

“...por un medio ambiente en equilibrio”



Vol. 13, No. 5, mayo de 2023

www.boletinelbohio.com

ISSN 2223-8409



Templo Dorado de Kioto (Kinkakuji), también conocido como Pabellón de Oro, Japón.
Autora: Klara Kulcsar, Suiza..

4

In Memoriam | 1956-2023.

Héctor Leonel Carrillo Ovalle.

11

Hay más de 170 billones de piezas de plástico a flote en los océanos del mundo.

34

Producción de camarón marino *Litopenaeus vannamei* tierra adentro mediante tecnología biofloc.
Artículo de revisión.

XXV

Foro dos Recursos
Mariños e da Acuicultura
das Rías Galegas

ForoAcui

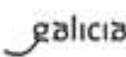
www.foroacui.com
presencial - online

5 e 6 de outubro do 2023
Auditorio do Grove
O Grove, Pontevedra



25
anos

Colaboran:



Contenido

Pág.



In Memoriam | 1956-2023. Héctor Leonel Carrillo Ovalle. .

4



Participan investigadores del CEAC en reuniones con funcionarios del Ministerio del Ambiente y Seguridad Energética de Italia bajo nuevo memorándum de entendimiento ambiental.

6

Los químicos usan bacterias para convertir el CO₂ del aire en bioplástico.

9



Restauración Ecológica. Reseña de libro.

10



Hay más de 170 billones de piezas de plástico a flote en los océanos del mundo.

11



Un fenómeno cada vez más preocupante: el plástico en los océanos. Mar y arte monumental.

13



¿El tamaño de nuestras poblaciones impacta sobre la conservación de la biodiversidad? La controversia entre Hugges y Caffaro.

16



Misión de Experto OIEA para la implementación de nuevas capacidades analíticas de alfa y gamma espectrometría en Cienfuegos.

18



Convocatorias y temas de interés.

20



Caracterización de las aguas del litoral de Banes, Holguín, Cuba. Artículo original.

24



Producción de camarón marino *Litopenaeus vannamei* tierra adentro mediante tecnología biofloc. Artículo original. ..

34



Obituario

In Memoriam | 1956-2023

Héctor Leonel Carrillo Ovalle



El festival contó por primera vez con participación de artistas internacionales, entre las que destacan las costarricenses Mariela Sandia, Elizabeth Argüello y Laura Chevez.

Resumen de su vida académica:

Electo como director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la USAC, periodo 2014-2018.

Electo por selección como Coordinador de la Unidad de Asistencia Técnica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -UAT/MAGA-, de enero a noviembre del 2002.

Evaluador de proyectos de AGROCYT y CONCYT, desde el año 2002 y CYTED-2007. Electo para la cartera de Evaluadores de Proyectos del Fondo Nacional

de Ciencia y Tecnología.

Docente investigador del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Febrero de 1992-febrero 2019. Guatemala.

Consultor privado de Medio Ambiente y Sistemas Acuáticos.

Docente Investigador del Centro Universitario de



Oriente (CUNORI/USAC). Cursos impartidos: Producción de Ganado Lechero, Ecología, Genética, Bioestadística. 1983-1987. Chiquimula/Guatemala. Productor de verduras de exportación (Brócoli, Arveja China), 5 hectáreas mecanizadas. Granja privada. Asesor de 52 investigaciones de tesis de grado universitario.



Algunas de sus publicaciones:

Algal Blooms in IOCARIBE – ANCA-IV, mayo 2007, Isla de San Andrés, Colombia.

Cochlodinium catenatum on Guatemala Coast (2004 & 2007)”. Harmful Algae News. Nro. 33. Carrillo, L., R. Cortes Altamirano, V. Leiva Cerezo and V. Ramírez. 2007.

Advancing Aquaculture in Central America: Indigenous species watershed management and production technologies for sustainable development. Auburn University, Alabama USA y Centro de Estudios del

Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. México.

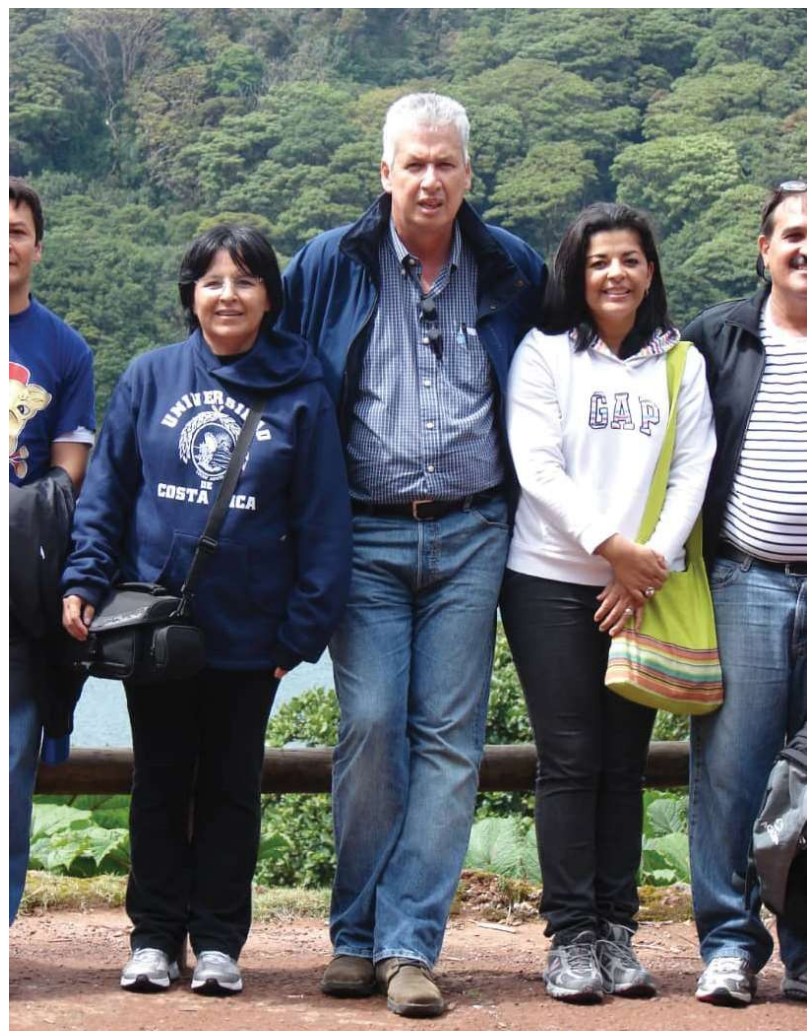
Dinámica espacio-temporal de organismos precursores de marea roja en la costa Pacífica de América del Norte y Centroamérica. Rev. Biol. Trop. 52 (Suppl.):99-107, 2004. Costa Rica.

Violet bloom produced by a cyanobacterium in a Guatemalan lagoon. Harmful Algae News. Nr. 26. Cortes Altamirano, R. and Leonel Carrillo. 2004.

The Harmful Algal Blooms: a Global Problem” 2003. 3er. International Symposium-Workshop in Latin America. Globalization and Poverty- The Role of Science. Brasil.

“Evaluación del recurso pesquero y oceanografía del Atlántico guatemalteco, durante el año 2000”. Informe Final DIGI-CEMA. Marzo 2001. Guatemala.

“Evaluación de los parámetros oceanográficos del Atlántico guatemalteco, durante el año 2000”. II Simposio Nacional de Acuicultura. Antigua Guatemala, octubre 2000.



Participan investigadores del CEAC en reuniones con funcionarios del Ministerio del Ambiente y Seguridad Energética de Italia bajo nuevo memorándum de entendimiento ambiental



Por **Maikel Hernández Núñez**
maikel@ceac.cu

Investigadores y autoridades del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), participaron en dos reuniones de alto nivel realizadas con la participación de una Misión Técnico-Institucional del Ministerio del Ambiente y Seguridad Energética de Italia (MASE) en La Habana, del 20 al 24 de marzo, en el marco del nuevo Memorándum de Entendimiento, firmado bajo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CoP27).

Los dos encuentros se realizaron, el primero de forma virtual y el segundo de manera presencial, los días 21

y 23 de marzo respectivamente, con la presencia de Roberta Ronzitti, Diplomática y Directora de Cooperación Ambiental Internacional del MASE, oficiales técnicos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y especialistas y directivos de la Dirección de Relaciones Internacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), tras el nuevo Memorándum de Entendimiento sobre cooperación en materia de Desarrollo Sostenible, firmado en noviembre de 2022 en Sharm El Sheikh, Egipto, por el CITMA y el MASE.

La cita fue escenario para evaluar aspectos técnicos relacionados con la ejecución del proyecto “Fortalecimiento de las capacidades nacionales para la construc-

ción de mapas de hábitat de los ecosistemas marino costeros y mapas de potencial de corrientes marinas para energía renovables – ECOATLAS”, coordinado por investigadores del CEAC, y con financiamiento del Gobierno italiano.

El proyecto ECOATLAS se propone fortalecer las capacidades nacionales para las evaluaciones de vulnerabilidad, riesgos, adaptación y mitigación del cambio climático en los ecosistemas marinos cubanos; el cual facilitará avanzar en el cumplimiento del Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, denominado Tarea Vida.



Así mismo se abordó sobre la actualización del estado de implementación de los proyectos “Vigilancia Marítima en Cuba - Solución SEnSE” y “Protección Costera del Malecón Habanero”; iniciativas que apuntan respectivamente a incrementar las medidas de adaptación a eventos climáticos extremos y prevención de riesgos; identificar soluciones de ingeniería para evitar inundaciones en el litoral habanero, y proteger y conservar los ecosistemas marinos.

La colaboración ambiental entre Cuba e Italia se inició en 2017, año de la firma del Memorándum de Entendimiento, en La Habana, sobre vulnerabilidad al cambio climático, gestión de riesgos, adaptación y mitigación; ahora reemplazado por el nuevo “Memorandum sobre Desarrollo Sostenible”.

Entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) identificados para la cooperación Cuba – Italia bajo el nuevo Protocolo, destacan el ODS 6 (sobre la gestión de los recursos hídricos y los ambientes acuáticos), el ODS 7, (sobre el acceso a fuentes de energía sostenibles y renovables), el ODS 13, (sobre la lucha contra el cambio climático y sus efectos negativos), y el ODS 14, (sobre el uso sostenible de los océanos y los recursos marinos).



XIV CONVENCION INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Del 3 al 7 de julio del 2023
Palacio de Convenciones de La Habana/Virtual
Cuba

www.cubambiente.com / convencion@ama.cu / www.eventospalco.com

ARTE PARA EL SUSTENTO

VIVIR LA ECOLOGÍA,
LA COLABORACIÓN Y
LA POLÍTICA EN EL MUNDO
CONTEMPORÁNEO



Universidad de Hanyang, Seúl, Corea del Sur
24-26 de mayo de 2024

XIX Congreso Internacional del
Arte en la Sociedad



Estimado/a miembro de la Red de Investigación,

Nos complace anunciarle que el **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad** tendrá lugar en la Universidad de Hanyang , Seúl, Corea del Sur, 24-26 de mayo de 2024.

Fundada en el año 2000, la Red de Investigación de Arte en la Sociedad es un foro interdisciplinar para el debate sobre el papel de las artes en la sociedad. Es un entorno de análisis crítico, examen y experimentación, que busca desarrollar ideas para relacionar las artes con sus diversos contextos en el mundo: la escena, los estudios y teatros, las aulas, los museos y galerías, las calles y comunidades.

El **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad**, convoca a presentar investigaciones que aborden los siguientes temas anuales y el tema destacado de 2024:

Arte para el sustento: **Vivir la ecología, la colaboración y la política en el mundo contemporáneo**

Esperamos verle en Seúl para el **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad**.
Un saludo cordial.

Dra. Pilar Irala-Hortal

Presidenta de la Red de Investigación
Universidad San Jorge, Zaragoza, España

Dr. José Luis Ortega Martín

Director Científico en Lengua Española
Universidad de Granada, España

Los químicos usan bacterias para convertir el CO₂ del aire en bioplástico

Una nueva configuración híbrida simple permite que las bacterias capturen CO₂ y produzcan plástico biodegradable durante días, aumentando la producción 100 veces los esfuerzos anteriores.

Los plásticos y el cambio climático están inextricablemente vinculados. Los plásticos están hechos de petróleo y casi todas las etapas de su producción generan emisiones de gases de efecto invernadero. Si la producción y el uso de plástico crecen como de costumbre, para 2030 las emisiones podrían llegar a 1.34 gigatoneladas por año, equivalentes a las emisiones de casi 300 grandes centrales eléctricas de carbón, según el Centro de Derecho Ambiental Internacional.

En un esfuerzo por cerrar el ciclo del carbono, los ingenieros químicos en Corea han aprovechado las bacterias para convertir de manera eficiente el dióxido de carbono en un plástico biodegradable. Esta podría ser “una estrategia excepcional para reducir las emisiones de CO₂ y producir bioplásticos respetuosos con el medio ambiente”, escriben en Proceedings of the National Academy of Sciences.

Muchos innovadores han buscado producir químicos, combustibles y plásticos útiles a partir de las emisiones de dióxido de carbono capturadas. Los esfuerzos de investigación más extensos se centran en el uso de catalizadores junto con calor o electricidad para convertir el dióxido de carbono capturado de fuentes industriales en plásticos.

Una ruta más nueva que están siguiendo los investigadores y algunas nuevas empresas es usar bacterias que puedan capturar el dióxido de carbono del aire y convertirlo en poliéster. Hace más de una década, los científicos descubrieron que una bacteria llamada *Cupriavidus necator* puede fermentar fuentes de carbono y producir un plástico degradable llamado polihidroxi-butarato (PHB). El PHB es un plástico biodegradable que se considera, aunque cuestionable, una alternativa ecológica a los plásticos derivados del petróleo que se

utilizan para fabricar envases de alimentos, botellas de bebidas y cubiertos desechables.

Pero el proceso de fermentación microbiana solo podía realizarse en pequeños lotes. Eso se debe a que necesitaba electricidad para funcionar, y la eventual acumulación de subproductos tóxicos mató a los microbios.

El equipo de ingenieros químicos y biomoleculares del Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea ha encontrado una solución escalable. Se les ocurrió una configuración biohíbrida que combina electricidad, catalizadores y bacterias.

Construyeron un reactor con dos cámaras separadas por una membrana. Por un lado, un catalizador de estaño estimula una reacción química que convierte el dióxido de carbono gaseoso en un formiato químico. El formiato fluye a través de la membrana hacia el otro lado, donde *C. necator* lo fermenta, produciendo gránulos del plástico PHB. La membrana mantiene a las bacterias alejadas de los subproductos tóxicos.

En el documento, informan que pueden operar el reactor continuamente durante 18 días agregando células bacterianas frescas y eliminando las células que contienen poliéster. El sistema produjo 11.5 mg de poliéster por hora, unas cien veces más que las cifras reportadas para sistemas similares, informan. Y aunque todavía necesita electricidad, el equipo dice que podría funcionar con electricidad renovable y debería ser fácil y rentable de ampliar.

Fuente: Jinkyu Lim et al., Electrólisis de CO₂ biohíbrida para la síntesis directa de poliésteres a partir de CO₂, Actas de la Academia Nacional de Ciencias, 2023.

Fuente:

https://www.anthropocenemagazine.org/2023/03/chemists-use-bacteria-to-convert-co2-in-the-air-into-bioplastic/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=scientists-harness-bacteria-to-make-sustainable-bioplastic

Reseña de libro



Tenemos el gusto de compartir esta importante herramienta para la educación en Restauración Ecológica. Se trata del libro: *Introducción a la Restauración Ecológica*, de Karen Holl de acceso libre y en Español*.

De manera sumamente preocupante, vivimos un mundo caracterizado por una profunda crisis de degradación ambiental y cambio climático que amenaza como nunca el bienestar y existencia de nuestra especie y de muchas otras más.

La ciencia y la práctica de la restauración ecológica han crecido exponencialmente en las últimas décadas debido a este panorama ambiental sombrío y a la necesidad apremiante de afrontarlo y revertirlo.

En este libro, la autora, quien es una experta mundialmente reconocida en el tema, revisa el panorama de la restauración ecológica mediante una introducción moderna y amena, pero rigurosa.

Link de descarga gratuita:

<https://copitarxives.fisica.unam.mx/LT0003ES/LT0003ES.html?fbclid=IwAR0pg7SIvny7ihLLovcW-7sA7pEiPGv9NwTSfjp2ITT5y1LmBWIFmlUWX0tU>

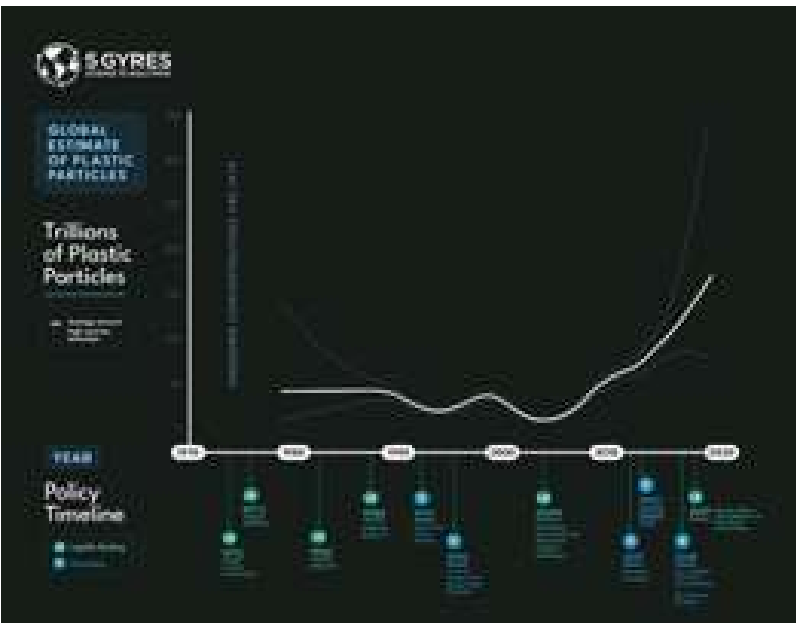
Breve reseña elaborada por **Guillermo Martín Caille**, Fundación Patagonia Natural.

* Holl K. 2023. *Introducción a la restauración ecológica*. Colección Libros de Texto. ISBN: 978-1-938128-29-5; 204pp.

Hay más de 170 billones de piezas de plástico a flote en los océanos del mundo

Por *The 5 Gyres Institute*.

Análisis de las tendencias del plástico oceánico a lo largo del tiempo revela una necesidad urgente de intervenciones políticas.



SANTA MONICA, CALIFORNIA – Un artículo de investigación publicado hoy en PLOS ONE revela que hay más de 170 billones de partículas de plástico, con un peso aproximado de 2 millones de toneladas, a flote en los océanos del mundo. Al evaluar las tendencias del plástico oceánico desde 1979 hasta 2019, los autores observan un rápido aumento de la contaminación plástica marina y hacen un llamado urgente a la adopción de medidas políticas centradas en la reducción de fuentes y la reutilización en lugar del reciclaje y la limpieza.

Comprender la presencia y las tendencias del plástico en el medio ambiente es fundamental para evaluar los riesgos actuales y futuros potenciales para los seres humanos y los ecosistemas. Los coautores utilizaron datos publicados anteriormente y nuevos (11 777 muestras) de plásticos flotantes en el océano para

crear una serie temporal global que estima el recuento promedio y la masa de microplásticos en la capa superficial del océano. El documento también ofrece una descripción histórica de las medidas de política internacional destinadas a reducir la contaminación plástica para evaluar su efectividad.

Desde 2005 en adelante, hay un rápido aumento en la masa y abundancia de plástico en los océanos, lo que puede reflejar aumentos exponenciales en la producción de plástico, fragmentación de la contaminación plástica existente o cambios en la generación y gestión de desechos terrestres. Sin una acción inmediata, se espera que la tasa de plástico que ingresa a los ambientes acuáticos aumente aproximadamente 2,6 veces entre 2016 y 2040.

Esta aceleración de la contaminación plástica marina exige una intervención política internacional urgente en la fuente de producción de plástico y fabricación de productos, antes de que se generen desechos para minimizar los daños ecológicos, sociales y económicos.



“El aumento exponencial de los microplásticos en los océanos del mundo es una clara advertencia de que debemos actuar ahora a escala global, dejar de centrarnos en la limpieza y el reciclaje, y marcar el comienzo de una era de responsabilidad corporativa para toda la vida de las cosas que fabrican”. dijo el Dr. Marcus Eriksen, cofundador de The 5 Gyres Institute.

