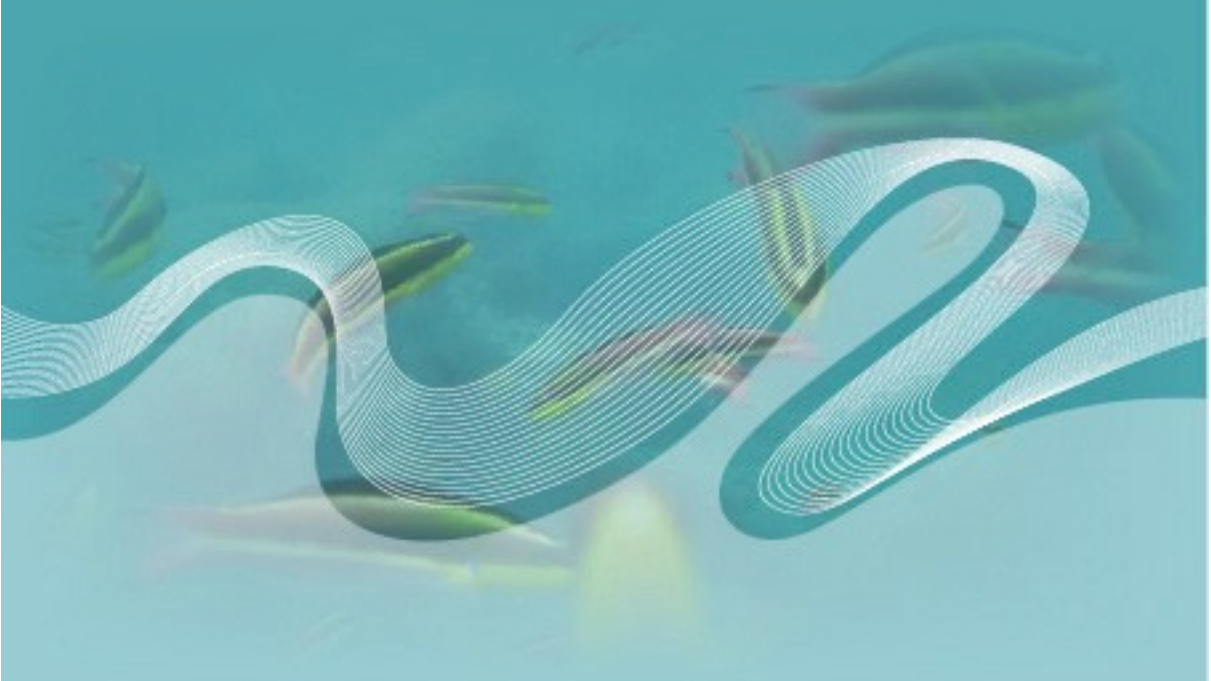


Estudios **acuícolas y marinos**

en el Pacífico mexicano

Ramón Sosa Ávalos
Manuel Gerardo Verduzco Zapata
Editores



UNIVERSIDAD DE COLIMA

AUTORES PARTICIPANTES

A. Olivos Ortiz
A. Rojas
Á. Ruiz Ibarra
A.B. Herrera-Álvarez
A.F. Parés
A.H. Escobedo Domínguez
 Góngora
B. García-Castañeda
B. González-Rodríguez
B. Lara Chávez
B.P. Villanueva
C. Figueroa Beltrán
C. Franco-Gordo
C. Hernández
C. Ramírez
C.D. Ortega-Ortiz
C.G. Gutiérrez-Corona
D. Arana
D. Voltolina
E. Bernabé Moreno
E. Pérez-León
E. Torres-Orozco
 Reyes Herrera
F. Olea
 García
F.G. Olea de la Cruz
F.J. Ocampo-Torres
F.J. Valencia-Santana
G. Pelayo-Martínez
G. Valencia Castañeda
Jiménez-Ramón
H. Alafita
H.M. García
I. Espejel-Carbajal
I. Osuna López

J. León-Félix
J. ViolanteGonzález
J.C. Chávez-Comparán
J.C. Leyva-Aguilera
J.H. Gaviño Rodríguez
J.L. García-Corona
J.T. Nieto Navarro
J.T. Ponce Palafox
L. Galeana-Miramontes
L. Martínez-Cárdenas
L. Silva-Íñiguez
M. Alcalá Carrillo
M. García
M. Patiño-Barragán
 Galicia-Pérez
M.C. Álvarez
M.C. Arredondo-García
 Orozco-Rivera
 Torres
M.G. Verduzco-Zapata
M.L. Reséndiz Flores
N.G. Pelkastre Mendoza
O. Cervantes
O.D. Cervantes-Rosas
P. Flores Rodríguez
P. Osuna
R. Flores-Garza
R. Pérez-López
R.B. González-Chan
S.G. Castillo Vargasmachuca
S. García Ibáñez
Quijano-Scheggia
T. Kono-Martínez
V. Navarrete Maldonado
Y. Silva-Carrillo

COMITÉ REVISOR

Manuel G. Verduzco-Zapata

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

Aramis Olivos Ortiz

Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas,
Universidad de Colima.

