



FOLIA
Amazónica

Revista del Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

DISMINUCIÓN DE LA TASA DE MORTANDAD DE PECES ORNAMENTALES PARA EXPORTACIÓN POR MEDIO DE LA RECIRCULACIÓN DE LAS AGUAS EFLUENTES CON HUMEDALES ARTIFICIALES EN LA REGIÓN LORETO, PERÚ

Raúl YALAN VILLAFANA¹, Carlos CHUQUIPIONDO GUARDIA²,
Linda VILLACORTA FLORES²

1. NEOTROPICAL FAUNA EIRL; Calle Los Claveles 151, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú.
ryalan@hotmail.com

2. ACUATRADE SAC; Las Malvinas s/n, Caserío Rumococha, San Juan Bautista, Maynas, Loreto,
Perú. cchuquipiondo@acuatrade.com

RESUMEN

En la empresa exportadora de peces ornamentales ACUATRADE SAC, de la Región Loreto, la mortandad interna era de hasta 12%, detectándose que tales pérdidas obedecían a la inconstante calidad de agua, la cual proviene del sub suelo y es tratada con floculación diariamente luego de extraerla. El uso de humedales artificiales para reciclar y reusar las aguas efluentes de los peces en acopio, redujo drásticamente la tasa de mortandad y el uso de agua del subsuelo.

PALABRAS CLAVE: Peces ornamentales, Región Loreto, mortandad, floculación, humedales artificiales.

REDUCTION OF MORTALITY RATE ON TROPICAL FISH FOR EXPORT USING ARTIFICIAL WETLANDS ON THE EFFLUENT WATERS IN THE LORETO REGION, PERU

ABSTRACT

In Acuatrade SAC, tropical fish export company in the Loreto Region, the mortality rate was up to 12%, it was detected that such losses were due to the un constant water quality, this is well water and is treated every day with flocculation immediately after be extracted. The use of artificial wetlands for reuse and recycling of the effluent waters from the tropical fish facility reduced drastically the mortality rate and the use of well water.

KEYWORDS: Tropical fish, Loreto Region, mortality, flocculation, artificial wetlands.

INTRODUCCIÓN

En la Región Loreto en Perú, la tercera actividad más importante generadora de divisas es la exportación de peces ornamentales extraídos del medio natural, existiendo hasta el año 2017 aproximadamente 18 empresas registradas, autorizadas y activas para desarrollar dicha actividad (Guerra Flores, 1995) las cuales o utilizan agua potable o agua del subsuelo, en ambos casos debidamente tratadas para que estén aptas para su uso en peces ornamentales. La empresa de mayor exportación de peces ornamentales, Acuatrade S.A.C. (Según estadísticas anuales hasta el 2018 de la Dirección Regional de la Producción de Loreto, DIREPRO Loreto) utiliza exclusivamente agua del subsuelo la cual es tratada por floculación, retirando principalmente fierro, magnesio y ácido sulfhídrico, elementos muy nocivos que se encuentran de manera natural en las aguas de pozos artesianos de más de 5 metros de profundidad.

Las aguas del subsuelo están influenciadas por los cambios en los niveles en los ríos los cuales ocurren de manera frecuente, por lo que las concentraciones de los elementos antes descritos, no siempre están en los mismos valores, por lo que la floculación no siempre es tan eficiente para la remoción de tales impurezas, obteniéndose valores finales de aguas diversos, los cuales, si bien es cierto no son letales o peligrosos para los peces, en muchas especies de peces sensibles a la calidad del agua genera situaciones de estrés que en algunos casos los puede llevar a la muerte debido a alteraciones fisiológicas, desequilibrio osmótico y en algunas especies acidosis metabólica (debido a variaciones en el valor del pH del agua) todo esto producto de los cambios de agua para el mantenimiento de las peceras producto de lo cual la empresa registra una mortandad interna de hasta el 12%. (Heinecke, 2009; Parada-Guevara, 2011).