“La limpieza es inútil si continuamos produciendo plástico al ritmo actual, y hemos escuchado sobre el reciclaje durante demasiado tiempo, mientras que la industria del plástico rechaza simultáneamente cualquier compromiso de comprar material reciclado o diseñar para reciclar. Es hora de abordar el problema del plástico en la fuente”.



Rio Hudson. Cerca de Nueva York

Estamos en un punto de inflexión en la historia, con los Estados miembros de las Naciones Unidas adoptando una resolución para acabar con la contaminación plástica en UNEA 5.2 el año pasado³.

Las políticas internacionales existentes sobre plástico están fragmentadas, carecen de especificidad y no incluyen objetivos medibles.

La creación de acuerdos internacionales vinculantes y exigibles centrados en la reducción en la fuente es la mejor solución a largo plazo. Dado que las negociaciones del tratado están en marcha, es crucial establecer un tratado global legalmente vinculante que aborde el ciclo de vida completo del plástico, desde la extracción y la fabricación hasta el final de su vida útil.



Vertedero de Indonesia 2019

El Instituto 5 Gyres publicó la primera estimación global de la contaminación plástica marina en 2014, que determinó que había más de 5 billones de partículas de plástico flotando en el océano.

El artículo actualizado reúne a muchos de los mismos coautores y científicos que son líderes en la investigación del plástico oceánico, incluido Edward Carpenter, quien publicó el primer artículo sobre el plástico en el océano en 1972; Robert Day, quien descubrió el plástico por primera vez en el Pacífico Norte en 1985; y Charles Moore, quien descubrió la Gran Parche de Basura del Pacífico en 1997.

Para obtener más información, visite [5gyres.org](https://sevensseasmedia.org/new-research-paper-reveals-there-are-more-than-170-trillion-pieces-of-plastic-a-float-in-the-worlds-oceans/)
<https://sevensseasmedia.org/new-research-paper-reveals-there-are-more-than-170-trillion-pieces-of-plastic-a-float-in-the-worlds-oceans/>

Mar y arte monumental

Un fenómeno cada vez más preocupante: el plástico en los océanos



Por **Giada Pezzo**
pezzo.giada@gmail.com

En este número vamos a tratar de la contaminación, en particular la marina, y presentar una instalación sobre el tema.

La acumulación de plástico de un solo uso es actualmente una de las formas más visibles de constatar nuestro daño al ecosistema marino, hasta el punto de que en los últimos años la contaminación por plástico se ha convertido en uno de los problemas medioambientales más urgentes que hay que abordar, tanto por su gravedad como porque lo hemos ignorado durante demasiado tiempo.

Llevamos más de un siglo produciendo plástico a partir de la transformación de combustibles fósiles y hoy se utiliza a diario en todos los ámbitos de la vida humana. En particular, la producción y el consumo de plástico han experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas y han provocado la contaminación de la tierra y el mar, especialmente en muchos países de Asia y África, donde los siste-

mas de recogida de residuos son a menudo ineficaces o inexistentes.

Si lo pensamos bien, el uso para el que pueden estar diseñados ciertos objetos de plástico se cumple en cuestión de minutos, pero luego persisten en la tierra durante cientos de años antes de descomponerse por completo. Los resultados de una cultura basada en el uso y el derroche de objetos de plástico de un solo uso pueden verse por todas partes, tanto en las costas como en los océanos: en el océano Pacífico, por desgracia, existe una isla de plástico del tamaño de España llamada Great Pacific Garbage Patch (Gran Parche de Basura del Pacífico) y compuesta por 3 toneladas de basura flotante, pero no es un fenómeno aislado, también en el Mediterráneo, por ejemplo, hay una entre Córcega (Francia) y la isla de Elba (Italia). Absurdamente, se calcula que en 2050 el peso de los plásticos en los océanos superará al de los peces y, según datos publicados por el WWF, cada año se producen 450 millones de toneladas de plástico, 8 millones de toneladas de residuos plásticos acaban en los océanos y 700 especies se ven afectadas por este fenómeno.

De hecho, es un hecho constatado que los microplás-

ticos que acaban en el agua pueden ser ingeridos por la fauna marina causándole intoxicación o incluso la muerte, y que los animales pueden quedar peligrosamente enredados en estos materiales. Además los daños también pueden afectar a los seres humanos, que pueden verse expuestos a las sustancias químicas a través de la cadena alimentaria.

Sin embargo, el plástico en los océanos no es el único fenómeno de contaminación del agua: son un ejemplo los vertidos de hidrocarburos causados a menudo por accidentes. Asimismo, en los últimos años el mar se ha visto afectado por una drástica subida de su nivel debido al deshielo de los glaciares y de los casquetes polares, que a su vez se debe al aumento de las temperaturas.

Hoy en día, todos somos más o menos conscientes de los efectos potencialmente desastrosos del cambio climático y la contaminación, pero nos cuesta comprometernos de forma concreta con el futuro del planeta. Quizá esto se deba en parte a la dificultad de renunciar y cambiar nuestros cómodos hábitos y al hecho de que las soluciones más ecológicas son en muchos casos más caras.

Otra causa de esta tímida respuesta es la percepción que la gente tiene del fenómeno: sólo en determinadas ocasiones nos damos cuenta de que se trata de problemas reales e inminentes, es decir, cuando se producen grandes acontecimientos y la gente se siente personalmente afectada, al ver las consecuencias con sus propios ojos. En este caso, el proverbio: “Ojos que no ven corazón que no siente” parece sentar como un guante.

Ciertamente la política tiene un papel fundamental en la concienciación de los ciudadanos sobre estos temas, ya que tiene el privilegio de poder orientar no sólo su comportamiento, sino también su pensamiento y percepción de los mismos, distinguiendo aquellos que son más urgentes, concentrando esfuerzos y recursos en ellos, de los que pueden posponerse, como ocurrió con la contaminación, que inevitablemente se fue acentuando con el paso de los años.

La emergencia medioambiental se denomina cisne verde, en contraposición a la definición de cisne negro

(Nassim Nicholas Taleb, 2007), que indica acontecimientos imprevisibles de gran magnitud. Por lo tanto, sorprenderse hoy en día por las catástrofes medioambientales es un signo evidente de hipocresía: la ciencia lleva años advirtiéndonos de los efectos del cambio climático y la contaminación. Ha llegado el momento de actuar y los gobiernos no pueden ni deben aplazar más la búsqueda común de una solución para evitar efectos aún más dramáticos o incluso irreversibles.

En este sentido, hay muchos artistas en el mundo que se autodenominan “artistas comprometidos”, que crean obras con el objetivo de denunciar la situación medioambiental global y local e intentan hacer su parte para animar a la gente a hacer lo mismo y a actuar concretamente, convencidos de que si todos hicieran su parte, la humanidad podría salvar el planeta que nos acoge desde hace siglos.

Entre ellos podemos incluir sin duda al artista, activista y fotógrafo canadiense Ben Von Wong, autor de la instalación Giant Plastic Tap, que denuncia los problemas medioambientales a través de sus obras. Según él, el impacto visual lo es todo y por eso sus instalaciones no necesitan explicación alguna: son inmediatamente comprensibles para cualquiera.



La obra, financiada por la Embajada de Canadá en Francia, representa un gran grifo dorado de casi 10 metros de altura del que brotan emblemáticamente objetos de plástico de todo tipo sin control. Utilizó materiales plásticos desinfectados y pegados procedentes

de Kibera, la mayor barriada de chabolas de África, mientras que el grifo se fabricó con conductos de ventilación recuperados.

En la instalación en la sede de las Naciones Unidas en Nairobi (Kenia), con motivo de la cumbre celebrada el 2 de marzo de 2022 para alcanzar un acuerdo sobre los plásticos, Von Wong contó con la participación de voluntarios de la ONG local Human Needs Project, que presta apoyo a la población local que vive en condiciones desfavorecidas y dio trabajo a 100 residentes de Kibera.

El objetivo del artista queda claro de inmediato: denunciar la situación medioambiental y la dispersión del plástico que necesita una solución. Además, junto con la instalación, Ben Von Wong lanzó un crowdfunding para crear puestos de trabajo en el contexto del sistema circular de reutilización y un reto con premio para conseguir visibilidad a gran escala.

Además, con Giant Plastic Tap, Von Wong quiere comunicar que hemos sobrepasado la cantidad de plástico que el mundo puede realmente soportar y no hay señales de que vayamos a tirar del freno. Según él, de hecho, los gobiernos están enfocando mal el tema de los residuos plásticos: se centran en el reciclaje, sin duda una actuación más que buena, pero en lugar de en las consecuencias, deberían ocuparse de la causa del problema: erradicarlo de raíz, es decir, “cerrar el grifo del plástico”, usando cada vez menos, desarrollando bioplásticos más eficientes y prefiriendo materiales alternativos.

Ben Von Wong también se encargó de fotografiar su obra, que, además de en Nairobi, se colocó en varios

lugares emblemáticos: una playa (en la foto); una planta de reciclaje, porque sólo se recicla el 10% del plástico; un depósito de contenedores, para simbolizar la exportación de residuos; un vertedero; un parque infantil, para subrayar cómo este fenómeno puede tener consecuencias para las generaciones futuras; frente al Ripley Aquarium de Canadá, por ser uno de los destinos turísticos más concurridos de Toronto, con más de 10,000 visitantes al día; y frente a la segunda Conferencia de los Océanos de las Naciones Unidas, celebrada en Lisboa del 27 de junio al 1 de julio de 2022, de la que la instalación era un símbolo.

Sobre la instalación, Von Wong declaró:

“No puedo resolver este problema yo solo, pero pensé que podría empezar a canalizar la concienciación que mi trabajo puede aportar a las personas y organizaciones que están haciendo el trabajo sobre el terreno para crear un cambio”.

Y su visión coincide exactamente con la nuestra: el arte puede desempeñar un importante papel social sensibilizando a través del canal visual, que puede tener un mayor impacto, a su espectador.

Para los interesados, más abajo está el enlace al vídeo entre bastidores realizado por Von Wong, donde explica en inglés cómo dio vida al proyecto. Merece la pena verlo.

<https://www.youtube.com/watch?v=f8ZJypW2IRw>

* 1ª imagen tomada de <https://aggrouphop.it/liso-la-di-plastica/>

* 2ª imagen tomada de <https://turnofftheplastictap.com/>



¿El tamaño de nuestras poblaciones impacta sobre la conservación de la biodiversidad? La controversia entre Hugues y Caffaro



Según algunas voces, la superpoblación es una de las causas más importantes de los problemas en el mundo. No importa si se trata de falta de alimentos, agua potable o energía, cualquier país del mundo tiene o tendrá que enfrentarse a ello. En parte, gracias a la importación de las mercancías, un país puede mantener su nivel de bienestar por años e incluso décadas. Sin embargo, esto no durará para siempre. En un futuro no lejano la cantidad de habitantes del mundo tenderá a crecer de ocho a diez mil millones; y cada vez más países necesitarán autoabastecerse para poder subsistir.

En nuestra región, las sociedades contemporáneas tienden a querer cada vez más bienestar, y a la vez, grandes flujos de personas se movilizan en busca de mejores condiciones de vida y de prosperidad. Si

bien los técnicos hacen hincapié en que la tecnología proveerá, ofreciendo una solución para nuestros problemas; las provisiones tecnológicas no han podido erradicar aún el hambre en forma relevante en los territorios.

En un momento en que el mundo se enfrenta a una escalada rápida y alarmante de los precios de los alimentos, generando inseguridad y conflictos, existe un riesgo creciente de que los gobiernos propongan soluciones simplistas e inhumanas. Este escenario puede ser visto como un terreno fértil para el resurgimiento de ideas *neo-maltusianas* que históricamente han justificado peligrosos movimientos de *darwinismo social* y *eugenésicos*.

Muchos aspectos sociales centrales, como la consideración y el respeto a los valores culturales y espi-

rituales de las comunidades locales, no se reconocen en muchas propuestas instrumentales de planificación para la conservación de la biodiversidad. Por ello, Hugues y col. (2023) argumentan que, centrarse demasiado en el tamaño de la población, como proponen Caffaro y col. (2022), sólo puede promover que los espectros políticos de extrema derecha abracen regímenes dictatoriales que ignoren los derechos humanos.

Defender que la reducción de la población humana es una prioridad, solo distrae de los cambios necesarios para reducir la pérdida continua de biodiversidad. Por el otro lado, es probable que los enfoques que priorizan la salud, el bienestar y el desarrollo de capacidades entre los grupos de bajos ingresos, ralenticen las tasas de crecimiento de la población como resultado de mejor atención médica y mejores servicios humanos.

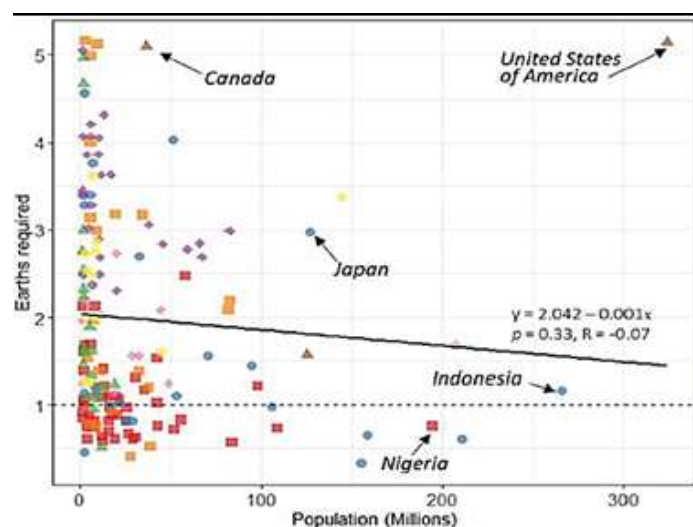


Figura: Relación entre la población de cada país y el número de Tierras necesarias para proporcionar las tasas de consumo de cada uno (Fuente: Hugues y col. 2023).

Según Hugues y col. (2023), el binario propuesto por Caffaro y col. (2022) continúa estigmatizado a las economías en desarrollo, subestima los impactos presentes e históricos del consumo exagerado y desigual por las economías concentradas y dominantes, y perpetúa la creencia de que el crecimiento de la población es el único culpable del deterioro de los ecosistemas.

Las estrategias de conservación que se reiteran en un enfoque basado en la disminución de la población humana, limitan el surgimiento de soluciones políticas

creativas, necesarias para reducir el consumo de manera equitativa y sostenible, y descuidan las posibilidades de avanzar hacia una gobernanza policéntrica de nuestros bienes comunes (una forma de gobernanza y articulación con potencial de coordinar múltiples actores sociales y centros semiautónomos de tomas de decisiones).

Hughes y col. (2023) proponen un enfoque de gobernanza impulsado por soluciones que incluyan la contabilidad de la compleja red del comercio mundial, los patrones de consumo, los ciclos de vida de los bienes y cómo los recursos se distribuyen de manera desigual entre y dentro de las poblaciones. Sostienen que, dejar de centrarse frenar el crecimiento de la población humana, liberará recursos para conservar la biodiversidad y apoyará de manera integral las transiciones sostenibles necesarias en todos los sectores y sociedades.

Para cerrar sumamos esta breve reflexión. Conviene recordar que esta controversia no es reciente, sino que se remonta a varios siglos atrás. En 1798 Thomas Malthus, señaló en *“El principio de la población”* que el número de habitantes de la Tierra pronto superaría los recursos necesarios para mantener la vida humana, lo que provocaría tremendas hambrunas, y por ello resultaba necesario reducir el número de habitantes.

En forma tajante el filósofo Friedrich Engels le contestó, en 1844: *«Bajo el capitalismo, la distribución del hambre en la población no se debe a la abundancia de los pobres, sino a una distribución demasiado pobre de la abundancia de la sociedad»*.

Síntesis elaborada por Guillermo Martín Caille, Fundación Patagonia Natural.

Caffaro y col. 2022. Overpopulation is a major cause of biodiversity loss and smaller human populations are necessary to preserve what is left.

Ver: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320722001999>

Hughes AC y col. 2023. Smaller human populations are neither a necessary nor sufficient condition for biodiversity conservation.

Ver: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320722003949>

Misión de Experto OIEA para la implementación de nuevas capacidades analíticas de alfa y gamma espectrometría en Cienfuegos



Por ***Maikel Hernández Núñez***
maikel@ceac.cu

Una Misión de Experto del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para la implementación de nuevas capacidades analíticas de alfa y gamma espectrometría, en el Grupo de Radiometría del Laboratorio de Ensayo Ambientales del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), se llevó a cabo del 30 de marzo al 10 de abril.

La misión científico-técnica fue realizada por un representante de la firma Baltic Scientific Instruments Stanislavs Ložkins, para instalar nuevos equipamientos, que contribuirán al desarrollo de las investigaciones en la ejecución de proyectos y servicios científico-técnicos, nacionales e internacionales, relacionados con la aplicación de las técnicas nucleares en estudios del medio ambiente, expresó el M.Sc. Héctor Alejandro

Cartas Águila, Especialista en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente del CEAC.

Durante la misión, se puso en funcionamiento un Sistema Espectrométrico Alfa con doce cámaras de detección y un Sistema Espectrométrico Gamma con detector de Germanio de alta pureza.

En las jornadas de trabajo fueron entrenados dos especialistas de la institución cienfueguera y un futuro estudiante de la carrera de Física Nuclear.

Los temas impartidos abarcaron la instalación de componentes de los sistemas y sus softwares, sus calibraciones, la adquisición y análisis de espectros y la creación del informe de resultados.

Estos sistemas serán empleados principalmente, en la determinación de tasas de sedimentación y en el fechado de sedimentos, mediante los radionúclidos

naturales polonio-210 (emisor de radiación alfa) y plomo-210 (emisor de radiación gamma), en los ecosistemas marino-costeros y lacustres del país, agregó Cartas Águila.

Estos resultados, junto con la determinación de metales pesados mediante el Análisis Elemental por Fluorescencia de Rayos X y la determinación de compuestos orgánicos por Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas permiten revelar la historia de la contaminación ambiental y adoptar medidas estratégicas para minimizarla o eliminarla, para contribuir al cuidado y conservación del medio ambiente, añadió.

La actividad científica se desarrolló en el marco del proyecto “Consolidación y mejora de las capacidades nacionales para asegurar las evaluaciones y acciones de adaptación y mitigación del cambio climático en

Cuba (Tarea Vida), a través del uso de técnicas isotópicas y nucleares (ISOVIDA)”, financiado por la Agencia de Energía Nuclear y tecnologías Avanzadas (AENTA).

A su vez el proyecto en cuestión es contraparte nacional del proyecto regional “Fortalecimiento de capacidades en ambientes marinos y costeros utilizando técnicas nucleares e isotópicas -RLA/7/025”, auspiciado por el OIEA.

La empresa Baltic Scientific Instruments se especializa en el desarrollo y fabricación de dispositivos espectrométricos basados en semiconductores y detectores de centelleo. Sus productos se aplican en energía nuclear y ecología, geología e industria de recursos minerales, medicina y actividades de investigación, control aduanero y otras esferas.



Convocatoria

El Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Oriente se complace en comunicarle a la comunidad científica, académica y profesional que la tradicional **CONFERENCIA DE QUÍMICA**, evento, en esta especialidad, de más historia en Cuba desarrollará su 24 edición en la modalidad virtual. Coauspiciada por la Sociedad Cubana de Química (SCQ), la misma tendrá lugar del **20 al 24 de noviembre de 2023**. Esta edición se dedica al 75 aniversario de la Universidad de Oriente. El programa contempla conferencias plenarias, presentaciones orales y carteles en las diferentes temáticas.



24 CONFERENCIA DE QUÍMICA 2023

24 CONFERENCIA DE QUÍMICA VIRTUAL

Convocatorias y temas de interés



V CONGRESO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Estimada Comunidad,

Junto con saludar, uno de nuestros miembros de la comunidad nos extiende la siguiente invitación al **V Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias a celebrarse en el Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, del 5 al 9 de junio del 2023.**

El objetivo de generar conocimientos e intercambiar experiencias de éxitos que promuevan y favorezcan la integración entre las más diversas áreas del conocimiento relacionadas con las ciencias de la educación, las ciencias económicas y empresariales, las ciencias sociales y la cultura física que refuercen el mandato social de la educación superior y destaquen el aporte de las universidades en materia de innovación con la mirada puesta en la defensa y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

En correspondencia con ello, el Programa Científico del evento incluirá Conferencias Magistrales de notables expertos nacionales e internacionales, así como, Plenarias, Talleres, Presentaciones y posters virtuales y Exposición Científico-Comercial, las cuales privilegiarán el enfoque multidisciplinar, que permitirá congregar a especialistas de todo el mundo, en torno al empeño de alcanzar un desarrollo sostenible.

