

## Implicaciones

del uso de agentes oxigenantes químicos en la calidad del agua en sistemas camaroneros

Recibido: 14/03/26

Aceptado: 21/05/26

Publicado: 27/05/26

*Implications of the use of chemical oxygenating agents on water quality in shrimp farming systems*

Leonor Margarita Rivera Intriago<sup>1\*</sup>

E-mail: [lriviera@utmachala.edu.ec](mailto:lriviera@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9407-1525>

Saskia Jamisel Hidalgo Roman<sup>1</sup>

E-mail: [shidalgo2@utmachala.edu.ec](mailto:shidalgo2@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7529-2624>

María Teresa Chamba Elizalde<sup>1</sup>

E-mail: [mchamba7@utmachala.edu.ec](mailto:mchamba7@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3227-3578>

Irán Rodríguez Delgado<sup>1</sup>

E-mail: [irodriguez@utmachala.edu.ec](mailto:irodriguez@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. Machala. Ecuador.

\*Autor para correspondencia

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rivera Intriago, L. M., Hidalgo Roman, S. J., Chamba Elizalde, M. T. y Rodríguez Delgado, I. (2026). Implicaciones del uso de agentes oxigenantes químicos en la calidad del agua en sistemas camaroneros. *Revista Científica Agroecosistemas*, 14, e825. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/825>

### RESUMEN

La hipoxia constituye uno de los principales factores de deterioro de la calidad del agua en sistemas camaroneros, porque compromete el metabolismo de los organismos, altera el equilibrio químico del medio y aumenta el riesgo de pérdidas productivas. El objetivo de este estudio fue analizar las implicaciones del uso de percarbonato de sodio (SPC), y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sobre el oxígeno disuelto, el pH y la temperatura en agua de camaronera sometida a hipoxia controlada. Se desarrolló un ensayo experimental bajo un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones: un testigo, tres dosis de SPC (24, 26 y 28 mg/L), y tres dosis de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (20, 22 y 24 mg/L). Las variables se registraron durante 180 minutos después de la aplicación. Los resultados mostraron una respuesta dependiente de la dosis. En SPC, la dosis de 24 mg/L presentó el mejor desempeño relativo en oxígeno disuelto, mientras que las dosis superiores incrementaron progresivamente el pH. En H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la dosis de 22 mg/L produjo la recuperación más estable del oxígeno disuelto y menores variaciones del pH. La temperatura no mostró cambios relevantes entre tratamientos. Se concluye que ambos agentes pueden emplearse como herramientas complementarias frente a episodios puntuales de hipoxia; sin embargo, su conveniencia técnica depende de una dosificación precisa y del monitoreo simultáneo del oxígeno disuelto y del equilibrio químico del agua para evitar efectos contraproducentes sobre la calidad del medio. Estos hallazgos aportan criterios prácticos para seleccionar productos oxigenantes de apoyo en el manejo de emergencias.

### Palabras clave:

Percarbonato De Sodio, Peróxido De Hidrógeno, Oxígeno Disuelto, Calidad Del Agua, Camaroneras, Hipoxia.

### ABSTRACT

Hypoxia is one of the main factors that deteriorate water quality in shrimp farming systems because it compromises organism metabolism, alters the chemical balance of the medium, and increases the risk of productive losses. The objective of this study was to analyze the implications of using sodium percarbonate (SPC), and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) on dissolved oxygen, pH, and temperature in shrimp pond water subjected to controlled hypoxia. An experimental trial was conducted under a completely randomized design with seven treatments and three replicates: one control, three SPC doses (24, 26, and 28 mg/L), and three H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> doses (20, 22, and 24 mg/L). Variables were recorded for 180 minutes after application. The results showed a dose-dependent response. For SPC, the 24 mg/L dose exhibited the best relative performance for dissolved oxygen, whereas higher doses progressively increased water pH. For H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, the 22 mg/L dose produced the most stable recovery of dissolved oxygen and the lowest pH variation. Temperature did not show relevant changes among treatments. It is concluded that both agents can be used as complementary tools during punctual hypoxia events; however, their technical suitability depends on precise dosing and simultaneous monitoring of dissolved oxygen and water chemical balance to prevent counterproductive effects on overall water quality. These findings provide practical criteria for selecting oxygenating products to support emergency management in shrimp systems. In practical terms, the study supports decision-making for short-term interventions, but not the replacement of routine aeration, preventive management, or continuous control of environmental variables in production ponds.