Marco A. LiñánCabello

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

Omar D. Cervantes-Rosas

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

Estudios
acuícolas y marinos
en el Pacífico mexicano

enfoque académico

UNIVERSIDAD DE COLIMA

Mtro. José Eduardo Hernández Nava, Rector

Mtro. Christian Torres Ortiz Zermeño, Secretario General

Licda. Ma. Guadalupe Carrillo Cárdenas, Coordinadora General de Comunicación Social

Mtra. Gloria Guillermina Araiza Torres, Directora General de Publicaciones

Estudios
acuícolas y marinos
en el Pacífico mexicano

Ramón Sosa Ávalos
Manuel Gerardo Verduzco Zapata
Editores



UNIVERSIDAD DE COLIMA

© **U**niversidad de **C**olima,
2015 Avenida Universidad
333
C.P. 28040, Colima, Colima,
México Dirección General de
Publicaciones
Teléfonos: (312) 316 10 81 y 316 10 00,
extensión 35004 Correo electrónico:
publicaciones@ucol.mx www.ucol.mx

ISBN: 978-607-8356-38-6

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso en México / *Printed in Mexico*

Proceso editorial certificado con normas ISO desde 2005
Dictaminación y edición registradas en el Sistema Editorial
Electrónico PRED Registro: LI-011-13
Recibido: Agosto de
2013 Publicado:
Marzo de 2015

Índice

Capítulo i

- Presencia de hepatitis A y norovirus como indicadores de riesgo de salud pública en aguas marinas de uso recreativo: caso playa La Boquita de Miramar en Manzanillo, Colima..... 9
L. Galeana-Miramontes, L. Silva-Íñiguez, J. León-Félix y C.G. Gutiérrez-Corona

Capítulo ii

- Búsqueda de actividad antimicrobiana en extractos de esponja marina *Aplysina gerardogreeni*27
J.L. García-Corona, B. García-Castañeda y R.B. González-Chan

Capítulo iii

- Efecto de probióticos comerciales sobre las concentraciones de nitrógeno y fósforo soluble y particulado en cultivos larvarios de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) 47
V. Navarrete Maldonado, I. Osuna López, G. Valencia Castañeda y D. Voltolina

Capítulo iv

- Biomasa y estructura del zooplancton en el Pacífico Central Mexicano durante invierno y verano de 2010 63
G. Pelayo-Martínez, A. Olivos-Ortiz y C. Franco-Gordo

Capítulo v

- Composición del fitoplancton y quistes de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Laguna Juluapan, Colima, durante el año 2011 83
M.L. Reséndiz Flores, S.I. Quijano-Scheggia, A. Olivos Ortiz, M.C. Álvarez, J.H. Gaviño Rodríguez, E. Torres-Orozco y M.A. Galicia-Pérez

Capítulo vi

- Efecto de la sustitución de la harina de pescado con harina de soya sobre el crecimiento, utilización de alimento, composición corporal y química sanguínea en juveniles de pargo flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) 105
Y. Silva-Carrillo, C. Hernández, S.G. Castillo-Vargasmachuca y B. González-Rodríguez

Capítulo vii

- Cultivo experimental de callo de hacha (*Atrina maura*) en el estero La Pitahaya, en Guasave, Sinaloa 125
A.M. Góngora, B.P. Villanueva, M. García y A.L. Domínguez

Capítulo viii

- Crecimiento y supervivencia del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en la isla Los Redos, Navolato, Sinaloa 141
B.P. Villanueva, A.M. Góngora, M. García y A.L. Domínguez

Capítulo ix

- Contribuciones de la arqueología y la historia ambiental a la gestión costera 155
C. Figueroa Beltrán

Capítulo X

- Parámetros poblacionales y estimación de tallas de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en Acapulco, Guerrero, México 175
E. Bernabé Moreno, S. García Ibáñez, J.T. Nieto Navarro, R. Flores-Garza, P. Flores Rodríguez, J. Violante González y F.G. Olea de la Cruz

Capítulo Xi

- Condiciones hidrográficas en la zona costera del Pacífico Tropical Mexicano con relación a la distribución de mamíferos marinos durante el año 2011 191
T. Kono-Martínez, C.D. Ortega-Ortiz, E. Torres-Orozco y A. Olivos-Ortiz

Capítulo Xii

- Análisis preliminar de la relación entre factores endógenos de *Chiton articulatus* y exógenos del litoral de Acapulco, Guerrero, México215
C. Ramírez, S. García Ibáñez, J. Violante, R. Flores-Garza, P. Flores Rodríguez, M.G. Torres y F.A. García

Capítulo Xiii

- Seguimiento al estudio poblacional de *Crocodylus acutus* en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México233
E.A. Reyes Herrera, J.H. Gaviño Rodríguez, S.I. Quijano-Scheggia, A. Olivos Ortiz, M. Patiño-Barragán, M.A. Galicia-Pérez, B. Lara Chávez, A.H. Escobedo y H.M. García

Capítulo Xiv

- Indicadores ecológicos de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) y *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) con relación al sustrato y oleaje en Acapulco, Guerrero.....251
F.J. Valencia-Santana, S. García Ibáñez, P. Flores Rodríguez, R. Flores-Garza, A. Rojas, F. Olea y D. Arana

Capítulo XV

- Efecto de dos productos profilácticos en la sobrevivencia del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922) en cautiverio269
N.G. Pelkastre Mendoza, S.G. Castillo Vargasmachuca, J.T. Ponce Palafox, Á. Ruiz Ibarra, M. Alcalá Carrillo y L. Martínez-Cárdenas

