

Evaluación del efecto del cortisol provocado por hipoxia sobre algunos parámetros inmunológicos de tilapias de comercialización de la ciudad de Sucúa – Ecuador



Evaluation of the effect of cortisol caused by hypoxia on some immunological parameters of tilapia commercialization from the city of Sucua – Ecuador

Javier Ignacio Briones García.¹

Recibido: 30-01-2021 / Revisado: 04-02-2021 / Aceptado: 28-02-2021 / Publicado: 05-03-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.2.1611>

Introduction. The fish organism responds to any effect of stress by activating corticosteroid hormones, an increase in cortisol in the fish organism destabilizes the state of cellular and humoral immunity factors, depletion of the immune system, continuous stress in fish It can have serious and harmful consequences on your health, they are generally related to the environmental conditions that exist in the environment, in tilapia commercial aquariums it is observed that the most common is hypoxia. **Objective.** To evaluate the effect of hypoxic stress on some immunological parameters of tilapia. **Methodology.** The evaluation of the changes in some parameters of the immune system in tilapia under the influence of endogenous cortisol was carried out due to the effects of hypoxia, experimenting with 10 fish, control (5) and experimental (5) group taking blood samples for 3 days, the evaluation of the state of cellular immunity was determined by the phagocytic activity of blood cells (erythrocytes, leukocytes and thrombocytes). **Results.** When analyzing the changes in the phagocytic activity of the blood cells of the tilapia, a growth of the phagocytic activity is observed in all the blood cells in the fish of

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Maestría en Ingeniería Química Aplicada, Riobamba, javier.briones @esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-2675-3495>

the control group; in the fish of the experimental group, the phagocytic activity of the erythrocytes only increased, while the thrombocytes and leukocytes decreased. Cortisol levels in the blood increased while oxygen levels were reduced in the aquarium, in the experimental group. **Conclusions.** It was found that, with an increase in the level of cortisol, the activity of cellular immunity in fish increases, created by leukocytes, likewise it was determined that some indicators of the immune status decrease with an increase in this hormone.

Keywords: Effect, Cortisol, Tilapia, Phagocytic Activity

Resumen.

Introducción. El organismo de los peces responde a cualquier efecto del estrés activando las hormonas corticosteroides, un aumento del cortisol en el organismo de los peces desestabiliza el estado de los factores de inmunidad celular y humoral, el agotamiento del sistema inmunológico, el estrés continuo en los peces puede acarrear consecuencias graves y perjudiciales en su salud, generalmente están relacionadas a las condiciones ambientales que existen en el entorno, en acuarios de comercialización de tilapias se observa que el más común es la hipoxia. **Objetivo.** Evaluar el efecto del estrés por hipoxia sobre algunos parámetros inmunológicos de tilapias. **Metodología.** La evaluación de los cambios en algunos parámetros del sistema inmunológico en la tilapia bajo la influencia del cortisol endógeno se realizó por efectos de hipoxia, experimentando con 10 peces, grupo control (5) y experimental (5) tomando muestras de sangre durante 3 días, la evaluación del estado de la inmunidad celular, se determinó mediante la actividad fagocítica de las células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y trombocitos). **Resultados.** Al analizar los cambios en la actividad fagocítica de las células sanguíneas de la tilapia, se observa un crecimiento de la actividad fagocítica en todas las células sanguíneas en los peces del grupo de control; en los peces del grupo experimental, la actividad fagocítica de los eritrocitos solo aumentó, mientras que los trombocitos y los leucocitos disminuyeron. Los niveles de cortisol en sangre aumentaban mientras se reducía los niveles de oxígeno en el acuario, en el grupo experimental. **Conclusiones.** Se encontró que, con un aumento en el nivel de cortisol, aumenta la actividad de la inmunidad celular en los peces, creada por los leucocitos, así mismo se determinó que algunos indicadores del estado inmunológico disminuyen con un aumento de esta hormona.

Palabras claves: Efecto, Cortisol, Tilapia, Actividad Fagocítica

Introducción.