### Keywords:

Sodium Percarbonate, Hydrogen Peroxide, Dissolved Oxygen, Water Quality, Shrimp Ponds, Hypoxia.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura camaronera constituye una actividad estratégica en muchas regiones tropicales y subtropicales; sin embargo, su sostenibilidad productiva depende en gran medida del manejo de la calidad del agua. Entre los parámetros de mayor relevancia, el oxígeno disuelto (OD) es determinante porque condiciona la respiración, la alimentación, el metabolismo y la estabilidad general del sistema de cultivo (Fast & Menasveta, 2000; Boyd & Tucker, 2012; Martínez-Córdova et al., 2018; Valverde et al., 2016).

La disminución del OD en estanques camaroneros suele asociarse con altas cargas orgánicas, respiración nocturna del fitoplancton, resuspensión de sedimentos y elevadas temperaturas. Cuando la disponibilidad de oxígeno se reduce, los camarones pueden presentar menor crecimiento, estrés fisiológico y mayor susceptibilidad frente a patógenos y procesos inflamatorios u oxidativos (Boyd, 1998; Li et al., 2021; Lightner, 2011).

En la práctica, la respuesta más frecuente frente a episodios de hipoxia consiste en reforzar la aireación mecánica, incrementar el recambio de agua o ajustar la carga alimenticia. Aunque estas medidas siguen siendo la base del manejo, no siempre resultan suficientes o inmediatas en situaciones críticas, por lo que se ha planteado el uso de insumos químicos como herramientas complementarias dentro de un esquema de manejo más amplio y preventivo (Avnimelech, 2015; Boyd et al., 2017; Boyd & Queiroz, 2014; Troell et al., 2014; Martínez-Porchas & Martínez-Córdova, 2012).

Entre los compuestos de uso potencial destacan el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y el percarbonato de sodio (SPC). Ambos liberan oxígeno durante su descomposición, pero difieren en la velocidad de respuesta y en sus efectos secundarios sobre el medio. El  $H_2O_2$  puede actuar como fuente rápida de oxígeno, aunque una sobredosis puede alterar comunidades microbianas o generar efectos adversos sobre los organismos acuáticos; en cambio, el SPC aporta oxígeno y simultáneamente introduce carbonato de sodio, lo que puede modificar el pH y la alcalinidad del agua (Rach et al., 2016; Pedersen et al., 2009; Furtado et al., 2014; König et al., 2021; Solvay, 2013; Pedersen & Jokumsen, 2017).

Bajo este contexto, el problema técnico no es únicamente si estos productos aumentan el OD, sino bajo qué dosis lo hacen con mayor conveniencia para el manejo de la calidad del agua. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar las implicaciones del uso de agentes oxigenantes químicos en sistemas de cultivo de camarón, a partir del comportamiento del OD, el pH y la temperatura del agua frente a distintas dosificaciones de SPC y  $H_2O_2$ .

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala (El Oro, Ecuador), utilizando agua proveniente de una camaronera con salinidad aproximada de

26 ppt. Se emplearon recipientes plásticos de 12 L con un volumen de trabajo de 10 L por unidad experimental.

Se aplicó un diseño completamente al azar con siete tratamientos distribuidos de forma aleatoria y tres repeticiones por tratamiento, para un total de 21 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Tratamientos evaluados en el ensayo experimental.

Código	Tratamiento	Dosis (mg/L)	Descripción
A	Control	0	Agua de camaronera sin agente oxigenante
B	$H_2O_2$	20	Peróxido de hidrógeno
C	$H_2O_2$	22	Peróxido de hidrógeno
D	$H_2O_2$	24	Peróxido de hidrógeno
E	SPC	24	Percarbonato de sodio
F	SPC	26	Percarbonato de sodio
G	SPC	28	Percarbonato de sodio

Previo a la aplicación de los tratamientos, el oxígeno disuelto del agua fue reducido químicamente mediante sulfito de sodio activado con cloruro de cobalto, con el propósito de generar una condición inicial de hipoxia controlada. Posteriormente, se adicionaron los agentes oxigenantes y se registró la respuesta del sistema durante 180 min en intervalos de 15 min.