El Comité organizador, para el intercambio académico, científico y técnico, aceptará contribuciones relacionadas con los **EVENTOS SIMULTÁNEOS Y LOS EJES TEMÁTICOS** correspondientes.

Para participar y obtener más información, contactar con:

Carolina Maturana

Consultora Regional para América Latina y El Caribe
Plataforma de Conocimientos sobre Agricultura Familiar. +569 79776935.

Un gran abrazo y buen fin de semana.

WORLD AQUACULTURE 2023 DARWIN AND MORE AQUACULTURE EVENTS ORGANIZED by the World Aquaculture Society & the European Aquaculture Society.

WORLD AQUACULTURE 2023 Darwin, Northern Territories, Australia May 29 – June 1, 2023 Darwin is proud to be hosting World Aquaculture for Australia for the first time since 2014.

This annual event will incorporate the Australasian Aquaculture industry and will see several thousand attendees from around the world converge on the city of Darwin World Aquaculture 2023 (WA2023) will be an opportunity for the international aquaculture community - academics, industry researchers, market and industry analysts, government officials, policy makers and industry representatives to present their work and exchange ideas and develop a vision for the future of the aquaculture industry as we focus on the theme of “Supporting Strength in Aquaculture”. Submit your abstract soon.

An event not to be missed - WA2023 will offer a chance to gauge the sector’s progress, whilst we discuss and debate the issues, ideas, mechanisms and hands-on practical approaches towards building a better industry. In addition, there will be ample opportunity to

network at the exhibition, many workshops, seminars and other business meetings. We can provide options for your meeting.

Visit World Aquaculture 2023 | World Aquaculture Society Meetings (was.org) or contact Nate at apc@was.org for general info or Mario at mario@marevent.com for more info on exhibition and sponsorship.

Thanks to the Northern Territory government for their support.

Thanks to all the WAS Premier Sponsors Blue Aqua, Zeigler, Kemin, Grand Aqua, MSD and US Soy.

AQUACULTURE EUROPE 2023 – AE23 – Vienna, Austria – September 18-21, 2023. Annual meeting organized by the European Aquaculture Society.

Vienna, arguably Europe's cultural capital, is a city with unique charm, vibrancy and flair. From medieval alleyways to imperial squares, view the Schönbrunn Palace or the Imperial Palace (Hofburg) in the footsteps of Sissi and Emperor Franz Josef, and the majestic architecture along the Ring Boulevard. Vienna is not an aquaculture capital, but we all know "The Blue Danube" by Johan Strauss I AE2023 will take place at the Messe Wien Exhibition and Congress Center – a modern, high capacity venue in the city and easily accessible by the Vienna Metro (U-Bahn) system.

As part of AE2023, EAS will organize the second RAS@EAS event, a one-day workshop.

The AE event is a focal point for meetings of European associations, satellite workshops of EU projects and other events. We can provide options for your meeting.

More info www.aquaeas.org or contact ae2023@aquaeas.eu; Exhibit invitation and sponsorship contact mario@marevent.com.

Thanks to Biomar for their support as Gold sponsor

AFRICAN AQUACULTURE 2023 – AFRAQ23 – Lusaka, Zambia – November 13 – 16, 2023. The 2nd Annual International Conference & Exposition of the African Chapter of the World Aquaculture So-

ciety (AFRAQ2023). Zambia, being one of the fastest growing aquaculture producer countries in Africa will host the largest aquaculture conference and trade show in Africa. Thousands of delegates from around the world are expected to converge in the bustling and glittering capital city, Lusaka to celebrate achievements on all aspects of aquaculture development in Africa, but also to find solutions to some of the challenges hampering the growth of the sector, and to explore new opportunities. AFRA2023 will undoubtedly provide numerous networking and collaboration opportunities. More details in the brochure. Exhibit invitation.

Thanks to Aller Aqua for their support as Gold sponsor.

Thanks to all the WAS Premier Sponsors Blue Aqua, Zeigler, Kemin, Grand Aqua, MSD and US Soy.

XIV CONVOCATORIA SANTANDER-UA de becas para cursar másteres oficiales en la UA, dirigida a personas de Iberoamérica. Curso 2023/2024.

Enlace general de la convocatoria:

<https://sri.ua.es/es/cooperacion/ayudasbs/becas-banco-santander-ua.html>

Si tiene cualquier duda puede dirigirse a la Subdirección de Proyectos de Cooperación Universitaria al Desarrollo y Becas, a través del siguiente correo electrónico: p.becas@ua.es.

CONSERVACIÓN ESTRATÉGICA ANUNCIA EL CURSO: "ECONOMÍA Y FINANZAS PARA EL LIDERAZGO AMBIENTAL"

Considerado uno de los principales programas, a nivel mundial, en la formación en economía y finanzas aplicadas para profesionales del medio ambiente, el Curso Internacional que CSF dicta en Estados Unidos, por primera vez se realizará en español y en línea. Se abordarán diversos temas de la economía ambiental, como: fundamentos económicos básicos y factores que impulsan la degradación de los recursos naturales, incentivos económicos, valoración de los servicios ecosistémicos, financiamiento de programas de conservación, análisis costo-beneficio de programas de desarrollo, formulación y evaluación de políticas

ambientales, y economía del comportamiento que afecta nuestras decisiones cotidianas relacionadas con la conservación de la naturaleza. Conoce todos los detalles y regístrate aquí.

Fuente: Boletín REDESMA. boletinredesma@cebem.org

ESTIMADA COMUNIDAD...

Junto con saludar, uno de los colaboradores nos ha compartido la siguiente convocatoria para promover el voluntariado en cooperación.

Les pido difundir entre sus redes Gracias!!!

Te gustaría viajar con CESAL a la frontera de República Dominicana y Haití?
¡Participa en RecAcciona!

La República Dominicana y Haití comparten la isla conocida como La Española. En la frontera entre ambos países se ubica, precisamente, la reserva de la biosfera transfronteriza de La Selle-Jaragua-Bahoruco-Enriquillo. ¿Cómo podemos protegerla?

¡Grábate un selfie contándonos tus ideas para resolver esta problemática. Cuéntanos por qué tendrías que venir tú como persona voluntaria a terreno.

Bases e Inscripción en el link <https://www.cesalreaccion.com/>

Carolina Maturana

Consultor Regional para América Latina y El Caribe
Plataforma de Conocimientos sobre Agricultura Familiar

El Comité Mexicano de Manglares: invita a someter Artículos Científicos y de revisión.

Ecosistemas de Manglar: Desarrollo de Ciencia para su Conservación y Restauración.

<https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb>

Pasos a seguir:

- 1.- Deberá someter su artículo en la plataforma OJS de la Revista Madera y Bosques, Ingresando como prefijo la palabra “Manglares” al título.
- 2.- Todas las propuestas de publicación deberán pasar por la revisión de pares.
- 3.- Deberán seguir las directrices de redacción de la Revista

Fecha límite de recepción de manuscritos el 15 de Julio del 2023

Fecha propuesta de publicación Enero 2024

Más información: congresomanglares2023@gmail.com

Saludos cordiales,

Comité Organizador.



LATIN AMERICA
CARIBBEAN &
FISHERIES
CONGRESS 2023

CONGRESO
LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE
DE PESQUERIAS

Latin America and Caribbean Fisheries Congress
Congreso Latinoamericano y del Caribe de Pesquerias

Mayo/May 15-18, 2023

Cancun Convention Center, Cancun, Mexico

GAGMA MINAG
MINISTERIO DE LA AGRICULTURAINIVIT
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE CIENCIAS VEGETALES


SIMPOSIO INTERNACIONAL

de Raíces, Rizomas, Tubérculos, Plátanos, Bananos y Papaya

INIVIT 2023



24-27
de octubre
de 2023



Temáticas

- Mejoramiento genético de plantas. Gestión y conservación de la biodiversidad.
- Biotecnología aplicada a la mejora genética, conservación y propagación masiva de plantas.
- Sistemas integrados de producción de semillas y alimentos, inclusivos y resilientes al cambio climático.
- Sanidad agrícola: enfoque "Una salud".
- Manejo sostenible de suelos y la nutrición de plantas.
- Economía circular como modelo de producción y consumo sostenible.
- Innovación agropecuaria local y agricultura familiar con enfoque de género. Extensión agraria.
- Agroindustria y agronegocios. Competitividad y sustentabilidad de cadenas agrícolas.
- Agroecología y uso eficiente de bioinsumos agropecuarios.
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones aplicadas a la agricultura.

Recepción de las ponencias hasta el 30 de julio de 2023

✉ Correos del evento: inivitevento@gmail.com, simposio@inivit.cu

 www.inivit.cu



Contacto: (+53) 59436241



Caracterización de las aguas del litoral de Banes, Holguín, Cuba

Jonathan Pozo Serrano¹, Enrique Reynaldo de la Cruz¹, Roberto de Jesús Ayra Cedeño¹,
Lisbet Guzmán Alberteris²

1.- Centro de Investigación y Servicios Ambientales de Holguín.

Departamento de Gestión Costera y Recursos Naturales.

Calle 18 s/n e/ 1ra. y Maceo. Rpto. El Llano, Holguín, Cuba. C.P. 80100

jpozo920@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8391-7380;

ereynaldodelacruz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3790-9843;

rayrac49@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8619-797X.

2.- Universidad de Holguín. Facultad Ciencias Empresariales y Administración.

Departamento Economía.

Ave. XX Aniversario, Piedra Blanca, Holguín, Cuba. C.P 80100.

guzmanlisbet60@gmail.com, ORCID 0000-0002-3274-8932

Resumen: Los cuerpos de agua, particularmente las costas y los grandes lagos proveen una fuente de comida, empleo, recreación y residencia, son la primera defensa para varios desastres y peligros naturales. En los últimos años, el rápido desarrollo industrial y el crecimiento de las ciudades en todo el orbe están llevando al incremento de problemas ambientales. El litoral muestreado se ubica en el municipio Banes, situado hacia el centro norte de la provincia Holguín, en los 20°58'11" latitud norte y los 75°42'42" longitud oeste. Con una extensión de franja costera de 18 699 m. Se empleó el medidor multiparamétrico portátil HI 9829, para medir temperatura, oxígeno disuelto (OD), % Saturación de Oxígeno, conductividad, sólidos disueltos totales (SDT), Salinidad (PSU), % de saturación de oxígeno, Turbidez (NTU), Potencial de Oxidación Reducción (ORP), pH, ORP/pH, Resistividad y Densidad. El análisis de similitud entre estaciones de colecta en base a la presencia y ausencia de las variables permitió establecer dos grandes grupos I y II. La comparación estadística (ANOSIM) entre los dos grupos establecidos en el análisis de similitud permitió obtener un valor del nivel de significación $p = 9.999E-05$ y una fuerza de los factores sobre las muestras $R = 0.94$. Resultados que muestran una diferencia estadística entre ambos grupos. Las variables que más contribuyeron en la disimilitud entre ambos grupos fueron: ORP con (51.23 %), % Saturación de Oxígeno (31.27 %).

Palabras clave: Holguín, Porcentaje de Saturación de Oxígeno, Litoral, municipio, multiparamétrico.

Characterization of the waters of Banes's seaboard, Holguín, Cuba

Abstract: Bodies of water, particularly coastlines and large lakes, provide a source of food, employment, recreation and residence, and are the first defense against various natural disasters and hazards. In recent years, rapid industrial development and the growth of cities around the world are leading to an increase in environmental problems. The sampled coastline is located in the Banes municipality, located towards the north center of the Holguín province, at 20°58'11" north latitude and 75°42'42" west longitude. With an extension of the coastal strip of 18 699 m. The HI 9829 portable multiparameter meter was used to measure temperature, dissolved oxygen (DO), % Oxygen Saturation, conductivity, total dissolved solids (TDS), Salinity (PSU), % oxygen saturation, Turbidity (NTU), Potential of Oxidation Reduction (ORP), pH, ORP/pH, Resistivity and Density. The similarity analysis between collection stations based on the presence and absence of the variables allowed establishing two large groups I and II. The statistical comparison (ANOSIM) between the two groups

established in the analysis of similarity allowed obtaining a significance level value $p = 9.999E-05$ and a force of the factors on the samples $R = 0.94$. Results that show a statistical difference between both groups. The variables that most contributed to the dissimilarity between both groups were: ORP with (51.23%), % Oxygen Saturation (31.27%).

Keywords: Holguín, Percentage of Oxygen Saturation, Coast, municipality, multiparametric.

Introducción

Los cuerpos de agua, particularmente las costas y los grandes lagos proveen una fuente de comida, empleo, recreación y residencia y constituyen la primera defensa para varios desastres y peligros naturales. En los últimos años, el rápido desarrollo industrial y el crecimiento de las ciudades en todo el orbe están llevando al incremento de los problemas ambientales. Entre el 70 y el 75 % de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. El 90 % de los contaminantes son transportados por los ríos al mar (Antonella y Francisco, 2017).

Las aguas superficiales que desembocan en las costas se ven afectadas por la presencia de microorganismos, compuestos inorgánicos, nutrientes, sólidos en suspensión, metales pesados, compuestos orgánicos (denominados “materia orgánica disuelta”) e hidrocarburos, entre otros. En consecuencia, la calidad del agua dependerá del valor de los distintos parámetros físicos, químicos, bióticos y microbiológicos (Alfaro *et al.*, 2021).

Diferentes transformaciones políticas, económicas, culturales y sociales han conllevado al daño y uso excesivo e ineficiente de los recursos ofrecidos por el medio ambiente, lo cual ha generado un auge por el desarrollo y planteamiento de diferentes soluciones que contribuyan a la mitigación de las problemáticas ambientales desde diferentes áreas del conocimiento (DelMar, 2020).

La Convención de Naciones Unidas en la Ley del Mar define contaminación como “la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía en el ambiente marino incluyendo estuarios, que resultan en efectos dañinos a la salud humana, obstáculos a las actividades marinas, incluyendo pesca y otros usos del mar, deterioro de la calidad para uso del agua de mar y menoscabo de los lugares de esparcimiento” (ONU, 2002). Debe estimarse que un fluido o agua está contaminada cuando su estado es modificado de modo que ya no tiene las propiedades naturales inherentes antes de su uso. Esta contaminación es causada por agentes contaminantes que son los desechos de materia orgánica e inorgánica y productos químicos dañinos, provenientes de industrias y casas domésticas. Por eso se debe aportar un valor de planteamiento a la orientación de una gestión preventiva que comprende los recursos hídricos (Coveñas, 2017).

La contaminación de las playas del litoral norte de la provincia de Holguín en Cuba puede generar un peligro de degeneración de la calidad del agua de la zona costera, por lo que evaluar las características químicas-físicas permitirá obtener importante información a fin de manejar eficientemente los residuales y minimizar su impacto. Por lo antes expuesto se estableció como objetivo caracterizar químicamente las aguas costeras del litoral norte de la provincia de Holguín.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

El litoral muestreado (Fig. 1) se ubica en el municipio Banes, situado hacia el centro norte de la provincia Holguín, 20°58'11" latitud norte y los 75°42'42" longitud oeste. Limita por el norte con el océano Atlántico, por el sur con el Municipio Mayarí, al este el océano Atlántico, municipio Antilla y la bahía de Nipe; al oeste con

los municipios Rafael Freyre y Báguanos. Con un largo de franja costera de 18 699 m. Este estudio se realizó en el mes de noviembre del 2021, donde se tomaron varias mediciones para las 15 estaciones geo referenciadas (Tabla 1).

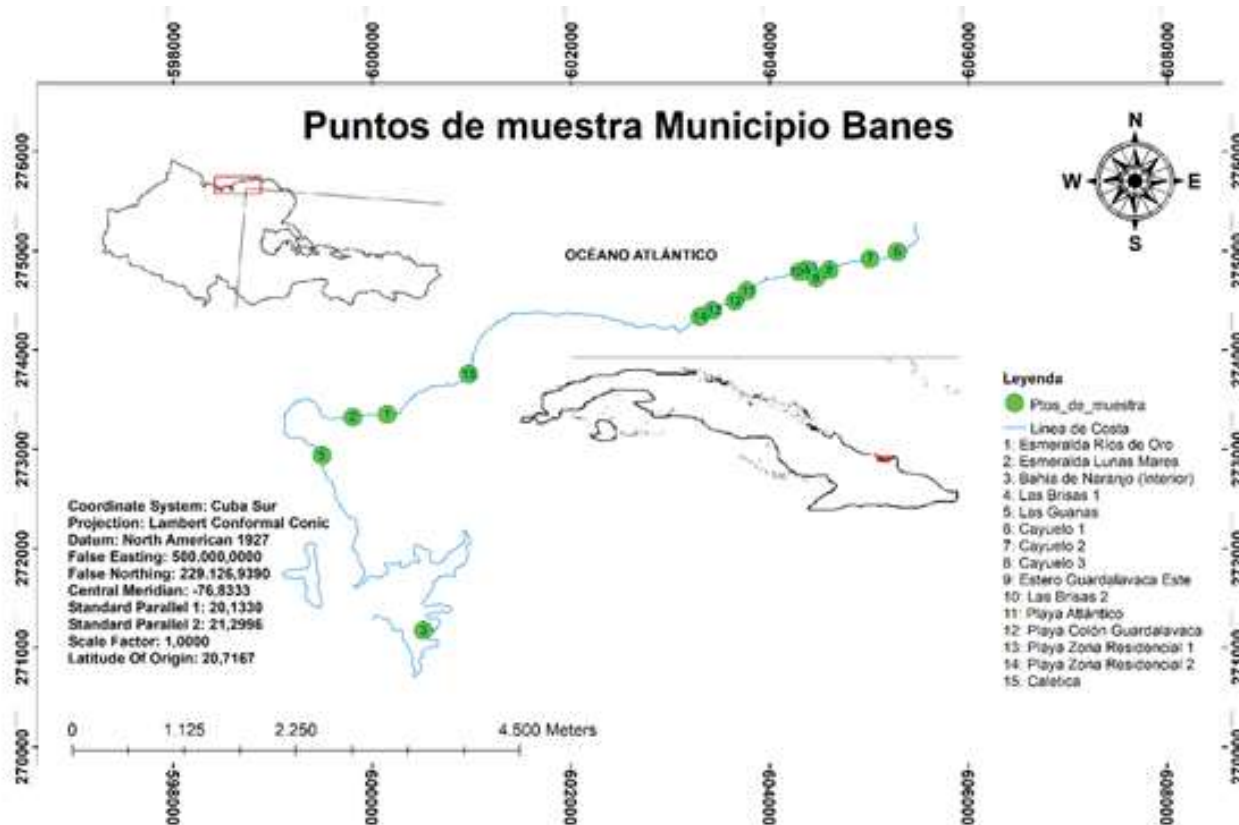


Figura 1.- Localización del área de estudio.

Tabla 1.- Coordenadas de los sitios muestreados.

Localidad	Estación	Coordenadas planas Cuba Sur	
		X	Y
Playa Esmeralda Ríos de Oro	1	600152.6354	273350.5153
Playa Esmeralda Lunas Mares	2	599806.4862	273323.856
Bahía de Naranjo (Interior)	3	600517.603	271174.647
Playa Las Brisas 1	4	604377.1816	274812.3745
Playa Las Guanas	5	599497.0748	272940.6827
Playa Cayuelo 1	6	605287.174	274988.895
Playa Cayuelo 2	7	605012.2076	274918.2152
Playa Cayuelo 3	8	604602.7456	274807.56
Estero Guardalavaca Este	9	604468.9483	274725.9302
Playa Las Brisas 2	10	604302.028	274789.015
Playa Atlántico	11	603772.037	274596.2357

Playa Colón Guardalavaca	12	603650.8312	274494.7711
Playa Zona Residencial 1	13	603424.5383	274398.781
Playa Zona Residencial 2	14	603302.802	274335.898
Playa Caletica	15	600973.339	273758.379

Diseño de muestreo

Se empleó el medidor multiparamétrico portátil HI 9829, realizando como promedio 18 mediciones en cada estación de muestreo, midiéndose temperatura, oxígeno disuelto (OD), conductividad, sólidos disueltos totales (SDT), salinidad (PSU), % de saturación de oxígeno, turbidez (NTU), potencial de oxidación reducción (ORP), pH, ORP/pH, resistividad, densidad y presión atmosférica.

