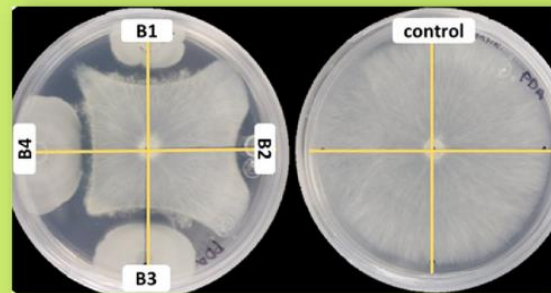


Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México



Leandris Argente Martínez
Ofelda Peñuelas Rubio
Organizadores



Leandris Argente! Martínez
Ofelda Peñuelas Rubio
Organizadores

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM / ITVY (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación
(eDOC BRASIL)**

I62 Investigaciones biológicas, agrícolas y ambientales de México / Organizadores
Leandris Argentele Martínez, Ofelda Peñuelas Rubio. – Nova Xavantina,
MT: Pantanal, 2022.
131 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acceso: World Wide Web
ISBN 978-65-81460-59-4
DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460594>

1. Agricultura – México. 2. Sostenibilidad. 3. Medio ambiente. I.
Argentele Martínez, Leandris. II. Peñuelas Rubio, Ofelda.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Prólogo

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México es un libro electrónico científico, basado en estudios experimentales desarrollados por un colectivo de prestigiosos investigadores de México y de otros países que, en colaboración, aportan respuestas a problemáticas existentes en dichas ramas del saber. Estos trabajos aparecen divididos en capítulos donde se ofrece información actualizada sobre los avances más recientes en dichas áreas, con un estilo de artículo científico y con referencias bibliográficas de gran nivel de actualización científica.

El proceso de revisión de los capítulos fue desarrollado, bajo la modalidad a doble ciegas, por varios investigadores que participan en el comité editorial de PANTANAL EDITORA. Se agradece a los autores de los respectivos capítulos por la dedicación al atender las sugerencias y comentarios realizados por los revisores, optimizando el tiempo de los procesos de revisión y aceptación.


Los autores

Sumario	
Prólogo	4
Ciencias Biológicas	6
Capítulo 1	7
Estructura del manglar y parámetros físico-químicos del sedimento en tres lagunas costeras del Golfo de California	7
Capítulo 2	22
Aislamiento y caracterización morfológica de <i>Fusarium oxysporum</i> asociado al tomate en el Valle del Yaqui, Sonora	22
Capítulo 3	33
Enhancing the yield of spores of <i>Bacillus cereus sensu lato</i> strain B25 by evaluating culture media	33
Capítulo 4	45
Cultivo de camarón blanco del Pacífico (<i>Penaeus vannamei</i>) a baja salinidad en agua de mar artificial	45
Ciencias Agrícolas	55
Capítulo 5	56
Caracterización morfológica y perfil patogénico de aislados fúngicos provenientes de la rizósfera de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.) en el sur de Sonora	56
Capítulo 6	65
Crecimiento y producción de tomate en respuesta a dos sustratos y niveles de solución nutritiva	65
Capítulo 7	76
Isolation and characterization of endophytic bacteria from maize and giant reed with biotechnological and biocontrol potential against <i>Rhizoctonia zeae</i>	76
Ciencias Ambientales	93
Capítulo 8	94
Use of nitrogen fertilizers in the Yaqui Valley: a compilation of three decades of knowledge	94
Capítulo 9	108
Are there atmospheric conditions for water loss at night in wheat canopies in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico?	108
Capítulo 10	122
Estimación del carbono en la biomasa aérea del mezquite (<i>Prosopis</i> spp.) en la comunidad de Charay, El Fuerte, Sinaloa	122
Índice	130
Sobre los organizadores	131

Cultivo de camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*) a baja salinidad en agua de mar artificial