Es importante conocer la condición del sistema inmunológico de los peces durante la evaluación de su estado inmunológico, determinar el potencial del organismo de los peces para resistir los efectos de factores ambientales agresivos y establecer la naturaleza del efecto de los agentes inmunomoduladores. Según (Perestoronina, 2018), esto se logra

mediante un análisis de los factores de inmunidad celular y humoral. El factor congénito inespecífico de defensa inmune más antiguo filogenéticamente es la fagocitosis, por lo que (Passantino . et al., 2002) recomienda su estudio para evaluar el estado inmunológico de los peces, ya que sus células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y trombocitos) tienen la capacidad de fagocitosis.

El organismo de los peces responde a cualquier efecto del estrés activando las hormonas corticosteroides y las catecolaminas (Barcellos y Nicolaiewsky, 1999), un aumento en el contenido de cortisol en el organismo de los peces desestabiliza el estado de los factores de inmunidad celular y humoral, el agotamiento del sistema inmunológico (Magnadóttir, 2006), siendo uno de estos factores de estrés la hipoxia.

En estudios realizados por (Mikryakov, 2002) se observa el efecto del transporte en la reducción de la resistencia inmunitaria en los peces estableciendo que la regulación del número de leucocitos se lleva a cabo mediante hormonas, principalmente corticosteroides, por lo que podría ser un motivo para creer que el cortisol puede desempeñar un papel importante en la supresión de la actividad fagocítica, (Tort, 2011) sostiene que, si bien el estrés crónico es en última instancia puede considerarse inmunosupresor, el estrés agudo o trauma pueden ayudar a mejorar los componentes celulares y humorales de las defensas innatas del cuerpo en momentos de necesidad. (Ortuño y Esteban, 2001) observaron la depresión de la actividad fagocítica y del complemento bajo la influencia del estrés, que se recuperó a los 3 días.

Los datos disponibles muestran que, independientemente de los parámetros inmunitarios que se evalúen, los estresores ambientales tanto naturales como artificiales suprimen las funciones inmunitarias. Muchas cuestiones de las reacciones del organismo de los peces a los cambios externos aún no han sido suficientemente estudiadas, por lo que es necesario estudiar la dinámica de los parámetros sanguíneos teniendo en cuenta los principales factores de su entorno. Es importante conocer la condición del sistema inmunológico de los peces durante la evaluación de su estado inmunológico, determinar el potencial del organismo de los peces para resistir los efectos de factores ambientales agresivos y establecer la naturaleza del efecto de los agentes inmunomoduladores. Según (Perestoronina, 2018), esto se logra mediante un análisis de los factores de inmunidad celular y humoral. El factor congénito inespecífico de defensa inmune más antiguo filogenéticamente es la fagocitosis, por lo que (Passantino . et al., 2002) recomienda su estudio para evaluar el estado inmunológico de los peces, ya que sus células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y trombocitos) tienen la capacidad de fagocitosis.

El organismo de los peces responde a cualquier efecto del estrés activando las hormonas corticosteroides y las catecolaminas (Barcellos y Nicolaiewsky, 1999), un aumento en el contenido de cortisol en el organismo de los peces desestabiliza el estado de los factores de inmunidad celular y humoral, el agotamiento del sistema inmunológico (Magnadóttir, 2006), siendo uno de estos factores de estrés la hipoxia.

En estudios realizados por (Mikryakov, 2002) se observa el efecto del transporte en la reducción de la resistencia inmunitaria en los peces estableciendo que la regulación del número de leucocitos se lleva a cabo mediante hormonas, principalmente corticosteroides, por lo que podría ser un motivo para creer que el cortisol puede desempeñar un papel importante en la supresión de la actividad fagocítica, (Tort, 2011) sostiene que, si bien el estrés crónico es en última instancia puede considerarse inmunosupresor, el estrés agudo o trauma pueden ayudar a mejorar los componentes celulares y humorales de las defensas innatas del cuerpo en momentos de necesidad. (Ortuño y Esteban, 2001) observaron la depresión de la actividad fagocítica y del complemento bajo la influencia del estrés, que se recuperó a los 3 días.

Los datos disponibles muestran que, independientemente de los parámetros inmunitarios que se evalúen, los estresores ambientales tanto naturales como artificiales suprimen las funciones inmunitarias. Muchas cuestiones de las reacciones del organismo de los peces a los cambios externos aún no han sido suficientemente estudiadas, por lo que es necesario estudiar la dinámica de los parámetros sanguíneos teniendo en cuenta los principales factores de su entorno.