Análisis estadístico

La asociación de las estaciones se delimitó mediante un dendrograma de similitud, utilizando como medida de la distancia el índice de similitud de Bray-Curtis con 10 000 permutaciones. Para determinar las diferencias estadísticas entre los agrupamientos formados siguiendo el criterio de la línea de corte, se realizó un análisis de similitudes (ANOSIM) empleando 10 000 permutaciones (Clarke y Warwick, 2001) y una prueba SIMPER para establecer la contribución de las variables que más influyeron en la disimilitud entre los grupos (Clarke, 1993).

Para las variables medidas en los diferentes sitios se realizó una Correlación Lineal r Pearson para estimar una posible correlación lineal entre los parámetros medidos. El procesamiento de los datos se efectuó en el software estadístico PAST 4.10 (Hammer et al., 2001).

Resultados y Discusión

La temperatura osciló de 29.69 0C como valor máximo en las Brisas 1 a 26.68 0C como valor mínimo en Estero Guardalavaca Este, promediando 28.73 0C \pm 0.54 0C. El rango de OD promedio de 3.82 mg/L \pm 0.63 mg/L varió de 4.94 mg/L en las Guanas a 1.23 mg/L en Estero Guardalavaca Este. La conductividad fue de 48.07 mS/cm \pm 2.21 mS/cm como promedio y varió de 48.56 mS/cm a 19.55 mS/cm ambas mediciones en bahía de Naranja Interior. Los SDT variaron de 24.28 g/L en bahía de Naranja Interior a 17.69 g/L en las Guanas y como promedio 24.08 g/L \pm 0.66 g/L.

La salinidad promedió 31.21 g/L \pm 1.55 g/L. Los valores variaron de 31.58 g/L en Estero Guardalavaca Este a 11.57 g/L en bahía de Naranja Interior. El % de saturación de oxígeno promedió 58.26 \pm 9.74 y varió de 77.6 % en las Guanas a 18.5 % en Estero Guardalavaca Este. Respecto a la Turbidez promedió 9.84 NTU \pm 6.11 NTU variando de 19.5 NTU en Caletica a 0.5 NTU en las Guanas. El ORP osciló de 197.7 en las Guanas a 47.7 en Estero Guardalavaca Este promediando 117.12 \pm 29.83. El pH varió de 8.2 en las Guanas a 7.82 en bahía de Naranja Interior obteniendo como promedio 8.15 \pm 0.05.

El análisis de similitud entre estaciones de colecta en base a la presencia y ausencia de las variables muestran dos grandes grupos I y II. Ambos grupos fueron establecidos a un 85 % de similitud, debido al 100 % de reemplazamiento soportado para el primer nodo, infiriendo una mayor robustez y confiabilidad en la separación del dendrograma. Se obtuvo una correlación cofenética de 90 % (Fig. 2). La comparación estadística (ANOSIM) entre los dos grupos establecidos en el análisis de similitud permitió obtener un valor del nivel de significación

$p = 9.999E-05$ y una fuerza de los factores sobre las muestras $R = 0.94$ (Fig. 3). Resultados que muestran una diferencia estadística entre ambos grupos. Las variables que más contribuyeron en la disimilitud entre ambos grupos fueron: ORP con (51.23 %), % Saturación de Oxígeno (31.27 %) (Tabla 2).

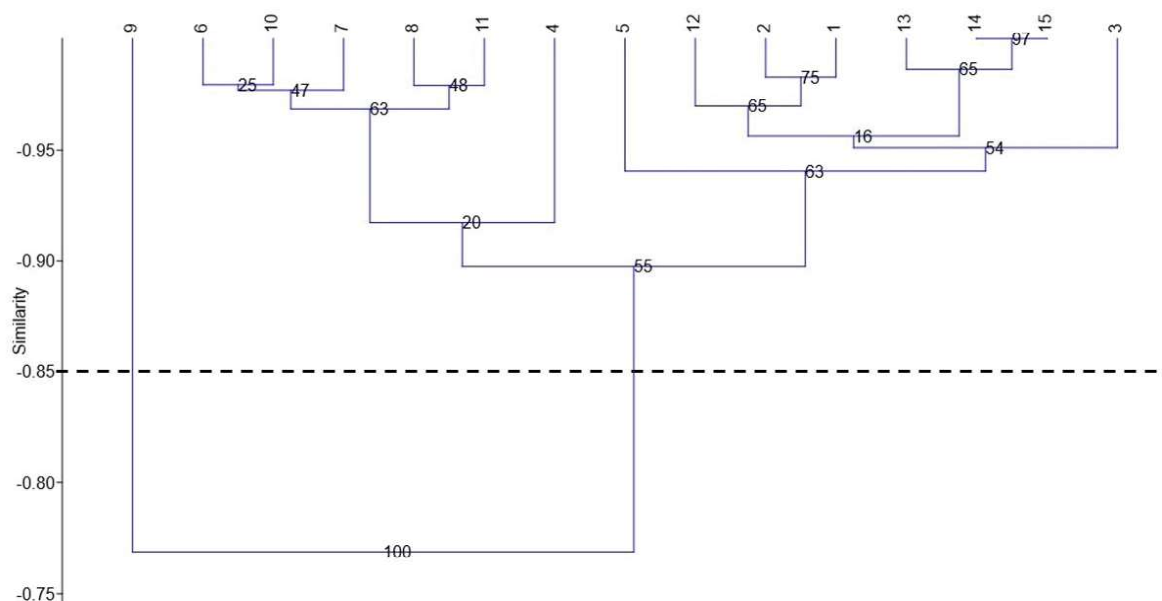


Figura 2.- Dendrograma de similitud Correlación copenhetica: 0.90.

1: Esmeralda Ríos de Oro; 2: Esmeralda Lunas Mares; 3: Bahía de Naranjo (interior); 4: Las Brisas 1; 5: Las Guanas; 6: Cayuelo 1; 7: Cayuelo 2; 8: Cayuelo 3; 9: Estero Guardalavaca Este; 10: Las Brisas 2; 11: Playa Atlántico; 12: Playa Colon Guardalavaca; 13: Playa Zona Residencial 1; 14: Playa Zona Residencial 2; 15: Caletica.

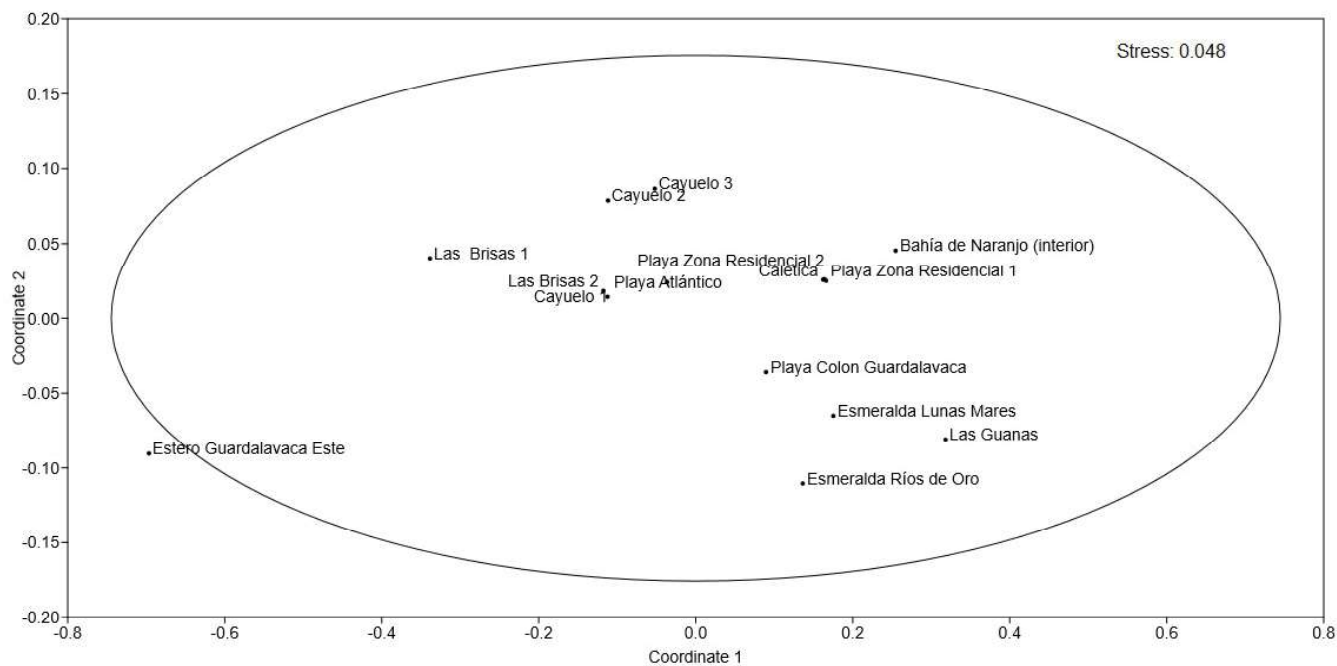


Figura 3.- Representación del análisis de similitud (ANOSIM), a partir del empleo del índice de Bray-Curtis, con 10 000 reemplazamiento. Fuerza de los factores sobre las muestras $R = 0.94$ y nivel de significación $p = 9.999E-05$.

Tabla 2.- Variables que más contribuyeron en la disimilitud entre los grupos formados en el análisis de similitud por el índice de Bray-Curtis. Promedio de disimilitud general 23.15.

Variable	Promedio de disimilitud	Contribución (%)	Acumulación (%)
ORP	11.86	51.23	51.23
% de Saturación de Oxígeno	7.239	31.27	82.5
ORP/pH	1.505	6.502	89
Turbidez	1.29	5.574	94.58
OD	0.4815	2.08	96.66
Temperatura	0.1809	0.7814	97.44
Conductividad	0.1697	0.733	98.17
Densidad	0.1292	0.5583	98.73
Salinidad	0.1265	0.5466	99.28
Sólidos Totales	0.0748	0.3232	99.6
Resistividad	0.06787	0.2932	99.89
pH	0.02458	0.1062	100
Presión	0.0002875	0.001242	100

Se estableció una mayor correlación positiva entre los valores de Conductividad y Salinidad ($r=1$ $p<0.05$; $n=262$); Oxígeno disuelto y % Saturación de oxígeno, Salinidad y densidad ($r=0.99$ $p<0.05$; $n=262$) respectivamente; Conductividad y densidad ($r=0.98$ $p<0.05$; $n=262$). La menor asociación positiva se registró entre la Turbidez y el pH ($r=0.02$ $p<0.05$; $n=262$). Respecto a la correlación negativa los valores más significativos fueron entre pH y ORP/pH ($r= -1$ $p<0.05$; $n=262$); Conductividad y Resistividad, Salinidad y Resistividad ($r= -0.95$ $p<0.05$; $n=262$) respectivamente; Resistividad y densidad ($r= -0.93$ $p<0.05$; $n=262$). La menor asociación se registró entre la Turbidez y el Oxígeno disuelto ($r= -0.02$ $p<0.05$; $n=262$). Se obtuvo una sola asociación con valor de la Turbidez y ORP/pH ($r= 0$ $p<0.05$; $n=262$) (Fig. 4).

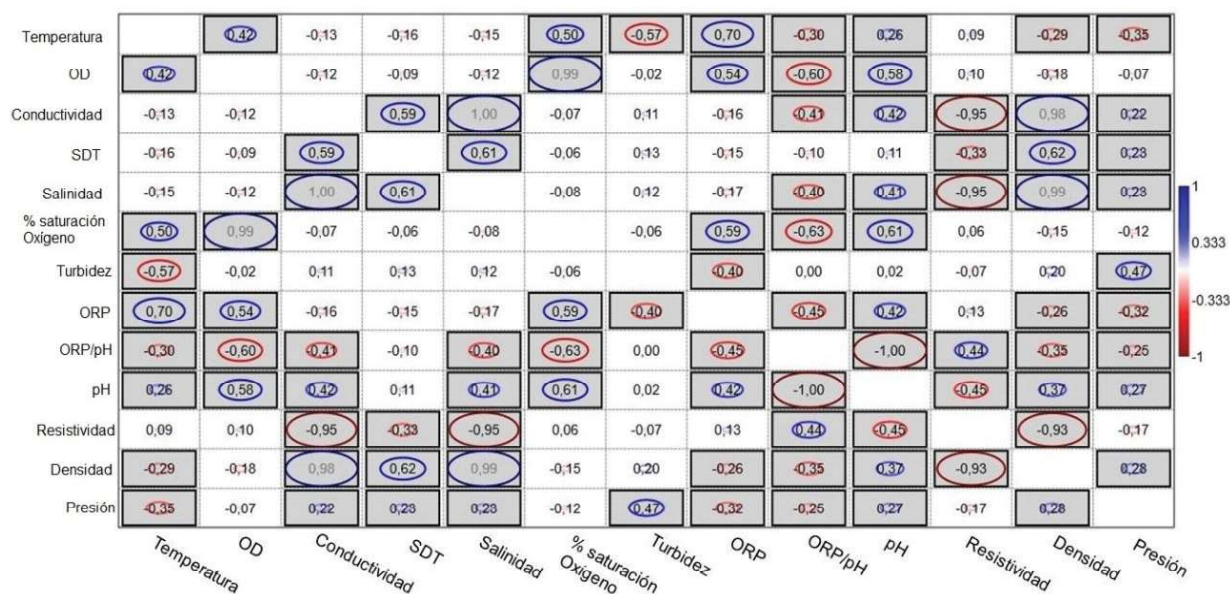


Figura 4.- Correlación Lineal r (Pearson) para una $p<0.05$.

Trujillo y Guerrero en el 2015 caracterizaron físico-química la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. Obteniendo una temperatura de 20.3 °C como valor máximo a 19.8 °C como valor mínimo. El rango del pH promedio varió de 7.3-7.6. El oxígeno disuelto promedio varió de 8 mg/L, como valor mínimo a 9.23 mg/L, como valor máximo, siendo estos resultados más bajos en cuanto a las variables de temperatura y pH 8.15 ± 0.05 , mientras que el OD $3.82 \text{ mg/L} \pm 0.63 \text{ mg/L}$ se mostró más alto.

Parra y colaboradores, (2003) en cinco lagos costeros en Chile central obtuvieron rangos de variación por parámetro de: pH 6.3-7.8, oxígeno disuelto 1.2-11.6 mg/L, Turbidez 0.3-14.5 NTU. Donde el pH varió entre 7.82 – 8.2 siendo ligeramente neutro y ácido, el oxígeno disuelto tuvo mayor variabilidad de 1.23 mg/L – 4.94 mg/L y la Turbidez varió de 0.5 – 19.5 NTU comportamiento similar a los valores obtenidos en el presente trabajo.

Betanzos y colaboradores, 2006 realizaron una caracterización de la calidad del agua al norte de Villa Clara, Cuba donde la temperatura del agua presentó valores entre 24.8 y 28.8 °C; la salinidad mostró valores extremos entre 37 ups y 39.5 ups; el oxígeno disuelto entre 4.62 y 6.34 mg/L; y el pH entre 7.98 y 8.28. Caliman et al, 2010 en un estudio realizado en 18 lagos costeros en la región noreste de Río Janeiro Brasil obtuvieron los siguientes resultados pH 7.21 ± 1.20 ; Salinidad $15.55 \text{ ppt} \pm 13.35$.

Los parámetros físicos químicos de las aguas del Estero Huaylá, Ecuador mostraron un pH 6.77; conductividad 63.9 mS/cm; oxígeno disuelto 6.0 mg/L; turbidez 19.46 NTU; sólidos disueltos totales 50.76 g/L. La elevada concentración de sólidos totales disueltos en el agua del estero se debe a los diversos productos disueltos que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales y de la erosión del suelo. Gran parte de los contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y descienden producto al arrastre de las precipitaciones. El cambio de los parámetros físicos-químicos puede estar relacionadas con los efluentes que recibe cerca del estero, principalmente la conductividad (Jara, 2015).

Jiménez, (2017) en tres puntos en la zona costera de la Caleta, Santa Rosa, Lambayeque en Perú obtuvo una temperatura 25 °C, pH 7.4. Flores y colaboradores, (2017) en la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México evaluaron pH, la temperatura y OD. Los valores de pH en agua oscilaron entre 8.9 y 9.6, la temperatura del agua se comportó en el rango de 28.8 a 29.9 °C y el OD presentó valores desde 7 hasta 11 mg/L. En la evaluación ambiental en playas de Chipipe, Cantón Salinas provincia de Santa Elena, Ecuador se obtuvo una temperatura 25 °C y salinidad 33.45 ups. Estos parámetros presentan una estrecha relación con la conductividad (Villacrés y Villamar, 2017).

Garcés, (2017) en el diagnóstico de la Calidad de las Aguas Marino-Costeras del Departamento del Magdalena en Santa Marta, Colombia; en diciembre registró una temperatura entre 25.0 y 30.3 °C; y en febrero, 23.3 y 31.0 °C. Estos cambios estuvieron relacionados con la hora del muestreo siendo más frías durante la mañana y más cálidas cerca del mediodía y la tarde. En diciembre de 2016 y febrero de 2017 la salinidad del agua superficial en las estaciones de muestreo osciló entre 0 y 37.5 ups.

En el 2021 se midió el pH y oxígeno disuelto de dos canales de aguas marinas en Lima, Perú obteniéndose como promedio 7.3 y 3.3 mg/L; valores neutros del pH, este comportamiento se debe a la variada diversidad de flora de macrófitas; estas especies colaboran en la regulación de pH y evitan la acidez del agua y niveles bajos del OD. La saturación del suelo provoca ausencia de oxígeno y propicias condiciones anaeróbicas (Edith *et al.*, 2021).

Campana y colaboradores en el 2017 realizaron una correlación de los parámetros del agua, registrando una correlación negativa considerable, entre la temperatura y el ORP con el oxígeno disuelto (-0.85 y -0.99) res-

pectivamente; entre el pH y el oxígeno disuelto (-0.99); entre el ORP, con la temperatura (-0.99). Mientras que en este estudio se observó una correlación positiva. La salinidad a pesar de tener correlaciones positivas con la conductividad, densidad, SDT y pH ($r=1$, $r=0.99$, $r=0.61$, $r=0.41$ respectivamente $p<0.05$; $n=262$). A diferencia de la resistividad y ORP/pH ($r=-0.95$, $r=-0.40$ respectivamente $p<0.05$; $n=262$) que presentaron correlación negativa contribuyó en un 0.5466 en la disimilitud entre los grupos formados, siendo similar al resultado de Gómez (2013).

Debido a que el oxígeno disuelto está directamente relacionado con el potencial Redox, a medida que el ORP disminuye por la presencia de altas densidades microbianas, disminuye la concentración de oxígeno disuelto, lo que provoca la reducción de iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior (Campaña *et al.*, 2017).

La densidad y la temperatura tienen una relación inversamente proporcional, de forma que el aumento de temperatura del agua hace menos densa y más ligera la misma. En cuanto al oxígeno disuelto, este disminuye con el aumento de temperatura. Se destacó la concentración de oxígeno disuelto, en donde el valor mínimo fue de 0.038, el máximo de 0.5125 y un promedio de 0.277, el cual se considera técnicamente como nivel hipóxico. Un pH mínimo de 7.17 y un máximo 7.63, con un promedio de 7.41 (Ramos y Alcalá, 2015).

En la presente investigación la densidad y la temperatura se comportaron de igual manera; mientras que el OD y la temperatura presentaron una correlación positiva. La concentración de oxígeno y el pH registrado por Ramos y Alcalá, (2015) es mucho más bajo que el obtenido en este estudio.

Fuentes-Peña en el 2019, obtuvieron valores de conductividad de 41.468 ± 4.147 mS/cm, siendo estas mediciones inferiores a las obtenidas en este estudio. La temperatura promedio fue de 27.52 ± 1.60 °C. El ORP tiene un rango de variación entre -75.80 y 249.30 mV, respecto a esta variable en nuestra área de estudio osciló de 47.7 a 197.7 mV. El OD promedio es de 5.26 ± 3.27 mg/L (ppm) en época seca y 5.21 ± 2.61 ppm en lluviosa.

