

MBAEAO ÑEEMBIKA KUAE ÌVIRA ALMENDRO (*Terminalia catappa*) JOO IKAVIVAEREGUA OYEPORUVAERÄ Ì KAVI ÑEÑONOPE KUAE PIRA TAMBAQUÍ (*Piaractus brachypomus*) ÑEMOÑAA RENDAPE KUAE PIRA ÑEMOÑA RENDA UNIBOL GUARANÍ, TÈTA IVO, TÈTATÌMI MACHARETI, CHUQUISACA – MBORIVIAPE

EFFECTO DE LAS HOJAS DE ALMENDRO (*Terminalia catappa*) COMO NEUTRALIZADOR DEL pH⁺ DEL AGUA EN EL CULTIVO DE TAMBAQUÍ (*Piaractus brachypomus*) EN EL MODULO PISCÍCOLA DE LA UNIBOL GUARANÍ, COMUNIDAD DE IVO, MUNICIPIO MACHARETÍ, CHUQUISACA-BOLIVIA

Taboada B. Walberto & Alcoba R. Luz Angélica

Instituto de Investigaciones

UNIBOL Guaraní y Pueblos de Tierras Bajas
"Apigauaiki Túpa"
Ivo Chuquisaca Bolivia

walbertotaboada@unibolguarani.edu.bo angelicaalcoba@unibolguarani.edu.bo

ÑEEMONI

Kuae mbaravikiapo ñeembieka iñemaë, jaeko oyechavaerä ìvira almendra (*Terminalia catappa*) ijoo ikaviguere oyeporuvaerä ìkaviapope oipurevaerä omoñemoñakavi reta pira tambaqui (*Piaractus brachypomus*) jei chupevae, jaeko oiporu reve mbaepo pokipe oyechavaerä iñemoña papaparupi (DCA) jokorai oipurevaerä oyeapo kuae mbaraviki irundi iñemaë yeaporupi jare metei mbaepo ñemaë yeapovi. Jaeko oyechata 4 iñemaë yeapo iyeporurupi ($T_1 = 5\text{mg/l}$; $T_2 = 10\text{mg/l}$; $T_3 = 12\text{mg/l}$; $T_4 = \text{testigo}$;) kuae mbaepo reta jaeko oyemboakuereta oyeapo oyereraja metei tei ñavo mbaepo yea iyeapo reta rupi ($R=T$), jare jaeko oñemeë chupe kuae mbaepo kaviapope kuae jaanga iyeporu kavi rupi kuae mbaraviki ñeembiekapope. Kuae jekopeguako oyeapo mbaepo poki ñeembieka ñemaë oyechavaerä jesegua, jare oyeapoko mbovi yea ñemaë mbaepo retare (UE) jaeko oyecha mbovi yea ñemaë reta rupi, metei jaeko oyecha jupirupikavi. Mbaraviki iyeapo jaanja jaeko oyeapo 4 yeapo rupi, ereiko oyeapoko opaetei rupivae jaeko 16 UE, oyeparavoko oyeapo kuae ñemaë iyecharupi, jare metei teiñavo mbaepo yea iñemaë reta jaeko oi 25 litros ì ndive. Mbaepo yembieka yecha iñemaë jaeko guinoiko iyecha yeaguì 5% ereiko iyeapo ñemaë jupikavi rupi jaeko guinoi 95% Jare iarireakuvo yecha jaeko, (°C), pH⁺ y Iputuë disuelto (OD), jaeko oyecha iyeaporupi 3 guesu arañavo rupi (8 a.m- 12 y 18 p.m) metei tei ñavo mbaepo reta iyeapo oikovae rupi, jaenungaiñovi oyeapo ñemaë ñemongueta kuae tembiporu, reactivos SERA



