son valores que son arrojados por la ecuación cuadrática R2 para demostrar la posible mortalidad de los juveniles de cachamas blanca expuestos a los diferentes niveles de salinidad y mostrar en cual tratamiento empezó la dosis letal 50, como lo muestra la tabla 10, que es partir del nivel de salinidad 13,01 muere el 50% de la población.

Los datos de mortalidad se registraron en minutos con observaciones cada hora durante las 96 horas experimentales; los registros indicados en la tabla 4 se ajustaron a la mortalidad evidenciada cada 10 minutos (se promediaron los tiempos en minutos conformando rangos o periodos de observación de diez minutos y se registró la mortalidad acumulada en dicho periodo); la totalidad de registros se presentan en la tabla 10. A partir de esta información se estimó matemáticamente el tiempo en horas al cual se presentaría el 50% de mortalidad de los juveniles de *P. brachypomus* sometidos a concentraciones del 14‰ de salinidad (tabla 10). Los datos correspondientes a concentraciones del 16‰ se presentan en la tabla 11, indicando el tiempo exacto en minutos de muerte de los juveniles.

Tabla 10. Totalidad de registros referente a la mortalidad de juveniles de *P. brachypomus* sometidos a concentraciones del 14 ‰ de salinidad

Minutos	Tiempo promedio en rangos de diez minutos	Mortalidad acumulada en cada rango de diez minutos
466	466,5	2
467		
497	497	1
550	553	3
552		
557		
569	569	1
574	574	1

Continuación tabla 10. Totalidad de registros referente a la mortalidad de juveniles de *P. brachypomus* sometidos a concentraciones del 14 ‰ de salinidad

Minutos	Tiempo promedio en rangos de diez minutos	Mortalidad acumulada en cada rango de diez minutos
583	585,3	3
585		
588		
600	600	1
627	627	1
634	634	1
653	654,5	2
656		
677	677	1
695	695	1
713	713	1
736	736,5	2
737		
742	742	1
752	754,5	2
757		
760	763,5	2
767		
777	777	1
782	782	1
803	803,6	3
804		
804		
812	812	1
857	857	1
887	887	1
972	972	1
1012	1013,5	4
1014		
1014		
1014		
1373	1373	1

Con una concentración del 14 ‰ de salinidad las primeras y últimas muertes se presentaron a partir de las siete horas y media (aprox.) y cercano a las 23 horas de exposición a la solución salina,

respectivamente. Los datos evidenciarían el 50 % de mortalidad entre las 11,5 y 12,5 horas aproximadamente (Tabla 11).

Tabla 11. Mortalidad (# y en %) y tiempo del evento (minutos y horas) registrado para los peces sometidos a concentraciones del 14‰ de salinidad

Tiempo de muerte		Mortalidad			
Minutos	Horas	(# peces)	(# peces/ Acumulado)	(%)	(% Acumulado)
466,5	7,78	2	2	5,0	5,0
497,0	8,28	1	3	2,5	7,5
553,0	9,22	3	6	7,5	15,0
569,0	9,48	1	7	2,5	17,5
574,0	9,57	1	8	2,5	20,0
585,3	9,76	3	11	7,5	27,5
600,0	10,00	1	12	2,5	30,0
627,0	10,45	1	13	2,5	32,5
634,0	10,57	1	14	2,5	35,0
654,5	10,91	2	16	5,0	40,0
677,0	11,28	1	17	2,5	42,5
695,0	11,58	1	18	2,5	45,0
713,0	11,88	1	19	2,5	47,5
736,5	12,28	2	21	5,0	52,5
742,0	12,37	1	22	2,5	55,0
754,5	12,58	2	24	5,0	60,0
763,5	12,73	2	26	5,0	65,0
777,0	12,95	1	27	2,5	67,5
782,0	13,03	1	28	2,5	70,0
803,6	13,39	3	31	7,5	77,5
812,0	13,53	1	32	2,5	80,0
857,0	14,28	1	33	2,5	82,5
887,0	14,78	1	34	2,5	85,0
972,0	16,20	1	35	2,5	87,5
1013,5	16,89	4	39	10,0	97,5
1373,0	22,88	1	40	2,5	100,0

A partir de los datos registrados en la tabla 12, se estimó una ecuación cuadrática con un ajuste al modelo del 97,3 % permitiendo estimar matemáticamente que el 50 % de mortalidad se

presentaría a las 11,5 horas de exposición de los peces con un 14 % de salinidad (Figura 6).