Recibida em: 17/09/2022

Aprobado em: 21/09/2022

 10.46420/9786581460594cap4


Daniel Enrique Godínez Siordia^{1*} 

Rocío Guadalupe Cervantes Gámez¹ 


Bernabé Aguilar Palomino¹ 


José Javier Mina Lara² 

Rogelia Guillermina Lorente Adame³ 

Juan Manuel Pacheco Vega⁴ 

José Belisario Leyva Morales⁵ 

Julián Gamboa Delgado⁶ 

Ana Claudia Sánchez Ortiz⁷ 

RESUMEN

Juveniles de camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*) fueron mantenidos en sistemas de recirculación a 15 Unidades Prácticas de Salinidad (UPS), contrastando un tratamiento control con agua de mar (AM) y un tratamiento de prueba a partir de una fórmula experimental de agua de mar artificial (FE), la cual fue elaborada con compuestos químicos de bajo costo que incluyen los cationes: Na⁺, K⁺, Ca⁺, Mg⁺, y los aniones: Cl⁻, CaCO₃⁻², SO₄⁻². Los parámetros zootécnicos analizados fueron el crecimiento, supervivencia y factor de conversión alimenticia, además de parámetros fisicoquímicos del agua. En los resultados obtenidos no se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre los parámetros zootécnicos de ambos tratamientos. Los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron estables, dentro de lo recomendado para el cultivo de *P. vannamei*. Las proporciones de iones entre AM y FE, en unos casos fueron diferentes, sin embargo, se obtuvo una alta sobrevivencia y adecuado crecimiento en los tres bloques experimentales, lo cual es indicativo del éxito de la propuesta experimental.

¹Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

²Acuacultura de la Costa Sur de Jalisco, San Patricio-Melaque, Cihuatlán, Jalisco, México.

³Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

⁴Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, San Blas, Nayarit.

⁵Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Guasave, Sinaloa, México.

⁶Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N. L., México.

⁷Departamento de Ingeniería Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

*Autor correspondiente: daniel.gsiordia@academicos.udg.mx

INTRODUCCIÓN

La característica fundamental del ambiente marino es el contenido de sales que concentra, el cual se expresa en partes por mil (ppt, ‰), o lo que es su equivalente en gramos por litro (g L^{-1}) y, recientemente, en unidades prácticas de salinidad (UPS), en cualquiera de los casos corresponde a la cantidad de gramos de solutos que existe en un litro de agua de mar. El valor promedio de la salinidad en los océanos del mundo está entre los 34 y 35 UPS (Carissimo et al., 2013), siendo por lo general mayor en las áreas tropicales que en los polos. En este sentido, cabe señalar que el concepto de salinidad y las lecturas realizadas al evaluar calidad de agua, no solo corresponde al cloruro de sodio presente en la muestra a analizar (aunque tanto el cloro como el sodio son parte de los ocho principales componentes), sino que la salinidad es equivalente a la suma de los iones: Ca^{2+} , Mg^{+} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , HCO_3^{-} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} en una masa de agua. Las sales disueltas en el agua de mar forman un gran complejo de iones cuyas concentraciones se mantiene en equilibrio. Sin embargo, la proporción relativa entre cloro, sodio, magnesio, sulfatos, calcio y potasio, es más importante para los organismos marinos que la misma salinidad (Tarifeño, 2013).

El problema principal al que se enfrentan los organismos acuáticos marinos es el conservar su volumen o integridad celular, así como los solutos que intervienen en las diferentes actividades de la célula (Mantel y Farmer, 1983). Esta situación también se presenta en cultivos acuícolas. Organismos marinos como camarón blanco (*Penaeus vannamei*) requieren que exista un balance osmótico entre el agua intracelular y el medio donde se desarrollan, lo que estimulará la osmorregulación hiperosmótica gracias a su condición eurihalina, de manera permanente y dependiente de la proporción de iones en el medio (Roy et al., 2007). Esta movilización de iones y proteínas de membrana celular, crean un intercambio con el medio externo, en donde el Na^{+} , Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{+} y Cl^{-} , son los iones más importantes en este proceso (Castillo et al., 2009).

Las tecnologías actuales para el cultivo de camarón promueven el incremento de la biomasa y la disminución del consumo de agua en sistemas cerrados, permitiendo así la sostenibilidad de la actividad (Ray et al., 2017). Sin embargo, estos desarrollos tecnológicos se han limitado a medios marinos (Arambul-Muñoz et al., 2019). Uno de los principales factores que influyen en el crecimiento y supervivencia de la familia Penaeidae es la salinidad, puesto que, dependiendo de la especie, los cambios o deficiencias en algunos cationes en el medio pueden favorecer o afectar el metabolismo del camarón. En este sentido, hace más de 17 años en la región occidente de México se iniciaron cultivos de camarón blanco (*P. vannamei*) tierra adentro en agua a baja salinidad (Saoud et al., 2003), y desde entonces, esta modalidad se ha extendido con rapidez a nivel mundial gracias a la capacidad eurihalina de la especie (Jory, 2017). A pesar de que existen algunas formulaciones empleando distintos solutos para imitar la salinidad marina, el precio de las mismas es elevado, representando una inversión considerable durante el cultivo de organismos marinos, reflejándose en una disminución de las ganancias. A su vez, el rendimiento o éxito de la producción, depende de la capacidad de adaptación de los organismos al medio marino artificial. El objetivo de este

trabajo fue evaluar el crecimiento, supervivencia y factor de conversión alimenticia de juveniles de *P. vannamei* en un sistema de cultivo a baja salinidad en recirculación a partir de agua de mar artificial, como una alternativa de bajo costo para el cultivo de esta especie de alto interés comercial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Transporte y aclimatación de juveniles de P. vannamei