Metodología.

El trabajo se realizó en el mercado “Primero de Mayo, de la ciudad de Sucúa, se experimentó con 10 tilapias (*Oreochromis mossambicus*), que previamente se dividieron en grupos de control y experimental.

Los peces tanto del grupo de control y experimental se mantuvieron en acuarios aireados con un nivel de oxígeno de 5mg/L, un PH de 7,8 y con una temperatura de 25 grados centígrados. Después de un período de adaptación, los peces del grupo experimental (5) se estresaron (los niveles de oxígeno se redujeron gradualmente). Se obtuvo sangre de la vena de la cola. El muestreo de sangre de los animales que participaron en el experimento se realizó inmediatamente después de la aclimatación, y luego 24 y 48 horas después de la influencia del factor de estrés (hipoxia) (Perestronina, 2018) y se enviaron al laboratorio clínico “Astudillo” de la ciudad de Sucua.

Para evaluar el estado de la inmunidad celular, se determinó la actividad fagocítica de las células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y trombocitos) (Girón-Pérez y Zaitseva, 2004). La concentración de cortisol en el plasma sanguíneo se determinó mediante el Método de Elisa en fase sólida y para la obtención de proteínas (albumina y globulina) se utilizó el Método Colorimétrico con Reactivo Spinreact.

La capacidad fagocítica de las células se expresó mediante los siguientes indicadores: FA - actividad fagocítica; FI - índice fagocítico; FN: número fagocítico

Los resultados obtenidos durante el estudio se procesaron con el software Microsoft Excel y se presentan como media y error estandar. Para evaluar las diferencias en muestras

dependientes (grupo de control y grupo experimental) con una distribución normal, se utilizó la prueba t de Student para muestras dependientes, con una distribución anormal, se utilizó la prueba de Wilcoxon.

Resultados.

Uno de los factores de estrés es la hipoxia. La dinámica de la concentración de oxígeno en los acuarios de control y experimentales se presenta en el grafico 1.

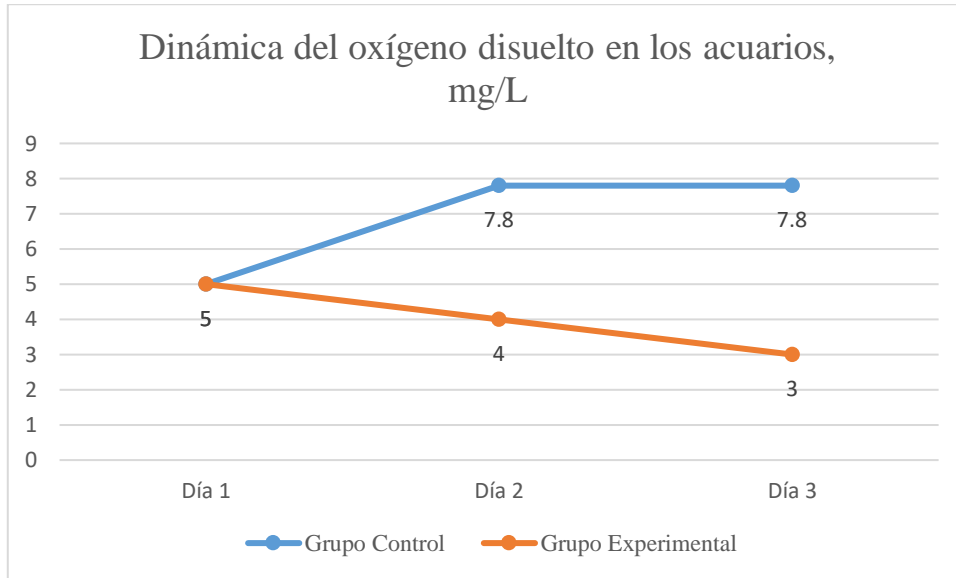


Grafico 1. Dinámica de la concentración de oxígeno en los acuarios de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del experimento, se observó que el nivel de cortisol en el suero sanguíneo de las tilapias cambia significativamente según los grupos evaluados como se observa en la tabla 1.