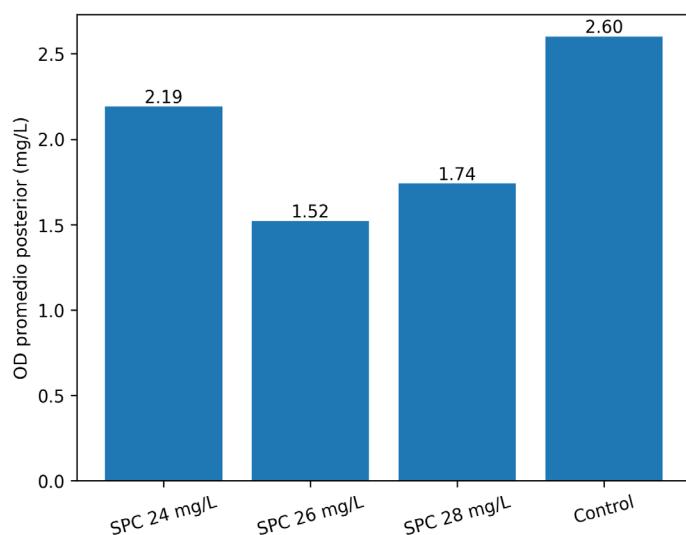
Las variables evaluadas fueron oxígeno disuelto (OD), pH y temperatura. El OD y la temperatura se midieron con equipo YSI Pro, mientras que el pH se registró con potenciómetro. Para el análisis del OD se consideraron tres momentos: antes, durante y posterior a la aplicación; para pH y temperatura se analizó la evolución temporal posterior al tratamiento.

El procesamiento estadístico se realizó mediante análisis de varianza de un factor intertratamientos. Previamente se verificaron los supuestos de normalidad de datos (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene).

## RESULTADOS-DISCUSIÓN

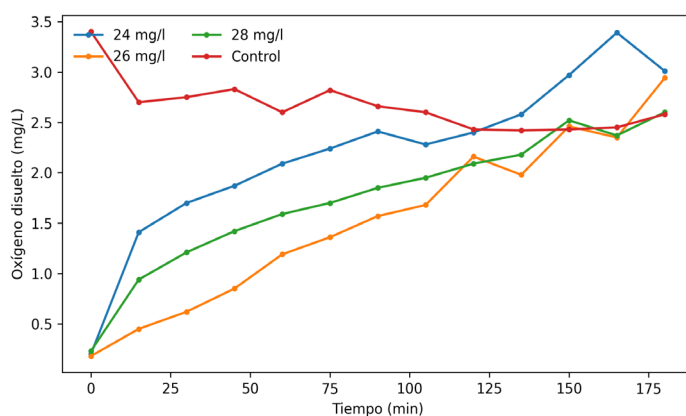
### *Percarbonato de sodio (SPC)*

El SPC mostró una respuesta oxigenante dependiente de la dosis. Cuando se analizó el OD promedio de la fase posterior a la aplicación, la dosis de 24 mg/L presentó el mejor desempeño dentro de este agente (2,19 mg/L), mientras que 26 mg/L y 28 mg/L descendieron a 1,52 y 1,74 mg/L, respectivamente. Aunque el control mantuvo un promedio posterior de 2,60 mg/L, la comparación operativa relevante entre dosis de SPC indicó que la respuesta no fue lineal y que incrementar la concentración no implicó mayor eficiencia (Fig. 1). Esta tendencia coincidió con la necesidad de definir umbrales técnicos de aplicación, ya que la liberación de oxígeno a partir de compuestos peroxidados pudo variar según la química del medio y la pureza del producto (Sabando & Zavala, 2022; Pedersen & Jokumsen, 2017).