Capítulo Xvi

- Descripción y análisis de la transmisión de la energía del oleaje irregular debido a su interacción con obstáculos rectangulares sumergidos275
M.G. Verduzco-Zapata, F.J. Ocampo-Torres, P. Osuna y A.F. Parés

Capítulo Xvii

- Las playas certificadas de recreación y los sistemas de gestión ambiental (SGA) en México293
O. Cervantes y H. Alafita

Capítulo XVIII

Recicla. Técnica que auxilia a la educación ambiental 305

R. Pérez-López, L. Silva-Íñiguez, C.G. Gutiérrez-Corona

y E. Pérez-León

Capítulo iii

Efecto de probióticos comerciales sobre las concentraciones de nitrógeno y fósforo soluble y particulado en cultivos larvarios de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

V. Navarrete Maldonado, I. Osuna López,
G. Valencia Castañeda, D. Voltolina

Resumen

Con el fin de evaluar el efecto de los probióticos comerciales Epicin y Efinol sobre las concentraciones de nitrógeno y fósforo disuelto y particulado en los cultivos de diferentes etapas de desarrollo larvario de *Litopenaeus vannamei*, en un laboratorio de producción comercial se realizaron tres experimentos usando muestras de agua de los cultivos de los estadios de desarrollo zoea 2, mysis 2, postlarva 2 y postlarva 4. Se obtuvieron muestras de agua sin larvas, que se repartieron en nueve recipientes de 15 litros, seis de los cuales recibieron, en triplicado en cada caso, la dosis prevista de Epicin y de Efinol; los tres recipientes restantes sirvieron como control. Se obtuvo una muestra inicial de las tres repeticiones de cada tratamiento, una segunda a las 24 horas y una final a las 48 horas. En el caso del nitrógeno (N) no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de las diferentes especies nitrogenadas registradas en los tratamientos y en los cultivos control, mientras que para el fósforo (P) las pocas diferencias detectadas no resultaron consistentes con la hipótesis de trabajo, por lo cual se concluye que, por lo menos en las condiciones experimentales usadas en esta investigación, la adición de los probióticos co-

merciales Epicin y Efinol no modifica la calidad del agua de los cultivos larvarios de *Litopenaeus vannamei* y no acelera los procesos de los ciclos biogeoquímicos de N y de P.

Introducción

La producción mundial pesquera se ha mantenido prácticamente estable, entre las 90 y 95 x 10⁶ toneladas, mientras que entre 2002 y 2006 la cantidad de alimentos de origen acuático comercializado anualmente ha aumentado desde 133.6 hasta 143.6 x 10⁶ toneladas (Nierentz, 2007; FAO, 2009); esto se debe a los volúmenes aportados por la acuicultura, los cuales —según Gravningen (2007)— representarán a fines de esta década cerca de 50% del total de la producción pesquera.

Por lo anterior, la acuicultura es una de las más importantes fuentes de alimento y de proteínas de origen animal (De Silva, 2000; Tidwell y Allan, 2001) y su crecimiento ha llegado a transformarla en una actividad industrial que tiene gran importancia en los países en desarrollo, incluso tiene además una función social, ya que es una importante fuente de empleos, tanto directos como indirectos (Tacon, 2000; Castañeda, 2004; Cunningham, 2005).

Un ejemplo típico de los avances en la acuicultura es la *camaronicultura*, que está encontrando varias dificultades que se relacionan principalmente con problemas de tipo sanitario. Por lo menos en parte, estos se generan por las altas densidades de siembra y el consiguiente deterioro de la calidad del agua (Funge-Smith, 1996; Funge-Smith y Briggs, 1998) que mantiene a los organismos en una situación constante de estrés, por lo cual son más susceptibles a enfermedades. Estas pueden causar pérdidas económicas importantes que, junto con los elevados costos de producción y la percepción de la acuicultura como causa de impacto ambiental, son el motivo más probable de la desaceleración progresiva del crecimiento de la producción (Fiorillo, 2007; Rana *et al.*, 2009).

El control de eventos de enfermedad ha consistido principalmente en el suministro de productos quimioterapéuticos que, si bien permiten eliminar o por lo menos minimizar el efecto de los microorganismos patógenos, no solucionan el problema de las condiciones de cultivo poco adecuadas y además pueden modificar la

microbiota en el ambiente exterior y, por tanto, transformarse en fuentes de impacto ambiental (Kümmerer, 2003).

Por este motivo, una alternativa que parece prometedora es el uso de microorganismos probióticos que, por lo menos en acuicultura, se definen como “suplementos microbianos” que tienen un efecto benéfico sobre la supervivencia y el crecimiento de los organismos en cultivo, fortaleciendo las respuestas a las enfermedades del hospedero, o asegurando una mejor utilización del alimento, o modificando las comunidades bacterianas del medio interno y externo, o finalmente mejorando la calidad ambiental (Gatesoupe, 1999; Balcázar *et al.*, 2006). Con base en esta definición, que amplía el concepto original de probióticos (organismos y sustancias que contribuyen al balance intestinal microbiano: Parker, 1974), se incluyen entre estos productos algunas preparaciones de microorganismos vivos, cuya composición está diseñada para mejorar las condiciones ambientales de estanques acuícolas, y no para ser administrados como complemento dietético, por lo cual una función adicional que se atribuye a estos productos es la capacidad de mantener o mejorar la calidad del agua, a causa de la actividad heterotrófica o nitrificante de algunas de las bacterias presentes en la mezcla de microorganismos (Lin *et al.*, 2006; Laloo *et al.*, 2007; Villamil-Díaz y Martínez-Silva, 2009).