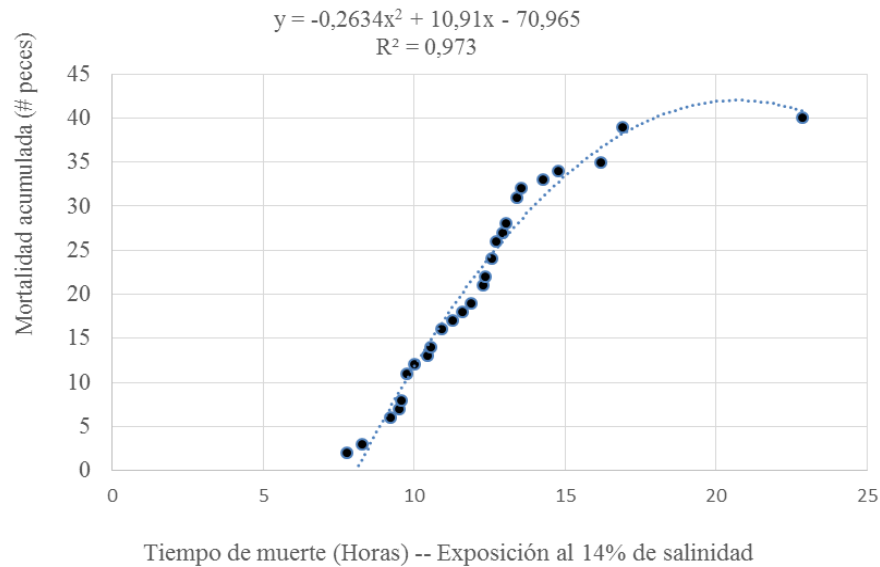


Figura 6. Estimación matemática de la mortalidad de juveniles de *P. brachypomus* a concentración del 14 % de salinidad según el tiempo en horas de exposición de los peces

La tabla 12 indica los datos de mortalidad registrados con salinidad del 16 % en el periodo experimental especificando el tiempo en minutos y en horas. Con esta concentración las primeras y últimas muertes se presentaron a las cuatro y siete horas (aprox.) respectivamente. Los datos indican un 50 % de mortalidad entre las cinco y seis horas de exposición.

Tabla 12. Mortalidad (# y en %) y tiempo del evento (minutos y horas) registrado para los peces sometidos a concentraciones del 16 % de salinidad

Tiempo de muerte		Mortalidad			
Minutos	Horas	(# peces)	(# peces/ Acumulado)	(%)	(% Acumulado)
243,7	4,06	3	3	7,5	7,5
254,0	4,23	2	5	5,0	12,5
263,7	4,40	3	8	7,5	20,0
270,0	4,50	1	9	2,5	22,5
295,7	4,93	6	15	15,0	37,5
316,0	5,27	2	17	5,0	42,5

Continuación tabla 12. Mortalidad (# y en %) y tiempo del evento (minutos y horas) registrado para los peces sometidos a concentraciones del 16 ‰ de salinidad

Tiempo de muerte		Mortalidad			
Minutos	Horas	(# peces)	(# peces/ Acumulado)	(%)	(% Acumulado)
328,0	5,47	2	19	5,0	47,5
336,6	5,61	5	24	12,5	60,0
344,3	5,74	3	27	7,5	67,5
364,0	6,07	2	29	5,0	72,5
372,0	6,20	5	34	12,5	85,0
386,2	6,44	5	39	12,5	97,5
415,0	6,92	1	40	2,5	100,0

A partir de los datos registrados en la tabla 12, se estimó una ecuación lineal del tiempo de muerte en horas con un 97,9 % de ajuste al modelo, estimando matemáticamente que el 50 % de mortalidad se presentaría a 5,3 horas de exposición de los peces a 16 ‰ de salinidad (Figura 7).