Para esta investigación se utilizaron juveniles *P. vannamei* con edades de 2 a 3 meses, estos fueron proporcionados por la granja acuícola “Tenacatita” y conducidos vía terrestre al Laboratorio de Acuicultura (LA) del Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, perteneciente al Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Durante el traslado, la temperatura del agua se mantuvo a 25 °C y el oxígeno disuelto (OD) en 7 mg L⁻¹. En el LA, se realizó una aclimatación gradual a 15 unidades prácticas de salinidad (UPS) (Cuéllar-Anjel et al., 2010).

Diseño experimental

Los camarones se dividieron en tres rangos o bloques: bloque **a**: camarones con un peso de 3.6 ± 1.07 g, y una talla de 3.79 ± 0.45 cm; bloque **b**: camarones con un peso de 6.0 ± 0.7 g, y una talla de 5.0 ± 0.28 cm; y bloque **c**: camarones con un peso de 8.0 ± 0.5 g, y talla de 7.06 ± 0.68 cm. Los organismos se distribuyeron en tres repeticiones para dar un total de 300 camarones por rango a una densidad de 50 camarones por metro cuadrado.

Cuadro 1. Iones utilizados en la creación de agua de mar artificial.

Elementos	Concentración Mg L ⁻¹	Total Meq L ⁻¹
Cationes		
Na ⁺	4,222.30	185.13
K ⁺	300.00	7.73
Ca ⁺	471.00	23.69
Mg ⁺	2125.00	176.26
Aniones		
Cl ⁻	10,250.00	291.43
CaCO ₃ ⁻²	84.00	1.69
SO ₄ ⁻²	1,700.00	35.68

Cada bloque experimental tuvo una duración de cuatro semanas. Los tratamientos fueron: FE (Fórmula Experimental), tratamiento de agua de mar artificial: fórmula a 15 UPS creada a partir de los iones señalados en el Cuadro 1; y AM, tratamiento agua de mar de baja salinidad: agua de mar estéril a 15 UPS. El agua utilizada en ambos tratamientos fue filtrada a 5 µm, esterilizada por método químico

(Torrentera-Blanco y Tacon, 1989), y aireada 24 h previo a su uso. Se proporcionó alimento comercial balanceado con 40% de proteína (Silver Cup^{MR} “El Pedregal” México), al 10% de la biomasa, en dos raciones al día, en comederos de plástico asentados al fondo. Los restos de alimento, excretas y exuvias se retiraron dos veces al día por sifoneo, previo al suministro de alimento.

Se utilizaron dos sistemas con recirculación de agua independientes, uno por cada tratamiento (Figura 1); cada uno se compone de una tina de fibra de vidrio de 5,000 L, conectada a un sistema *airlift*, que permite recircular el agua a través de un tanque de filtración de 500 L, conteniendo pellets de 2 mm de HDPE (Polietileno de alta densidad) sirviendo como filtro mecánico y biológico. La aireación se proporcionó por una red interna de mangueras porosas y piedras difusoras de poro mediano, conectadas a un turbo soplador de 2 Hp (caballos de fuerza).