Existe en comercio una gran variedad de estos productos y de descripciones de sus posibles efectos, tanto sobre los organismos en cultivo como sobre la calidad del agua, pero es probable que su eficacia pueda cambiar en condiciones reales, dada la influencia de diferentes factores como la ingestión selectiva (Riquelme *et al.*, 2000) o la incapacidad del probiótico de mantener su fisiología bajo circunstancias de una interacción microbiana (Tinh *et al.*, 2007), por lo cual es de esperar que no todos los probióticos sean igualmente efectivos.

Este estudio se realizó para verificar el efecto de los probióticos comerciales Epicin y Efinol sobre las concentraciones de nitrógeno y fósforo disueltos y particulados en agua libre de larvas y usada previamente para el cultivo de diferentes fases de desarrollo larvario del camarón, ya que tal efecto pudiera resultar poco evidente en cultivos comerciales, en vista de las actividades de mane-

jo (según Astorga-Castillo, 2008, suministro de alimento y recambios con agua que puede tener calidad altamente variable).

Metodología

El estudio se realizó entre el 25 de junio y el 30 de julio de 2010, en las salas de cultivo larvario del laboratorio de la compañía Aquapacific. El protocolo de producción contempla la aplicación diaria de los productos Epicin (nauplio5-mysis3) y Efinol-L (postlarva 1 en adelante), activados y aplicados según las recomendaciones del fabricante. En vista de la necesidad de utilizar muestras de agua con la misma calidad inicial, tanto para los controles como para los tratamientos, estos productos no se aplicaron a las piletas usadas para obtener las muestras de agua para los experimentos.

En cada caso, los experimentos consistieron en obtener en diferentes fechas agua de las piletas de cultivo en las fases de desarrollo zoea 2, mysis 2, postlarva 2 y postlarva 4. Cada experimento duró dos días y consistió en obtener muestras de agua de las piletas de cultivo con la fase prevista, antes del recambio y de la adición del alimento.

Estas muestras se repartieron en nueve recipientes de 15 litros, tres de los cuales —seleccionados al azar— recibieron la dosis prevista de Epicin; a tres más se le aplicó Efinol y los tres restantes sirvieron como control. En cada caso se obtuvo una muestra inicial y una segunda después de 24 horas. De acuerdo a las instrucciones para el uso de estos productos, es necesario renovar diariamente el tratamiento, por lo cual al final de este primer muestreo se adicionó una segunda dosis del probiótico correspondiente, con el fin de verificar 24 horas más tarde la presencia de eventuales cambios adicionales de las concentraciones de los compuestos de nitrógeno y fósforo en las muestras.

Aparte de los registros convencionales de salinidad, pH, concentración de oxígeno disuelto y temperatura, que se obtuvieron con un refractómetro, un potenciómetro y un oxímetro de campo con sensor de temperatura, respectivamente; se obtuvieron diariamente muestras de volumen conocido para los análisis de nutrientes, que se filtraron a través de dos filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C. Tanto los filtros como las muestras de agua

filtrada fueron congelados inmediatamente y preservados en congelación hasta su análisis.

Las concentraciones de las diferentes especies disueltas de N y P se determinaron según Strickland y Parsons (1972) en el agua filtrada, y el material retenido en el filtro fue utilizado para determinar la concentración de N y de P particulados (Grasshoff *et al.*, 1983).

Los valores medios de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH se compararon mediante pruebas de análisis de varianza (ANOVA) de una vía por bloques, para verificar eventuales diferencias entre las condiciones ambientales. En el caso de los nutrientes disueltos y particulados, los resultados se expresaron como porcentajes del contenido de N y P total de cada muestra (suma de $N-NO_3$, $N-NO_2$, $N-NH_4$ y N particulado; suma de $P-PO_4$ y P particulado) y las pruebas estadísticas correspondientes (ANOVA de una vía por bloques) se realizaron después de la transformación de los datos en los correspondientes valores de la raíz cuadrada del arco-seno (Zar, 1999).

Resultados

Las características de las variables ambientales (temperatura, salinidad, O_2 y pH) se mantuvieron en los respectivos intervalos sugeridos para el cultivo larvario de *L. vannamei* (Brock y Main, 1994). Las temperaturas registradas durante la fase de zoea (34.5 ± 0.9 a 34.2 ± 1.3 °C) reflejan la temperatura de la sala en la cual se mantienen los nauplios hasta la siembra, y resultaron entre 2 y 3 °C mayores de los registrados en los cultivos de las fases siguientes, que oscilaron entre 31.2 ± 1.5 y 32.5 ± 1.5 °C, aproximadamente; mientras que las condiciones de salinidad fueron muy similares y su variabilidad resultó muy limitada, variando entre 30.9 ± 0.3 y 31.6 ± 0.6 en todos los experimentos. En todos los casos, las pruebas de ANOVA confirmaron la falta de diferencias significativas entre las temperaturas y las salinidades medias calculadas para los tratamientos y los recipientes usados como control.