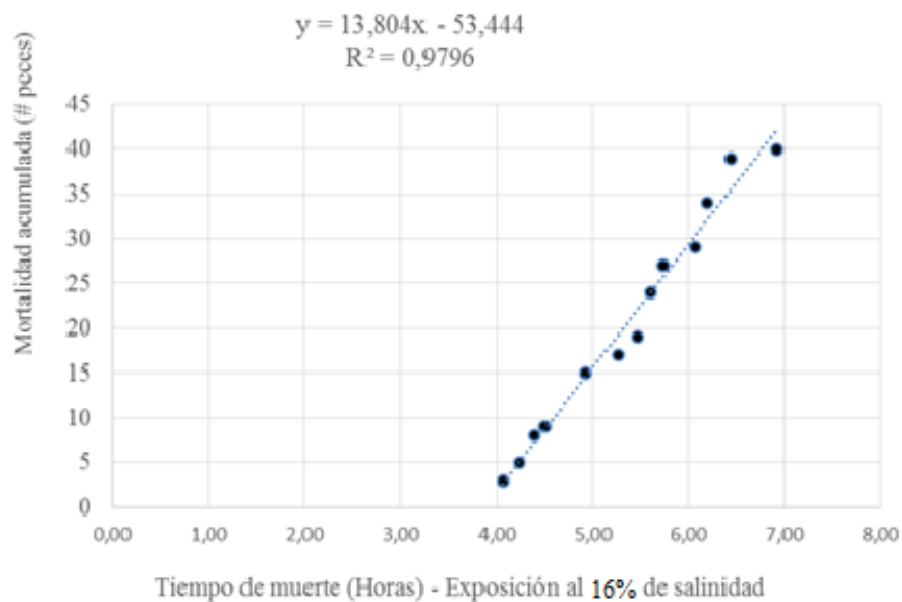


Figura 7. Estimación de mortalidad según el nivel de salinidad 16 ‰ al cual se expone el pez, a partir de una ecuación cuadrática con 97,9 % de ajuste al modelo

El uso de cloruro de sodio en concentraciones máximas del 6 ‰ como tratamiento profiláctico, permite que los peces sigan incrementando su biomasa (g) con una conversión alimenticia y tasas de crecimiento específico (%) positivas; la talla de los peces (cm) se ve afectada por la exposición de los animales a concentraciones mayores e iguales a 14 ‰ de salinidad. Concentraciones menores e iguales al 12 ‰ de salinidad no generan mortalidad en los juveniles de cachama; al 14 ‰ y 16 ‰ la mortalidad es del 100 ‰ antes de las 96 horas experimentales.

La dosis letal DL50-96 horas se estimó a través de ecuación de predicción en 13,01 ‰ de salinidad. A concentraciones del 14 ‰ y 16 ‰ el 50 ‰ de mortalidad de los juveniles de *P. brachypomus* se presentaría a las 11,5 horas y 5,3 horas respectivamente y los parámetros del agua al inicio y finalización del experimento.

5. Discusión

Se expresa como la cantidad de (NaCl), a la cual fueron expuestos los peces de cachama blanca. (*Piaractus brachypomus*). durante las 96 horas del experimento, tiempo necesario para matar a la mitad de los animales de prueba después de un tiempo determinado, así poder determinar la dosis letal (DL50-96 horas).

5.1 Dosis Letal 50 DL50-96 Para NaCl

El Laboratorio de Peces Ornamentales de la UFPS (municipio de Los Patios), ha venido trabajando el tema de la dosis letal (DL50-96horas) de NaCl (sal común) en diferentes especies, los principales resultados pueden ser observados en la tabla 13.