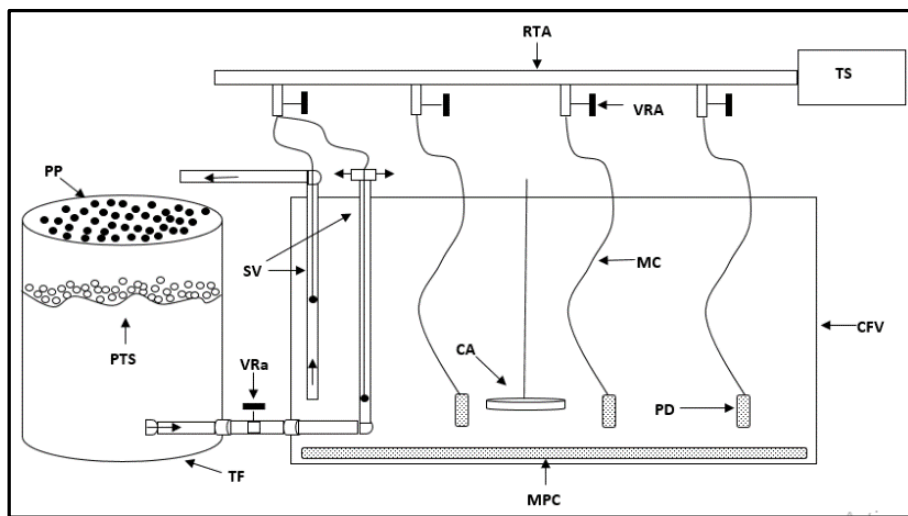


Figura 1. Diagrama general de los sistemas de recirculación (vista transversal). **CFV:** Contenedor fibra de vidrio (5,000 L). **TF:** Tanque de filtración (500L). **PTS:** Pellets 2 mm, **PP:** Poros de 3 mm, **SV:** Sistema arlift, **PD:** Piedras Difusoras (poro mediano), **MC:** Manguera cementada, **MPC:** Manguera poro cementada, **TS:** Turbo soplador (2 HP), **RTA:** Red de tubería de aire, **VRA:** Válvula reguladoras de aire, **VRa:** Válvula reguladora de agua, **CA:** Charola alimentadora (Fuente propia).

Diariamente se midieron temperatura ($^{\circ}\text{C}$), OD (mg L^{-1}), pH, UPS, conductividad (Ms cm^{-1}), con un equipo digital multiparamétrico marca YSI^{MR} modelo 556 MPS. Semanalmente con la ayuda de un espectrofotómetro marca YSI^{MR} modelo 9500, se determinó la concentración de amonio ($\text{NH}_4 \text{mg L}^{-1}$), nitritos ($\text{NO}_2 \text{mg L}^{-1}$), nitratos ($\text{NO}_3 \text{mg L}^{-1}$), fosfatos, ($\text{PO}_4 \text{mg L}^{-1}$), sólidos disueltos totales (mg L^{-1}), dureza total (mg L^{-1}) y alcalinidad total (mg L^{-1}).

Parámetros zootécnicos

Semanalmente se midió longitud de los camarones con un ictiómetro de 30 cm, desde la base del “*rostrum*” hasta la base de los urópodos, tomando 30 individuos por tratamiento. Adicionalmente, fueron

pesados en una balanza OHAUS^{MR} Modelo Scout, con rango de 0.01 a 100 g, para obtener la tasa de crecimiento por día (TC, gr día⁻¹). Al final, se evaluó supervivencia y se calculó el factor de conversión alimenticia (FCA = alimento consumido/biomasa de cosecha) (Zhao et al., 2012).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Lilliefors y de igualdad de Bartlett (Conover, 1980; Zar, 1984). Una vez identificada la normalidad de los datos se procedió a aplicar análisis de varianza de una vía entre las variables de respuesta a los tratamientos. En los casos donde existieron diferencias significativas se aplicaron la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para identificar los tratamientos homogéneos (Steel y Torrie, 1960; Conover, 1980; Zar, 1984). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Sigma plot^{MR} ver. 11.0; con un nivel de significancia de 0.05 (Zar, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento, en términos generales de talla y peso, presentó una tendencia alométrica y lineal, sin encontrarse diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos (Figura 2). En el Cuadro 2 se presentan los valores promedios de crecimiento y parámetros productivos calculados.