De igual manera, no se observaron los efectos esperados en lo que se refiere a las variables relacionadas con la actividad de los probióticos adicionados a las muestras. En particular, no se encon-

traron diferencias entre controles y tratamientos tanto en la concentración de oxígeno ($4.5 \pm 0.64.3$ a ± 0.6 mg l⁻¹) como en el pH (7.3 ± 0.2 a 8.3 ± 0.3) para Zoea 2 a Postlarva 4, respectivamente, independientemente del tipo de tratamiento.

Nitrógeno disuelto inorgánico total

La suma de las tres especies de nitrógeno inorgánico disuelto representó entre 88.5 y 97.6% del nitrógeno total presente en las muestras iniciales. No se notaron tendencias en el comportamiento de esta variable que permitieran confirmar que la comunidad bacteriana modificada por la adición de los probióticos puede utilizar con mayor eficiencia el nitrógeno inorgánico disuelto para la síntesis de la nueva biomasa, debido a que solamente en un caso (zoea 2, registro de las 24 horas) el tratamiento con Efinol causó una diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos.

Por otra parte, tal diferencia no resultó confirmada en el siguiente muestreo, después de 48 horas de incubación, y de igual manera el resultado no quedó confirmado en los experimentos realizados con las muestras obtenidas en las demás fases de desarrollo larvario (tablaI).

Tabla I

Medias y desviaciones estándar de los porcentajes de nitrógeno inorgánico disuelto total registrados en tres experimentos con diferentes fases de desarrollo de *Litopenaeus vannamei*, al inicio (0 hr) y en los muestreos realizados después de 24 y 48 horas de incubación (n = 27 en cada caso)

	Control	Epicin	Efinol
ZOEa 2			
0 hr	97.00 ± 2.05a	97.41 ± 1.55a	96.11 ± 1.53a
24 hr*	96.21 ± 2.09b	95.46 ± 3.69b	91.03 ± 5.36a
48 hr*	82.88 ± 13.67a	77.14 ± 18.22a	75.49 ± 27.72a
MYSIS 2			
0 hr*	97.58 ± 1.81a	96.01 ± 3.48a	96.45 ± 2.66a
24 hr*	96.24 ± 3.85a	94.80 ± 5.37a	95.79 ± 3.77a
48 hr*	94.63 ± 5.53a	91.38 ± 10.64a	92.43 ± 6.89a
PL2			
0 hr	93.93 ± 3.90a	91.06 ± 6.03a	93.39 ± 4.84a
24 hr	94.62 ± 2.77a	94.02 ± 2.50a	93.79 ± 2.47a
48 hr	94.29 ± 2.95a	93.97 ± 1.68a	93.95 ± 2.26a
PL4			
0 hr	90.26 ± 5.26a	90.52 ± 5.02a	88.54 ± 5.49a
24 hr*	92.09 ± 8.20a	91.82 ± 7.51a	93.13 ± 6.51a
48 hr*	92.82 ± 5.89a	91.76 ± 7.13a	92.21 ± 7.10a

Nota: Las letras indican diferencias significativas entre los valores en la misma línea (pruebas de ANOVA de una vía por bloques, $\alpha = 0.05$). a<b. *Prueba no paramétrica

Nitrógeno orgánico particulado

En las muestras iniciales de los cultivos de las etapas de ZOEa y de MYSIS, las concentraciones del nitrógeno particulado representaron entre 2.4 y 4% del nitrógeno total, aumentando en las fases siguientes hasta 6 a 8.9% y 9.5 a 11.5% para las etapas PL 2 y PL 4, respectivamente.

En el caso de la primera serie de muestras (cultivos de ZOEa), los porcentajes aumentaron en el tiempo hasta representar entre 17.1 y 24.5%, aproximadamente. Aunque los incrementos

fueron menores, se notó la misma tendencia en las muestras obtenidas en los cultivos de MYSIS, mientras que —como ya se mencionó para el nitrógeno disuelto total— la tendencia se invirtió en las muestras de agua de cultivo de postlarvas.

Por otra parte, aunque se registraron variaciones en el tiempo, éstas fueron similares en todas las muestras, ya que en ningún caso se encontraron diferencias entre las muestras tratadas y las utilizadas como control (tabla II).

Tabla II

Medias y desviaciones estándar de los porcentajes de nitrógeno particulado registrados en tres experimentos con diferentes fases de desarrollo de *Litopenaeus vannamei*, al inicio (0 hr) y en los muestreos realizados después de 24 y 48 horas de incubación (n = 27 en cada caso)

	Control	Epicin	Efinol
ZOE A 2			
0 hr	3.00±2.05a	2.59±1.55a	3.89±1.53a
24 hr*	3.79±2.09a	4.54±3.69a	8.97±5.36b
48 hr*	17.12±13.67a	22.87±18.22a	24.51±27.72a
MYSIS 2			
0 hr*	2.43 ± 1.81a	3.99±3.48a	3.55±2.66a
24 hr*	3.76±3.85a	5.20±5.37a	4.21±3.77a
48 hr*	5.37±5.53a	8.63±10.64a	7.57±6.89a
PL 2			
0 hr	6.08±3.90a	8.94±6.03a	6.61±4.84a
24 hr	5.38±2.77a	5.99±2.50a	6.22±2.47a
48 hr	5.71±2.95a	6.03±1.68a	6.05±2.26a
PL 4			
0 hr	9.74±5.26a	9.48±5.02a	11.46±5.49a
24 hr*	7.91±8.20a	8.18±7.51a	6.87±6.51a
48 hr*	7.18±5.89a	8.24±7.13a	7.79±7.10a

Nota: Las letras indican diferencias significativas entre los valores en la misma línea (pruebas de análisis de varianza de una vía por bloques, $\alpha = 0.05$). a<b. *Prueba no paramétrica.