pH⁺ -Test, SERA Sauerstoff-Test (O₂) jaeko tētaguasú Alemania pegua, metei arire 14 arape oyeapo rupi. Kuae mbaeapo ñemaë ñeembiekapo ñemaë rupi jaeko oyeacha tambaqui ñemoña oyeapo vaeregua, jaeko omoanga 6,30 mg/L hasta 6,35 mg/L de OD y la temperatura desde 26,40°C hasta 26,54°C. I jeko ñemaë yeporukaviapo regua jaeko oyecha mbitevae T₃ (12mg/L) de 7,74 ppm, jaregui iñemaë T₂ (10mg/L) con 7,89 ppm, T1 (5mg/L) con 8,01 ppm, irugue jaeko T₄ (Jaeko ì oyemborigue) jaeko oyecha 9,03 ppm jare kuae takuete rupi jaeko oyechavae mbaetiko oyepuepi pH jokorai oyecha mbatraviki oyeapovae (EU) jarevi ANDEVA jaendungavi oechaka imbaraviki p-valor= 8,3895E-12 jaeko michiyae oyecha 0,05 omoñemoña tambaqui (*Piaractus brachypomus*), reta vae jaeramoko mbaeti oepiti iñemaë yepiti ñee yembiekapo.

Ñeepo reta: I ñemaë moangaregua, *Terminalia catappa*, *Piaractus brachypomus*, Ikavi iyeporuregua, Oyemomichi-Oyemogueyi.

RESUMEN

El objetivo de este estudio, fue evaluar el efecto de las hojas de almendro (*Terminalia catappa*) como neutralizador del pH⁺ del agua en el cultivo de tambaqui (*Piaractus brachypomus*). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) representado por 4 tratamientos incluyendo el testigo o control. Se evaluaron 4 dosis (T₁= 5mg/l; T₂= 10mg/l; T₃= 12mg/l; T₄= testigo;), las unidades experimentales fueron las repeticiones de cada tratamiento (R=T), mismo que se les brindó las condiciones óptimas en cuanto a parámetros aceptables para hospedar al objeto de investigación. Considerando que las unidades experimentales eran homogéneas, la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales (UE) se efectuó por un procedimiento completamente al azar sin restricción. El tamaño de la muestra estuvo representado por 4 repeticiones o réplicas por tratamiento, haciendo un total de 16 UE, escogidos mediante un muestreo probabilístico y a la vez cada unidad experimental estaba conformado por 25 litros de agua. La muestra se calculó con un margen de error del 5% y un nivel de confiabilidad del 95 %. Los niveles de Temperatura (°C), pH⁺ y Oxígeno disuelto (OD), se registró 3 veces al día (8 a.m- 12 y 18 p.m) en cada uno de los tratamientos, haciendo la respectiva lectura mediante los reactivos SERA pH⁺ -Test, SERA Sauerstoff-Test (O₂) de procedencia alemana, por un periodo de 14 días calendario. Al término de la experimentación se observó que, en cada uno de los tratamientos el comportamiento de los mismos se mantuvo en niveles aceptables para el cultivo de tambaqui, oscilando niveles de 6,30 mg/L hasta 6,35 mg/L de OD y la temperatura desde 26,40 °C hasta 26, 54 °C. El comportamiento del

potencial de hidrógeno, presentó una media general para el T₃ (12mg/L) de 7,74 ppm, seguido del tratamiento T₂ (10mg/L) con 7,89 ppm, T₁ (5mg/L) con 8,01 ppm, y finalmente el T₄ (agua de estanque de cultivo) presentó una media de 9,03 ppm asumiendo en este último no se observó ningún cambio en los niveles de pH⁺, a pesar de que las unidades experimentales (UE) estuvieron en las mismas condiciones que los demás tratamientos. Mediante pruebas de efectos inter-grupos, a través de la técnica de análisis ANDEVA, se demostró estadísticamente con un p-valor= 8,3895E-12 que es menor que el nivel de significancia del 0.05 asumiendo que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la reducción del pH⁺ (ppm) del agua, para el cultivo semi-intensivo de tabaquí (*Piaractus brachypomus*), produciendo los mejores efectos en algunos de los tratamientos en estudio, es decir, que se rechaza la hipótesis nula planteada en la investigación .