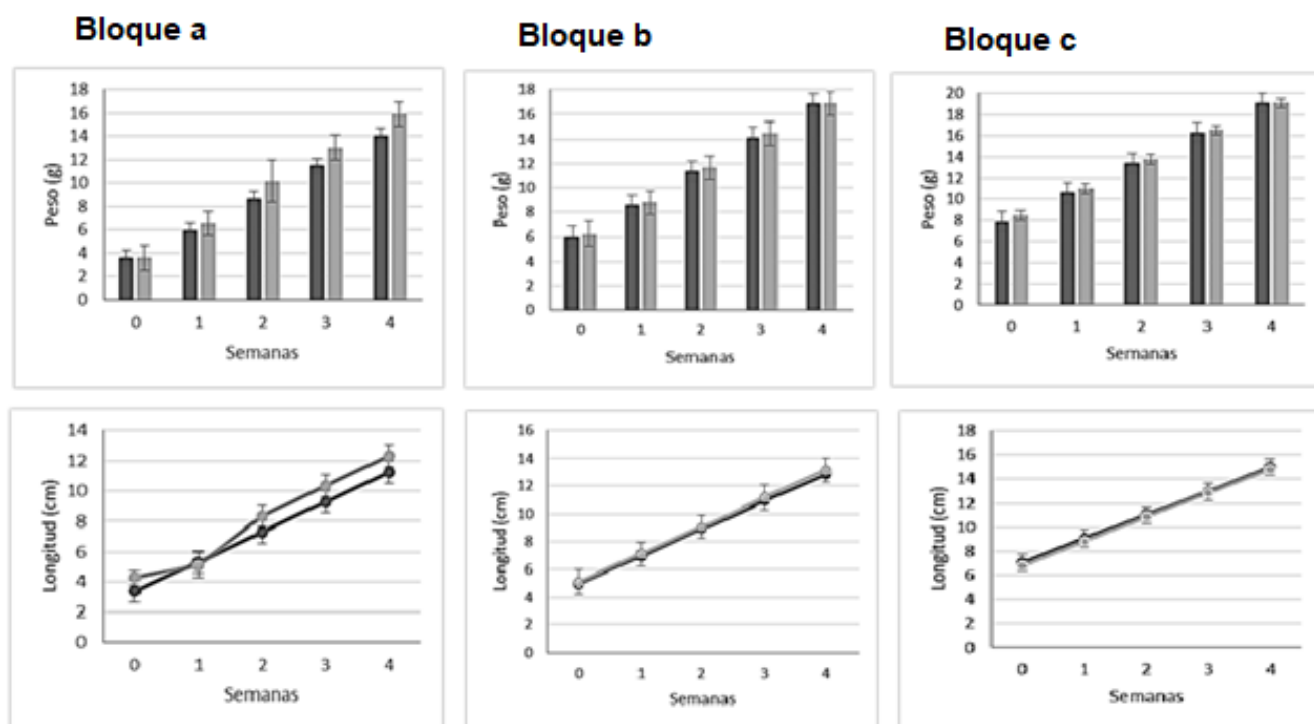


Figura 2. Crecimiento de juveniles de camarón blanco (*P. vannamei*). Está representado el promedio en peso (g \pm DE) y longitud (cm \pm DE) para cada rango de talla (bloques a, b, c) para los tratamientos agua de mar AM \blacksquare y fórmula experimental FE \blacksquare .

Cuadro 2. Resumen de producción de juveniles de *P. vannamei* para cada rango de talla (bloques a, b y c), para cada tratamiento (AM: agua de mar y FE: fórmula experimental). PF= peso final promedio \pm DE, TC = tasa de crecimiento diario, LF = Longitud final promedio \pm DE, FCA = factor de conversión alimenticia.

	a		b		c	
	AM	FE	AM	FE	AM	FE
PF (g)	15.9 \pm 1.0	14.11 \pm 0.5	16.87 \pm 0.55	16.88 \pm 0.63	19.10 \pm 0.23	19.12 \pm 0.34
TC (g d ⁻¹)	0.44	0.38	0.36	0.39	0.4	0.4
LF (cm)	12.40 \pm 0.4	11.27 \pm 0.43	13.16 \pm 0.56	12.83 \pm 0.34	14.83 \pm 0.21	14.96 \pm 0.23
Biomasa Total (kg)	4.35	3.93	4.55	4.55	5.10	5.16
Supervivencia (%)	91	93	90	90	89	90
FCA	0.3:1	0.3:1	0.4:1	0.4:1	0.4:1	0.4:1

En el Cuadro 3, se muestran los parámetros fisicoquímicos del agua, durante el período experimental. Se mantuvieron valores estables, dentro de lo recomendado para el cultivo de *P. vannamei* (Chávez e Higuera, 2003).

Cuadro 3. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua registrados para cada repetición por tallas (bloques a, b y c). Se indica desviación estándar. Superíndices indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Parámetros fisicoquímicos del agua	a		b		c	
	AM	FE	AM	FE	AM	FE
Temperatura (°C)	28.482 \pm 0.438	28.672 \pm 0.391	28.510 \pm 0.418	28.870 \pm 0.540	28.71 \pm 0.18	28.63 \pm 0.50
OD (mg L ⁻¹)	7.766 \pm 0.396	7.878 \pm 0.382	7.856 \pm 0.243	7.834 \pm 0.248	7.866 \pm 0.343	7.482 \pm 0.144
UPS	15.100 \pm 0.051	15.056 \pm 0.046	15.125 \pm 0.057	15.400 \pm 0.207	15.212 \pm 0.05	15.701 \pm 0.027
pH	7.646 \pm 0.363	7.892 \pm 0.126	7.832 \pm 0.077	8.004 \pm 0.315	7.326 \pm 0.092	8.143 \pm 0.118
Sólidos disueltos totales (mg L ⁻¹)	16.140 \pm 0.136	16.228 \pm 0.193	16.528 \pm 0.218	16.740 \pm 0.156	16.836 \pm 0.182	16.402 \pm 0.187
Conductividad (Ms cm ⁻¹)	25.208 \pm 0.283	26.730 \pm 0.299	26.458 \pm 0.288	27.060 \pm 0.160	26.458 \pm 0.222	27.033 \pm 0.105
Dureza total (mg L ⁻¹)	154 \pm 4.94	177 \pm 8.03 ^a	167.00 \pm 8.916	176.80 \pm 11.904	165.80 \pm 7.463	194.40 \pm 5.505 ^a
Alcalinidad total (mg L ⁻¹)	114.6 \pm 4.56	125.4 \pm 4.27 ^a	121.00 \pm 6.083	125.00 \pm 4.123	123.40 \pm 3.847	124.60 \pm 5.505
Nitritos (mg L ⁻¹)	1.068 \pm 0.55	0.694 \pm 0.72	1.522 \pm 0.980	0.930 \pm 0.929	1.820 \pm 1.089	1.814 \pm 1.132
Nitratos (mg L ⁻¹)	2.894 \pm 0.56 ^a	1.082 \pm 0.7	2.420 \pm 1.392	2.562 \pm 1.595	4.680 \pm 2.628	3.316 \pm 1.314
Amonio ionizado (mg L ⁻¹)	0.752 \pm 0.652	0.886 \pm 0.802	1.580 \pm 0.811	1.884 \pm 1.180	1.740 \pm 1.101	1.996 \pm 1.155
Fosfatos (mg L ⁻¹)	6.168 \pm 4.11	9.416 \pm 5.48 ^a	3.248 \pm 2.354	4.580 \pm 2.748	4.340 \pm 2.682	11.160 \pm 5.129 ^a