Fósforo disuelto total

Se notó una tendencia a concentraciones mayores en el muestreo de las 48 horas en comparación con las iniciales, aunque esto no se verificó en el caso de las muestras de los cultivos de MYSIS 2.

En los muestreos intermedios (24 horas) se encontró una diferencia significativa de la concentración de estos compuestos en las muestras de los cultivos de MYSIS 2 tratadas con Epicin, que resultó más elevada en comparación con el tratamiento con Efinol, aunque la diferencia no resultó significativa para las muestras control, y además desapareció en el transcurso de las 24 horas siguientes.

También se encontró una concentración final significativamente mayor en las muestras de los cultivos de PL4 tratadas con Epicin, en comparación con las muestras control, que pudiera ser indicativa de una mayor actividad de mineralización de las sustancias orgánicas presentes en estas muestras (tabla III).

Tabla III

Valores medios y desviación estándar de la concentración inicial, intermedia y final de fósforo disuelto total (en porcentaje del fósforo total) registradas en los tres experimentos con la diferentes fases de desarrollo de *Litopenaeus vannamei* (n = 27 en cada caso)

	Control	Epicin	Efinol
Zoea 2			
0 hr*	75.7±24.6a	79.2±20.8a	80.0±14.0a
24 hr*	80.4±23.9a	77.4±31.2a	71.7±29.4a
48 hr*	86.6±29.7a	88.5±31.4a	90.0±22.3a
MYSIS 2			
0 hr*	86.4±14.5a	84.6±14.5a	85.5±14.2a
24 hr*	82.7±10.6ab	81.6±12.8b	73.1±16.0a
48 hr	70.2±16.1a	73.4±15.0a	66.9±21.8a
PL 2			
0 hr	89.4±13.0a	88.0±4.6a	89.2±9.4a
24 hr	93.4±18.1a	94.9±12.2a	97.6±15.5a
48 hr	94.6±17.5a	93.0±17.5a	95.4±13.2a
PL 4			
0 hr	94.1±5.6a	94.4±8.4a	94.3±12.1a
24 hr	99.0±12.0a	99.0±16.7a	97.6±13.0a
48 hr	98.9±16.4a	99.2±4.4b	99.6±14.3ab

Nota: Las letras indican diferencias significativas entre los valores en la misma línea (pruebas de análisis de varianza de una vía por bloques, $\alpha = 0.05$). $a \leq ab \leq b$ y $a < b$. *Prueba no paramétrica

Fósforo particulado

En ningún caso se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y control, por lo cual no se cumplió la hipótesis de una mayor actividad de la comunidad bacteriana modificada por la adición de probióticos en lo que se refiere al reciclamiento del fósforo en nueva biomasa.

Esto quedó confirmado revisando los cambios de las concentraciones relativas en el tiempo, ya que solamente en las muestras de los cultivos de MYSIS las concentraciones medias finales aumentaron hasta el doble de las valores iniciales, mientras que

disminuyeron hasta cerca de 50% para las muestras de cultivo de ZOEa y PL2 y entre 10 y 20% en el caso de las muestras de PL4. Además, no se encontraron diferencias entre tratamientos y control, confirmando que los productos evaluados no mejoran las condiciones de cultivo, e incrementando la utilización de los nutrientes disueltos en el agua (tabla IV).

Tabla IV

Valores medios y desviación estándar de la concentración inicial, intermedia y final de fósforo particulado (en porcentaje del fósforo total) registradas en los tres experimentos con la diferentes fases de desarrollo de *Litopenaeus vannamei* (n = 27 en cada caso)

	Control	Epicin	Efinol
Zoea 2			
0 hr*	24.32 ± 19.30a	20.82 ± 11.87a	20.04 ± 9.32a
24 hr*	19.61 ± 21.61a	22.59 ± 31.70a	28.29 ± 31.89a
48 hr*	13.45 ± 13.44a	11.55 ± 11.05a	9.96 ± 8.21a
Mysis 2			
0 hr*	13.62 ± 17.46a	15.39 ± 18.47a	14.51 ± 17.88a
24 hr*	17.26 ± 18.53a	18.39 ± 19.99a	26.95 ± 24.11a
48 hr*	29.80 ± 23.25a	26.59 ± 28.03a	33.14 ± 25.95a
PL 2			
0 hr*	10.57 ± 5.83a	11.99 ± 6.51a	10.80 ± 6.00a
24 hr*	6.58 ± 7.45a	5.12 ± 5.23a	4.66 ± 6.00a
48 hr*	5.46 ± 6.89a	6.81 ± 4.96a	4.59 ± 5.88a
PL 4			
0 hr	5.91 ± 2.05a	5.58 ± 2.18a	5.72 ± 2.22a
24 hr*	0.99 ± 1.02a	1.03 ± 0.66a	1.59 ± 0.30a
48 hr	1.07 ± 1.09a	0.84 ± 0.78a	0.37 ± 0.29a