Palabras clave: Potencial de hidrógeno, *Terminalia catappa*, *Piaractus brachypomus*, reactivo, reducción.

ABSTRAC

The objective of this study was to evaluate the effect of almond leaves (*Terminalia catappa*) as a neutralizer of the pH⁺ of the water in the cultivation of tambaquí (*Piaractus brachypomus*). A completely randomized design (DCA) represented by 4 treatments including the witness or control was applied. Four doses were evaluated (T₁= 5mg/l; T₂= 10mg/l; T₃= 12mg/l; T₄= control;), the experimental units were the repetitions of each treatment (R=T), which were given the optimal conditions in terms of acceptable parameters to host the research object. Considering that the experimental units were homogeneous, the assignment of the treatments to the experimental units (EU) was carried out by a completely random procedure without restriction. The sample size was represented by 4 repetitions or replicates per treatment, making a total of 16 EU, chosen by means of a probabilistic sampling and at the same time each experimental unit was made up of 25 liters of water. The sample was calculated with a margin of error of 5% and a confidence level of 95%. Temperature (°C), pH⁺ and dissolved oxygen (DO) levels were recorded 3 times a day (8 am- 12 and 18 pm) in each of the treatments, making the respective reading using the reagents sera pH⁺ -Test , SERA Saurerstoff-Test (O₂) of German origin, for a period of 14 calendar days. At the end of the experimentation, it was observed that, in each of the treatments, their behavior remained at acceptable levels

for the cultivation of tambaqui, ranging from 6.30 mg/L to 6.35 mg/L of DO and the temperature from 26.40 °C to 26.54 °C. The behavior of the hydrogen potential, presented a general mean for T₃ (12mg/L) of 7.74 ppm, followed by treatment T₂ (10mg/L) with 7.89 ppm, T₁ (5mg/L) with 8.01 ppm, and finally the T₄ (culture pond water) presented an average of 9.03 ppm assuming in the latter no change in the pH⁺ levels was observed, despite the fact that the experimental units (EU) were in the same conditions than the other treatments. Through tests of inter-group effects, through the ANDEVA analysis technique, it was statistically demonstrated with a p-value= 8.3895E-12 that it is less than the significance level of 0.05 assuming that at least one of the treatments in The study produces statistically significant differences in the reduction of the pH⁺ (ppm) of the water, for the semi-intensive cultivation of tambaqui (*Piaractus brachypomus*), producing the best effects in some of the treatments under study, that is, the null hypothesis is rejected. raised in the investigation.

Keywords: Hidrógen potential, *Terminalia catappa*, *Piaratus brachypomus*, reagent, reduction.

1. INTRODUCCIÓN

La carrera de Ingeniería en Ecopiscicultura de la UNIBOL Guaraní y Pueblos de Tierras Bajas “Apiaguaiki Tüpa”, viene promoviendo la investigación y producción de especies ícticas en la región mediante la implementación de infraestructura, equipamiento e insumos a partir de la aplicación del Modelo de Educación Sociocomunitario Productivo (MESCP), en tal sentido, el objetivo de la presente investigación fue “Evaluar el efecto de la aplicación de 3 dosis de hojas de almendro (*Terminalia catappa*) como neutralizador de pH^+ del agua de la producción piscícola”

El interés de este trabajo se dio por la creciente necesidad de incrementar la producción de peces por m^2 , esto se ha traducido en mejorar y estabilizar los parámetros químicos de la calidad del agua, por tanto, este desafío se ligó a contribuir en la mejora de las condiciones de la calidad del agua en los estanques, ya que se apreció dificultades tal es el caso del pH^+ elevado, lo cual inciden considerablemente en el rendimiento productivo de las especies en cultivo. Con el fin de lograr estas condiciones de agua particulares, se eligieron las hojas de almendro de la India (*Terminalia catappa*) por el alto contenido de taninos hidrolizables con actividad antioxidante (Tanaka T, Nonaka G, Itsuo N. 1986).