**Fig. 1:** OD promedio en la fase posterior a la aplicación de SPC

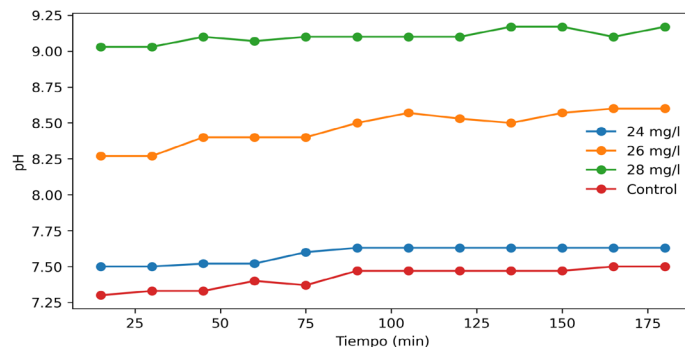
La evolución temporal del OD fue evidenciada, ya que después de la aplicación inicial, la dosis de 24 mg/L recuperó el OD desde 1,41 mg/L a los 15 min hasta 3,01 mg/L a los 180 min. En contraste, 26 mg/L inició con la recuperación más lenta (0,45 mg/L a los 15 min), y solo alcanzó 2,94 mg/L al final del ensayo, mientras que 28 mg/L llegó a 2,60 mg/L (Fig. 2). Estos resultados sugirieron que 24 mg/L ofreció el balance más conveniente entre velocidad de respuesta y sostenimiento del OD, lo cual resultó relevante en escenarios de hipoxia puntual. Desde el manejo de estanques, este comportamiento respaldó el uso del SPC como herramienta de apoyo, pero no como sustituto de la aireación ni del control de la carga orgánica (Boyd et al., 2017; Boyd & Tucker, 2012).



**Fig. 2:** Recuperación temporal del oxígeno disuelto con SPC durante.

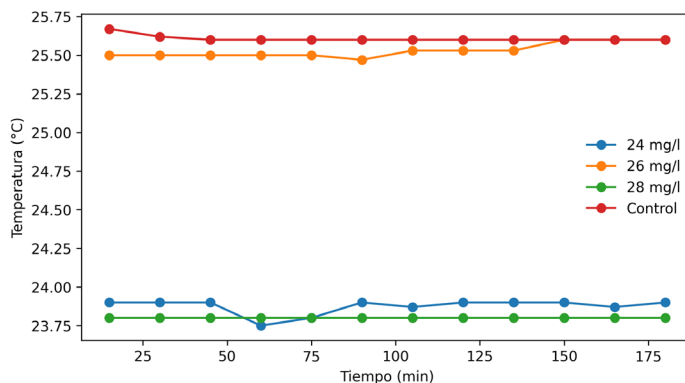
El principal efecto secundario del SPC se evidenció en el pH. La dosis de 24 mg/L se mantuvo entre 7,50 y 7,63, rango compatible con una operación estable; sin embargo, la dosis de 26 mg/L incrementó el pH hasta 8,60 y 28 mg/L y alcanzó valores entre 9,03 y 9,17 (Fig. 3). Desde la interpretación química, este comportamiento fue coherente con la descomposición del SPC en peróxido de hidrógeno y carbonato de sodio; este último favoreció la alcalinización del

medio y pudo modificar el equilibrio ácido-base del agua (Solvay, 2013). Por ello, aunque el SPC pudo ser útil para mejorar el OD, las dosis altas se volvieron menos recomendables en estanques con pH naturalmente elevado o con fuerte actividad fotosintética, condiciones que ya predisponen a incrementos de pH durante el día (Boyd, 1998; Valverde et al., 2016).



**Fig. 3:** Variación temporal del pH tras la aplicación de SPC.

La temperatura se mantuvo prácticamente estable dentro de cada tratamiento con SPC, sin una tendencia ascendente atribuible a la reacción del producto. Los registros oscilaron entre 23,77 y 25,60 °C, lo que indicó que las diferencias observadas en OD y pH obedecieron principalmente al efecto químico del agente y no a un cambio térmico del sistema (Fig. 4). En términos prácticos, esto significó que la principal precaución con el SPC no fue térmica, sino química, especialmente por su potencial de alcalinización.