Nota: Las letras iguales indican falta de diferencias significativas entre los valores en la misma línea (pruebas de análisis de varianza de una vía por bloques, $\alpha = 0.05$). *Prueba no paramétrica

Discusiones

De acuerdo a las características de los dos probióticos mencionadas por los fabricantes, Efinol tiene la función primordial de promover el mejor equilibrio y las funciones de la microflora intestinal, mientras que en el caso de Epicin se hace hincapié sobre el efecto benéfico de este producto sobre la calidad del agua, en especial sobre las concentraciones de los compuestos nitrogenados, por lo cual era de esperar que solamente el tratamiento con Epicin pudiera causar diferencias entre las fracciones disueltas y particuladas de los compuestos nitrogenados y fosforados.

De acuerdo a la descripción de sus propiedades, los probióticos comerciales—objetos de este estudio—pueden mejorar las condiciones de cultivo de organismos acuáticos evitando la acumulación de residuos orgánicos en los estanques de cultivo. Sólo en cuatro casos las concentraciones medias de los compuestos nitrogenados y fosforados disueltos y particulados detectaron diferencias significativas entre tratamientos y controles, y las pocas diferencias detectadas (dos casos) no resultaron consistentes con la hipótesis de una mayor actividad bacteriana en los tratamientos que en los controles, que se esperaba ver comprobada por diferencias significativas entre las respectivas concentraciones de N y P particulados.

Este trabajo se realizó para verificar si en cultivos comerciales el efecto de los probióticos pudiera ser poco evidente a causa de la actividad de las larvas y la adición periódica de su alimento, y confirma los resultados de experimentos anteriores durante los cuales, posiblemente debido a los recambios diario de agua y al suministro de alimentos vivos, que modifican la comunidad bacteriana existente, no se encontraron diferencias significativas entre amonio, nitritos, nitratos y fosfatos, y las correspondientes concentraciones de N y P particulado y disuelto, determinadas en cultivos larvarios comerciales sin probióticos o adicionados con los mismos productos evaluados en este estudio (Voltolina *et al.*, 2007; Tiznado-Palomares y Ramos-Gloria, 2008).

En este caso, la única modificación de la comunidad bacteriana original fue la causada por los probióticos adicionados a las muestras, y la falta de diferencias entre muestras tratadas y no tra-

tadas indica que los resultados de evaluaciones de la efectividad de probióticos determinada *in vitro* o en condiciones de laboratorio no son necesariamente indicativos de diferencias entre la actividad de la comunidad bacteriana probiótica, en comparación con la comunidad natural, y que por tanto su efectividad debiera ser comprobada en situaciones reales de cultivo comercial.

Conclusiones

En este estudio no se encontraron evidencias suficientes para poder confirmar las presuntas ventajas representadas por el uso de Epicin y Efinol, ya que en todos los casos las variaciones de las concentraciones de nitrógeno (N) y fósforo (P) en el tiempo pudieron ser observadas tanto en las muestras tratadas, como en las no tratadas que se utilizaron como control.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de los proyectos PROFAPI 2010/094 (Universidad Autónoma de Sinaloa) y AC0.38 (Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, CIBNOR).

Literatura citada

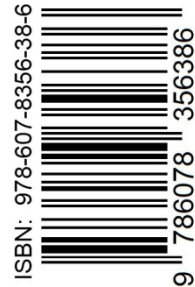
- Astorga-Castillo, O.N. (2008). Calidad del agua en cultivos exteriores de post-larvas (PL₆-PL₁₂) de *Litopenaeus vannamei*. Tesis de Licenciatura. Mazatlán, México: Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Balcázar, J.L.; De Blas, I.; Ruiz-Zarzuela, I.; Cunningham, D.; Vendrell, D. y Múzquiz, J.L. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114: 173-186.
- Brock, J.A. y Main, K.L. (1994). *A guide to the common problems and diseases of cultured Penaeus vannamei*. Baton Rouge, EU: World Aquaculture Society.
- Castañeda, N. (2004). *Percepción del impacto de la acuicultura en el bienestar social local*. Taller Revisión del Estudio de Relaciones entre Acuicultura y Salud Humana. Mazatlán, Sinaloa México. Consultado el 29 de abril de 2011. Disponible en: http://www.crc.uri.edu/download/33_Mzt_2004_Casteneda_rev.pdf.
- Cunningham, L. (2005). *Assessing the contribution of aquaculture to food security: a survey of methodologies*. Roma: FAO Fisheries Circular 1010.