	GRUPO EXPERIMENTAL, n=5			GRUPO CONTROL, n=5		
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3
Cortisol,	118.8 ±	228.6 ±	257.5 ±	115.4 ±	258.07 ±	202.07 ±
ng/ml	20.4	50.2	35.4	14.6	23.6	17.32

Tabla 1: Dinámica de los marcadores de estrés durante el experimento.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los datos de la tabla, se puede observar un aumento en el nivel de cortisol en la sangre de los peces de los grupos de control y experimentales en el segundo día del

experimento, que puede deberse a la reacción de los peces a las manipulaciones de muestras de sangre, pero en el tercer día este indicador continúa aumentando en los peces del grupo experimental y disminuye en los peces de control (grafico 2).

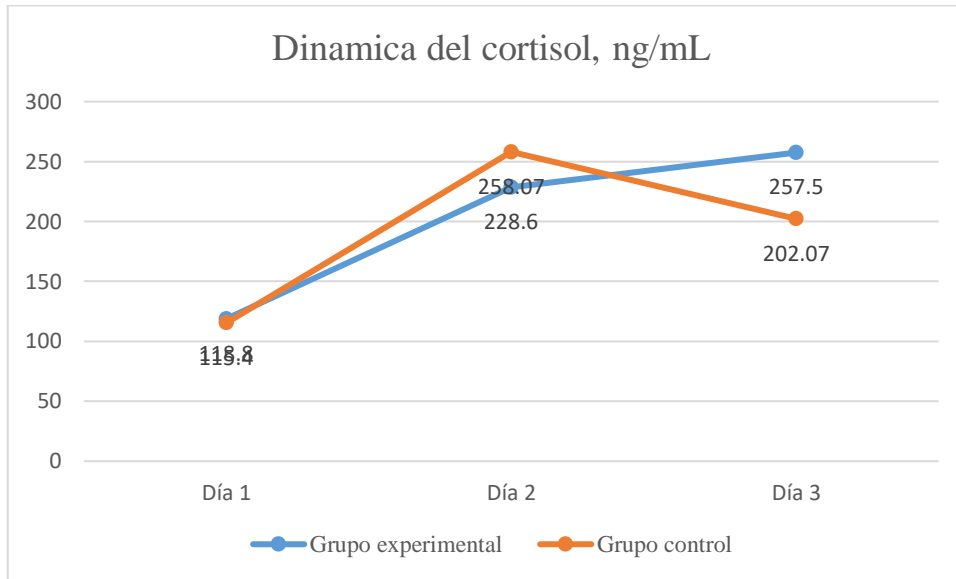


Grafico 2: Dinámica del cortisol en el plasma sanguíneo de los peces.
Fuente: Elaboración propia.

La tarea principal en la evaluación del estado inmunitario son los inmunodiagnósticos de los trastornos del sistema inmunitario que predicen la gravedad del proceso patológico (Girón-Pérez, et. Al, 2006). Una disminución en el nivel de oxígeno es un factor de estrés, si el sistema inmunológico no funciona correctamente, puede provocar la muerte de los peces según (Perestronina, 2018). Al estudiar los factores celulares de la inmunidad inespecífica de las tilapias, se estableció que no solo los leucocitos, sino también los eritrocitos con los trombocitos poseen actividad fagocítica en los peces.

Al evaluar la actividad fagocítica de los leucocitos, eritrocitos y trombocitos antes y después de apagar el compresor de oxígeno, se obtuvo los resultados presentados en la tabla 2.