Se obtuvo una correlación positiva entre la temperatura y el OD en la superficie ($\rho=0.46$, $p<0.01$, $n=67$) y en las capas más profundas (58 a 62 m: $\rho=0.43$, $p<0.01$, $n=22$), ambos valores muy cercanos al obtenido en este estudio que fue de ($r=0.42$ $p<0.05$; $n=262$) pero no en las intermedias, lo que sugiere un efecto indirecto del descenso de ambas con la profundidad (Temp.: $\rho=-0.56$; OD: $\rho=-0.75$). También se observó una relación negativa entre los SDT y la Turbidez ($\rho=-0.34$), comportamiento debido al consumo de nutrientes por parte de las algas, las que aprovechando su abundante disponibilidad durante los meses lluviosos logran sostener sus demandas, derivando en floraciones algales (Hooker *et al.*, 1992); en este estudio no se obtuvo ninguna correlación entre ambos indicadores ($r=0.13$ $p<0.05$; $n=262$).

Conclusiones

Se determinó una mayor correlación positiva entre conductividad y salinidad; oxígeno disuelto y % saturación de oxígeno; salinidad y densidad; conductividad y densidad y la menor asociación se registró entre la turbidez y el pH. En el análisis de similitud se obtuvieron dos grupos, encontrando diferencias estadísticas entre ambos, siendo las variables ORP y % Saturación de Oxígeno las que más contribuyeron a la disimilitud.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto ECOVALOR o Valoración Económica de Ecosistemas quien permitió la obtención del multiparamétrico HANNA 9821.

Referencias

- Alfaro-Sandí, J; Piedra-Marín, G; Saravia-Arguedas, A.Y; Piedra-Castro, L. Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua de mar en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 34-2. Abril-Junio 2021. Pág 88-95.
- Antonella Kerly, F. V.; y M. V. Francisco Juan. Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de chipipe, canton salinas provincia de Santa Elena. 2017. (tesis de grado). Universidad de Guayaquil facultad de ciencias químicas. Ecuador.
- Bray, J.R. y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Betanzos, A.; Arencibia, G.; Delgado, G., y R. Nodar. 2006. Caracterización de la calidad del agua al norte de Villa Clara, Cuba, para definir zonas de cultivo del ostión de mangle (*crassostrea rhizophorae*, guilding, 1828). *Revista de Ecotoxicología y Contaminación Ambiental*, 1(1)(4). p.1-9.
- Campaña, A.; Gualoto, E. y V. Chiluisa-Utreras. 2017. Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. *Bionatura*. Volumen 2 / Número 2. DOI. 10.21931/RB/2017.02.02.6
- Coveñas Quintana, C. E. 2017. Impacto ambiental por vertimiento de aguas servidas domesticas en las características físicas, químicas y biológicas en el agua de mar- bocana norte. Tesis de grado. Universidad César Vallejo, Trujillo Perú.
- Caliman, A.; Carneiro, L. S.; Santangelo, J.M., *et al.* 2010. Temporal coherence among tropical coastal lagoons: a search for patterns and mechanisms. *Braz. J. Biol.*, 2010, vol. 70, no. 3 (suppl.), p. 803-814.
- Del Mar María, D. B. 2020. Análisis sobre la relación educación ambiental y química ambiental en trabajos de grado de licenciatura en química en Colombia periodo 2015-2019. 2020. Tesis de grado. Universidad Pedagógica Nacional facultad de ciencia y tecnología departamento de química licenciatura en química Bogotá D.C.
- Edith M. E.A. *et al.* 2021. «Evaluación de la calidad del agua en los canales de la Zonade Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (Lima, Perú)». *South Sustainability*, 2(2). e036. DOI: 10.21142/SS-0202-2021-e002.
- Fuentes-Peña, C. 2019. Algunas consideraciones sobre 30 años de registro de parámetros físico-químicos del Lago Masaya. *Revista Agua y Conocimiento*. Vol.5 44 - 64. revistacira.unan.edu.ni/. ISSN 2411 0027.
- Flores M. C; Del Ángel, E; Frías, M. D., y L. A. Gómez. 2017. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. DOI: 10.24850/j-tyca-2018-02-02.
- Gómez-Ortega, R. 2013. Ecología del Sistema Lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, basada en la aplicación e interpretación de algunos índices tróficos, parámetros físico-químicos y biológicos. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Garcés-Ordóñez, O. 2017. Anexo 3: Diagnóstico de la calidad de las aguas marino-costeras del departamento del Magdalena en el marco de la REDCAM. 27 p. En: INVEMAR. 2017. Actividades de investigación para la gestión ambiental de la zona marino costera del departamento del Magdalena y Atención de las emergencias ambientales. Convenio No. 131 de 2016 CORPAMAG-INVEMAR. Código PRY-CAM-017-16. Santa Marta.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9
- Hooker, E. L., Chow, N., y R. Saavedra. 1992. Phytoplankton biomass and primary productivity of Lake Masaya (Nicaragua) (Abstract; p.897). En A. Sládecková (Ed.), *Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology*, 25 (2). Congress in Barcelona, España.

- Jiménez Carbajal, J. C. 2017. Determinación de los parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017. (Tesis de Grado). Universidad de Lambayeque. Perú.
- Jara Valle, P. G. 2015. Calidad del agua de mar del estero Huaylã y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de larvas de *Litopenaeus vannamei*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Machala. Ecuador.
- ONU. (2002). Los Océanos, fuente de vida. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Vigésimo aniversario (1982-2002). Retrieved from www.un.org/Depts/los
- Parra, O.; Valdovinos C.; Urrutia R.; Cisternas M.; Habit E.; y M. Mardones. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. *Limnetica* 22(1-2): 51-83. DOI: 10.23818/limn.22.04.
- Ramos-Pombo, F.D; y J.A. Alcalá-Jáuregui. 2015. Evaluación de los parámetros físico-químicos del agua de un sistema ribereño. *Inducción a la ciencia, la tecnología y la Innovación en la UASLP*. Vol. 3 Num. 2.
- Trujillo-López G. P. y A. M. Guerrero-Padilla. 2015. Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. *REBIOL* 2015; 35(1): 23-33, Enero – Junio.
- Villacrés Flores, K. A. y J. F. Villamar Moreno. 2017. Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipipe, Canton Salinas provincia de Santa Elena. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Ecuador..

14 VIDA SUBMARINA

Alianza Marino Costera

Día de los Océanos

8 de junio

VIDA Y MEDIO DE SUBSISTENCIA

#AlianzaMarinoCosteraGT

#UnidosHnuestrosOceanos



Producción de camarón marino *Litopenaeus vannamei* tierra adentro mediante tecnología biofloc

Carlos Alvarado Ruiz¹, Anibal Lira Arauz², Óscar Isaac Cruz-Mena²

1.- Dirección de Fomento Pesquero y Acuícola.

calvarado@incopesca.go.cr

2.- Estación Experimental Acuícola Los Diamantes.

alira@incopesca.go.cr , ocruz@incopesca.go.cr

Resumen: En este trabajo se evaluó el rendimiento productivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un sistema biofloc en una estación piscícola ubicada a 262 msnm. Por un periodo de 88 días fueron engordados camarones PL 14 a una densidad de 300 individuos/m². La temperatura registrada durante el ensayo tuvo un valor promedio de 25.9 °C con un máximo de 27.4 °C y un mínimo de 24.0 °C respectivamente. El oxígeno alcanzó valores promedio de 6.0 mg/l para un valor máximo y mínimo de 7.6 y 2.4 mg/l; mientras que la salinidad se mantuvo en promedio en 19.8 ‰ con máximos y mínimos de 21.0 y 15.0 ‰. El pH fluctuó entre 6.7 y 8.6, la tasa de crecimiento obtenida fue de 0.35 g por semana, el peso promedio de cosecha fue de 5.44 g, la producción neta alcanzada registró 1.30 kg/m³, la eficiencia de conversión alimenticia fue de 2.57 y la tasa de sobrevivencia del 79 %.

Palabras clave: Biofloc, tasa de crecimiento, producción neta, eficiencia de conversión, sobrevivencia.

Production of marine shrimp Litopenaeus vannamei inland using biofloc technology

Abstract: In this work, the productive performance of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) was evaluated in a biofloc system in a fish station located at 262 masl. For a period of 88 days, PL 14 shrimp were fattened at a density of 300 individuals per square meter. The temperature recorded during the test had an average value of 25.9 °C with a maximum of 27.4 °C and a minimum of 24.0 °C respectively. Oxygen reached average values of 6.0 mg/l for a maximum and minimum value of 7.6 and 2.4 mg/l; while the salinity remained on average at 19.8 ‰ with maximums and minimums of 21.0 and 15.0 ‰, pH fluctuated between 6.7 and 8.6, the growth rate obtained was 0.35 g per week, the average harvest weight was 5.44 g, the net production achieved was 1.30 kg/m³, the feed conversion efficiency was 2.57 and the survival rate was 79 %.

Keywords: biofloc, growth rate, net production, conversion efficiency, survival.

Introducción

En Costa Rica, el cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei* inició en el año 1974 con la entrada en operación de la empresa Maricultura S.A., ubicada en la localidad de Chomes en Puntarenas (Günther, 1995). Esta empresa alcanzó producciones de 101.6 t de camarón entero desde octubre de 1978 a septiembre de 1979, los cuales fueron exportados congelados a los Estados Unidos (Naegel, 1980). A su vez, Cosechas Marinas S.A. fue la primera empresa en instalar un laboratorio de ciclo cerrado en 1986 para la producción de post larvas de camarón marino (Valverde-Moya y Alfaro-Montoya, 2013).

Históricamente, los sitios más productivos en Costa Rica han sido el Pacífico Norte y los márgenes de ambos

lados del golfo de Nicoya, con ciclos de cultivo entre febrero y noviembre de cada año (Valverde-Moya y Alfaro-Montoya, 2014). Además, a pesar del potencial que ha tenido Costa Rica para producción de camarón, la protección de manglares y áreas costeras no ha permitido el aumento del desarrollo de esta maricultura, disponiéndose de los mismos estanques camaroneros desde la década de los 90's (Valverde-Moya y Alfaro-Montoya, 2013).

Para el año 2022, la producción de camarón en Costa Rica registró una producción de 1121.7 t (SEPSA, 2023). Por encontrarse esta producción limitada a las zonas de manglar donde existen estanques, otras alternativas de producción de *L. vannamei* no han sido exploradas en Costa Rica. Una de estas opciones es la tecnología de biofloc que fue desarrollada en la finca comercial de tilapia Solar Aquafarm en Estados Unidos durante los años 1986 y 1994 (Serfling, 2000).

El biofloc es un sistema que permite intensificar la producción de camarones, en donde la diversidad de microbiota consume las partículas de materia orgánica suspendidas en el agua de cultivo, formando flóculos que funcionan como alimento natural para los organismos cultivados (Miranda-Baeza *et al.*, 2018).

Estos microorganismos poseen la capacidad de realizar la síntesis de proteínas empleando carbono orgánico y amonio que es el metabolito excretado por los organismos acuáticos de cultivo (Fróes *et al.*, 2012). El biofloc está conformado por bacterias heterótrofas, diatomeas, dinoflagelados, ciliados, hongos, rotíferos, flagelados, metazoarios, protozoos, zooplancton, nemátodos y detritus (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010; Gomes dos Reis *et al.*, 2018).

Los microorganismos presentes en el sistema biofloc permiten regular los desechos nitrogenados (Miranda-Baeza *et al.*, 2018), mejorar la bioseguridad y reducir los costos de alimentación (Gomes dos Reis *et al.*, 2018). Los flóculos contribuyen en la mejora del crecimiento, de la conversión alimenticia y de la sobrevivencia de los organismos en cultivo (Gomes dos Reis *et al.*, 2018).

Los sistemas sin renovación de agua de tipo súper intensivo como el biofloc favorecen la calidad del agua por acción de las bacterias aeróbicas y heterotróficas, así como la disponibilidad de alimento natural con el aporte de biomasa bacteriana (Fróes *et al.*, 2012).

Este sistema permite aumentar la densidad de cultivo, lo que incrementa la productividad por unidad de área, reduce el uso en el agua por bajo o nulo recambio y demanda poco espacio físico para operar, lo cual contribuye con la reducción de los costos productivos (Hernández-Mancipe *et al.*, 2019; Lecaro-Plaza y Lozada-Mite, 2022). También, al ser un sistema cerrado reduce la incidencia enfermedades en el cultivo (Gomes dos Reis *et al.*, 2018).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento productivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un sistema biofloc en Costa Rica, con la finalidad realizar la transferencia de esta tecnología que permita accesibilidad del recurso camarón para las poblaciones costeras y rurales bajo un enfoque de seguridad alimentaria.

Materiales y Métodos

Diseño experimental

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Diamantes ubicada en Guápiles, provincia de Limón, región Caribe de Costa Rica, entre las coordenadas 10.260880 y -83.774120 y con una elevación de apro-

ximadamente 262 msnm (Figura 1). En este sitio se producen alevines de especies piscícolas de agua dulce.

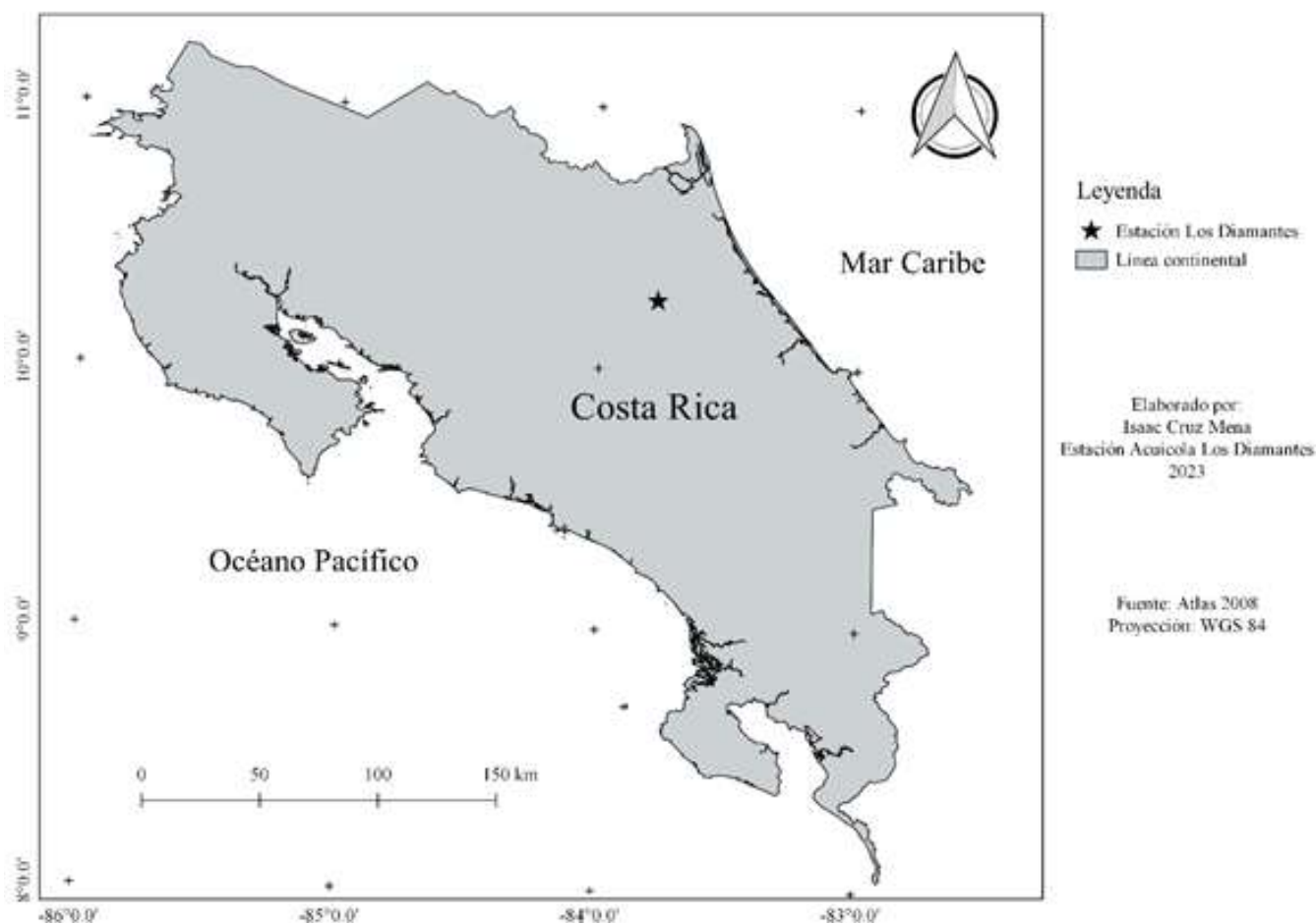


Figura 1.- Ubicación de la Estación Experimental Acuicóla Los Diamantes.

Para este experimento se adquirieron 1800 post-larvas PL-14 de un laboratorio local con un peso promedio de 0.96 g. Los camarones fueron sembrados en un estanque rectangular de concreto con dimensiones de 3.46 m de largo, 1.76 m de ancho y 0.75 m de altura para un volumen efectivo de operación de 4.56 m³. El tanque permaneció bajo techo sin influencia directa de la luz solar y lluvia.

La densidad de siembra utilizada fue de 300 individuos/m², de acuerdo a lo planteado por Krummenauer *et al.*, (2011), quienes mencionan que a esta densidad en cultivos súper-intensivos de *L. vannamei* la productividad obtenida puede ser de hasta 4.09 kg/m². El agua de mar fue suministrada por el Parque Marino del Pacífico, ubicado en Puntarenas, Pacífico Central de Costa Rica. La misma fue filtrada y esterilizada previamente con luz ultravioleta y posteriormente transportada desde este sitio hasta el lugar del experimento en Guápiles.

Para la aireación se empleó un blower marca Resid Maxflow PPL 1500 de 25 kPa y un caudal de salida de aire de 120 m³ h. Para la difusión de oxígeno se utilizó tubería de PVC de 1/2 pulgada con perforaciones realizadas con broca de 1.6 mm. Se emplearon válvulas de PVC de 1.0 pulgadas para la regulación de flujo de aire y una bomba de trasiego de agua marca Alita Model AT 180 con capacidad de caudal de 120 l/min para mantener los sedimentos del fondo en suspensión. A los 14 días de realizada la siembra de camarones se agregaron 238 ml de bacterias nitrificantes al sistema mientras se generaba la biomasa de flóculos y se adicionó al alimento probiótico un volumen de 100 ml de Kéfir marca Nikkos para favorecer la flora intestinal de los camarones.

Además, se colocaron dentro del tanque de cultivo 6 rectángulos de material malla sarán con dimensiones de 0.66 m² cada uno, para que los camarones tuvieran mayor superficie de contacto y aumentar el área del recinto.

Parámetros físico-químicos

Para la medición de temperatura (°C) y oxígeno (mg/l) se utilizó un oxigenómetro marca YSI Ecosense modelo DO200M, el cual fue calibrado con ajuste de la altitud del lugar en pies y de la salinidad del agua de cultivo. Para la medición la salinidad se utilizó un refractómetro marca ATAGO, con rango de medición de 0.0 a 40.0 ppm. Los valores de pH se registraron con un medidor marca HANNA modelo HI 700661 y se calibró el equipo con buffer pH 4.0 y 7.0.

Alimentación y fuente de carbono

Se utilizó alimento para camarón de la compañía Biomar marca Exia Prime con el siguiente perfil nutricional: proteína cruda (mín.) 35 %, extracto etéreo (mín.) 5 %, fibra cruda (máx.) 7 %, humedad (máx.) 12 %, calcio (máx.) 1.5 %, calcio (mín.) 0.5 %, fósforo (mín.) 1 %, sal (máx.) 2 %, sal (mín.) 1 %, vitamina C (mín.) 200 mg/Kg, vitamina E (mín.) 150 UI/Kg, energía digestible 3035 Kcal/Kg y FFIF 0.0945.

Se aplicó una ración inicial del 3.8 %, intermedia de 2.8 % y final de 2.2 % del peso corporal vivo por día. Los camarones fueron alimentados tres veces al día: 8:00, 14:00 y 20:00 horas, con raciones iguales en las dos primeras franjas horarias y una ración tres veces mayor para la tercera hora. Tres comederos se utilizaron dentro del tanque, a los cuales se le colocaron plomos para fondear y una boya para su ubicación en la superficie y su posterior extracción, la ración alimenticia fue ajustada según la ingesta del camarón. Para favorecer la producción de flóculos se utilizó melaza manteniendo una relación de C:N 12:1. La fuente de azúcar fue agregada pesando la cantidad (g) estimada diariamente para mantener la relación C:N y se ajustó en función del consumo de alimento por parte de los camarones.