Estos taninos tienen el efecto de otorgar gradualmente al agua un color ámbar y volverla más ácida, aumentando el efecto conforme se va incrementando la concentración de los componentes responsables (Lee et al., 2016; Ruiz J, Paredes W. 2018; Mamani-Chang, D., y Scotto-Espinoza, C. 2021).

Actualmente existen pocos estudios relacionados a la utilización de la hojas de almendro en acuarios, tal es el caso de los investigadores (Shams, Sahu, Zambree, Taha, & Karri, 2021) que evaluaron diferentes dosificaciones de hojas de almendro en polvo y su incidencia en la calidad del agua en acuarios, obteniendo resultados alentadores de la no utilización de clorantes, tratamientos de enfermedades parasitarias en peces (Infante, 2019) entre otros como en el ámbito farmacéutico (Sunsandee, Ramakul, Phatanasri, & Pancharoen, 2020)

Esta investigación analizó una problemática permanente sobre los niveles óptimos de los parámetros químicos presentes en la calidad del agua, el caso particular del pH^+ en base a las características físico-químicas del agua que se usa para alimentar los estanques durante todo un ciclo de producción. Esto, debido a que el pH^+ del agua determina el porcentaje de cada forma de amoníaco en el agua del estanque, ya que un óptimo nivel de pH^+ favorece la forma menos tóxica de NH_4 .

Con respecto a los peces que se desarrollan en medios más alcalino, tienden a refugiarse a la parte más profunda del estanque, ya que ahí se encuentran los niveles de pH más bajos, lo cual puede darnos referencia a su comportamiento, conllevando a una actividad alimentaria reducida en los estanques. Por tanto, el instituto de investigaciones (II), desde su equipo de docentes investigadores, tuvo interés en mejorar la calidad del agua, utilizando métodos naturales, como la utilización de las hojas de almendro indio (*Terminalia catappa*).

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrolló en la UNIBOL Guaraní y Pueblos de Tierra Bajas “Apiaguaiki Tüpa”, ubicada en la comunidad de Ivo, perteneciente al municipio de Macharetí, departamento Chuquisaca específicamente en Módulo Sociocomunitario Productivo Piscícola, área de investigación acuícola, perteneciente a la carrera de Ingeniería en Ecopiscicultura.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) representado por 4 tratamientos incluyendo el testigo o control. Se evaluaron 3 dosis de hojas de almendro ($T_1=5\text{mg/l}$; $T_2=10\text{mg/l}$; $T_3=12\text{mg/l}$; $T_4=$ agua de cultivo), las unidades experimentales fueron las repeticiones de cada tratamiento ($R=T$), mismo que se les brindó las condiciones óptimas en cuanto a parámetros aceptables para hospedar al objeto de investigación. Considerando que las unidades experimentales eran homogéneas, la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales (UE) se efectuó por un procedimiento completamente al azar sin restricción. El tamaño de la muestra estuvo representado por 4 repeticiones o réplicas por tratamiento, haciendo un total de 16 UE, escogidos mediante un muestreo probabilístico y a la vez cada unidad experimental estaba conformado por 25 litros de agua. La muestra se calculó con un margen de error del 5% y un nivel de confiabilidad del 95%.

Para cada UE (peceras de vidrio), se utilizó filtros de esponja MARCA SEBO aquarium sponge filter SB-1330, conectados a un aireador de 18 salidas tipo diafragma Modelo ACO-012. Las EU fueron acondicionadas sobre dos mesas metálicas previamente niveladas,

expuestas a condiciones ambientales de la zona. Posteriormente se procedió a etiquetar y enumerar cada una de las unidades experimentales, indicando número de repetición y tratamiento al azar.