	Leucocitos			Eritrocitos			Trombocitos		
	FA	FI	FN	FA	FI	FN	FA	FI	FN
Día 1									
Grupo control	0.67 ± 0.31	0.65 ± 0.28	0.01 ± 0.02	80.24 ± 1.23	8.0 ± 0.62	6.47 ± 0.5	7.80 ± 0.6	2.38 ± 0.3	0.15 ± 0.3
Grupo exper.	1.08 ± 0.61	1.25 ± 0.50	0.038 ± 0.01	86.50 ± 1.48	8.52 ± 0.15	7.40 ± 0.3	10.34 ± 0.9	2.05 ± 0.29	0.21 ± 0.60

Día 2

Grupo control	2.24 ± 0.64	1.87 ± 0.45	0.07 ± 0.02	89.45 ± 1.4	5.2 ± 0.14	4.70 ± 0.30	10.89 ± 0.89	2.80 ± 0.25	0.34 ± 0.04
Grupo exper.	0.68 ± 0.38	0.75 ± 0.45	0.02 ± 0.01	6.34 ± 0.3	6.40 ± 0.5	5.39 ± 0.45	10.6 ± 1.54	3.06 ± 0.3	0.34 ± 0.04

Día 3

Grupo control	0.17 ± 0.1	0.4 ± 0.34	0.00	85.98 ± 1.35	6.98 ± 0.34	6.08 ± 0.38	9.35 ± 0.78	1.90 ± 0.16	0.19 ± 0.02
Grupo exper.	0.87 ± 0.46	0.98 ± 0.46	0.02 ± 0.001	88.67 ± 1.45	7.08 ± 0.46	6.29 ± 0.46	10.68 ± 0.85	1.89 ± 0.17	0.22 ± 0.03

Tabla 2: Actividad fagocítica de las células sanguíneas de las tilapias en los grupos control y experimental.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los cambios en la actividad fagocítica de las células sanguíneas de la tilapia según la tabla 2, se puede observar la misma dinámica de fagocitosis de todas las células sanguíneas en los peces del grupo de control: crecimiento de la actividad en el segundo día del estudio; en los peces del grupo experimental, en el segundo día, la actividad fagocítica de los eritrocitos solo aumentó, mientras que los trombocitos y los leucocitos disminuyeron notablemente. Al tercer día, los índices de fagocitosis volvieron a su valor original.

Para evaluar el estado de inmunidad humoral, se determinó la concentración de inmunoglobulinas en suero (Zhang, Wang, Liu, y Fu, 2019), siendo la base bioquímica de la inmunidad humoral específica, las cuales realizan la función de anticuerpos específicos contra antígenos específicos, son sintetizadas por las células plasmáticas (linfocitos B) y se secretan en la sangre o los fluidos tisulares (Olabeuena, 2000). Su parte principal se refiere a la fracción de suero de sangre gamma-globulina.

En el estudio de la inmunidad humoral antes y después de apagar el compresor de oxígeno, obtuvimos los resultados presentados en la tabla 3.

Parámetros	Grupo experimental, n= 5		Grupo control, n=5	
	Día 1	Día 3	Día 1	Día 3
Albumina,	4.8 ± 1.1	2.7 ± 0.65	4.5 ± 1.5	2.3 ± 0.4
Globulina α	4.1 ± 0.5	1.8 ± 1.2	2.7 ± 0.5	1.4 ± 0.3
Globulina β	1.2 ± 0.2	0.65 ± 0.25	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1

Globulina γ	0.95 \pm 0.25	0.4 \pm 0.04	0.67 \pm 0.2	0.32 \pm 0.05
Proteínas totales	36.4 \pm 3.5	24.5 \pm 2.5	28.3 \pm 2.4	22.3 \pm 1.7

Tabla 3: Indicadores de inmunidad humoral durante el experimento.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los resultados, podemos notar diferencias significativas solo en el número de β -globulinas en el primer día del estudio, los indicadores restantes cambiaron unidireccionalmente, lo que puede estar asociado con el muestreo de sangre en peces. El análisis de correlación reveló una correlación moderada a cercana entre el nivel de cortisol y los parámetros inmunológicos de la sangre de los peces (tabla 4).

Parámetro	Trombocitos		Leucocitos		Eritrocitos		Inmunidad humoral			
	FA	FN	FA	FN	FA	FN	Album.	Glo. α	Glo. β	Glo. γ
Cortisol	-0.3	-0.3	0.5	0.5	-0.74	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4

Tabla 4: Coeficientes de correlación entre cortisol y parámetros inmunológicos de sangre de tilapias

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos, es posible observar la presencia de un coeficiente de correlación positivo para cortisol solo con actividad leucocitaria, los coeficientes restantes tienen valores negativos.

Conclusiones.