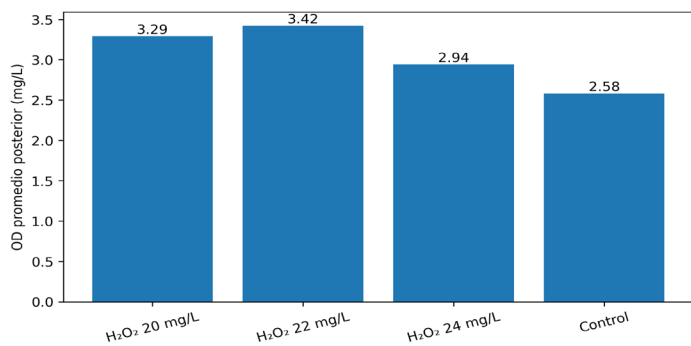


**Fig. 4:** Comportamiento de la temperatura del agua con SPC.

#### Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

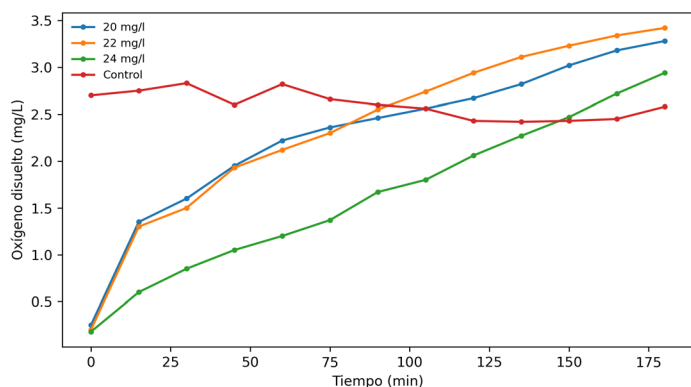
En los tratamientos con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la respuesta más favorable se observó con 22 mg/L. Esta dosis alcanzó un OD promedio posterior de 3,42 mg/L, seguida por 20 mg/L con 3,29 mg/L, mientras que 24 mg/L presentó el valor más bajo entre las dosis evaluadas (2,94 mg/L) (Fig. 5). A diferencia del SPC, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mostró una recuperación global más alta del OD, lo que reforzó su utilidad como insumo de respuesta rápida ante eventos de hipoxia. No obstante, el hecho de que la dosis intermedia superara a la dosis alta confirmó que una mayor concentración no garantizó una mejor

respuesta y que el criterio de dosificación debió ser estrictamente técnico (Rach et al., 2016; Straus et al., 2012).



**Fig. 5:** OD promedio en la fase posterior a la aplicación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

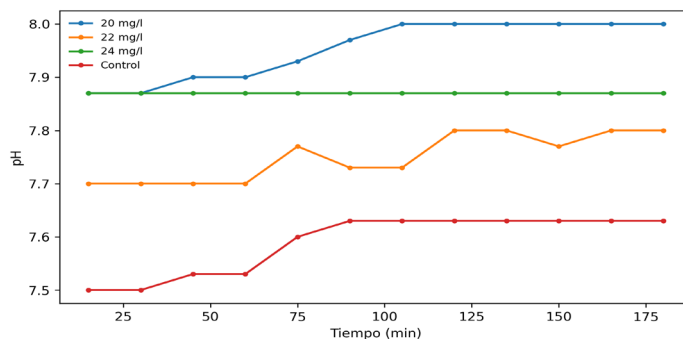
La curva temporal respalda esta interpretación. La dosis de 22 mg/L pasó de 1,29 mg/L a los 15 min a 3,42 mg/L a los 180 min, superando al control al final del periodo de observación. La dosis de 20 mg/L también mostró una recuperación sostenida, desde 1,34 hasta 3,29 mg/L, en tanto que 24 mg/L fue consistentemente inferior y solo llegó a 2,94 mg/L (Fig. 6). Estos resultados fueron relevantes porque mostraron que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pudo restablecer rápidamente el OD bajo condiciones de hipoxia simulada, pero también que la sobredosificación pudo reducir la conveniencia del tratamiento. Esta advertencia fue consistente con reportes que señalaron efectos no deseados del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sobre organismos acuáticos cuando la dosis o el contexto de aplicación no fueron adecuados (Furtado et al., 2014).



**Fig. 6:** Recuperación temporal del oxígeno disuelto con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durante 180 min.