Con el apoyo de los “Semilleros de Investigación” se procedió al lavado y desinfección de las UE mismas que fueron expuestas al sol durante un periodo de 2 días. Posterior a este proceso se hizo el llenado de cada UE con 25 litros de agua utilizando agua de los estanques del cultivo de tambaquí. Paralelamente se seleccionaron hojas caídas en estado seco y se procedió a la trituración. Así mismo se dio inicio a la experimentación (dosificación) realizando el pesaje del polvillo de hojas de almendro mediante una balanza Digital Portátil Serie 5041 marca Nahita con sensibilidad de 0,1 g, inmediatamente fueron vertidas a las unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos establecidos previamente.

Los niveles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH^+ y Oxígeno disuelto (OD) se registró tres veces al día (8 a.m-12p.m-18p.m), haciendo la respectiva lectura de cada uno de los tratamientos mediante reactivos SERA pH^+ -Test, SERA Saurerstoff-Test (O_2) de procedencia alemana, por un periodo de 14 días calendario. El registro se hizo de manera aleatoria en planillas de registro Limnológico que permitió el registro y almacenamiento de datos en el sistema de archivos.

Al término de la experimentación, se hizo el vaciado, limpieza y desinfección de peceras y filtros para su posterior resguardo de las mismas. El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el Software estadístico SPSS v.26, permitiendo analizar la variable respuesta Potencial de Hidrógeno (pH^+), realizando

la prueba de normalidad (Shapiro Will) y homogeneidad de varianzas (*Levene's test*) y posteriormente se realizó la prueba ANDEVA seguida por una prueba de Tukey. Para todos los casos, el nivel de significancia fue del 5%, expresando los resultados como media \pm desviación estándar (Tirado G. y Tirado D. 2017).

3. RESULTADOS

Análisis estadístico descriptivo del comportamiento de la temperatura (°C) y el oxígeno disuelto (OD).

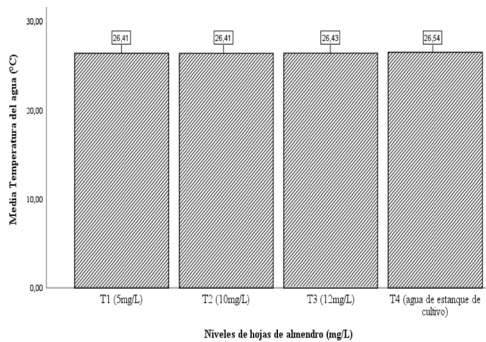


Figura 1. Efectos de los niveles de hojas de almendro en °C

En la *Figura 1* se puede apreciar que el comportamiento de la temperatura para los tratamientos T_1 (5mg/L) presentó un valor promedio de 26,41 °C, T_2 (10mg/L) con 26,41 °C, seguido del T_3 (12mg/L) con un valor promedio de 26,43 y finalmente el T_4 (agua de estanque de cultivo) presentó una media de 26,54 °C. (*Figura 1* y *Tabla 1*).

Tabla 1.
Efectos de los niveles de hojas de almendro en °C.

Variables	Niveles de hojas de almendro (mg/L)	Promedio (°C)	Intervalo de confianza (°C)
Temperatura	T_1 (5mg/L)	26,410000	25,744090 \pm 27,075910
	T_2 (10mg/L)	26,407500	26,015491 \pm 26,015491
	T_3 (12mg/L)	26,427500	25,991266 \pm 26,863734
	T_4 (Agua de cultivo)	26,540000	26,094647 \pm 26,985353

En la *Figura 2* se puede apreciar que el comportamiento del oxígeno disuelto para los tratamientos T_1 (5mg/L) presentó un valor promedio de 6,32 mg/L, T_2 (10mg/L) con 6,35 mg/L, seguido del T_3 (12mg/L) con un valor promedio de 6,34 mg/L y finalmente el T_4 (agua de estanque de cultivo) presentó una media de 6,30 mg/L. (*Figura 2* y *Tabla 2*).