Parámetros de producción

La producción neta se calculó a partir de la fórmula propuesta por Castillo *et al.* (2013), expresada en Kg:

$$PN = (\text{Biomasa cosechada} - \text{Biomasa inicial}) / \text{m}^3 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

El factor de conversión alimenticia se calculó con la fórmula (Lawrence y Houston, 1993):

$$FCA = AS / (BF - BI)$$

Donde:

AS = Alimento suministrado (Kg)

BF = Biomasa final (Kg)

BI = Biomasa inicial (Kg)

Se estimó el crecimiento semanal basada en la fórmula de crecimiento propuesta por Hopkins (1992):

$$TC = [\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}] / (\text{días de cultivo} / 7)$$

La estimación de la sobrevivencia se calculó a partir de la siguiente fórmula (Alvarado-Ruiz, 2016):

$$\% \text{ Sobrevida: } [(\text{No. individuos final} - \text{No. individuos inicio})] / [\text{No. Individuos inicio}] \times 100 (\%)$$

Muestreo

A los 65 días se realizó un muestreo de un total de 192 camarones para determinar su tasa de crecimiento.

Prueba de normalidad

Se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Anderson-Darling (A^2), para determinar si la población de camarón a la cosecha se distribuyó normalmente.

$$A^2 = \left(-n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((2i - 1) \ln \Phi(Z_i) + (2(n - i) + 1) \ln(1 - \Phi(Z_i))) \right) \left(1 + \frac{0.75}{n} - \frac{2.25}{n^2} \right)$$

Distribución por peso y relación talla-peso

Se llevó a cabo un muestreo de 70 organismos durante la cosecha para determinar la distribución del peso en gramos mediante un gráfico de frecuencias. Además de su peso también se obtuvo su longitud total en mm con la finalidad de determinar la relación longitud-peso, mediante la correlación biométrica entre los datos según Ricker (1975):

$$PT = a(LT)^b$$

PT: peso total en g

LT: longitud total en mm

a: es la ordenada de origen

b: pendiente que se utiliza para describir el tipo de crecimiento.

Para la medición de pesos (g) se empleó una balanza digital marca T- scale modelo ROW, con capacidad de 15.0 kg con 0.1 g de precisión. Las mediciones de talla (mm) se realizaron con una regla convencional para obtener la longitud total de los organismos.

Resultados

Parámetros físico químicos

Los valores de temperatura se mantuvieron inestables, con fluctuaciones entre 24.0-27.4 °C y un promedio de 25.9 °C. Se presentó un patrón de temperaturas más bajas por la mañana y más altas por la tarde (Figura 2).

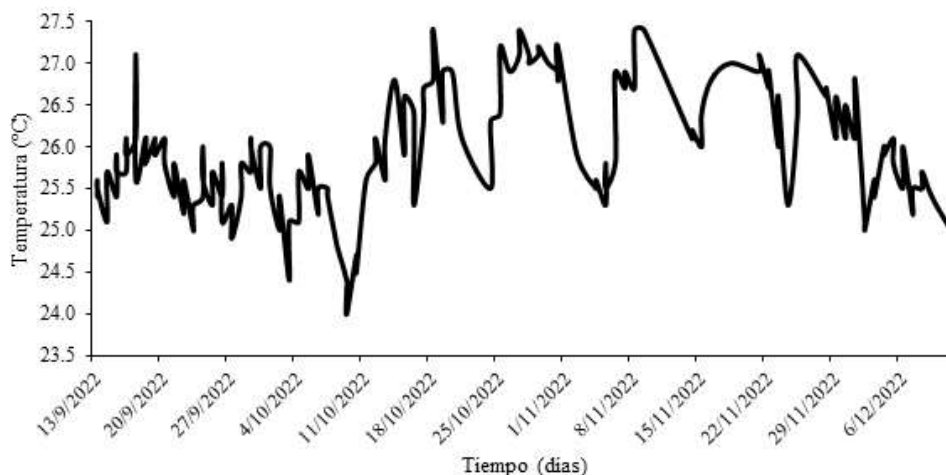


Figura 2.- Temperatura del agua (°C) en el sistema biofloc.

El oxígeno mostró variaciones a lo largo del ciclo de cultivo con valores entre 2.4 y 7.6 mg/l, aunque durante el ciclo de cultivo este parámetro se mantuvo mayormente por encima de los 5.0 mg/l, con un promedio de 6.0 (Figura 3).

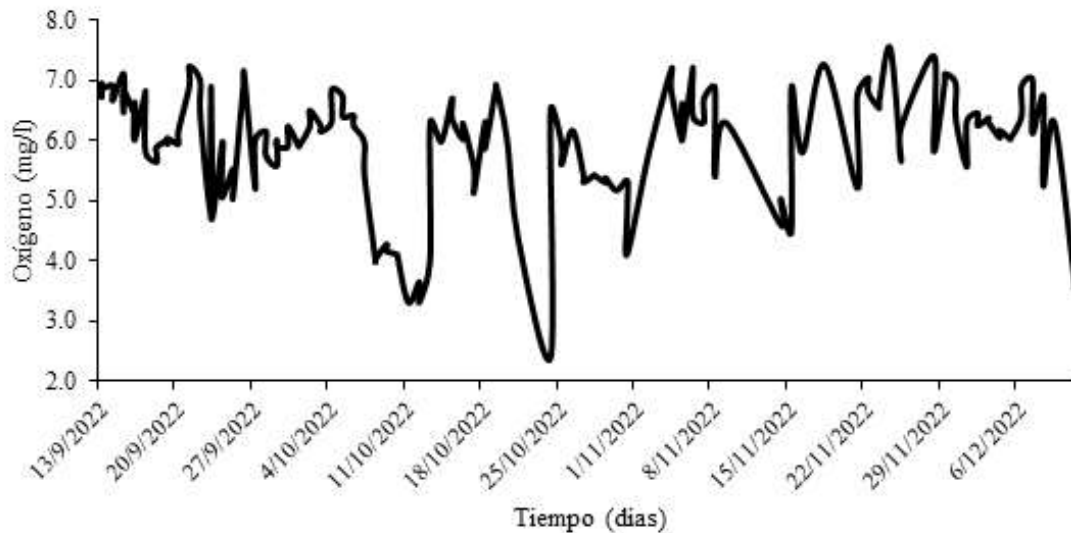


Figura 3.- Oxígeno disuelto (mg/l) en el sistema biofloc.

La salinidad alcanzó un valor promedio de 19.8 ‰, con un ámbito de 15.0-21.0 ‰ (Figura.4). La fluctuación ocurrió por una fuga de agua en el estanque, lo que obligó a reemplazar el volumen perdido con una mezcla de agua dulce y agua salada. La salinidad fue estabilizada en 20 ‰ la mayor parte del ciclo.

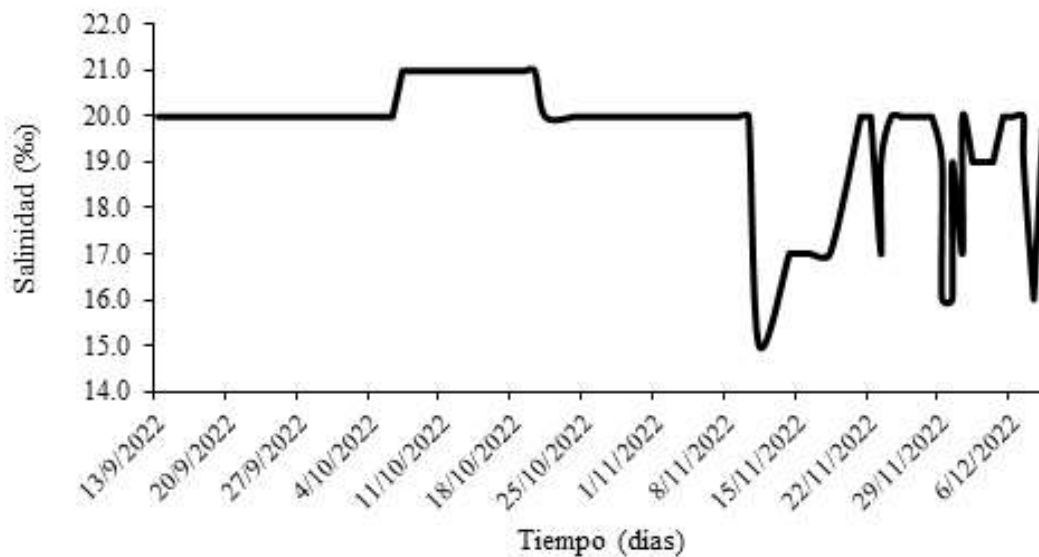


Figura 4.- Salinidad del agua (‰) en el sistema biofloc.

Se registró un valor de grado de acidez promedio de 7.7 con fluctuaciones entre 6.7-8.6 pH. En términos generales se observó una tendencia de pH por encima del valor neutro (Figura 5).

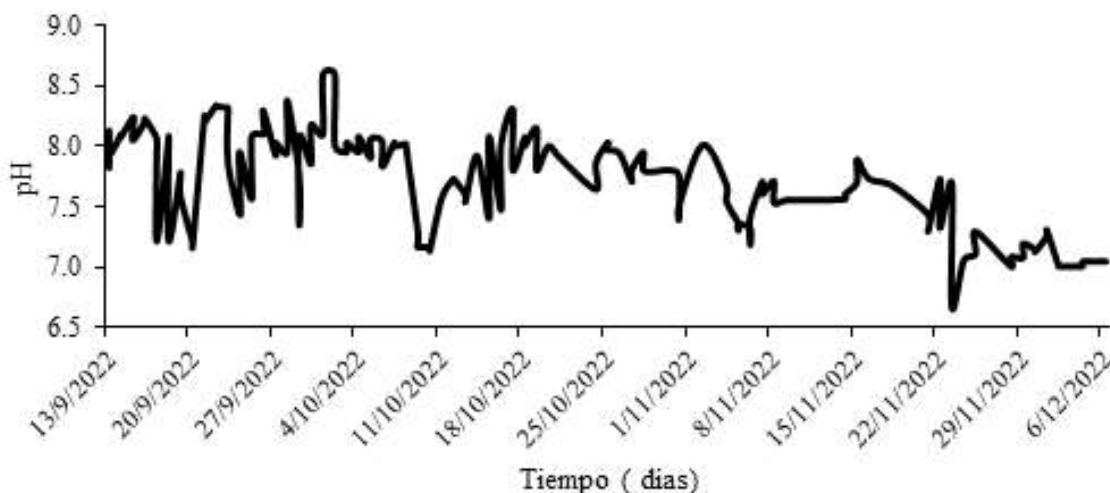


Figura 5.- Grado de acidez en el agua del sistema biofloc.

Alimentación y fuente de carbono

La figura 6 muestra las proyecciones de ración alimenticia teórica en gramos versus el consumo real de alimento por parte de los camarones. Durante las primeras etapas del cultivo se suministró el 80 % de la ración teórica en función de la ingesta del alimento por parte de los camarones.

A los 30 días de ciclo de engorde se suministró el 100 % de la ración alimenticia proyectada, al día 44 del ciclo se incrementó un 20 % la ración de alimento, a los 66 días se aumentó un 30 % más de la ración alimenticia con respecto al valor teórico de alimentación. Finalmente se incrementó la ración a un 40 % del valor teórico a los 71 días y a los 78 días se aumentó la ración a un 50 % de alimento con respecto al valor teórico hasta la cosecha de los camarones.

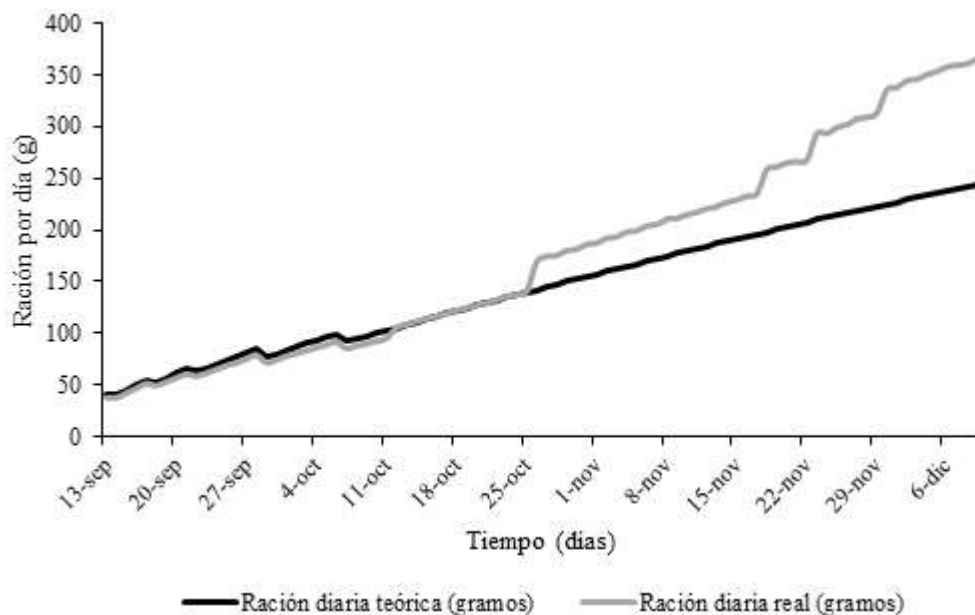


Figura 6.- Consumo de alimento diario real versus el consumo diario teórico.

La melaza se dosificó en función de la cantidad de alimento suministrado a los camarones con el fin de mantener la relación de C:N de 12:1. La figura 7 compara el valor teórico proyectado y la cantidad real de melaza suministrada al sistema en gramos día.

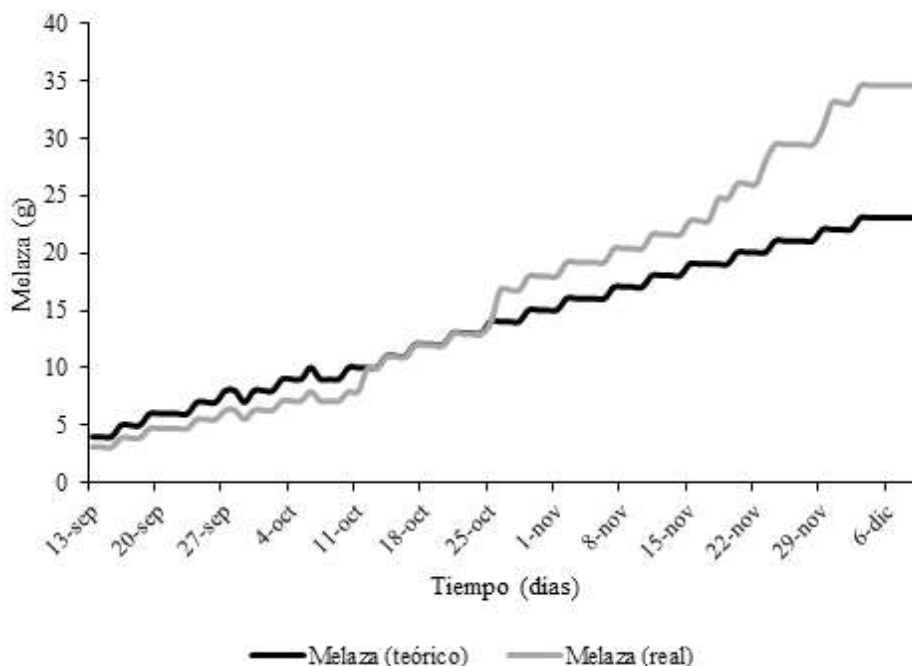


Figura 7.- Cantidad de melaza real (g) añadida por día versus melaza teórica.

Parámetros de producción

El análisis productivo se muestra en la Tabla 1 donde se comparan los parámetros de producción modelados versus la producción alcanzada.

Tabla 1.- Análisis de producción sistema biofloc.

Parámetros producción	Modelado	Alcanzado
Población inicial	1440	1800
Población final	1152	1415
Peso inicial (g)	0.96	0.96
Peso final (g)	12.27	5.44
Biomasa inicial (kg)	1.38	1.72
Biomasa final (kg)	14.96	7.69
Producción neta (kg/m ³)	3.11	1.30
Alimento total suministrado (kg)	14.0	15.34
FCR	1.19	2.57
Edad ciclo (días)	88	88
Tasa de crecimiento (g/semana)	0.91	0.35
Sobrevivencia (%)	80	79

Muestreo

Se realizó un muestreo a los 65 días para determinar cuánto habían crecido los camarones. Un total de 192 camarones fueron pesados en cinco grupos, con promedios de peso entre 1.91-2.48 g, dando como promedio ponderado 2.18 g con una biomasa total de 419.3 g, siendo el peso esperado de 9.28 g y 11 800 g de biomasa (Tabla 2).

Tabla 2.- Datos biométricos del muestreo de *L. vannamei* en sistema biofloc.

Grupo	Peso (g)	Número de individuos	Peso promedio (g)
1	56.4	26	2.17
2	64.5	26	2.48
3	75.5	32	2.36
4	104.9	55	1.91
5	118	53	2.23
Total	419.3	192	2.18

Prueba de normalidad

La figura 8 muestra los resultados de la comparación de los datos de peso de cosecha de los camarones cultivados en el sistema biofloc con respecto a una distribución normal.

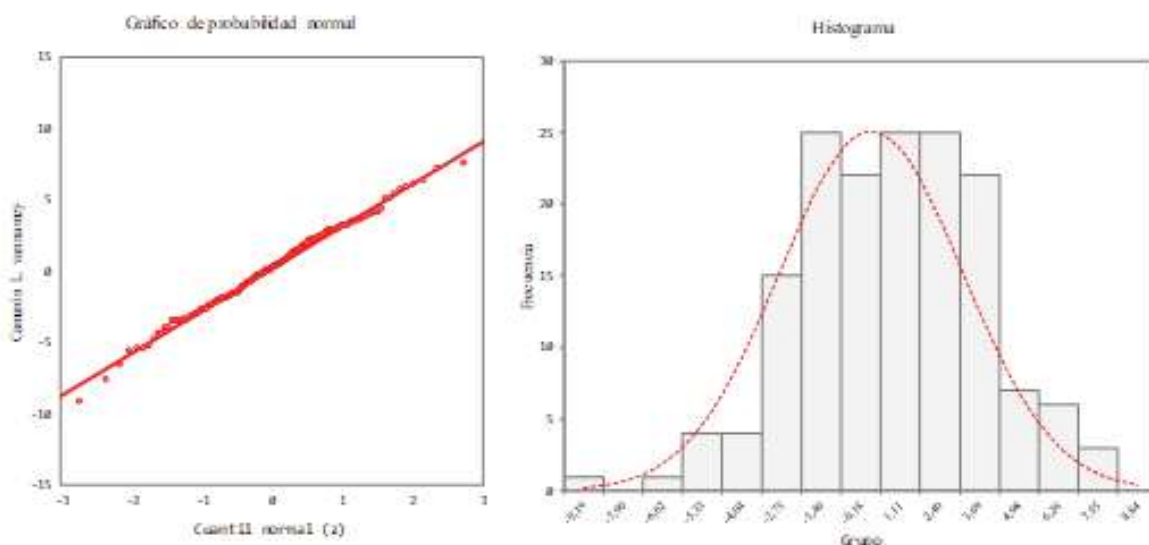


Figura 8.- Curvas de distribución para análisis de normalidad.

El valor obtenido de $A^2 = 1.32$ es un indicativo de que los datos de la muestra se apartan significativamente de la normalidad.

Distribución por peso y relación talla-peso

De acuerdo al muestreo de 70 camarones durante la cosecha, la mayor cantidad de individuos se ubicaron en el ámbito de 5-7 g de peso, estando representado por 24 organismos (34 %), seguido de 7-9 gramos con 18 especímenes (26 %). La menor frecuencia se presentó de los 9 g hacia arriba, donde solamente hubo 5 camarones

(7 %) (Figura 9).