Los principales compuestos que producen estos problemas en los peces son, la variación del pH, la concentración de Amoníaco (NH₃), presencia de Nitritos (NO₂), exceso de Nitratos (NO₃), y Fierro (Fe) en concentraciones superiores a 0,50 mg/l así como ácido sulfhídrico sobre los 0,30 mg/l, estos dos últimos componentes provienen de las aguas del subsuelo y son tratados por floculación. Teniendo en cuenta la importancia de mantener la calidad del agua y el impacto que ella genera en los peces ornamentales y considerando que los humedales artificiales son un sistema natural de remoción de impurezas, el presente trabajo tuvo como objetivo llegar a una combinación de plantas acuáticas que lograsen la máxima reducción de compuestos nocivos para los peces y reducir la mortandad de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La empresa implementó un sistema de reciclaje de toda el agua efluente proveniente de los ambientes donde se almacenan los peces, para tratarla biológicamente con Humedales artificiales (Ruales, 2016) ubicados en las coordenadas geográficas: Latitud 3°46'38.17"S y Longitud 73°18'28.16"O, dos modelos de humedales (dos diferentes proporciones de plantas acuáticas).

Para determinar la viabilidad de las aguas de los humedales, se hicieron pruebas utilizando estas aguas con ejemplares de peces ornamentales correspondientes a especies de conocida sensibilidad a la calidad del agua (Tabla 1).

Se instaló un módulo experimental de ensayos con una batería de 15 peceras cada una con una capacidad de 100 litros, debidamente equipadas con filtros internos y sistemas de aireación, así como puntos de entrada y salida individuales de agua. Por un lapso de 10 días se llevaron a

Tabla 1: Especies para comprobación del agua de humedales

Especies	Cantidad de peces por acuario	Observación
Corydoras	120	Ejemplares de 3cm a razón de 1,2 peces por litro
Rayas	24	Ejemplares de 10 cm de diámetro
Apistogrammas	150	Ejemplares de 2.5 cm a razón de 1,5 peces por litro
Tetras	200	Ejemplares de 3cm a razón de 2 peces por litro
Loricarias	40	Ejemplares de 12 cm
Total peces utilizados	534	Peces seleccionados de manera normal para stock

cabo los siguientes tratamientos de prueba de la calidad del agua, los cuales son la rutina de cambio de agua que es lleva a cabo en la empresa.

Las especies en la batería fueron sometidas a cambios de agua del orden del 50%, 75%, 100% y 150% (de acuerdo a las exigencias conocidas por especie) con la finalidad de evaluar y registrar la información recopilada en una matriz de resultados porcentuales, así como también el comportamiento, la sanidad y mortandad de los peces a experimentar.

RESULTADOS

Se hizo un control porcentual de los peces que murieron sin mostrar signos de enfermedades es decir de los ejemplares que mueren producto del stress al acondicionamiento debido a la calidad del agua (Tabla 2).

Los resultados obtenidos o promedio de mortandad de peces utilizando el agua del humedal N°1 fue de 2.75% (Tabla 3) y en el humedal N°2 fue de 3,31% (Tabla 4).

Los resultados porcentuales de mortandad de los peces durante el periodo de mantenimiento con el agua proveniente de los humedales artificiales en comparación al agua de floculación (agua que la empresa utiliza en la actualidad),

arrojan un resultado favorable toda vez que los ejemplares que no mueren y que pasan este proceso son comercializados con los subsecuentes beneficios económicos de igual manera, al contar con una mínima tasa de mortandad se requiere menos reposición de peces del medio natural lo que refleja menor impacto en las poblaciones de peces de las diferentes cuentas de la Amazonía Peruana (Figura 1).