En términos generales, existieron muy pocas diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos del agua entre tratamientos, lo cual permite aseverar el éxito de la fórmula experimental de agua de mar artificial propuesta para el cultivo de camarón.

Las sales en el agua de mar forman un gran complejo de iones donde la proporción relativa entre Cl⁻, Na⁺, Mg⁺, Ca²⁺, K⁺ y SO²⁻₄, es más importante para los organismos marinos que la misma salinidad (Tarifeño, 2013). Se mantuvo una salinidad de 15 UPS en los tratamientos, por ser la concentración en la que *P. vannamei* presenta un mejor aprovechamiento de los nutrientes, lo que se refleja en una mejor tasa

de crecimiento (Rosas et al., 2001). Se asume que en el presente estudio, los juveniles de *P. vannamei* lograron mantener el balance osmótico entre el agua intracelular y los solutos presentes en el medio acuático, estimulándose la osmorregulación hiperosmótica gracias a su condición eurihalina, de manera permanente y dependiente de la proporción de iones en el medio (Roy et al., 2007), esta movilización de iones y proteínas de membrana celular, crean un intercambio con el medio externo, donde el Na^+ , Ca^{+2} , K^+ , Mg^+ y Cl^- , son los iones más importantes en el proceso (Castillo et al., 2009). Galkanda et al. (2020), obtuvieron supervivencias del 100% en juveniles de camarón blanco en agua de mar reconstituida a 15 UPS, a partir de una mezcla de sales de bajo costo, con proporciones de $\text{Na}:\text{K} = 17.2:1$, $\text{Ca}:\text{Mg} = 3:1$ y $\text{Mg}:\text{K}$ de 3.92:1. En este trabajo las proporciones fueron: $\text{Na}:\text{K}$ de 14.07:1, equivalente a 18.19% menos, $\text{Ca}:\text{Mg}$ de 0.22:1, una reducción del 92.6%; $\text{Mg}:\text{K}$ fue 7.08:1, un aumento del 55% en esta proporción. A pesar de la reducción de iones, se logró una supervivencia superior al 90%, lo que favorece la economía de la formulación. Por otra parte, Valenzuela et al. (2017), utilizaron agua de pozo a baja salinidad, concluyeron que la relación $\text{Na}:\text{K} = 30.9:1$ y $\text{Mg}:\text{K} = 3.1:1$, fueron similares a las del agua de mar, con supervivencias del 78 al 84% con la misma especie, indicando que, mientras la relación iónica del medio de cultivo sea similar a la del agua de mar, se favorecerá la producción de camarón. La relación de $\text{Mg}:\text{K}$, en el presente trabajo fue de 3.6:1 en AM y 7.08:1 en FE, logrando una supervivencia mayor a la reportada por estos autores (Cuadro 4).