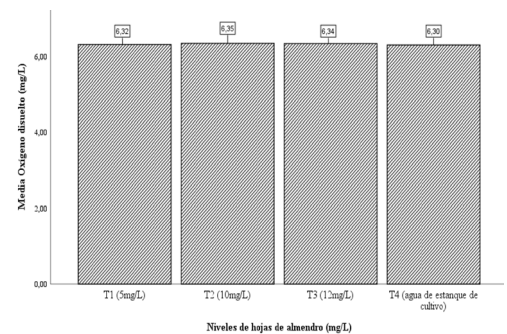


Figura 2. Efectos de los niveles de hojas de almendro en el oxígeno disuelto (OD) en mg/L.

Tabla 2.

Efectos de los niveles de hojas de almendro en el oxígeno disuelto (OD) en mg/L

Variables	Niveles de hojas de almendro (mg/L)	Promedio (mg/L)	Intervalo de confianza (mg/L)
Temperatura	T ₁ (5mg/L)	6,315000	6,180921± 6,449079
	T ₂ (10mg/L)	6,347500	6,234703± 6,460297
	T ₃ (12mg/L)	6,340000	6,254804± 6,425196
	T ₄ (Agua de cultivo)	6,302500	6,205819± 6,399181

Tabla 3.

Efectos de los niveles de hojas de almendro en el potencial de hidrógeno (pH⁺) en ppm

Variables	Niveles de hojas de almendro (mg/L)	Promedio (ppm)	Intervalo de confianza (ppm)
Temperatura	T ₁ (5mg/L)	8,197500	7,338497± 9,056503
	T ₂ (10mg/L)	8,205000	7,298841± 9,111159
	T ₃ (12mg/L)	8,142500	7,210819± 9,074181
	T ₄ (Agua de cultivo)	8,110000	7,093940± 9,126060

Análisis estadístico descriptivo del comportamiento del potencial hidrógeno (pH⁺).

En la Figura 3 se puede observar que el comportamiento del pH⁺ para el tratamiento T₃ (12mg/L) presentó un valor promedio de 7,74 ppm, seguido del tratamiento T₂ (10mg/L) con un valor promedio de 7,89 ppm T₁ (5mg/L) presentó un valor promedio de 8,01 ppm, y finalmente el T₄ (agua de estanque de cultivo) presentó una media de 9,03 ppm. (Figura 3 y Tabla 3).

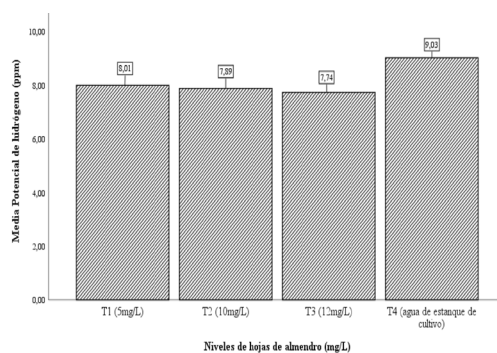


Figura 3. Comportamiento del potencial de hidrógeno (pH⁺).

Efecto de los niveles de almendro en estudio, por tratamiento.

Tabla 4.

Pruebas de efectos inter-grupos Variable dependiente: Potencial de hidrógeno (ppm).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	4,106 ^a	3	1,369	331,435	,000
Intersección Tratamiento	1066,676	1	1066,676	258327,088	,000
s	4,106	3	1,369	331,435	,000
Error	,050	12	,004		
Total	1070,831	16			
Total corregido	4,155	15			

a. R al cuadrado = ,988 (R al cuadrado ajustada = ,985)

Tabla 4 se demostró estadísticamente con un p-valor= 8,3895E-12 que es menor que el nivel de significancia del 0.05 que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la reducción del pH⁺ (ppm) del agua, para el cultivo semi-intensivo de tambaquí (*Piaractus brachypomus*).

Tabla 5.
Comparación múltiple de medias -
Potencial de hidrógeno (ppm) prueba
de HSD Tukey^{a,b}

Niveles de hojas de almendro (mg/L)	N	Subconjunto		
		1	2	3
T3 (12mg/L)	4	7,7425		
T2 (10mg/L)	4		7,8850	
T1 (5mg/L)	4		8,0050	
T4 (agua de estanque de cultivo)	4			9,0275
Sig.		1,000	,087	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = ,05.