DISCUSIÓN

En vista a los resultados obtenidos de estas pruebas utilizando humedales artificiales en las especies más sensibles al acondicionamiento al cautiverio se puede apreciar que el uso de humedales artificiales para reciclar y reutilizar las aguas efluentes de los peces ornamentales genera una considerable disminución en la mortandad de los ejemplares, toda vez que las plantas acuáticas al transformar en biomasa los elementos contaminantes efluentes (orgánicos e inorgánicos) da como resultado un agua con parámetros limnológicos muy similares a los de su medio natural.

En acuicultura ornamental se plantea el uso de esta tecnología, no solo como sistema final de depuración de las aguas residuales de la

Tabla 2: Control con el agua actual de floculación.

Cambios de agua control: agua de floculación				
Especie	Tratamiento 50%	Tratamiento 75%	Tratamiento 100%	Tratamiento 150%
Corydoras	14.00%	12.00%	11.50%	10.10%
Rayas	11.00%	10.00%	9.80%	8.50%
Apistogrammas	9.00%	7.00%	5.20%	6.00%
Tetras	13.00%	10.00%	9.80%	8.80%
Loricarias	6.00%	5.00%	4.75%	4.80%
Promedios	10.60%	8.80%	8.21%	7.64%
Promedio Total	8.81%			

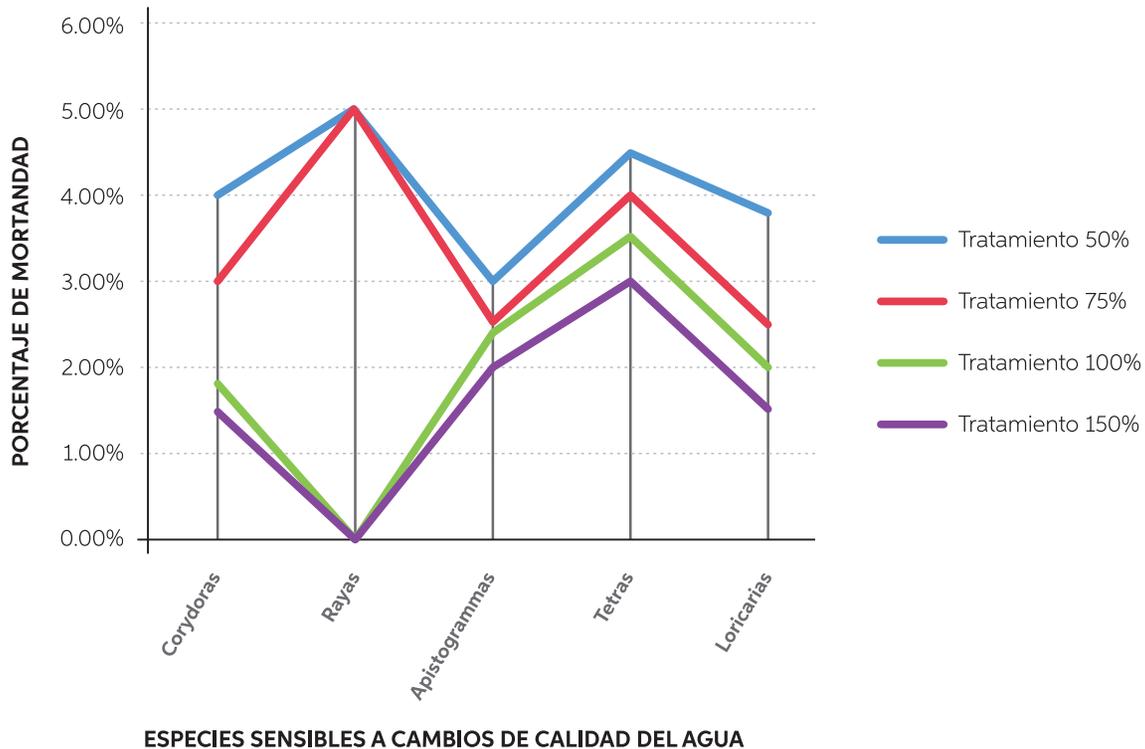
Tabla 3: Resultados porcentuales con agua de humedal 1