De acuerdo a Rosas et al. (2002), el consumo de energía del camarón blanco, proporcionado por el alimento, a 15 UPS, genera un mejor rendimiento en un punto isosmótico, esto ayuda a obtener una mejor ganancia de energía y un ahorro en los procesos fisiológicos para mantener el equilibrio del medio interno en relación con el externo, mejorando así la condición inmune y supervivencia (Valdez et al., 2008). En el presente estudio, el crecimiento, supervivencia, FCA y TC, en ambos tratamientos, no sufrieron afectaciones por salinidad ni temperatura. De los parámetros cuantificados, donde se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) señaladas en el Cuadro 3, es importante destacar que se mantuvieron los niveles en el rango de tolerancia para la especie. Los iones de calcio y magnesio son las fuentes más comunes de dureza en el agua, el nivel de dureza óptimo para el cultivo de camarón blanco es entre 80 y 200 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ (Ching, 2007). La dureza total del agua fue mayor en FE, 177 y 194.4 mg L^{-1} . Para la alcalinidad total, se encontró diferencia en el grupo a de FE con 125.4 mg L^{-1} (114.6 mg L^{-1} en AM); según Limsuwan (2005), la alcalinidad en el cultivo de *P. vannamei* no debe ser menor a 80 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$. Los nitritos no deben sobrepasar 6 mg L^{-1} (Lin y Chen, 2003). El amonio ionizado (NH_4) es menos tóxico que su homólogo no ionizado (NH_3) (Emerson et al., 1975), por lo que no debe sobrepasar los 2.4 mg L^{-1} a 15 UPS (Lin y Chen, 2001), se registró 1.99 mg L^{-1} . En los fosfatos se detectaron valores mayores para FE en los bloques a y c, entre 3.24 mg L^{-1} y 11.16 mg L^{-1} , dentro del margen reportando para la especie, siendo de 0.3 a 131 mg L^{-1} (Mendoza-López et al., 2017).

Cuadro 4. Comparativa con *Penaeus vannamei* entre diversas fórmulas experimentales y agua de mar

	Galkanda et al., (2020)	Valenzuela et al., (2017)	Agua de mar Valenzuela et al., (2017)	FE	AM
Na:K	17.2:1	30.9:1	28.3:1	14.07:1	28.3:1
Ca:Mg	3:1	3.86:1	0.29:1	0.22:1	0.29:1
Mg:K	3.92:1	3.1:1	3.67:1	7.08:1	3.67:1
Supervivencia (%)	100	78.4	84.6	90-93	89-91
UPS	15	1.5	34	15	15

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de esta investigación y bajo las condiciones de cultivo y manejo aquí señaladas, se concluye que la formulación de agua de mar artificial (FE) evaluada en el cultivo de camarón blanco (*P. vannamei*) fue un éxito, ya que se obtuvo una alta sobrevivencia y adecuado crecimiento, sin presentar diferencias significativas con el tratamiento control (MA). El siguiente paso consistirá en llevar la evaluación de esta fórmula a sistemas de producción comercial con la misma especie; y esperar el resultado de la solicitud de patente de esta fórmula ante Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, bajo el expediente: MX/a/2021/008787.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arambul-Muñoz E et al. (2019). Influence of stocking density on production and water quality of a photoheterotrophic intensive system of White shrimp (*Penaeus vannamei*) in circular lined grow-out ponds, with minimal water replacement. Latin American Journal of Aquatic Research, 47 (3): 449-455. 10.3856/vol47-issue3-fulltext-7.
- Conover WJ (1980). Practical nonparametric statistics. Second Edition, John Wiley and Sons, New York. 493 pp.
- Carissimo MS; Del Cero P; Fonalleras MC; Silva PM; Giordano MI (2013). Ecosistemas acuáticos. Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 150p.
- Castillo BC; Lagos ME; Cáceres CW (2009). Osmoregulación y equilibrio ácido-base en el crustáceo *Neotrypaea uncinata* (Milne Edwards, 1837) (Decapoda: Thalassinidae): consecuencias del parasitismo Por *Lonella agassizii* (Bonnier, 1900) (Isopoda: Bopyridae). Revista de Biología Marina y Oceanología. 44 (3): 715-724.
- Chávez SMC; Higuera CI (2003). Manual de buenas prácticas de producción acuícola de camarón para la inocuidad alimentaria. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). México. 95p.