- Al estudiar los efectos complejos de los factores de estrés, incluida la hipoxia aguda y la manipulación, se descubrió que los niveles de cortisol en la sangre de los peces de los grupos de control y experimentales aumentaron el segundo día del experimento, lo que puede estar asociado con la reacción de los peces a las manipulaciones de muestras de sangre, pero al tercer día, este indicador continúa aumentando en los peces del grupo experimental y disminuye en los peces del control.
- Al analizar los cambios en la actividad fagocítica de las células sanguíneas de la tilapia, se puede observar la misma dinámica de fagocitosis de todas las células sanguíneas en los peces del grupo de control: un aumento de la actividad en el segundo día del estudio y una fuerte disminución en el tercer día, que coincide con la dinámica del cortisol en ellos. En los peces del grupo experimental, la actividad fagocítica de los eritrocitos solo aumentó el segundo día, y las plaquetas

y los leucocitos disminuyeron significativamente. Al tercer día, los índices de fagocitosis volvieron a su valor original.

- En el estudio del vínculo de inmunidad humoral, solo se pueden observar diferencias significativas en el número de globulinas β el primer día del estudio, los indicadores restantes cambiaron unidireccionalmente, lo que puede estar asociado con el muestreo de sangre en peces.
- Con base en el análisis de correlación y regresión, encontramos la presencia de una correlación moderada a cercana entre el nivel de cortisol y los parámetros inmunológicos de la sangre de los peces. Además, cuanto mayor es el nivel de cortisol, mayor es la actividad de la inmunidad celular creada por los glóbulos blancos. Otros indicadores del estado inmunológico de los peces disminuyen con un aumento de esta hormona.

Referencias bibliográficas.

Barcellos, L., & Nicolaiewsky, S. (1999). Plasma levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, 30, (6), 437-444.

Chen, W. H., Sun, L. T., Tsai, C. L., Song, Y. L., & Chang, C. F. (2002). Cold-stress induced the modulation of catecholamines, cortisol, immunoglobulin M, and leukocyte phagocytosis in tilapia. *General and comparative endocrinology*, 126(1), 90-100.

Girón-Pérez, M. I., & Zaitseva, G. P. (2004). La contaminación acuática y la inmunidad de los peces. *Luz María Villarreal de Puga*, 83.

Girón-Pérez, M. I., Barcelos-Garcia, R., et al. (2006). Effect of chlorpyrifos on the hematology and phagocytic activity of Nile tilapia cells (*Oreochromis niloticus*). *Toxicology mechanisms and methods*, 16(9), 495-499.

Magnadóttir, B. (2006). Innate immunity of fish (overview). *Fish & shellfish immunology*, 20 (3), 2, 137-151.

Mikryakov, V. (2007). Effect of transportation on the composition of peripheral blood leukocytes of carp. *Voprosy rybolovstva*, 2(30), 209-214.

Passantino, L., Altamura, M. et al. (2002). Binding and engulfment of *Candida albicans* by erythrocytes of Rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) Immunopharmacology and immunotoxicology. *Fish immunology*, 24 (4), 665-678.

Perestoronina, E. (2018). The dependence of immunological parameters of fish on the oxygen content in water. *Vologda-Molochnoye*, 3(2), 148-152.

- Olabuenaga, S. E. (2000). Sistema inmune en peces. *Gayana (Concepción)*, 64(2), 205-215.
- Ortuño, J., & Esteban, M. (2001). Effects of short-term crowding stress on the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune response. *Fish & shellfish immunology*, 11 (2), 187-197.
- Tort, L. (2011). Stress and immune modulation in fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 35 (12), 1366-1375.
- Zhang, L., Wang, C., Liu, H., & Fu, P. (2019). The important role of phagocytosis and interleukins for nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to defense infection of *Aeromonas hydrophila* based on transcriptome analysis. *Fish & shellfish immunology*, 92, 54-63.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Briones García, J. I. (2021). Evaluación del efecto del cortisol provocado por hipoxia sobre algunos parámetros inmunológicos de tilapias de comercialización de la ciudad de Sucúa – Ecuador. *ConcienciaDigital*, 4(1.2), 446-456.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.2.1611>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