Cambios de agua experimentales: Humedal 1				
Especie	Tratamiento 50%	Tratamiento 75%	Tratamiento 100%	Tratamiento 150%
Corydoras	4.00%	3.00%	1.80%	1.50%
Rayas	5.00%	5.00%	0.00%	0.00%
Apistogrammas	3.00%	2.50%	2.40%	2.00%
Tetras	4.50%	4.00%	3.50%	3.00%
Loricarias	3.80%	2.50%	2.00%	1.50%
Promedios	4.06%	3.40%	1.94%	1.60%
Promedio Total	2.75%			

Tabla 4: Resultados porcentuales con agua de Humedal 2

Cambios de agua experimentales: Humedal 2				
Especie	Tratamiento 50%	Tratamiento 75%	Tratamiento 100%	Tratamiento 150%
Corydoras	4.00%	4.50%	4.50%	4.00%
Rayas	5.00%	5.00%	5.00%	0.00%
Apistogrammas	2.70%	2.50%	2.00%	2.00%
Tetras	4.00%	3.50%	3.00%	2.50%
Loricarias	4.00%	3.50%	2.50%	2.00%
Promedios	3.94%	3.80%	3.40%	2.10%
Promedio Total	3.31%			

Figura 1. Cuadro estadístico de resultados de uso de agua de humedales



granja, sino también como sistema integrado de tratamiento del agua dentro del proceso de recirculación. Esta tecnología supone una solución sostenible y ecológica al tratamiento del agua residual, con un efecto positivo sobre el impacto medioambiental. Así mismo esta tecnología permite disminuir notablemente los costos de inversión y de posterior mantenimiento de un sistema tradicional de recirculación.

Los resultados de los beneficios de estos sistemas (calidad de peces debido a calidad de agua) son muy similares a los obtenidos en otras experiencias en otros países como México (Carbo, 2012) toda vez que la reducción eficaz de los compuestos nitrogenados, el pH y la concentración del Hierro en el agua, permite que el agua sea reutilizada de manera continua (Ramirez-Carrillo, Luna-Pavello, Arrendondo-Figueroa, 1999).

REFERENCIAS

- González, Orrala, y Vilma Ligia. «Aplicación de la Teoría de las Restricciones para Mejorar los Procesos Productivos de la Empresa Reproductora de Peces Ornamentales Orfish», 12 de junio de 2014. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4131>.
- Heinecke, Rasmus D., y Kurt Buchmann. «Control of Ichthyophthirius multifiliis using a combination of water filtration and sodium percarbonate: Dose-response studies». *Aquaculture* 288, n.º 1 (2 de marzo de 2009): 32-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.017>.
- Parada-Guevara, Sandra L., y Pablo E. Cruz-Casallas. «Variación de la calidad del agua y morbilidad durante el proceso de captura y post captura de dos especies de loricáridos

- comercializados en Acacias (Meta) Colombia». *Orinoquia* 15, n.º 2 (2011). <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=89621355006>.
- Ruales, Carlos Arturo David, y Germán David Castañeda Álvarez. «Sistemas de recirculación para la producción de peces comerciales». *Journal of Engineering and Technology* 3, n.º 2 (20 de septiembre de 2016). <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jet/article/view/1134>.
- Carbo, Richard. «Integración de la técnica de depuración de aguas residuales mediante humedales con los sistemas de recirculación para la acuicultura». *Revista AquaTIC*, n.º 37, pp. 25-31. Año 2012
- Ramirez-Carrillo, H.F., Luna-Pavello, V.M., Arrendondo-Figueroa, J.R. Evaluación de un humedal artificial de flujo vertical intermitente, para obtener agua de buena calidad para la acuicultura. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 8, No. 1 (2009) 93-99

Recibido: 9 de octubre de 2018 **Aceptado para publicación:** 12 de diciembre de 2018