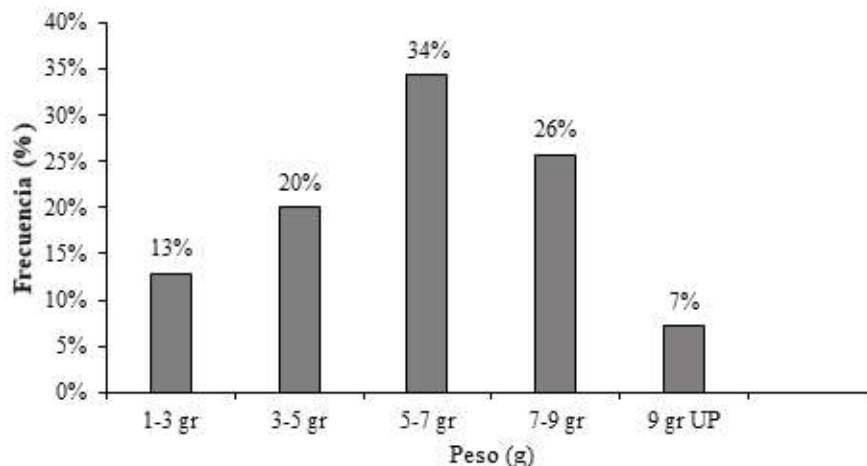


Figura 9.- Distribución por porcentaje de organismos presentes el sistema biofloc.

Con este muestreo también se determinó la relación de longitud-peso, teniendo un promedio de 96.91 mm de longitud total y 5.80 g de peso total. El valor de la constante b fue de 3.01, lo cual indica que el crecimiento es isométrico, es decir el camarón cultivado creció en igual proporción tanto en longitud como en peso (Figura 10).

Donde el $\text{Peso g} = 6 \text{ E-}06 (\text{long tot mm})^{3.0125}$

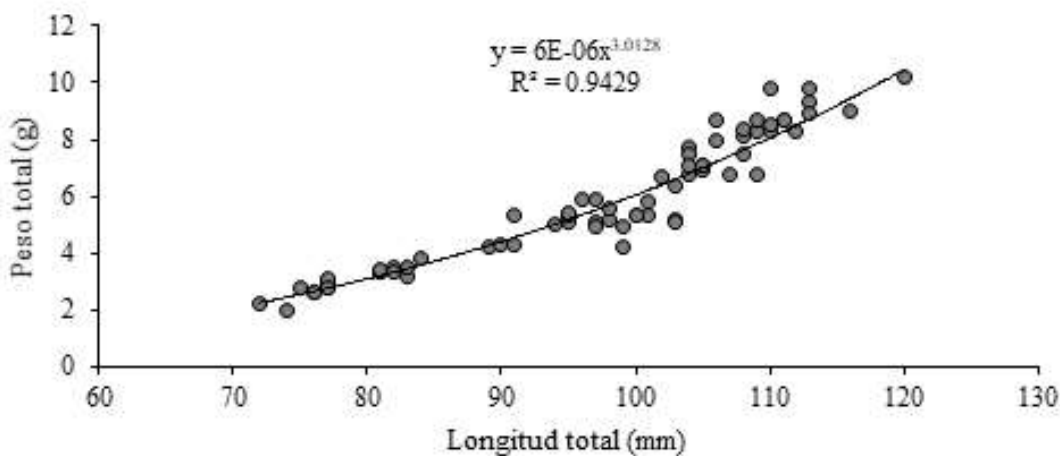


Figura 10.- Relación talla-peso de camarón blanco en el sistema biofloc.

Con base en las mediciones de peso total y longitud total, el peso promedio de los camarones en la cosecha fue de 5.44 g vs 12.01 g esperado; mientras que la longitud registrada fue de 96.91 vs 123 mm esperada.

Discusión

Parámetros físico químicos

Los valores de temperatura de 24.0-27.4 °C (promedio de 25.9 °C) registrados en el presente trabajo de cultivo

de camarón en sistema biofloc en Guápiles fueron similares a lo reportado por Fróes *et al.*, (2012) con un valor promedio de temperatura de 25.4 ± 1.61 °C para biofloc y en horas de la mañana durante 117 días de cultivo. Además, Mendoza-López *et al.* (2017) registraron temperaturas en sistemas de biofloc determinando rangos entre 19.1-33.8 °C, con un promedio de 26.4 °C.

Ibarra *et al.*, (2020) registraron temperaturas promedio de entre 23.64 - 25.03 °C para tratamientos con biofloc y un control con recirculación de agua permanente y con suministro de alimento de 22 %, 28 % y 35 % de proteína durante de 60 días de cultivo. Por su parte, Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) indican temperaturas promedio de entre 25.00 ± 0.74 - 25.02 ± 0.66 °C en cultivo de camarón a densidades de 50, 100, 150 y 200 animales/m² durante 60 días de cultivo.

CONAPESCA (2013) indica que la temperatura para el cultivo de *L. vannamei* oscila entre 20.0-35.0 °C; sin embargo, Miranda-Baeza *et al.*, (2018) mencionan que los peneidos habitan en ambientes naturales con rangos de temperaturas entre 18-35 °C, siendo las temperaturas óptimas para el camarón blanco entre 28-30 °C.

Los camarones son organismos ectotermos, estando su metabolismo determinado por la temperatura del medio que los rodea. A pesar de que los valores de temperatura registrados en la presente investigación se encontraron dentro del intervalo de temperatura reportada por diversos autores, los camarones no crecieron a la tasa esperada, por lo que la temperatura registrada durante los 88 días de cultivo no fue estable, pudiendo afectar el crecimiento.

En términos de oxígeno, el valor promedio registrado en esta investigación fue de 6.0 mg/l, similar al reportado por Merchán-Pérez (2014) quien obtuvo niveles de oxígeno de 6.02 ± 0.71 mg/l en un sistema raceway con post-larvas de camarón blanco *L. vannamei* durante 28 días. Por su parte, Cortés-Duarte (2015) reportaron valores de oxígeno promedio de 6.22 ± 1.41 mg/l para un biofloc inoculado con bacterias comerciales (BC) durante 40 días. Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) en cultivo de camarón en biofloc registraron un valor de oxígeno de 6.20 ± 0.70 mg/l por la mañana y a densidades de siembra de 50 ind/m² durante 60 días de cultivo.

Más recientemente, Villarreal-García (2022) registró valores de oxígeno durante 105 días de cultivo entre 6.0 ± 0.5 y 6.1 ± 0.7 con distintos sistemas de aireación y de 6.25 ± 2.03 y 6.44 ± 0.9 durante 12 y 24 horas de aireación respectivamente. Finalmente, Proaño-Morales *et al.*, (2022) obtuvieron en un diseño experimental de aireación con tubería PVC perforada a un extremo un valor O₂ de 6.24 mg/l por la mañana y 6.20 g/l por la tarde durante 60 días.

El oxígeno disuelto es el parámetro más relevante en cultivos intensivos sin renovación de agua. En estos sistemas la densidad de siembra, la cantidad de materia en suspensión y el metabolismo de microorganismos pueden provocar una disminución en los niveles de oxígeno (Fróes *et al.*, 2012). La solubilidad del O₂ es dependiente de la temperatura y de la salinidad (Miranda-Baeza *et al.*, 2018). En sistemas hiper intensivos, el oxígeno se convierte en un factor crítico, por lo que su funcionamiento requiere concentraciones estables de oxígeno disuelto (Espinoza-Barrón, 2016).

Miranda-Baeza *et al.*, (2018) mencionan que el nivel de O₂ debe mantenerse sobre los 5.0 mg/l, aunque algunas investigaciones demuestran que los camarones soportan niveles de hasta 2.0 mg/l durante lapsos cortos de tiempo. Las concentraciones de oxígeno durante la investigación con biofloc en Guápiles se encontraron dentro de los rangos óptimos; sin embargo, se presentaron caídas de O₂ cercanos a 2.0 mg/l por fallos en el equipo de aireación, aunque no se observó mortalidad durante los eventos de caída del oxígeno.

Por otro lado, la salinidad es un parámetro que influye en el equilibrio osmótico de los organismos (Espinoza-Barrón, 2016). De este modo, los camarones peneidos pueden soportar salinidades entre 1.0 y más de 50 ‰, lo que indica que las especies de este grupo son eurihalinas (Miranda-Baeza *et al.*, 2018).

L. vannamei presenta un punto de equilibrio osmótico a una salinidad de 30 ‰, en donde las bajas y altas salinidades produce un gasto energético costoso por efecto de la osmorregulación, dando como resultado mayor consumo de alimento (Gucic, 2008). Durante la osmorregulación ocurre estrés osmótico y oxidativo, influyendo en el crecimiento y la supervivencia de *L. vannamei*, debido al alto consumo de energía durante este proceso (Mescouto-Nunes, 2019). Por otra parte, CONAPESCA (2013) indica que la salinidad apta para el cultivo de *L. vannamei* se encuentra entre 5.0-40.0 ‰.

Diversos autores registran valores de salinidad similares al de la presente investigación. De Paiva-Maia *et al.*, (2016) reportaron valores de salinidad de 21.1 ± 4.0 ‰ para un experimento con camarón sin recambio de agua, con adición de probióticos comerciales y melaza, a una densidad de siembra de 98 camarones por m² durante 16 semanas. Mendoza-López *et al.* (2017) indican que en los estudios realizados con tecnología de biofloc, la salinidad se encuentra desde 1.0 hasta 36.2 ‰ con un promedio de 18.6 ‰, lo cual demuestra el amplio rango de salinidad en los que se puede cultivar *L. vannamei*.

Durante la investigación de cultivo de camarón con biofloc en Guápiles, la salinidad se mantuvo en promedio en 20.0 ‰, con valores inferiores de hasta 15 ‰. Considerando lo indicado por varios autores, el nivel de salinidad con que fue realizado el experimento se encontró por debajo del óptimo para esta especie, el cual es de 30.0 ‰, en donde, la inestabilidad de la salinidad tuvo el efecto de un mayor gasto de energía por osmorregulación.

En cuanto al grado de acidez, la gran mayoría de trabajos con biofloc presentan pH similares a la presente investigación, tal es el caso de Lima-Silva *et al.*, (2009) con 7.9 ± 0.3 en un sistema sin renovación de agua con concentración de C:N de 15:1 por 42 días. Otros autores como Audelo-Naranjo *et al.*, (2012) reportan valores promedio de pH de 7.8 ± 0.5 ; Merchán-Pérez (2014) con registros de 7.73 ± 0.41 y 8.12 ± 0.2 , y Cortés-Duarte (2015) con valores de 7.54 ± 0.42 - 7.63 ± 0.38 .

Otros trabajos con valores muy similares de pH son reportados por Espinoza-Barrón (2016) con un intervalo en los valores de 6.8-8.3; de Paiva-Maia *et al.*, (2016) con 7.69 ± 0.05 y 7.70 ± 0.07 ; Mendoza-López *et al.*, (2017) con 7.8; Moreno-Figueroa (2017) con 7.82 ± 0.02 - 7.96 ± 0.03 ; Ibarra *et al.*, (2020) con 7.37-8.26 y Contreras-Sillero (2020) con 7.7 ± 0.4 - 8.1 ± 0.2 . Más recientemente Espinoza-Redrovan (2021) registró valores de pH de 7.52-8.03, Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) valores de 7.74 ± 0.35 y 7.99 ± 0.29 , Proaño-Morales *et al.*, (2022) 7.62-8.76 y Villarreal-García (2022) con registros de 7.4 ± 0.2 y 8.93 ± 0.93 .

El pH es considerado como una medición de iones de hidrógeno presentes en el agua, mostrando si esta es neutra, ácida o básica. El valor de pH es esencial en cultivos hiper-intensivos de biofloc, ya que esto permite el desarrollo de bacterias nitrificantes en los flóculos (Miranda-Baeza *et al.*, 2018). Dicho parámetro varía durante el día, representando un factor muy dinamizado. De este modo, las formas ionizadas o no ionizadas de los compuestos nitrogenados amoniacales están determinadas por el pH del agua, en donde, la forma no ionizada aumenta conforme incrementa el pH (Espinoza-Barrón, 2016).

CONAPESCA (2013) menciona que el intervalo ideal para el cultivo de *L. vannamei* es de 7.0 a 9.0 para pH y Miranda-Baeza *et al.*, (2018) lo referencian en 8.0 y 9.0. Durante esta investigación los camarones fueron mantenidos en óptimas condiciones de potencial de hidrógeno entre 6.7-8.6 pH para su desarrollo y crecimiento.

Alimentación y fuente de carbono

Durante la investigación se suministró una mayor cantidad de alimento que la proyectada 15.34 vrs 14.0 Kg, con un detrimento del desempeño productivo de los camarones bajo cultivo en biofloc. Un suministro no adecuado del alimento conlleva a la pérdida de la calidad del alimento si este no es consumido por los camarones, en donde, periodos prolongados de permanencia en el agua sin ser consumido deriva en la pérdida de nutrientes importantes. Si el alimento no es consumido del todo se descompondrá, dando como resultado un deterioro de la calidad del agua y del fondo de estanque (Cabrera- Pérez y Lara-Hernández, 2014).

Una sobrealimentación aumenta los nutrientes en el sistema de cultivo, mismos que son aprovechados por los microorganismos presentes en el agua de cultivo y que pueden llegar a ser patógenos, lo que generará estrés provocando que los camarones dejen de alimentarse. Esto generará a su vez una reducción en la tasa de crecimiento y en la supervivencia, incrementando el factor de conversión alimenticia (Lecaro-Plaza y Lozada-Mite, 2022).

De este modo, un suministro inadecuado de las raciones de alimento para los camarones provocará pérdidas económicas; mientras que una dosificación de la ración alimenticia adecuada dará como resultado una mejor síntesis de tejidos en los especímenes (Jiménez-Rojas y Estrada-Flores, 2013). Cabrera- Pérez y Lara-Hernández (2014) indican que para el desarrollo exitoso de un cultivo de organismos la alimentación es un aspecto clave, donde la optimización del aprovechamiento del alimento incrementará la eficiencia en la producción.

En este experimento se suministró una mayor cantidad de alimento concentrado ajustado al comportamiento de la demanda observada por los camarones cultivados mediante la tecnología de biofloc. A pesar de que fue compensado el aporte de mayor nitrógeno con la adición de melaza como fuente de carbono para mantener la calidad el agua, no se logró mejorar el desempeño productivo de los camarones, siendo que la eficiencia de conversión alimenticia alcanzará 2.57 vrs 1.19 como valor esperado.

En cuanto a fuente de carbono, Cortés-Duarte (2015) empleó una relación de carbono: nitrógeno de 12:1 para un biofloc inoculado con bacterias comerciales (BC) durante 40 días, siendo está proporción igual a la establecida en la presente investigación con la adición de melaza como fuente de carbono. Asimismo, Fróes *et al.*, (2012) obtuvieron un mayor peso promedio final, mayor biomasa y mayor productividad cuando adicionaron melaza como fuente de carbono para la fertilización del biofloc. El suministro de una fuente de carbono para mantener la relación carbono: nitrógeno en el sistema biofloc es esencial para las bacterias benéficas, ya que estas captan del agua los compuestos nitrogenados para producir proteínas que requieren para su crecimiento y multiplicación celular. Los flóculos se desarrollan de acuerdo a esta relación, resultando en asimilación de los nutrientes presentes en el agua de cultivo (Contreras-Sillero, 2020).

La melaza es la fuente de carbono mayormente empleada en sistemas de cultivo, con la finalidad de favorecer el crecimiento de microorganismos necesarios para el funcionamiento del sistema (Cuéllar-Anjel *et al.*, 2010). El uso de la melaza durante esta investigación permitió mantener los niveles de nitrógeno amoniacal estables, generando biomasa bacteriana. No se observó mortalidad superior a la esperada 80 % vrs 79 % registrada al final de ciclo de cultivo.

Parámetros de producción

Con respecto a la producción neta, Fróes *et al.*, (2012) registraron una producción de 0.87 ± 0.026 Kg/m² con la adición de una fuente de carbono, en un cultivo intensivo de *L. vannamei* con mínimo recambio de agua y

una duración de 117 días, siendo este valor de producción más bajo al obtenido en la presente investigación 1.30 Kg/m^3 (0.98 Kg/m^2).

Serra *et al.*, (2015) obtuvieron una producción neta de $1.23 \pm 0.31 \text{ kg/m}^3$ con el uso de dextrosa como fuente de carbohidrato más suplemento de alimento en un sistema biofloc de *L. vannamei*, con valores muy similares al obtenido en presente estudio realizado en Guápiles con 1.30 kg/m^3 . Más recientemente Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) obtuvieron una producción 0.61 Kg/m^2 , a pesar de que la densidad utilizada fue 150 camarones/m² fue inferior a la utilizada en esta investigación, en Guápiles se obtuvo 1.30 Kg/m^3 con el doble de densidad.

En producciones comerciales en estanques los pesos que se obtienen no siempre están entre 12.0 y 14.0 g que corresponde al peso de cosecha del camarón *L. vannamei*. Esto ocurre debido a diferencias en las prácticas de manejo, control de parámetros del agua y alimentación (Murcia-Mena y Paz-Quevedo, 2020).

De acuerdo con los datos reportados por diferentes autores, la producción neta (Kg/m^3) obtenida al final de la investigación, fue similar en algunos casos como lo reportado por Serra *et al.*, (2015); sin embargo, no se logró la expectativa de producción de 3.11 Kg/m^3 planteada en esta investigación.

Por otro parte, Jiménez-Rojas y Estrada-Flores (2013) mencionan que el factor de conversión alimenticia es dependiente del tamaño del camarón, la densidad de siembra y la calidad del alimento y que este factor en condiciones ideales no debe ser mayor de 1.5. Lara-Espinoza *et al.*, (2015) y Miranda-Baeza *et al.*, (2018) indican que, con adecuadas prácticas de manejo en el cultivo de camarón, el FC debe estar entre 1.3 y 2.0 como máximo.

Merchán-Pérez (2014) registró un factor de conversión de 2.28 ± 0.6 en biofloc en un cultivo intensivo de post-larvas del camarón blanco *L. vannamei* en sistema de raceways durante 28 días; mientras que Silva-Reyna (2017) reporta un FC de 2.43-2.90 en un policultivo de camarón con tilapia *Oreochromis sp.* con sistema biofloc a salinidades de 2.0 a 10.0 g/l y por 60 días.

Recientemente Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) reportan un valor de 2.56 de FC para una densidad de 200 animales/m² durante 60 días de cultivo. Lecaro-Plaza y Lozada-Mite (2022) obtuvieron un FC de 2.39 ± 0.52 en un tratamiento de alimento en sistema raceways con protocolo estándar de alimento de marca BioMar® con una densidad de siembra 50 camarones/m² y 56 días de investigación.

En los cultivos de camarón tanto tradicional como hiper-intensivo, el suministro de alimento es esencial y este representa hasta el 40 % de los costos de producción. El complemento de flóculos en sistemas biofloc disminuyen el requerimiento de formulado alimenticio, ya que la biomasa bacteriana suple parte del requerimiento nutricional de los camarones.

En esta investigación con biofloc se obtuvo un valor de FC de 2.57, lo cual significa que la mayor cantidad de alimento suministrado no fue utilizada eficientemente por los camarones, aun cuando varios autores reportan valores de FC dentro de este rango. La expectativa de FC planteada durante la investigación en la localidad de Guápiles se proyectó en 1.19, misma que no se alcanzó.

Respecto a la tasa de crecimiento, Espinoza-Barrón (2016) obtuvo una tasa diaria promedio 0.35 g/semana para un tratamiento con uso de probióticos y fuentes de carbono y uno control sin estos, manteniendo una relación de C:N de 13:1 con una duración de 42 días, siendo el valor igual a obtenido en la presente investigación.

Fróes *et al.*, (2012) registraron una tasa de crecimiento de 0.50 ± 0.08 g/semanal sin carbono orgánico. En este experimento se evaluó el efecto de la fertilización orgánica en la calidad del agua, el crecimiento y sobrevivencia de *L. vannamei* en un sistema intensivo con mínimo recambio de agua durante un ciclo de 117 días.

Gomes dos Reis *et al.*, (2018) reportaron una tasa de crecimiento de 0.54 ± 0.156 por semana para un tratamiento con 24 horas oscuridad con una duración de 70 días. Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) obtuvieron una tasa de crecimiento de 0.54 g/semana para una densidad de 200 animales/m² por 60 días, teniendo un menor crecimiento el tratamiento con mayor densidad.