En la Tabla 5 se puede apreciar que al aplicar la prueba estadística de HSD Tukey^{a,b} el T₃ (12mg/L) está produciendo mejores efectos en la neutralización del potencial de hidrógeno con una media de 7,7425 ppm y el T₂ (10mg/L) está presentado similares efectos que el T₃ con una media de 7,8850 ppm y finalmente el T₁ (5mg/L) está produciendo mejores efectos que el tratamiento T₄ (agua de estanque de cultivo) con una media de 8,0050 ppm.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio, indica que los niveles de oxígeno disuelto alcanzó un promedio para el T₁ (5mg/L) con 6,32 mg/L, T₂ (10mg/L) con 6,34 mg/L, T₃ (12mg/L) 6,34 mg/L y finalmente el T₄ (agua de estanque de cultivo) con 6,30 mg/L siendo valores permisibles para asegurar la producción de la especie, ya que lo ideal debe ser igual o mayor a 5mg/L como afirma Casas (2008).

En tanto los °C alcanzó un valor promedio para el T₁ (5mg/L) de 26,41 °C, T₂ (10mg/L) con 26,41 °C, T₃ (12mg/L) con 26,43°C y finalmente el T₄ (agua de estanque de cultivo) presentó una

media de 26,54 °C, rangos que aseguran del desarrollo productivo de la especie durante el ciclo de producción, así mismo la temperatura óptima oscila entre 28-31°C y rangos aceptables: 25-30°C como lo sustenta Gonzales y Heredia (1998). Por los tanto los valores obtenidos demuestran que las hojas de almendro no tienen influencia directa sobre la temperatura como variable interviniente en los niveles del pH⁺.

Para la variable de pH⁺ evaluado en los distintos tratamientos (niveles de hojas de almendro) del sistema cerrado confinado (peceras) a lo largo de 14 días que duró el experimento, se mantuvieron dentro de los límites razonables (entre 7.7 y 8.0) de seguridad para la especie en cultivo (*Piaractus brachyomus*), de igual manera FONDEPES (2007), sostiene que para la especie Tambaquí el pH⁺ Ideal es de 7- 8. Con respecto al tratamiento testigo (agua del estanque de cultivo), donde los valores promedio del pH⁺ excedieron los niveles de seguridad establecidos (9,02).

Así mismo los resultados obtenidos son para las condiciones experimentales de acuario, ya que las condiciones en el estanque del cultivo de tambaquí podría variar con el tipo de sedimento o substrato que influiría en el pH.

5. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, el comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto, en cada uno de los tratamientos bajo el efecto de los niveles de hojas de almendro en condiciones experimentales en acuarios se mantuvo en niveles aceptables para el cultivo, demostrando que los resultados obtenidos son óptimos para el cultivo de la especie tambaquí desde la fase de alevinaje hasta



la fase de engorde de la especie, ya que se pudo evidenciar que oscila desde 6,30 mg/L hasta 6,35 mg/L de OD y desde 26,40 °C hasta 26,54 °C.

Por otra parte, en esta investigación, el comportamiento del potencial de hidrógeno, presentó una media general para el T₃ (12mg/L) de 7,74 ppm, seguido del tratamiento T₂ (10mg/L) con 7,89 ppm, T₁ (5mg/L) con 8,01 ppm, y finalmente el T₄ (agua de estanque de cultivo) presentó una media de 9,03 ppm asumiendo que se observó cambios graduales en los niveles de pH⁺, a pesar de que las unidades experimentales (UE) estuvieron en las mismas condiciones que los demás tratamientos.