- De Silva, S.S. (2000). *A global perspective of aquaculture in the third millennium. 51-100*. En Conference on aquaculture in the third millennium. February 20-25. Bangkok, Thailand: NACA-FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *The state of world fisheries and aquaculture 2008*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado el 2 de marzo de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm>.
- Fiorillo, J. (2007). Aquaculture's growth rate actually is declining. Intrafish 19.10.2007. Consultado el 2 de febrero 2009. Disponible en: http://www.seaaroundus.org/OtherWebsites/2007/IntraFish_Aquaculture-GrowthRateActuallyIsDeclining.pdf.
- Funge-Smith, S.J. (1996). *Coastal aquaculture-strategies for sustainability*. Final report to the ODA Project R6011. Stirling, U.K.: Institute of Aquaculture, University of Stirling. Disponible en: <http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/RLAQuafinalreportR6011.pdf>.
- Funge-Smith, S.J. y Briggs, M.R.P. (1998). Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: Implications for sustainability. *Aquaculture*, 164: 117-134.
- Gatesoupe, F.J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180: 143-164.
- Grasshoff, K.; Ehrhardt, M. y Kremling, K. (1983). *Methods of seawater analysis*. 2nd ed. Berlin: Verlag Chemie.
- Gravningen, K. (2007). Driving forces for aquaculture - different scenarios towards 2030. En: R. Arthur y J. Nierentz (Eds.), *Global trade conference on aquaculture* (pp. 19-26). Roma: FAO Fishery Proceedings 9.
- Kümmerer, K. (2003). Significance of antibiotics in the environment. *Journal Antimicrobial Chemother*, 52: 5-7.
- Laloo, R.; Ramchuran, S.; Ramduth, D.; Gorgens, J. y Gardiner, N. (2007). Isolation and selection of *Bacillus spp.* as potential biological agents for enhancement of water quality in culture of ornamental fish. *Journal Applied Microbiology*, 103: 1471-1479.
- Lin, Y.; Tanaka, S. y Kong, H. (2006). Characterization of a newly isolated heterotrophic nitrifying bacterium. *Water Pro-Tech.*, 10: 22-166.
- Nierentz, J. (2007). Overview of production and trade-the role of aquaculture fish supply. En: R. Arthur y J. Nierentz (Eds.), *Global trade conference on aquaculture*. Roma: FAO Fishery Proceedings 9.
- Parker, R.B. (1974). Probiotics. The other half of the antibiotics story. *Animal Nutrition Health*, 29: 4-8.
- Rana, K.J.; Siriwardena, S. y Hasan, M.R. (2009). *Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production*. Roma: FAO Fisheries Aquatic Technology Papers. No. 541.

- Riquelme, C.; Araya, R. y Escribano, R. (2000). Selective incorporation of bacteria by *Argopecten purpuratus* larvae: implications for the use of probiotics in culturing systems of the Chilean scallop. *Aquaculture*, 181: 25-36.
- Strickland, J.D.H. y Parsons, T.R. (1972). A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. Bull. *Fisheries Research Board Canada*, 167: 311.
- Tacon, A.G.J. (2000). Increasing the contribution of aquaculture for food security and poverty alleviation. En: *Conference on aquaculture in the third millennium* (pp. 101-106). February 20-25. Bangkok: NACA-FAO.
- Tidwell, J.H. y Allan G.L. (2001). Fish as food: aquaculture's contribution: Ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries. European Molecular Biology Organization. *EMBO Rep.*, 2(11):958-963.
- Tinh, N.T.N.; Dierckens, K.; Sorgeloos, P. y Bossier, P. (2007). A review of the functionality of probiotics in the larviculture food chain. *Marine Biotechnology*, 10:1-12.
- Tiznado-Palomares, E.X. y Ramos-Gloria, J.M. (2008). Efectos combinados de dos probióticos en la calidad del agua en larvicultura (N_5 a PL_6) comercial de camarón blanco. Tesis de Licenciatura. México: Facultad de Ciencias del Mar-Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Villamil-Díaz, L. y Martínez-Silva, M.A. (2009). Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón: Reseña. *Biología Investigación Marina Costera*, 38: 165-187.
- Voltolina, D.; Pinzón-Miranda, F.M.; Sánchez-Osuna, L.; Osuna-López, I.; Guerrero-Ávalos, J.R.; Frías-Espéricueta, M.; López-López, G.; Izaguirre-Fierro, G. y Zazueta-Padilla, H. (2007). Cultivo de larvas de *Litopenaeus vannamei* con un probiótico comercial. Resúmenes XIV. Nayarit, México: Cong. Nac. Cien. Tecnol. Mar, Nuevo Vallarta.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical analysis*. 3^a ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Estudios acuícolas y marinos en el Pacífico mexicano, coordinado por Ramón Sosa Ávalos y Manuel Gerardo Verduzco Zapata, fue editado en la Dirección General de Publicaciones de la Universidad de Colima, avenida Universidad 333, Colima, Colima, México, www.ucol.mx. La digitalización se terminó en marzo de 2015. En la composición tipográfica se utilizó la familia Veljovic Book. El tamaño del libro es de 22.5 cm de alto por 16 cm de ancho. Programa Editorial: Alberto Vega Aguayo. Gestión Administrativa: Inés Sandoval Venegas. Diseño: José Luis Ramírez Moreno. Cuidado de la edición: Myriam Cruz Calvario.

El libro *Estudios acuícolas y marinos en el Pacífico mexicano* está integrado por investigaciones sobre acuacultura, contaminación marina por virus, procesos oceanográficos de mesoescala relacionados con la presencia de mamíferos marinos, variabilidad en la abundancia y taxonomía del zooplancton, modelado del oleaje y transmisión de la energía, proceso de certificación de las playas, educación ambiental y análisis de la población de cocodrilos en la laguna de Cuyutlán.



UNIVERSIDAD DE COLIMA