- Ching C (2007). La alcalinidad en el agua de cultivo del camarón de mar *Litopenaeus vannamei*. Boletín Nocoovita. Edición Enero-Marzo. 2007. 3p.
- Cuéllar-Anjel J et al. (2010). Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. Panamá. 43p.
- Emerson K et al. (1975). Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32: 2379-2383.
- Galkanda AHSC et al. (2020). Evaluation of an alternative salt mixture to culture Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in inland aquaculture. Aquacatic Research, 51 (7): 1–11.
- Jory DE (2017). Crecimiento lejos de la costa: Examinando el cultivo de camarón tierra adentro. Global Aquaculture Advocate. 7p.
- Limsuwan C (2005). Cultivo intensivo de camarón blanco *Penaeus vannamei*. Boletín Nocoovita, Edición Octubre-Diciembre 2005. p.
- Lin YC; Chen JC (2001). Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 259: 109-119.
- Lin YC; Chen JC (2003). Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity level. Aquaculture, 224: 193-201.
- Mantel L; Farmer H (1983). Osmotic and ionic regulation. Bliss DE (org.). The Biology of Crustacean. Academic Press, New York. NY. 161p.
- Mendoza-López DG et al. (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.
- Ray AJ et al. (2017). Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional contributions estimated using stable isotopes. Aquacultural Engineering, 77: 9–14.
- Rosas C et al. (2002). An energetic and conceptual model of the physiological role of dietary carbohydrates and salinity on *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 268: 47-67.
- Rosas C et al. (2001). Effect of salinity acclimation on oxygen consumption of juveniles of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Journal of Crustacean Biology, 21(4): 912-922.
- Roy L et al. (2007). Supplementation of potassium, magnesium and sodium chloride in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. Aquaculture Nutrition, 13:104-113.
- Saoud I et al. 2003). Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Aquaculture, 217: 373-383.

- Steel RG; Torrie J (1960). Principal and Procedures of Statistics. Mcgraw-Hill Book Company, Inc; New York, Toronto, London. 481p.
- Tarifeño E (2013). Adaptaciones fisiológicas de animales marinos. En: Werlinger I.C. Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 383p.
- Torrentera-Blanco L; Tacon AGJ (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. (No. F010. 015). FAO.90p.
- Valdez G et al. (2008). Effect of salinity on physiological energetics of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). Hidrobiológica, 18 (2): 105-115.
- Valenzuela MI (2017). Effects of ionic composition on growth and survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture at low-salinity well water. Revista de Biología Marina y Oceanología, 52: 103-112.
- Zar JH (1984). Biostatistical analysis. 2nd. Prentice Hall USA. 718p.
- Zhao P et al. (2012). The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming systems of *Marsupenaeus japonicus*. Aquaculture, 354: 97-106.

Ciencias Agrícolas



Índice

B

Bacillus cereus, 34, 35
Biomasa aérea, 124, 129, 130

C

Canopy temperature, 118
Carbono, 130
Criopreservación, 27

D

densidad aparente, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18

E

El Fuerte, 124, 125, 126, 130
Endophytic bacteria, 48, 62

F

Fibra de coco, 80
Fusarium, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 64, 65,
66, 67, 68, 69, 70, 71

M

manglar, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17
materia orgánica, 7, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 18
Mezquite, 125

N

Nitrogen, 96, 97, 99, 103, 104

P

parámetros físico-químicos, 7, 9
Panaeus vannamei, 84, 85, 91
PGPR, 48

S

Salinidad, 84
sedimento, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Solanum lycopersicum, 74
Solución nutritiva, 79

T

Tezontle, 77, 80

Y

Yaqui Valley, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104,
105

Sobre los organizadores



Dr. Leandris Argentel Martínez

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Líneas de investigación: Fisiología Vegetal, Bioquímica, Biología Celular y Molecular en plantas y microorganismos. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas. Desarrollo de investigaciones sobre mecanismos fisiológicos, rutas anapleróticas y mecanismos moleculares activados por los organismos durante su adaptación a estresores abióticos.

Uso de marcadores moleculares de tolerancia de los organismos al estrés abiótico (salinidad, sequía y calor). Manejo de técnicas de isótopos estables para el seguimiento de reacciones bioquímicas en células y tejidos. Aplicación de técnicas experimentales univariadas y multivariadas para el procesamiento de datos. Entre sus principales proyectos, se encuentra vigente en 2022 “Aplicaciones del microbioma y el metaboloma de la *Parkinsonia aculeata* L. Sp. Pl. para la mitigación de estresores biótico y abiótico en el semidesierto y en especies de interés agrícola en México” correo electrónico para contacto: oleinismora@gmail.com



Dra. Ofelda Peñuelas Rubio

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesora con Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. México. Realizó dos estancias posdoctorales (Enero 2016 - Diciembre 2017) dentro del programa de Estancias Nacionales de CONACYT en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional en el área de Ecología Molecular de la Rizósfera. Es Doctora en Ciencias especialidad en Biotecnología. Su

quehacer científico lo desarrolla en el área agrícola, principalmente en el manejo sustentable de los recursos implicados en los agroecosistemas y el aprovechamiento de la microbiota del suelo. Ha participado en colaboración con distintos grupos de investigación lo que le ha permitido participar en proyectos multidisciplinarios y en publicaciones científicas. Email para contacto: ofeperub@gmail.com



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br