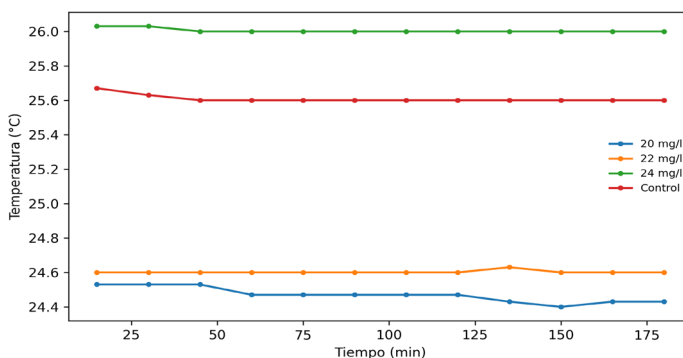
El pH mostró variaciones mucho más discretas con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que con SPC. La dosis de 22 mg/L se mantuvo entre 7,70 y 7,80, mientras que 20 y 24 mg/L oscilaron alrededor de 7,87 a 8,00 (Fig. 7). Este comportamiento sugirió que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ofreció una ventaja operativa importante: pudo mejorar el OD sin desplazar de manera marcada el balance ácido-base del agua. Desde la gestión de la calidad del agua, ello lo convirtió en una alternativa más estable para intervenciones puntuales de emergencia, particularmente cuando se buscó evitar elevaciones bruscas del pH. Sin

embargo, su empleo debió acompañarse de monitoreo, ya que también pudo afectar comunidades microbianas benéficas y procesos de nitrificación en sistemas intensivos o con alto recambio interno (Pedersen et al., 2009; König et al., 2021).



**Fig. 7:** Variación temporal del pH tras la aplicación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Al igual que en SPC, la temperatura no mostró un incremento progresivo relacionado con la aplicación del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Cada tratamiento conservó un perfil térmico estable durante las tres horas de evaluación. Aunque la dosis de 24 mg/L presentó valores absolutos ligeramente mayores, no se observó una tendencia ascendente posterior a la adición del producto, por lo que el comportamiento térmico pareció responder más a la condición inicial de cada unidad que a un efecto del agente oxigenante (Fig. 8). En consecuencia, el criterio principal para decidir el uso de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> debió centrarse en la recuperación del OD y en la estabilidad del pH, más que en la temperatura.



**Fig. 8:** Comportamiento de la temperatura del agua con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

#### Implicaciones para el manejo de la calidad del agua

Los resultados demostraron que ambos agentes se pueden usar como herramientas complementarias dentro del manejo de la calidad del agua, pero con perfiles de respuesta distintos. El SPC fue funcional en la dosis de 24 mg/L, aunque su uso a mayores concentraciones pudo desplazar el pH a niveles menos convenientes para la estabilidad del sistema. El H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, por su parte, mostró la mejor combinación entre recuperación del OD y estabilidad química en 22 mg/L, por lo que apareció como una alternativa

más favorable para episodios agudos de hipoxia bajo monitoreo técnico.

Desde una perspectiva productiva, esto implica que los agentes oxigenantes no deben manejarse como sustitutos permanentes de la aireación, del control del alimento, del manejo de lodos o de la renovación del agua, sino como recursos de contingencia o de apoyo frente a caídas puntuales del OD. Este enfoque fue consistente con la visión de una acuicultura más eficiente y preventivamente gestionada, en la que en la respuesta química se integró a un esquema de manejo ecosistémico y no reemplazó las buenas prácticas de operación del estanque (Avnimelech, 2015; Boyd & Queiroz, 2014; Troell et al., 2014; Martínez-Porchas & Martínez-Córdova, 2012).

## CONCLUSIONES

Los agentes oxigenantes químicos evaluados mostraron capacidad para recuperar el oxígeno disuelto en agua de camaronera, pero su desempeño dependió claramente de la dosis aplicada. En el caso del SPC, la dosis de 24 mg/L fue la más conveniente dentro de ese agente; sin embargo, las dosis de 26 y 28 mg/L generaron una alcalinización marcada del agua, lo que limitó su conveniencia operativa.

En H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la dosis de 22 mg/L ofreció la mejor combinación entre recuperación del OD y estabilidad del pH, por lo que constituyó la alternativa técnicamente más equilibrada entre los tratamientos evaluados. La temperatura permaneció estable durante el ensayo, de modo que las implicaciones de manejo se concentraron principalmente en la respuesta del OD y en las modificaciones del pH. En sistemas camaroneros, estos compuestos deben considerarse herramientas complementarias de contingencia y no reemplazos de la aireación, el manejo de la carga orgánica y las buenas prácticas integrales de calidad del agua.