Tabla 13. Dosis letal (DL50-96horas) al cloruro de sodio (NaCl) en diferentes especies de peces ornamentales y de consumo

Autores	Tratamiento	50 DL50-96 Horas	Especie
Cárdenas (2013)	12‰	80,7	Pez Betta (<i>Betta splendens</i>)
	16‰	1,2	
Moreno (2014)	11,5‰	44,8	Pez tigrillo (<i>Pimelodus pictus</i>)
	13‰	14	
	14,5	6,4	
Bautista (2014)	10‰	8,2	Pez Angel o Escalar (<i>Pterophyllum scalare</i>)
	16‰	48,3	
Ortega (2022)	14‰	11,5	Cachama blanca (<i>Piaractus brachypomus</i>)
	16‰	5,3	
Márquez (20221)	14‰	2,2	Bocachico del Magdalena (<i>Prochilodus magdalenae</i>)
	9‰2	27	

*Esta concentración no presento una dosis letal al 50 % de la población, si no al 46 %.

Según dosis letales, en diferentes especies de peces, y por los datos aportados por (Bautista, 2014). Se puede afirmar que la especie más resistente al NaCl es el pez ángel o escalar (*Pterophyllum scalare*), ya que estos individuos soportan hasta 48,3 horas una concentración de 16 ppt (falleciendo el 50% de la población), otros peces sometidos a esta concentración fallecieron varias horas antes que el *P. scalare*; es el caso del *Betta splendens*, donde el 50% de la población

murió a las 1,2 horas de exposición (Cárdenas, 2013). La presente investigación en cachama blanca (*P. brachypomus*) arrojó como resultado que a las 5,3 horas falleció el 50% de la población. *P. magdalenae* en tan solo 2,2 horas a una concentración de 14 ppt, mostró su dosis letal (DL50-96horas), (Marquez,2022). datos similares fueron encontrados por (Moreno, 2014). con ejemplares del pez ornamentales pez tigrillo (*P. pictus*), donde en una concentración similar 14,5 ppt, la mitad de los peces murieron en un periodo de 6,4 horas. Al utilizar 14‰ de salinidad (Márquez, 2022).

En esta investigación se pudo determinar que los peces de cachama blanca (*p. brachypomus*) son muy tolerantes a la exposición de NaCl, ya que se determinó que esta especie presenta una resistencia de salinidad de 16‰ por un periodo de 5h3' cuando se presentó la primera muerte. Cuando se utilizó salinidad del 14‰ 11h.5' cuando ocurrió el primer deceso.

Los tratamientos que no presentaron ningún deceso para las cachamas fueron los tratamientos de 0 y 12‰ de salinidad los cuales arrojaron una sobrevivencia del 100% de la población durante las 96 horas del experimento. A diferencia de lo dicho por (Bautista, 2014). Los niveles que no representan ningún riesgo para los peces Ángel fueron los tratamientos de 0 a 8 ‰ los cuales presentaron sobrevivencia del 100% de la población durante las 96 horas del experimento. Aunque también pueden tolerar aguas con salinidad de 10 ‰ hasta un periodo 48 horas ya que solo hasta este periodo presento el 10% de mortalidad. Los juveniles *P. scalare*.

Las cachamas que fueron expuestas a salinidad de 14 ‰ de salinidad presentaron una resistencia hasta el primer deceso 8h47'a diferencia de lo dicho por (Jomori, 2012), estudio en el cual con 14 ‰ de salinidad la mortalidad total se presentó después de dos horas. por (Moreno, 2014). con ejemplares del pez tigrillo (*P. pictus*), donde en una concentración similar 14,5 ppt, la mitad de los peces murieron en un periodo de 6,4 horas. Mostrando como resultado en la presente investigación que la (*p. brachypomus*). Muestra una mayor resistencia a salinidades de 14 ‰ hasta

un periodo de 11 horas.