Mediante pruebas de efectos inter-grupos, a través de la técnica de análisis ANDEVA, se demostró estadísticamente con un p-valor= 8,3895E-12 que es menor que el nivel de significancia del 0.05 asumiendo que al menos uno de los tratamientos en estudio produce diferencias estadísticamente significativas en la reducción del pH⁺ (ppm) del agua, para el cultivo semi-intensivo de tambaquí (*Piaractus brachypomus*), produciendo los mejores efectos en algunos de los tratamientos en estudio, es decir, que se rechaza la hipótesis nula planteada en la investigación .

Aplicando el análisis de comparación múltiple de medias-Potencial de hidrógeno (ppm) a través de la prueba estadística de HSD Tukey^{a,b} se pudo demostrando que el efecto de las hojas de almendro entre tratamientos concluyendo, que el T₃ (12 mg/L) está produciendo mejores efectos en la neutralización del potencial de hidrógeno con una media de 7,7425 ppm y el T₂ (10mg/L) está presentado iguales efectos que el T₃ pero mejores efectos que el T₁ (5mg/L) con una media

de 7,8850 ppm y finalmente el T₁ (5mg/L) está produciendo iguales efectos que el T₂ (10mg/L), pero mejores efectos que el tratamiento T₄ (agua de estanque de cultivo) con una media de 8,0050 ppm. Por lo tanto, con la investigación realizada “Efecto de las hojas de almendro (*Terminalia catappa*) como neutralizador del potencial de hidrógeno de la calidad del agua en el cultivo de tambaquí”, es factible utilizar dichas hojas en estado seco, como alternativa para mejorar la calidad, donde el productor piscícola puede aprovechar las propiedades químicas en beneficio de mejoramiento del agua de cultivo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Casas, D. 2008. Sistema de recirculación de agua para la cría intensiva de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Cabudare-Venezuela. Universidad Centro occidental. 1-97. Consultado el 20 de junio de 2021. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/253604808/Cria-Intensiva-de-Cachamas#scribd>.
- FONDEPES (2007). Manual de Cultivo de la Gamitana. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – PRODUCE – Lima – Perú.
- González, J. y B. Heredia. (1998). El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). Pub. FONAIAP (2da edición), Maracay, Venezuela. p 134.
- Infante, J. (2019). Uso de almendro (*Terminalia catappa*) para control de enfermedades de peces de importancia acuicola. Mexico.

- Lee S, Farhan R, Wee W, Wan M, Ibrahim C. (2016). The effects of tropical lmond *Terminalia catappa* L., leaf extract on breeding activity of Siamese Gourami. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 4(4): 431-433.
- Mamani-Chang, D., y Scotto-Espinoza, C. (2021). Tasa de crecimiento del pez escalar *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823) a diferentes concentraciones del extracto de hojas del almendro de la india (*Terminalia catappa* Linneo, 1767). boletin instituto el Mar del Perú, / Vol 35 /articulo1. ISSN 0458-7766
- Ruiz J, Paredes W. 2018. Efecto del extracto de la hoja de *Terminalia catappa* (castaña) disuelto en el agua en el desempeño nutricional y capacidad sanitaria del levante de post larvas de *Myleus schomburgkii* (Jardine & Schomburgk, 1841) Serrasalmidae cultivadas en peceras. UNAP, Iquitos-Perú. 41 pp.
- Tanaka T., Nonaka G, Itsuo N. (1986). Isolation and characterization for new hydrolyzable tannins, terflavins A and B, tergalagin and tercatatin from the leaves of *Terminalia catappa* L. *Chem Pharm Bull*. 34(3): 1039-1049
- Tirado G. y Tirado D. (2017). Tratado de estadística experimental. Primera edición, México, pag. 66 a 115.
- Shams, S., Sahu, J., Zambree, M., Taha, A., & Karri, R. (2021). Impact of Indian almond leaves on aquarium water quality. *Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/920/1/012008
- Sunsandee, N., Ramakul, P., Phatanasri, S., & Pancharoen, U. (2020). Biosorption of dicloxacillin from pharmaceutical waste water using tannin from Indian almond leaf: Kinetic and equilibrium studies. *Biotechnology Reports*. doi:https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00488