### Conflicto de Intereses:

Los autores de este artículo no presentan conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores:

Leonor Margarita Rivera Intriago: Investigación, Redacción del borrador original, Visualización, Recursos, Metodología, Revisión y corrección del documento.

Saskia Jamisel Hidalgo Roman, María Teresa Chamba Elizalde, Irán Rodríguez Delgado: Investigación, Redacción del borrador original, Visualización, Validación, Software, Metodología, Investigación, Análisis formal, Curación de datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc technology: A practical guide book* (3rd ed.). The World Aquaculture Society.

Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture*. Auburn University.

Boyd, C. E., & Queiroz, J. F. (2014). Management of aquaculture ponds to reduce effluent impacts. *World Aquaculture*, 45(3), 34–39. <https://cdn.intechopen.com/pdfs/46194.pdf>

Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>

Boyd, C. E., Torrans, E. L., & Tucker, C. S. (2017). Dissolved oxygen and aeration in lctalurid catfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(1), 7–70. <https://doi.org/10.1111/jwas.12467>

Fast, A. W., & Menasveta, P. (2000). Some recent issues and innovations in marine shrimp pond culture. *Reviews in Fisheries Science*, 8(3), 151–233. <https://doi.org/10.1080/10641260008951114>

Furtado, P. S., Serra, F. P., Poersch, L. H., & Wasielesky, W., Jr. (2014). Short communication: Acute toxicity of hydrogen peroxide in juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technology systems. *Aquaculture International*, 22(2), 653–659. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9694-x>

König, R. B., Furtado, P. S., Wasielesky, W., Jr., & Abreu, P. C. (2021). Effect of hydrogen peroxide on the microbial community present in biofloc production systems of the shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 533, 736155. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736155>

Li, E., Wang, X., Chen, K., Xu, C., Qin, J. G., & Chen, L. (2021). Physiological responses and gene expression in shrimp exposed to low dissolved oxygen. *Aquaculture*, 531, 735917. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735917>

Lightner, D. V. (2011). Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): A review. *Journal of Invertebrate Pathology*, 106(1), 110–130. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.09.012>

Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M., & Cortés-Jacinto, E. (2018). Shrimp farming in Latin America: Historical perspectives, current status and future challenges. *Reviews in Aquaculture*, 10(2), 461–480. <https://doi.org/10.1111/raq.12181>

Martínez-Porchas, M., & Martínez-Córdova, L. R. (2012). World aquaculture: Environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal*, 2012, 389623. <https://doi.org/10.1100/2012/389623>

Pedersen, L.-F., & Jokumsen, A. (2017, April 10). *The pros and cons of sodium percarbonate*. Global Aquaculture Advocate. <https://www.globalseafood.org/advocate/pros-cons-sodium-percarbonate/>

- Pedersen, L. F., Suhr, K. I., Dalsgaard, J., Pedersen, P. B., & Arvin, E. (2009). Effects of hydrogen peroxide on nitrifying bacteria in biofilters. *Aquacultural Engineering*, 40(3), 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2009.01.003>
- Rach, J. J., Schreier, T. M., Gaikowski, M. P., & Lomax, D. P. (2016). Efficacy of hydrogen peroxide to increase dissolved oxygen in aquaculture. *Aquaculture Research*, 47(5), 1594–1603. <https://doi.org/10.1111/are.12607>
- Sabando Estrella, J. J., & Zavala Brito, L. A. (2022). *Evaluación de la capacidad de compuestos peróxidos para incrementar el oxígeno disuelto y su influencia en cepas de microalgas y bacterias* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56891>
- Solvay Chemicals International SA. (2013, January 1). *Oxyper® SCS sodium percarbonate* [Product data sheet]. Solvay. [https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend616/files/tridion/documents/PDS-Oxyper\\_SCS\\_201301.pdf](https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend616/files/tridion/documents/PDS-Oxyper_SCS_201301.pdf)
- Straus, D. L., Tucker, C. S., & Boyd, C. E. (2012). Effects of hydrogen peroxide on water quality and channel catfish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(4), 489–496. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2012.00582.x>
- Troell, M., Naylor, R. L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P., Folke, C., & Hall, S. J. (2014). Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(37), 13257–13263. <https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111>