El crecimiento de un individuo se da por medio de un incremento de las partes que lo conforman en intervalos de tiempo definidos. Este factor a su vez está determinado por la nutrición, la herencia, agentes externos como enfermedades, factores ambientales y la variación de cada individuo (Cabrera- Pérez y Lara-Hernández, 2014).

En esta investigación no se observó signos de enfermedad en los camarones de cultivo y la tasa de crecimiento semanal alcanzada fue de 0.35 g/semana alcanzada vrs 0.91 g/semana esperada, valor inferior a lo reportado por Gomes dos Reis *et al.*, (2018). La tasa de crecimiento semanal bajo el sistema biofloc en Guápiles fue muy baja con respecto a lo que se espera para un cultivo de camarón, variables físico químicas inestables como las indicadas líneas arriba contribuyeron en estos resultados.

Diversos estudios presentan valores similares en términos de sobrevivencia respecto al experimento ejecutado con biofloc en Guápiles con 79 % de sobrevivencia. Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) reportaron una sobrevivencia de 79.55 % con una densidad de siembra de 150 animales/m² durante 60 días. Lima-Silva *et al.*, (2009) indican una sobrevivencia similar, con valor de 77.9 ± 17.3 % en un sistema sin renovación de agua para una relación carbono: nitrógeno de 15:1 por un periodo de 42 días.

Ibarra *et al.*, (2020) reportaron una supervivencia de 77.30 % para tratamientos con tecnología convencional con circulación de agua y alimento de 35 % de proteína por 60 días y Martínez *et al.*, (2022) registraron una supervivencia de 77.5 ± 2.5 % para camarones alimentados con consorcio microbiano marino por 45 días, como parte de una evaluación en la respuesta de *L. vannamei* cultivado en presencia de distintos tipos de biopelículas.

Proaño-Morales *et al.*, (2022) obtuvieron una supervivencia de 77.78% en un diseño experimental para establecer la eficiencia del uso de tubería PVC perforada a un extremo, con suministro de alimento de 28 % de proteína bruta durante 60 días. Además, Villarreal-García (2022) obtuvo una sobrevivencia 81.00 ± 0.70 % en una investigación que evaluó tratamientos con diferentes métodos y tiempos de aireación, obteniendo este valor con 12 horas de aireación.

Los resultados en cuanto a la tasa de sobrevivencia en esta investigación con tecnología de biofloc se encontraron dentro de los rangos reportados por otros autores y que representa una tasa superior a la sobrevivencia que ocurre en cultivos de camarón en estanques en tierra en Costa Rica que es del 50 %. Por otro lado, el mayor costo de producción en acuicultura lo representa el alimento concentrado. El costo modelado de producción asociado al alimento se tasó en \$1.59/Kg vrs \$3.62/Kg logrado bajo cultivo en biofloc, donde, el camarón producido en el experimento en Guápiles fue comercializado a \$ 7.27/ Kg entero con concha.

Muestreo

El muestreo llevado a cabo a los 65 días del cultivo de biofloc registró un valor promedio de 2.18 g. Arzola-González *et al.*, (2008), reportaron pesos en camarón de 2.50 g a los 38 días de cultivo con una salinidad

de 2.0 %, mientras que Espinoza-Barrón (2016) reportan un peso promedio entre 2.31-2.70 g a los 42 días de cultivo del camarón.

Los camarones cultivados en Guápiles con el sistema biofloc registraron valores de peso inferiores a los reportados por otros autores, así como con mayor tiempo de ciclo de cultivo 38 y 42 días versus 65 días registrados en este estudio.

Normalidad

Los camarones presentes en un sistema de cultivo se encuentran expuestos a las mismas condiciones del ambiente, estando el alimento presente en suficiente cantidad por lo que es de esperar que cuando finalice el cultivo, la población alcance una distribución normal típica (Rivera-García y Grijalva-Chon, 2006).

En la presente investigación la prueba de normalidad aplicada evidenció la no existencia de una distribución normal. La no normalidad de los datos puede deberse a valores muy extremos (outliers) con respecto a la mayoría de datos, a una unidad experimental con edades diferentes o también a errores cometidos en la conducción de la investigación (Pérez-Pelea, 2018).

En general, de acuerdo con los resultados observados, los cambios en condiciones ambientales principalmente oxígeno, salinidad y temperatura pudo tener un efecto sobre el desempeño individual de los camarones afectando distribución normal para el carácter peso en gramos, como también se observó con bajos rendimientos en la producción neta, el factor de conversión de alimento y la tasa de crecimiento.

Distribución y relación talla-peso

Lima-Silva *et al.*, (2009) reportaron un peso final promedio muy cercano al obtenido en la presente investigación (5.44 g), con un valor de 5.40 ± 2.18 g, para un sistema sin renovación de agua, presentando dicho crecimiento con una proporción de carbono: nitrógeno de 15:1, con una duración de 42 días. Sin embargo, el peso registrado en esta investigación se alcanzó hasta los 88 días, casi el doble del tiempo reportado por los otros autores.

Gomes dos Reis *et al.*, (2018) obtuvieron un peso promedio de 5.48 ± 1.56 g, con camarones sometidos a un tratamiento de 24 horas oscuridad durante 70 días, siendo datos similares a los registrados en esta investigación con biofloc en Guápiles. Resultados similares fueron documentados por Ibarra-Mayorga *et al.*, (2021) quienes registraron peso promedio final de cosecha de entre 5.01 ± 0.08 a 5.52 ± 0.13 para densidades de siembra de camarones de 50, 100, 150 y 200 animales/m² por 60 días, teniendo un mayor crecimiento el tratamiento con menor densidad (50 ind/m²).

El peso en crustáceos está regido por el ambiente, el cual tiene un efecto directo en su fisiología. Si los efectos ambientales son positivos para el organismo entonces este se desarrolla y crece, si el entorno es negativo entonces el crecimiento se va a ver afectado directamente (Cabrera- Pérez y Lara-Hernández, 2014).

Efectos negativos como la baja salinidad de 20.0 ‰ y su fluctuación, valores de oxígeno inestable de hasta 2.0 mg/l, niveles de temperatura de 24.0-27.4 °C y con fluctuaciones pueden explicar que el peso promedio alcanzado por los camarones cultivados en biofloc en la presente investigación se encontraran por debajo de lo esperado.

En cuanto a la relación talla-peso, en la ecuación exponencial de talla longitud obtenida con las tallas de cosecha (mm) y pesos (g) del experimento de biofloc en Guápiles de b fue de 3.01. Arzola-González *et al.*, (2008) obtuvieron un valor de b de 3.27 similar al de la presente investigación.

Valores de 3 en exponente b o cercanos a este son indicadores de que los camarones experimentaron un tipo de crecimiento isométrico, lo que significa que los individuos crecen de igual proporción tanto en longitud como en peso. Esto se debe a que el peso de los camarones es similar a su volumen y a su vez, es proporcional a la longitud elevada al cubo.

Conclusión

La eficiencia de conversión alimenticia elevada, la baja tasa de crecimiento y la poca uniformidad de los camarones a la cosecha están vinculados con los niveles inestables de la temperatura, del oxígeno disuelto y de la salinidad, en donde, el efecto acumulativo de estas tres variables afectó el desempeño productivo de los camarones bajo el cultivo de biofloc.

Referencias

- Alvarado-Ruiz, C. 2016. Producción de alevines de la tilapia (*Oreochromis niloticus*), en hapas de cultivo. *El Bohío Boletín Electrónico*, 6(2), 20-28. ISSN 2223-8409
- Arzola-González, J. F., Flores- Campaña, L. M., Izabal-Ceja, A. y Y. Gutiérrez-Rubio. 2008. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. *Revista AquaTIC*, 28, 8-15. ISSN: 1578-4541
- Audelo-Naranjo J. M., Martínez-Córdova, L.R., Gómez-Jiménez, S. y D. Voltolina. 2012. Intensive culture of *Litopenaeus vannamei* without water exchange and with an artificial substrate. *Hidrobiológica*, 22(1), 1-7. ISSN: 0188-8897
- Cabrera-Pérez, S.R. y S.J. Lara-Hernández. 2014. Comparación del crecimiento de post-larvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, sometidas a dos condiciones experimentales: una alimentada con alimento comercial más biofloc y la otra sin biofloc. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, León, Nicaragua.
- Castillo, S. G., Ponce, J. T., Tacon, A. G., Arredondo, J. L., Ruiz, A., Chávez, E. A. y M. García. 2013. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y rendimiento en subadultos de huachinango del pacífico, cultivados en jaulas flotantes marinas. *Industria Acuícola, Acuicultura y Negocios de México*, 10 pp. <http://dx.doi.org/10.1080/15222055.2012.676002>
- CONAPESCA. 2013. Acuicultura Camarón blanco del Pacífico. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-blanco-del-pacifico>
- Contreras-Sillero, M.E. 2020. Policultivo de *Holoturia inornata* con *Penaeus vannamei* en un sistema biofloc. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit México.
- Cortés-Duarte, M.A. 2015. Evaluación del efecto de un consorcio de bacterias endémico y otro de una marca comercial, en el crecimiento y la sobrevivencia de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en biofloc con agua a baja salinidad. Tesis de Maestría, Universidad Estatal de Sonora, Sonora, México.
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A. y O. García-Suárez. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA-OSPESCA. 132 pp. ISBN: 978-9962-661-05-4
- Paiva-Maia, E., Alves-Modesto, G., Brito, L. O., Olivera-Gálvez, A. y T.C. Vasconcelos- Gesteira. 2016. Intensive culture system of *Litopenaeus vannamei* in commercial ponds with zero water exchange and addition of molasses and probiotics. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51 (1), 61-67, DOI 10.4067/

S0718-19572016000100006

- Espinoza-Barrón, L.G. 2016. Efecto del uso de probióticos sobre las comunidades de bacterias heterótrofas, nitrificantes y *Vibrio*, compuestos nitrogenados y parámetros productivos de *Litopenaeus vannamei* en un sistema hiper intensivo durante la fase de maternización. Tesis de Maestría, Universidad Estatal de Sonora, Sonora, México.
- Espinoza-Redrovan, J.P. 2021. Evaluación de dos tipos de sustratos en un sistema de biofloc en la cría de postlarva de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Proyecto de graduación, Escuela Agrícola Panamericana Francisco Morazán, Honduras.
- Fróes, C., Fóes, G., Krummenauer, D., Ballester, E., Poersch, L. H. y W. Wasielesky Jr. 2012. Fertilização orgânica com carbono no cultivo intensivo em viveiros com sistema de bioflocos do camarão branco *Litopenaeus vannamei*. *Atlântica (Rio Grande)*, 34(1), 31-39. doi: 10.5088/atl.2012.34.1.31
- Gomes dos Reis, W., Wasielesky Jr., W., Abreu, P.C. y D. Krummenauer. 2018. Rendimiento del camarón blanco del Pacífico en biofloc con diferentes regímenes de luz. *Global Aquaculture Advocate*, 1, 1-9.
- Gucic, M. 2008. Digestibilidad in vivo de alimentos comerciales y experimentales para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado a diferentes salinidades. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, Baja California sur, México.
- Günther, J. 1995. Análisis de las referencias sobre acuicultura en Costa Rica 1970-1994. *Uniciencia*, 11(1), 63-79.
- Hernández-Mancipe, L. E., Londoño-Vélez, J. I., Hernández-García, K. A. y L.C. Torres-Hernández. 2019. Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99. DOI: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting Fish Growth: A review of the Basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3), 173-179.
- Ibarra E., Proaño J. y J. Llanes. 2020. Evaluación de tres niveles de proteína en cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con tecnología biofloc. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 37 (2), 83-91. ISSN 0138-8452
- Ibarra-Mayorga, E., Llanes-Iglesias, J., Jijón-Vergara, A. y B. Rodríguez-Sánchez. 2021. Evaluación de densidades poblacionales en engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con tecnología biofloc y baja proteína dietética. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 38(1), 34-43. ISSN 0138-8452
- Jiménez-Rojas, J.B. y S.M. Estrada-Flores. 2013. Crecimiento de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, alimentados con Sustrato artificial vrs flóculo, como alimento natural complementario. Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León, León, Nicaragua.
- Krummenauer, D., Peixoto, S., Oliveira, R., Poersch, L. H. y W. Wasielesky Jr. 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. *Journal of the world aquaculture society*, 42(5), 726-733.
- Lara-Espinoza, C. L., Espinosa-Plascencia, A., Rivera-Domínguez, M., Astorga-Cienfuegos, K. R., Acedo-Félix, E. y M. Bermúdez-Almada. 2015. Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *Revista AquaTIC*, 43, 1-13. ISSN 1578-4541
- Lawrence, A.L. y D.M. Houston. 1993. Nutritional response of juvenile *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* to different quality feeds in the presence and absence of natural productivity. In: McVey, J.P., Collie, M. (Eds.), Proceedings 20th US-JAPAN Symposium on Aquaculture Nutrition. pp. 113-124.
- Lecaro-Plaza, K.J. y V.H. Lozada-Mite. 2022. Optimización de la alimentación de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en un sistema de alto rendimiento a baja salinidad. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Acuicultura, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Lima-Silva, U., Penalva de Melo, F., Borda-Soares, R., Neves-Spanghero, D. B. y E. de Souza-Correia. 2009. Efeito da adição do melão na relação carbono/nitrogênio no cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei*

- na fase berçário. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(4), 337-343. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v31i4.4496
- Martínez, L.R., Martínez, M., Robles, G.L y E. Garibay. 2022. Alternativas de Acuicultura Sostenible: Aspectos Nutricionales. En: Cruz-Suárez, L.E., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J., Martínez-Palacios, C.A. (Eds). *Investigación e innovación en nutrición acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México*. 245-262 pp. ISBN: 978-607-27-1732-9
- Mendoza-López D.G., Castañeda-Chávez, M.R., Lango-Reynoso, F., Galaviz-Villa, I., Montoya-Mendoza, J., Ponce-Palafox, J.T., Esparza-Leal, H.M. y V. Arenas-Fuentes. 2017. El efecto de la tecnología de biofloc (TBF) sobre la calidad del agua en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*: Una revisión. *Revista Bio Ciencias*, 4 (4), 1-15. <https://doi.org/10.15741/revbio.04.04.01>
- Merchán-Pérez, L.A. 2014. Dinámica del biofloc en cultivo intensivo de post- larva del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en un sistema de raceways, Taura - 2013. Tesis de grado para la obtención del título de Biólogo Marino, Universidad Estatal Península De Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Mescouto-Nunes, R. 2019. Estado da arte na avaliação do estresse osmótico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistemas de cultivo oligohalinos. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil.
- Miranda-Baeza, A., Huerta-Rábago, J.A. y J.A. Lizárraga-Armenta. 2018. Cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con tecnología de biofloc (BFT). En: *Fundamentos de Innovación Tecnológica en Acuicultura Intensiva. Oficina de Generación del Conocimiento y la Información, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca*. AUNAP, 92-114 pp. ISBN 978-958-56718-7-4
- Moreno-Figueroa, L.D. 2017. Cultivo intensivo foto-heterotrófico del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en alta salinidad con reposición mínima de agua. Tesis de doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, Baja California sur, México.
- Murcia-Mena, L. J. y N.E. Paz-Quevedo. 2020. Rendimiento productivo de tres densidades de siembra de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la estación de Maricultura, Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador. *Revista Agrociencia*, 3(15), 6-14. ISSN 2522-6509
- Naegel, L. C. 1980. Status, potentials and problems of mariculture in Costa Rica. *Proceedings of the World Mariculture Society*, 11 (14), 570-576.
- Pérez-Pelea, L. 2018. ¿Cómo proceder ante el incumplimiento de las premisas de los métodos paramétricos? O ¿cómo trabajar con variables biológicas no normales? *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 39, 1-12. ISSN 2410-5546 RNPS 2372
- Proaño-Morales, J.J., Proaño-Morales, A.S., Moreira-Sanchez, Y.K. y T.E. Ibarra-Mayorga. 2022. Comparación entre manguera difusora y tubería PVC para la aireación en la producción de *Litopenaeus vannamei* con biofloc a diferentes niveles de proteína. *CES Med. Zootec.*, 17(1), 11-27. <https://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.6373>
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Dept. of Environment. Fish. and Mar. Serv. Ottawa. Canada. 382 pp.
- Rivera-García, M. y J.M. Grijalva-Chon. 2006. Genetic variability and differentiation in cultured white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* with low and high growth. *Ciencias Marinas*, 32(1a), 1-11.
- SepSA. 2023. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. Boletín Estadístico Agropecuario No 33. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/Paginas/BoletinesEstadisticos.aspx>
- Serfling, S.A. 2000. The Solar Aquafarm story. *Global Aquaculture Advocate*, 3: 48-51.
- Serra, F. P., Gaona, C. A., Furtado, P. S., Poersch, L. H. y W. Wasielesky. 2015. Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*, 23, 1325-1339.
- Silva-Reyna, S. 2017. Policultivo de tilapia *Oreochromis sp.* y del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* ex-

puesto a diferentes salinidades en biofloc. Tesis de Maestría en Acuicultura, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, México.

Valverde-Moya, J. A. y J. Alfaro-Montoya. 2013. La experiencia del cultivo comercial de camarones marinos en estanques de producción en Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 5, 87-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.5.6>

Valverde-Moya, J. A. y J. Alfaro-Montoya. 2014. Productividad y rentabilidad del cultivo de camarones marinos en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 6, 37-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.6.3>

Villarreal-García, A.V. 2022. Efecto de la aireación en el cultivo hiper-intensivo foto-heterotrófico del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en un sistema sin recambio de agua. Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, Baja California sur, México.



El Bohío es un boletín electrónico sin fines de lucro que tiene como objetivo informar de manera directa y actualizada sobre temas del medio ambiente marino, cambio climático, zona costera, ecología y novedades en las tecnologías afines, entre otros.

Para seguir cumpliendo nuestra misión necesitamos de tu apoyo. Aceptamos cualquier cantidad monetaria

Si deseas donar hazlo a través de nuestra trajeta



CITIBANAMEX:

5256 7827 5485 9695



EL EQUIPO DEL BOHIO AGRADECE TU APOYO

Visítanos en: <http://boletinelbohio.com/>



Director: Consejo Científico:

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Arturo Tripp Quesada (Mex)

Oscar Horacio Padín (Arg)

José Luis Esteves (Arg)

Comité Editorial:

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Teresita de J. Romero López (Cub)

Guillermo Martín Caille (Arg)

Celene Milanés Batista (Col)

Abel d J. Betanzos Vega (Cub)

Jorge A. Tello Cetina (Mex)

Jorge A. Tello Cetina (Mex)

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Jorge E. Prada Ríos (Col)

Guillermo Martín Caille (Arg)

Ulsía Urrea Mariño (Mex)

Abel de J. Betanzos Vega (Cub)

Oscar Horacio Padín (Arg)

Gerardo Gold Bouchot (USA)

Mark Friedman (USA)

Gerardo E. Suárez Álvarez (Cub)

Guaxara Afonso González (Esp)

Armando Vega Velázquez (Mex)

Carlos Alvarado Ruiz (Costa R.)

José María Musmeci (Arg)

Celene Milanés Batista (Col)

Omar A. Sierra Rozo (Col)

Gerardo Navarro García (Mex)

Marcial Villalejo Fuerte (Mex)

Gerardo Gold Bouchot (USA)

César Lodeiros Seijo (Ven-Ecu)

José Luis Esteves (Arg)

Mark Friedman (USA)

María Cajal Udaeta (Esp)

Oscar A. Amaya Monterrosa (Sal)

Yoandry Martínez Arencibia (Cub)

Jorge L. Tordecillas Guillen (Mex)

Ruby Thomas Sánchez (Cub)

José Ernesto Mancera Pineda (Col)

Nalia Arencibia Alcántara (Cub)

Nidia I. Jiménez Suaste (Mex)

Lázaro C. Ruiz Torres (Mex)

Jorge M. Tello Chan (Mex)

Álvaro A. Moreno Munar (Col)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Máximo R. Luz Ruiz (Cub)

Diseño Gráfico y Maquetación:

Edición y Corrección:

Alexander López Batista (Cub) **DIMAGEN**

Guillermo Martín Caille (Arg)

Colaboradores:

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Maikel Hernández Núñez (Cub)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Estefanía Guadalupe Chan Chimal (Mex)

Diseño Editorial:

Juan Silvio Cabrera Albert (Cub)

Alexander López Batista (Cub)

Marycruz García González (Ven)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

“Ayudar al que lo necesita no sólo es parte del deber, sino de la felicidad”.

José Martí