(Hernández et al., 2012). determinaron los límites de tolerancia a la salinidad de 0, 5.000 (5 ppt), 10.000 (10 ppt), 15.000 (15 ppt), 20.000 (20 ppt), 25.000 (25 ppt), 30.000 (30 ppt) y 35.000 (30 ppt) ppm, en alevines de tilapia roja y de tilapia del Nilo. En general, los alevines de ambas edades y para ambos protocolos sobrevivieron hasta salinidades de 20000 ppm (20 ppt). La CL50 a la sal fue de 26.183 ppm (26,18 ppt) y 32.692 ppm (32,69 ppt), para tilapia roja y nilótica, demostrando que los alevinos de tilapia roja tienen una menor tolerancia a la salinidad, en comparación de los alevinos de tilapia del Nilo.

Con los datos de mortalidad registrados con cada nivel de concentración de salinidad se logró ajustar una ecuación cuadrática con un R² del 80,9 % de ajuste al modelo. Las estimaciones matemáticas indican mortalidad a partir de concentraciones del 10 ‰ de salinidad y permite determinar la dosis letal D50 con una concentración del 13,01 ‰ de salinidad (Tabla 13).

El uso de cloruro de sodio en concentraciones máximas del 6 ‰ como tratamiento profiláctico, permite que los peces sigan incrementando su biomasa (g) con una conversión alimenticia y tasas de crecimiento específico (%) positivas durante todo el experimento; según Bautista (2014) determinó que los peces Ángel tienen mejores resultados en los parámetros productivos en el tratamiento 2 ‰ mostrando los mejores resultados que en los del nivel control y aunque se refleja que en el periodo experimental se presentó una disminución en todos los parámetros porque al pasar los peces a la etapa crónica ellos llegan a recuperar su desarrollo ya que estos resultados están en el rango de trabajos de parámetro productivos en la especie *P. scalare*, en el presente estudio se observó a salinidades de 6 ‰ una conversión de 1,15 y una tasa específica de crecimiento de 3,25 donde se observa que hasta este nivel los peces ángel pueden mantener un equilibrio en los parámetros productivos.

6. Conclusiones

En la siguiente investigación se pudo determinar que la tasa de sobrevivencia de la cachama blanca durante periodos de 96 horas continuas expuestos a concentraciones de sal común (NaCl) de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ‰, es del 100 ‰, y en concentraciones de 14‰ y 16 ‰, la tasa de sobrevivencia es del 0 %

A una concentración de 14 ppt, muere el 50 % de la población en 11,5 horas, y para concentraciones de 16 ppt, muere el 50 % de la población en 5,3 horas.

La exposición de los peces a concentraciones hasta el 6 ‰ de salinidad no afecta la talla, biomasa, conversión alimenticia y sobrevivencia.

7. Recomendaciones

Se recomienda para la (*P. brachypomus*.) la utilización de concentraciones salinas entre 2 ‰ y 10 ‰, ya que en estas concentraciones no se presentó mortalidad y por el contrario puede ayudar prevenir enfermedades reducidas por hongos, bacterias o parásitos externos, así como a evitar muertes por estrés causados por el transporte.

Se sugiere otro tipo de investigaciones en otras especies para obtener más datos importantes en las explotaciones y así ayudar a los productores de la región en cuanto al manejo y tratamiento de enfermedades.

Se aconseja utilizar la concentración del 6 ‰ de salinidad para tratamientos profilácticos en un periodo no mayor a doce horas sin presentar mortalidades, estrés y sin afectar el libre desarrollo de los peces.

Bibliografía

- Abdo-de la Parra, M., Martínez-Rodríguez, I, González-Rodríguez, B., Rodríguez-Ibarra, L, Duncan, N., & Hernández, C. (2012). Efecto de la temperatura y salinidad del agua en la incubación de huevos de botete diana *Sphoeroides annulatus*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47 (1), 147-153.
- Acuña, F. (2006). El uso de la sal de mesa en acuicultura. En *Revista Sociedad Acuarologica de La Plata*, p, 1-4. Disponible en URL:<
https://www.sadelplata.org/articulos/acuna_071008.pdf>
- Bautista. Bohórquez. I.K, (2014). Nivel de Tolerancia a la salinidad en juveniles de pez Ángel (*Pterophyllum scalare*). Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Baldisserotto, B. (2005). Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões, *enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v. 11 n. 22; p. 200, 2015.
- Cárdenas, C. (2013). Tolerancia a la salinidad del agua en hembras del pez luchador de Siam (*Betta splendens*). Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Lawson, EO y Alake, SA (2011). Adaptabilidad a la salinidad y tolerancia del pez dorado cometa *Carassius auratus* criado en criadero (Linnaeus 1758). *Revista Internacional de Investigación Zoológica*, 7 (1), 68.
- Hernández, M. I., & Rivas, L. M. (2012). Evaluación de los límites de tolerancia a la salinidad en alevines de uno y 30 días de edad de tilapia roja *Oreochromis sp.* y del Nilo *O. niloticus*.
- Jomori, RK, Luz, RK y Célia Portella, M. (2012). Efecto de la salinidad en la crianza de larvas de pacú, *Piaractus mesopotamicus*, una especie de agua dulce. *Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura*, 43 (3), 423-432.

- Kubitza, (2016). La sal común es una herramienta útil en la acuicultura, parte 1. global aquaculture alliance. Disponible en URL: <<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-sal-comun-es-una-herramienta-util-en-la-acuicultura-parte-1/>>
- Kubitza, (2009). Manejo de la producción de peces: buenas prácticas en el transporte de peces vivos. Jundiaí, SP – Brasil. Disponible en URL: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/bpa/_archivos//091230_Buenas%20Prácticas%20de%20transporte%20de%20peces.pdf>
- Kubitza, F. (2007). A versatilidade do sal na piscicultura. Panorama da aquicultura, 17(103), 14-23.
- Kubitza, F. (2016). La sal común es una herramienta útil en la acuicultura. Simple ingrediente ofrece múltiples beneficios a los piscicultores de agua dulce. Global Aquaculture Advocate. 8 p. Disponible en URL: <https://www.globalseafood.org/advocate/la-sal-comun-es-una-herramienta-util-en-la-acuicultura-parte-1/?savePDF=4302f6f1f06ca8e89e39b7d3d32a324d&article=la-sal-comun-es-una-herramienta-util-en-la-acuicultura-parte-1>>
- Marín-Méndez, G. A., Torres-Cortes, A., Naranjo-Suarez, L., Chacón-Novoa, R. A., & Rondón-Barragán, I. S, (2012). Concentración letal 50 a 96 horas de eugenol en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*).
- García, M. J., & Ardila, A. M. (2009). La variación del volumen celular bajo diferentes concentraciones de solución salina (NaCl). Colombia Journal of Anesthesiology, 37(2), 106-109.
- Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bages, F. (2013). Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP-

FAO. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Moreno, J. (2014). Toxicidad a la sal común en juveniles de pez tigrillo (*Pimelodus pictus*). Cúcuta:

Universidad Francisco de Paula Santander.

Souza, A. C. (2021). Importancia das boas práticas de manejo sanitario na piscicultura de água doce.

Urbinati, E. C., & Carneiro, P. C. F. (2006). Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. Tópicos especiais em piscicultura de água doce trópicas intensiva. TecArt, São Paulo, 171-194.

Zilurus Acuatec SAS. (2010) Asesoría y acuicultura asya, Disponible en URL: <<https://sites.google.com/site/alevinosacuicultura/portada/nuestrosproductos/ficha-tecnica-cachama-blanca>>

Zuanon, J. A. S., Salero, A. L., Veras, G. C., Tavares, M. M., & Chaves, W. (2009). Tolerancia aguda y crónica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidad da água. Revista brasileira de zootecnia, 38, 2106-2110.

Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas

