

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

**EVALUACIÓN DE UN PROBIÓTICO EN CULTIVO COMERCIAL DE CAMARÓN
BLANCO *Litopenaeus vannamei* EN SONORA, MÉXICO**



Que para obtener el Título de:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA
CON ESPECIALIDAD EN ACUACULTURA**

PRESENTA:

MISAEAL ROSALES LEIJA

Hermosillo, Sonora

Junio 2012

Repositorio Institucional UNISON



**“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

FORMATO DE APROBACIÓN

Los miembros del Comité de Tesis designado para revisar la Tesis de Misael Rosales Leija la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el Título de Licenciado en Biología con Opción en acuicultura.

Dr. Martin Pérez Velázquez
Director de Tesis

Dra. Mayra L. González Félix
Sinodal Secretario

Dr. Marco Antonio López Torres
Sinodal

Dr. Addison L. Lawrence
Suplente

DEDICATORIA

Con amor y cariño:

A mis padres, Eligio Rosales González y Alma Delia Leija Flores: por darme día a día su ejemplo de trabajo y dedicación. Además, por su apoyo incondicional durante toda mi vida. Por siempre velar por mi bienestar, así como por corregirme siempre que fuera necesario. Infinitamente gracias. Sin ustedes, hubiera sido muy difícil alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Jaasiel Rosales Leija y Daniel Rosales Leija: por darme su apoyo incondicional durante toda nuestra vida. Por pasar juntos esos ratos agradables que no cambiaría por nada.

A mis abuelos: Carlos Leija Maldonado, Delia Leija Flores y María de los Ángeles González Ulloa. Gracias por todo su apoyo y por siempre tenerme la confianza de que lograría esta meta.

A mis tíos y primos. Gracias por su apoyo y compañía en esta y todas las etapas de mi vida.

A Dios por darme la oportunidad de nacer y crecer rodeado de todas estas personas tan especiales.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora y al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS) por ser una universidad de calidad con maestros de calidad con los cuales tuve la oportunidad de aprender durante el transcurso de la Licenciatura en Biología.

A mi director de tesis, Dr. Martín Pérez Velázquez, por apoyarme durante la realización de este proyecto de tesis, obteniendo como resultado un trabajo de excelente calidad. Así mismo, quiero agradecerle por siempre estar dispuesto a ayudarme o asesorarme en relación a este y otros proyectos de investigación de los cuales estoy muy agradecido que me haya incluido.

A la Dra. Mayra L. González Félix por siempre estar dispuesta a brindar enseñanza, ayuda y esos consejos que me fueron tan útiles durante todo el transcurso de la Licenciatura. Por ese empujón tan requerido que todos necesitamos de vez en cuando para superarnos y lograr nuestras metas.

Al Dr. Marco Antonio López Torres por su apoyo para realizar este trabajo de tesis, la revisión del escrito y los apropiados consejos en los seminarios para hacer de esta tesis un trabajo con la calidad que merece. Así mismo por las enseñanzas que me brindó durante la carrera de biología.

Al Dr. Addison L. Lawrence por hacer posible este proyecto de tesis, por considerarme apto para llevar a cabo esta importante investigación científica y por brindar los fondos necesarios para que este trabajo pudiera realizarse.

Al dueño de La Borbolla S.A. de C.V., Ing. Roberto Aguayo, al gerente de la Borbolla S.A. de C.V., Ing. César Patiño Patiño, a los dueño de la granja Acualarvas S.A. de C.V., Grupo Mazón y al gerente de Acualarvas S.A. de C.V., Ing. Israel López Cota, por el apoyo que brindaron para que esta investigación fuera realizada en las granjas que ellos supervisan.

Al personal de ambas granjas por el excelente trabajo que llevaron a cabo en sus respectivos puestos laborales. En especial a Juan Carlos Gastelum por sus enseñanzas y su apoyo en el Laboratorio de control de Calidad y a los técnicos que me mostraron cuál es el protocolo de trabajo diario de la industria camaronícola. A Yadira Alejandra Castañedo por el apoyo que brindó para la realización de este proyecto de tesis así como por su responsabilidad característica que se vio reflejada al seguir estrictamente el procedimiento para el trabajo que le fue asignado y que gustosamente aceptó.

CONTENIDO

	Página
FORMATO DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	v
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESÚMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
II.1. Definición del Término “Probiótico”	3
II.2. Fundamentos	3
II.3. Probióticos en Acuicultura	5
II.4. Probióticos en Camaronicultura	6
II.5. Probióticos Utilizados para Combatir Agentes Patógenos	7
III. JUSTIFICACIÓN	9
IV. HIPÓTESIS	10
V. OBJETIVO	11
V.1. General	11
V.2. Específicos	11
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	12
VI.1. Descripción del Área de Estudio	12
VI.2. Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	13
VI.2.1. Descripción de estanques de cultivo	13
VI.2.2. Preparación de estanques, desinfección y otros aditivos	14
VI.2.3. Siembra	15
VI.2.4. Tratamientos experimentales y métodos recomendados de aplicación del probiótico	16

VI.2.5. Activación y aplicación del probiótico	19
VI.2.6. Métodos de producción	20
VI.2.6.1. Recambio de agua	20
VI.2.6.2. Alimentación	21
VI.2.7. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo	21
VI.2.8. Crecimiento y supervivencia	22
VI.2.9. Análisis en fresco	23
VI.2.9.1. Branquias	23
VI.2.9.2. Hepatopáncreas	24
VI.2.9.3. Conteo de gregarinas y gametocistos	25
VI.2.10. Factor de condición	26
VI.2.11. Análisis bacteriológico	27
VI.2.11.1. Camarón	27
VI.2.11.2. Agua	27
VI.3. Acualarvas S.A. de C.V.	28
VI.3.1. Descripción de los estanques de cultivo	28
VI.3.2. Preparación de estanques, desinfección y otros aditivos	29
VI.3.3. Siembra	29
VI.3.4. Tratamientos experimentales y métodos recomendados de aplicación del probiótico	30
VI.3.5. Activación y aplicación del probiótico	33
VI.3.6. Métodos de producción	34
VI.3.6.1. Recambio de agua	34
VI.3.6.2. Alimentación	34
VI.3.7. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo	35
VI.3.8. Crecimiento y supervivencia	35
VI.3.9. Análisis en fresco	36
VI.3.10. Factor de condición	36
VI.4. Análisis Estadístico	36
VII. RESULTADOS	37

VII.1. Acuícola La Burbolla S.A. de C.V.	37
VII.1.1. Parámetros fisicoquímicos de agua	37
VII.1.2. Crecimiento y supervivencia	43
VII.1.3. Producción de camarón	49
VII.1.4. Análisis en fresco	50
VII.1.4.1. Branquias	50
VII.1.4.2. Hepatopáncreas	51
VII.1.4.3. Conteo de gregarinas y gametocistos	53
VII.1.5. Factor de condición	54
VII.1.6. Análisis bacteriológico	56
VII.1.6.1. Camarón	56
VII.1.6.2. Agua	56
VII.2. Acualarvas S.A. de C.V.	61
VII.2.1. Parámetros fisicoquímicos de agua	61
VII.2.2. Crecimiento y supervivencia	67
VII.2.3. Producción de camarón	69
VII.2.4. Análisis en fresco	72
VII.2.4.1. Branquias	72
VII.2.4.2. Hepatopáncreas	73
VII.2.4.3. Conteo de gregarinas	73
VII.2.5. Factor de condición	74
VIII. DISCUSIÓN	76
VIII.1. Acuícola La Burbolla S.A. de C.V.	76
VIII.1.1. Parámetros fisicoquímicos	76
VIII.1.2. Producción de camarón	77
VIII.1.3. Análisis en fresco	78
VIII.1.4. Análisis bacteriológico	78
VIII.1.4.1. Camarón	78
VIII.1.4.2. Agua	79
VIII.2. Acualarvas S.A. de C.V.	80

VIII.2.1. Parámetros fisicoquímicos	80
VIII.2.2. Producción de camarón	80
VIII.2.3. Análisis en fresco	81
IX. CONCLUSIONES	83
X. LITERATURA CITADA	84
Apéndice I	92
Apéndice II	96
Apéndice III	100
Apéndice IV	103

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla I	Dimensión y número asignado a los estanques de cultivo en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	13
Tabla II	Productos utilizados durante la preparación y desinfección de los estanques de cultivo en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	14
Tabla III	Peso inicial promedio, número de camarones sembrados y fecha de siembra en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	15
Tabla IV	Asignación de tratamientos experimental y control a los estanques de cultivo de Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	17
Tabla V	Aplicación de probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	20
Tabla VI	Parámetros fisicoquímicos medidos en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	22
Tabla VII	Criterios utilizados para la evaluación del grado de necrosis y el grado infestación por ectoparásitos en branquias de <i>Litopenaeus vannamei</i> (según Lightner et al., 1996).	23
Tabla VIII	Criterios utilizados para la evaluación del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> (según Lightner et al., 1996).	24
Tabla IX	Criterios utilizados para la evaluación de grado de salud de los túbulos del hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> (según Lightner et al., 1996).	25
Tabla X	Criterio utilizado para evaluar el grado de infestación por gregarinas y gametocistos (según Morales-Covarrubias, 2004).	26
Tabla XI	Dimensión y número asignado a los estanques de cultivo en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	28
Tabla XII	Peso inicial promedio, número de camarones sembrados y fecha de siembra en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	30
Tabla XIII	Asignación de tratamientos experimental y control a los	31

	estanques de cultivo en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	
Tabla XIV	Aplicación del probiótico en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	33
Tabla XV	Parámetros fisicoquímicos medidos en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	35
Tabla XVI	Estimación de la supervivencia (promedio \pm d.e.) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	44
Tabla XVII	Datos de producción de las cosechas parciales y final (promedio \pm d.e.) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	45
Tabla XVIII	Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones semanales del peso corporal (g) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	47
Tabla XIX	Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones semanales del peso ganado (g/semana) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	48
Tabla XX	Datos de producción total de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	49
Tabla XXI	Promedio (\pm d.e.) del factor de condición de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	55
Tabla XXII	Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género <i>Vibrio</i> spp. de color amarillo presentes en hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	57
Tabla XXIII	Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género <i>Vibrio</i> spp. de color verde presentes en hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	58
Tabla XXIV	Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género	59

	<i>Vibrio</i> spp. de color amarillo presentes en agua de estanques de cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V.	
Tabla XXV	Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género <i>Vibrio</i> spp. de color verde presentes en agua de estanques de cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V.	60
Tabla XXVI	Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones mensuales del peso corporal (g) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	67
Tabla XXVII	Estimación de la supervivencia (\pm d.e.) de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarva S.A. de C.V.	68
Tabla XXVIII	Datos de producción de cosechas parciales y final (promedio \pm d.e.) de <i>Litopenaeus vannamei</i> bajo cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	70
Tabla XXIX	Datos de producción total de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	71
Tabla XXX	Promedio (\pm d.e.) del factor de condición de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	75

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Ubicación de las granjas de cultivo comercial de camarón Acuícola La Borbolla, S.A. de C.V. y Acualarvas S.A.de C.V., del Noroeste de México	12
Figura 2	Ubicación de los estanques utilizados en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	18
Figura 3	Ubicación de los estanques utilizados en la granja Acualarvas S.A. de C.V.	32
Figura 4	Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	37
Figura 5	Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	38
Figura 6	Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	38
Figura 7	Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	39
Figura 8	Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	39
Figura 9	Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	40
Figura 10	Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	40
Figura 11	Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	41
Figura 12	Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	41
Figura 13	Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	42

Figura 14	Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	50
Figura 15	Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de infestación por ectoparásitos en branquias de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	51
Figura 16	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de salud del hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	52
Figura 17	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	52
Figura 18	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gregarinas intestinales de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	53
Figura 19	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gametocistos en cecum de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.	54
Figura 20	Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.	62
Figura 21	Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.	62
Figura 22	Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.	63
Figura 23	Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.	63
Figura 24	Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.	64
Figura 25	Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.	64

Figura 26	Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.	65
Figura 27	Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.	65
Figura 28	Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.	66
Figura 29	Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.	66
Figura 30	Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	72
Figura 31	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	73
Figura 32	Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gregarinas intestinales en <i>Litopenaeus vannamei</i> en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.	74

RESUMEN

El auge de la camaronicultura se ha visto afectado recientemente debido a la aparición de enfermedades. Se ah propuesto a los probióticos como una alternativa ambiental y ecológicamente amigable, sin embargo, no hay datos estadísticos que validen los posibles efectos positivos de los probióticos en granjas de camarón del noroeste de México. En este estudio se evaluó un probiótico en cultivo comercial de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, en Sonora, México. Para ello se seleccionaron 2 granjas representativas del noroeste de México, Acuícola La Burbolla S.A. de C.V. y Acualarvas S.A. de C.V. En ambas granjas se seleccionaron 8 estanques a los cuales se les agregó el probiótico experimental (tratamiento “probiótico”). Para el tratamiento “control” se utilizaron 4 estanques en ambas granjas, en Acuícola La Burbolla S.A. de C.V. no se les aplicó ningún probiótico y en Acualarvas S.A. de C.V. se utilizó un probiótico comercial diferente al probiótico experimental. Se determinaron parámetros de producción, indicadores de estado de salud de los organismos, y parámetros fisicoquímicos de agua en ambas granjas además de abundancia de bacterias del género *Vibrio* spp. sólo en Acuícola La Burbolla S.A. de C.V. No hubo diferencias significativas entre tratamientos sobre ninguno de los parámetros evaluados en ninguna de las granjas. En ambas granjas, los valores de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua y de salud de los organismos se encontraron dentro de intervalos de variación considerados como adecuados para cultivo comercial de camarón y sin diferencias significativas entre tratamientos. En ambas granjas, el virus de la mancha blanca causó pérdidas en la producción de camarón, siendo más significativas en Acuícola La Burbolla S.A. de C.V. (Tratamiento “probiótico”: 507.8 ± 410.4 kg/ha; Tratamiento “control”: 370.3 ± 199.1 kg/ha) que en Acualarvas S.A. de C.V. (Tratamiento “probiótico”: $2,721.40 \pm 296.71$ kg/ha; Tratamiento “control”: $2,795.45 \pm 95.88$ kg/ha).

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas la producción de alimentos a través de la acuicultura ha tenido una expansión sustancial en todo el mundo, aportando actualmente cerca del 38% de la producción mundial de alimentos de origen acuático (Food and Agriculture Organization, 2010). Dentro de esta actividad económica, la camaronicultura también se caracteriza por haber tenido un gran auge mundial en las últimas décadas. Es una fuente de alimento, trabajo y divisas para los países que pueden desarrollarla (Páez-Osuna, 2001). México es uno de los países donde la camaronicultura se ha desarrollado aceleradamente debido a que cuenta con abundantes litorales tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México y con un clima propicio para esta actividad (Páez-Osuna, 2001), siendo los estados de Sonora y Sinaloa los principales productores de camarón por acuicultura, mismo que es destinado para consumo nacional y para exportación. Sin embargo, el auge en esta actividad se ha visto afectado recientemente debido a la aparición de enfermedades, principalmente la enfermedad causada por el virus de la mancha blanca (WSSV -White Spot Syndrome Virus- por sus siglas en inglés), que ha ocasionado grandes pérdidas económicas a los productores de Sonora y Sinaloa (Rosales-Leija et al., 2012) y que también es considerado como el agente patógeno que más severamente ha afectado los cultivos de camarón a nivel mundial (Rajan et al., 2000; Ramasamy 2000; Rameshthangman y Ramasamy, 2006). Además de los camarones peneidos, el virus de la mancha blanca también es capaz de afectar a otros crustáceos como cangrejos e incluso estadios larvales de insectos acuáticos (Wu et al., 2002).

A diferencia de los vertebrados, se cree que los camarones carecen de inmunidad adaptativa y dependen completamente de su inmunidad innata, que consiste de las defensas humoral y celular. Es por ello que ciertos productos, como los probióticos, que teóricamente pueden mejorar la inmunidad de los camarones y la resistencia a enfermedades, han generado gran interés en años recientes y han sido utilizados en diversas ocasiones para prevenir enfermedades (Sakai, 1999; Farzanfar, 2006).

En este contexto, se ha establecido que los probióticos son organismos vivos que pueden beneficiar a sus hospederos de diferentes maneras. Pueden producir enzimas que

ayudan a la digestión y utilización de los alimentos y mejoran el balance microbiano intestinal del hospedero (Fuller, 1989; Verschuere et al., 2000; Wang et al., 2008). A través de la producción de sustancias antimicrobianas capaces de neutralizar los efectos de organismos patógenos, los probióticos pueden conferir inmunidad a los organismos cultivados (Sugita et al., 1998; Ringo et al., 1995). Así mismo, se considera que los probióticos pueden mejorar la calidad del agua y de los sedimentos de los estanques de cultivo. Es por ello que, por el conjunto de sus efectos benéficos, los probióticos tienen el potencial de incrementar la producción en las granjas de camarón al mejorar la salud y la resistencia al estrés y enfermedades de los camarones (Gatesoupe, 1999).

Un aspecto positivo resaltante del uso de probióticos es que, a diferencia de los perjudiciales y muy severamente criticados efectos del sobreuso de antibióticos, se trata de una alternativa amigable con el ambiente que ya se ha utilizado exitosamente en organismos terrestres, y más recientemente en organismos acuáticos, para combatir enfermedades.

II. ANTECEDENTES

II.1. Definición del Término “Probiótico”

El término probiótico, que significa “por vida”, proviene de la conjunción de las palabras griegas “pro” y “bios” (Gismondo et al., 1999).

La idea original de utilizar microorganismos benéficos para la salud la tuvo Metchnikoff (1907), al asumir que la salud humana podría ser mejorada si se consumían productos del fermento de leche. De hecho, actualmente se utilizan un sinnúmero de productos para consumo humano que contienen bacterias ácido-lácticas, mismas que han sido ampliamente investigadas y utilizadas también en animales terrestres, y se sabe que estas bacterias también están presentes en el intestino de peces sanos (Ringo y Gatesoupe, 1998; Hagi et al., 2004).

Fuller (1989) empleó una definición amplia del término probiótico para referirse a “microorganismos vivos utilizados como suplementos alimenticios que afectan benéficamente al animal hospedero al mejorar su balance intestinal”. Sin embargo, las aplicaciones recientes de los probióticos y los datos científicos acerca de su mecanismo de acción indican que ciertos componentes no microbianos también benefician a los organismos y que, por lo tanto, el beneficio de los probióticos no está limitado a la región intestinal del hospedero (Salminen et al., 1999).

II.2. Fundamentos

Existen muchas maneras en las cuales los probióticos pueden ser benéficos, pudiendo actuar solos o en combinación con otras cepas bacterianas. Dentro de los beneficios de los probióticos se pueden mencionar los siguientes: inhibición de patógenos mediante la producción de compuestos antagónicos que compiten por sitios de adhesión y

alteran la actividad enzimática de bacterias patógenas; competencia con patógenos por nutrientes; producción de compuestos con funciones inmunoestimuladoras, y beneficios nutricionales como la mejora de la digestión y utilización de los alimentos (Fuller, 1989; Fooks et al., 1999; Bomba et al., 2002). Se ha reportado que los probióticos se deben adherir y colonizar el tracto gastrointestinal, deben poseer una alta tasa de reproducción, deben producir sustancias antimicrobianas y deben soportar el ambiente ácido del tracto gastrointestinal (Ziemer y Gibson, 1998; Dunne et al., 1999; Gismondo et al., 1999; Mombelli y Gismondo, 2000). Sin embargo, estas descripciones están basadas en el entendido que los probióticos deben convertirse en miembros permanentes de la biota intestinal. Pero, aunque la mayoría de las bacterias que se usan como probióticos tienen estas características y muchos estudios se enfocan en ellos, se ha demostrado que existen bacterias transeúntes que también pueden tener efectos benéficos en el hospedero (Isolauri et al., 2004).

En años recientes se han demostrado beneficios en organismos terrestres alimentados con bacterias benéficas utilizadas como probióticos. El uso de probióticos ha sido estudiado más ampliamente en cerdos (Sakata et al., 2003; Gardiner et al., 2004), pollos (Nisbet 2002; Patterson y Burkholder, 2003) y humanos (Fioramonti et al., 2003). La comunidad bacteriana del tracto gastrointestinal del organismo hospedero alimentado con probióticos es fácilmente dominado por el probionte. Sin embargo, cuando se deja de suministrar el probiótico, generalmente el probionte desaparece en unos días, como se ha demostrado en pollos (Netherwood et al., 1999).

Las bacterias ácido-lácticas han sido los probiontes más comúnmente utilizados en humanos (Fioramonti et al., 2003), pollos (Patterson y Burkholder, 2003) y cerdos (Ohashi et al., 2004), asimismo, han recibido considerable atención como probióticos en peces (Ringo y Gatesoupe, 1998; Gildberg y Mikkelsen, 1998; Hagi et al., 2004), aunque otras especies también se han reportado como benéficas como es el caso de *Aeromonas media* que se ha visto que reduce la saprolegniosis en anguilas como *Anguilla australis* (Lategan et al., 2004).

Se ha reportado que los probióticos inhiben enfermedades y ayudan en el desarrollo del sistema inmune del tracto gastrointestinal (Mao et al., 1996; Ichikawa et al., 1999; Fukushima et al., 1999; Rodrigues et al., 2000). También se ha demostrado que los

probióticos pueden beneficiar el propio tracto gastrointestinal al impedir la degradación del mucus intestinal (Rojas y Conway, 1996; Zhou et al., 2001). En la producción de ganado, los probióticos se han utilizado principalmente para aumentar la resistencia a enfermedades del hospedero causadas por bacterias patógenas al modificar la comunidad microbiana del tracto gastrointestinal (Paterson y Burkholder, 2003).

II.3. Probióticos en Acuicultura

La aplicación de probióticos en acuicultura es relativamente reciente (Kozasa, 1986). El interés en estos tratamientos, que son considerados ambientalmente amigables, ha aumentando rápidamente en los últimos 10 años debido principalmente a la intensificación de la acuicultura de peces y crustáceos (Gómez-Márquez, 1998; Gómez-Márquez et al., 2003, Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2003; Re-Araujo y Acosta Ruiz, 2003; Burr y Gatlin III, 2005; Kesarcodi-Watson et al., 2008). Esta intensificación y expansión de la acuicultura ha originado el paradigma de la preparación de dietas funcionales, capaces de influir en la salud y resistencia al estrés y a agentes patógenos de los organismos cultivados (Gatlin III, 2002). En el caso de probióticos adicionados a los alimentos balanceados, es importante considerar que la viabilidad de éstos puede estar afectada por las condiciones a las que el alimento es sometido durante su proceso de fabricación, tales como alta temperatura y presión en el caso de alimentos extruidos (Burr y Gatlin III, 2005).

Otro motivo del creciente interés en el uso de probióticos es la sustitución del uso de antibióticos para combatir enfermedades bacterianas, las cuales han ocasionado grandes pérdidas en la industria camaronícola.

No obstante, a pesar de que se han publicado numerosos trabajos en los últimos años, el uso de probióticos en acuicultura sigue siendo ampliamente empírico y solo algunos de ellos han podido demostrar el efecto real del agente probiótico en el cultivo (Günter et al., 2004).

Cuando se piensa en probióticos para acuicultura, es importante considerar que existen ciertos factores diferentes a los prevalecientes en probióticos desarrollados para

organismos terrestres. Por ejemplo, los organismos acuáticos tienen una relación más estrecha con su ambiente y los patógenos potenciales son capaces de mantenerse en el agua de cultivo y proliferar independientemente del organismo hospedero (Hansen y Olafsen, 1999; Verschure et al., 2000).

II.4. Probióticos en Camaronicultura

En el caso de camarones peneidos, se han aislado cepas bacterianas del tracto digestivo u otros órganos o tejidos de organismos silvestres o de cultivo sanos, concluyendo que estas bacterias juegan un papel benéfico como probióticos (Guillan et al., 2004). En trabajos subsecuentes, se han determinado criterios que un microorganismo debe cumplir para poder ser seleccionado como probiótico en camaronicultura. Por ejemplo, debe ser capaz de resistir amplios intervalos de temperatura, salinidad, pH y otros parámetros físico-químicos no solo del agua de cultivo sino de las condiciones del sistema digestivo del hospedero, además de conferirle un beneficio al mismo.

El primer registro de un probiótico utilizado comercialmente en camaronicultura corresponde a la cepa no patógena de *Vibrio alginolyticus*, que desde 1992 ha permitido mejorar sustancialmente el rendimiento en viveros de camarones en Ecuador y México (Verschure et al., 2000).

Otros estudios han señalado que mediante el mejoramiento de la calidad del agua, algunos probióticos han incrementado el desempeño de camarones cultivados (Gatesoupe, 1999; Hui-Rong et al., 1999). En esta misma vertiente, también se ha investigado el uso combinado de bacterias marinas y microalgas con el fin de mejorar la calidad del agua y así incrementar el crecimiento y supervivencia de los camarones. Por ejemplo, Banerjee et al. (2010), observaron que el uso de *Bacillus pumilus* y una especie de microalga mejoró la calidad del agua, crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Penaeus monodon* cultivadas en tanques bajo condiciones de laboratorio.

En otro estudio, Yang et al. (2010), demostraron un incremento de la tasa de crecimiento de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas suplementadas con *Rhodospiridium*

paludigenum. Por su parte, Shen et al. (2010), observaron que el probiótico *Bacillus subtilis* incrementó la tasa de crecimiento de *L. vannamei* al mejorar su sistema inmune y la capacidad antioxidante al incrementar la actividad de las enzimas superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa.

En un estudio reciente, Olmos et al. (2011), realizaron un experimento en el que alimentaron a *L. vannamei* con: 1) una dieta a base de harina de soya adicionada con *B. subtilis*; 2) una dieta a base de harina de soya adicionada con *B. megaterium*; 3) la misma dieta a base de harina de soya sin adición del probiótico y; 4) una dieta a base de harina de pescado utilizada como control. Los organismos alimentados con el tratamiento 1 tuvieron una menor tasa de conversión alimenticia y una mayor tasa de crecimiento, concluyendo por ello que *B. subtilis* es una buena alternativa para usarse como aditivo en dietas a base de harina de soya, ya que resulta económicamente atractivo y mejora el crecimiento de los camarones.

II.5 Probióticos Utilizados para Combatir Agentes Patógenos

Shakiba et al. (2010), aislaron bacterias de diferentes partes del cuerpo de *Penaeus monodon* con el fin de controlar *V. parahaemolyticus* y *V. alginolyticus*, encontrando que la especie *Shewanella algae* contó con más características deseables para el control de estos patógenos y que además, soporta un amplio rango de temperatura, salinidad y pH, mismos que se encuentran dentro de los rangos óptimos para el cultivo de camarón.

Gullian et al. (2004), realizaron un estudio cuyo objetivo fue obtener cepas utilizadas como probióticos y con características inmunoestimulantes en camarones. De este estudio se concluyó que las cepas aisladas de *Bacillus* P64 presentaron cualidades probióticas e inmunoestimulantes, mientras que *Vibrio* P62 solo mostró buenas propiedades probióticas.

Wang y Gu (2010) evaluaron el efecto de probióticos como aditivos en agua de cultivo, sobre el crecimiento y respuesta inmune de camarón blanco, *L. vannamei*. El estudio duró 35 días y se llevó a cabo en tanques de polipropileno. El experimento indicó

que la presencia de probióticos incrementó la respuesta inmune y el crecimiento de los camarones.

Deng-Yu et al. (2009) evaluaron el efecto de un probiótico aislado del fermento de semilla de soya, sobre parámetros de inmunidad y resistencia a enfermedades de *L. vannamei*, encontrando que los camarones que recibieron una mayor cantidad de probiótico en alimento (10^8 UFC/kg de alimento) mostraron un incremento significativo en la actividad de la enzima fenol-oxidasa y mayor actividad fagocitaria, lo que incrementó su inmunidad.

Peraza-Gómez et al. (2011) evaluaron el efecto de plantas y probióticos sobre la supervivencia y respuesta inmune de *L. vannamei* sometido a infección por el virus de la mancha blanca. Para ello, utilizaron diferentes dietas que contenían una mezcla de probióticos comerciales y extracto o macerado de plantas (combinación de *Ocimum sanctum* y plantas comerciales). Los resultados de este estudio indicaron que el macerado de plantas y la mezcla de probióticos fueron buenos candidatos para usarse como aditivos en contra de WSSV en los cultivos de camarón, ya que incrementaron la supervivencia de los organismos y redujeron la prevalencia de WSSV.

Por otro lado, también se han utilizado levaduras como probióticos, encontrando que la administración oral de ciertas levaduras puede proteger a los camarones de un descenso en las defensas causado por enfermedades bacterianas (Burgents et al., 2004).

III. JUSTIFICACIÓN

Existen productos probióticos disponibles comercialmente para el cultivo de camarón en diversas partes del mundo, incluyendo México. De hecho, algunos probióticos han sido utilizados en la industria del cultivo de camarón en el Noroeste de México. Sin embargo, sus efectos positivos han sido muy esporádicos y cuestionables. Esto ha provocado escepticismo en cuanto a si el uso de probióticos puede efectivamente beneficiar la industria del cultivo de camarón.

En este estudio se evalúa una novedosa marca de probióticos. De acuerdo con la información técnica del producto, sus efectos positivos sobrepasan los de cualquier otro producto disponible, ya que beneficia los cultivos de camarón de las siguientes maneras: 1) acelera reacciones enzimáticas bioquímicas para la descomposición de la materia orgánica no viva, transformándola en sus compuestos finales inertes, mejorando así la calidad del agua; 2) contiene fuertes propiedades antimicrobianas, antimicóticas y neutralizantes de toxinas; 3) incrementa la tasa de crecimiento de los camarones. Sin embargo, al igual que en el caso de otros productos probióticos utilizados en el Noroeste de México, no existen datos experimentales fidedignos que validen estas afirmaciones.

IV. HIPÓTESIS

En función del conjunto de efectos benéficos documentados que los probióticos pueden ejercer y que incluyen un adecuado balance microbiano intestinal para la mejor digestión y utilización de los alimentos, producción de sustancias antimicrobianas que pueden neutralizar los efectos de organismos patógenos, así como la mejora de la calidad del agua y de los sedimentos de los estanques de cultivo, se espera observar efectos positivos del probiótico utilizado sobre el crecimiento y salud de los camarones cultivados, así como sobre la calidad de agua de los estanques en los que se aplique, en comparación con los organismos cultivados en estanques donde el probiótico no sea aplicado.

V. OBJETIVO

V.1. General

Determinar los efectos de un probiótico en dos granjas de cultivo comercial de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, en Sonora, México.

V.2. Específicos

Determinar parámetros de producción de camarón de cultivo: crecimiento, supervivencia, crecimiento semanal, talla final y factor de conversión de alimento.

Determinar indicadores del estado de salud de camarón de cultivo: grado de necrosis e infestación por ectoparásitos en branquias, grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas, grado de salud de los túbulos del hepatopáncreas, grado de infestación intestinal por gregarinas y gametocistos y factor de condición.

Determinar la abundancia de bacterias del género *Vibrio* spp. en el agua de cultivo y en el hepatopáncreas del camarón.

Determinar parámetros físico-químicos de calidad del agua de cultivo: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH y concentración de nitrógeno amoniacal.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Descripción del Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo simultáneamente en dos granjas de cultivo comercial de camarón, 1) Acualarvas S.A. de C.V., que colinda con el estero Tastiota en Sonora, México ($28^{\circ}23'12.45''$ N, $111^{\circ}28'51.84$ O), y 2) Acuícola La Borbolla S.A. de C.V, localizada a aproximadamente 15 km del km 93 de la carretera 24 de Sonora, México ($28^{\circ}21'18.41''$ N, $111^{\circ}50'57.43$ O). La ubicación de ambas granjas se muestra en la Figura 1.

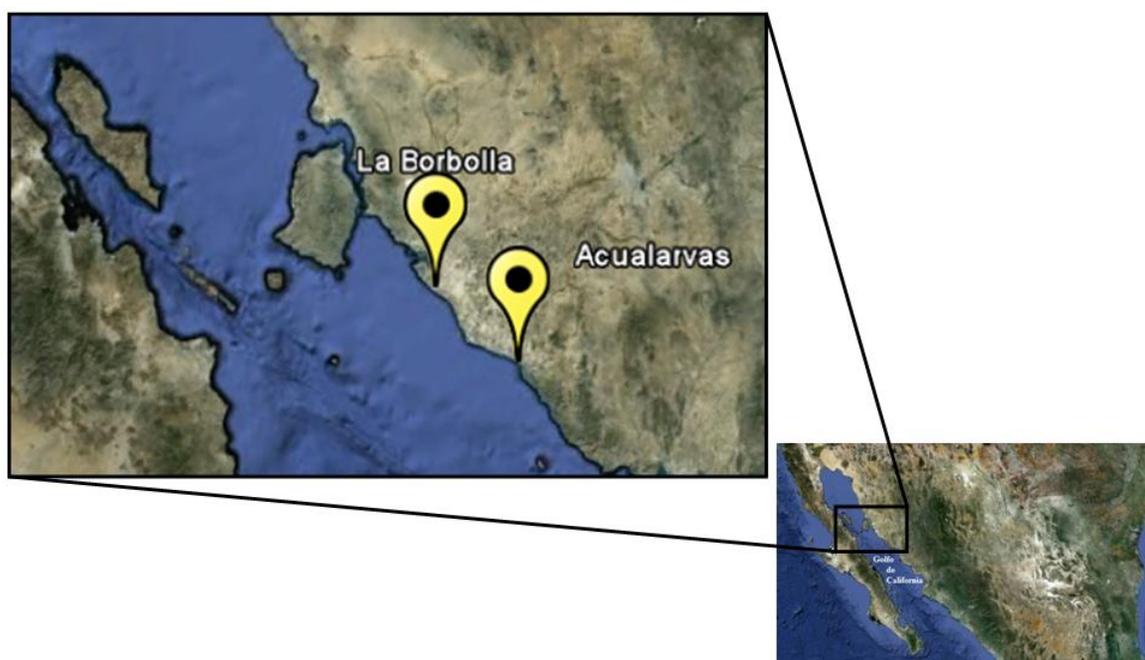


Figura 1. Ubicación de las granjas de cultivo comercial de camarón Acuícola La Borbolla, S.A. de C.V. y Acualarvas S.A.de C.V., del Noroeste de México.

VI.2. Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VI.2.1. Descripción de los estanques de cultivo

Se utilizaron doce estanques de tierra, cuyo sedimento es una mezcla de arena y arcilla. La superficie de cultivo de los estanques de la granja Acuícola La Borbolla, S.A. de C.V. variaron de 6.0 a 7.0 ha, que representaron un total de 79.1 ha de cultivo. La dimensión y el número asignado a los estanques dentro de la granja La Borbolla S.A. de C.V. se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Dimensión y número asignado a los estanques de cultivo en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Nombre del estanque	Área (ha)
4A	7.0
8A	7.0
1C	6.5
5C	6.5
3D	6.5
7D	6.5
4G	6.0
6G	6.0
7A	7.0
11A	7.0
4C	6.6
8C	6.5

VI.2.2. Preparación de estanques, desinfección y otros aditivos

Después de llenar los estanques, los productos GlutAquat, un desinfectante que contiene 40% de glutaraldehído y 10% de cloruro de benzalconio; Tarra, fertilizante utilizado para promover la productividad primaria; cloruro de cobre, utilizado para eliminar ctenóforos y moluscos que en algunas ocasiones infestan los estanques de cultivo, así como Lymnozyme, una solución que contiene una cepa de bacterias que presuntamente refuerzan la microflora del tracto digestivo del camarón, se utilizaron en la granja Acuícola la Borbolla S.A. de C.V. en el siguiente orden cronológico (Tabla II).

Tabla II. Productos utilizados durante la preparación y desinfección de los estanques de cultivo en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Fecha	Producto	Dosis
22/04/2011	Tarra	40 l/ha
23/04/2011	GlutAquat	6 l/ha
24/04/2011	Copper sulfate	3 kg/ha
08/05/2011	Tarra	65 l/Estanque
16/06/2011	Limnozyme	42 l/ton. de alimento
18/06/2011	Limnozyme	36 l/ton. de alimento
20/06/2011	Limnozyme	21 l/ton. de alimento
21/06/2011	Limnozyme	30 l/ton. de alimento
23/06/2011	GlutAquat	Agregado al canal reservorio
25/06/2011	GlutAquat	Agregado al canal reservorio
27/06/2011	GlutAquat	Agregado al canal reservorio

VI.2.3. Siembra

La siembra de camarones en los estanques de cultivo se realizó entre el 20 y 30 de Abril de 2011. La densidad de siembra en todos ellos fue de 17 individuos/m². La fecha de la siembra, peso inicial promedio y el número de camarones sembrados por estanque se muestra en la Tabla III. Todos los camarones se obtuvieron del laboratorio “Maricultura del Pacífico, S.A de C.V.” en Bahía de Kino, Sonora, México. Los camarones fueron sembrados con una talla similar, con excepción de los organismos sembrados en los estanques 4G y 6G, cuya talla fue significativamente mayor debido a que fueron previamente maternizados y no sembrados directamente del laboratorio.

Tabla III. Peso inicial promedio, número de camarones sembrados y fecha de siembra en la granja Acuícola La Burbolla S.A. de C.V.

Estanque	Peso promedio (g)	Número de camarones sembrados	Fecha de siembra
4 ^a	0.072	1,190,000	26/04/2011
7 ^a	0.047	1,190,000	26/04/2011
8 ^a	0.075	1,190,000	26/04/2011
11 ^a	0.059	1,190,000	26/04/2011
1C	0.054	1,105,000	27/04/2011
4C	0.063	1,122,000	27/04/2011
5C	0.037	1,105,000	27/04/2011
8C	0.037	1,105,000	27/04/2011
3D	0.028	1,105,000	30/04/2011
7D	0.028	1,105,000	30/04/2011
4G	0.932	1,020,000	20/04/2011
6G	0.970	1,020,000	20/04/2011

VI.2.4. Tratamientos experimentales y métodos recomendados de aplicación del probiótico

A diferencia de otros productos probióticos, que generalmente están compuestos de alguna especie de bacteria ácido-láctica, el probiótico evaluado en el presente estudio está compuesto de una mezcla de microorganismos de origen marino que incluyen bacterias (*Pediococcus* sp. y *Bacillus* sp.) y levaduras (*Pichia* sp. y *Dekkera* sp.).

En Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. el estudio consistió de la aplicación del probiótico o tratamiento experimental a 8 estanques de cultivo, así como de un tratamiento control asignado a 4 estanques a los que no se aplicó el probiótico. La asignación de los tratamientos experimentales y control a los estanques de cultivo en La Borbolla S.A. de C.V. se muestran en la Tabla IV. La ubicación de estanques pertenecientes a los tratamientos experimental y control dentro de las granjas Acuícola La Borbolla se muestra en la Figura 2. En todos los casos, la aplicación del probiótico se realizó siguiendo las recomendaciones del fabricante, mismas que se describen a continuación.

Por cada hectárea de cultivo, se aplicó semanalmente 400, 500, 600 y 750 g de probiótico previamente activado durante los meses de cultivo 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para la activación del probiótico, se mezclaron 1,000 g de producto en 1,000 L de agua de mar y se dejaron reposar no más de 24 horas. El fabricante recomendó agregar la mitad de la dosis en el estanque y la otra mitad mediante goteo constante a partir de un tanque dosificador.

Tabla IV. Asignación de tratamientos experimental y control a los estanques de cultivo de Acuicola La Burbolla S.A. de C.V.

<u>Nombre del estanque</u>	<u>Tratamiento</u>
4A	Probiótico
8A	Probiótico
1C	Probiótico
5C	Probiótico
3D	Probiótico
7D	Probiótico
4G	Probiótico
6G	Probiótico
7A	Control
11A	Control
4C	Control
8C	Control



Figura 2. Ubicación de los estanques utilizados en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VI.2.5. Activación y aplicación del probiótico

El probiótico fue aplicado por primera vez en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. el 29 de mayo de 2011.

Las dosis de aplicación siguieron siempre las recomendaciones del fabricante. Sin embargo, debido a la falta de contenedores suficientes en la granja para la activación del producto se utilizó una concentración de 4,160 g de probiótico por cada 1,000 L de agua de mar y no 1,000 g/1,000 L durante el primer mes de cultivo. El agua utilizada fue libre de cloro o cualquier solución química, previamente tratada con carbón activado y sometida a una cámara de luz ultravioleta. La mezcla se dejó activar durante la noche por un período de 12 horas antes de aplicarse a los estanques.

A partir del segundo mes de cultivo y de acuerdo con instrucciones del fabricante del probiótico, se implementó un nuevo protocolo de activación que incluyó una mayor concentración del mismo y la adición de otros productos. Los principales cambios en el protocolo se describen a continuación:

Se mezclaron 5,000 g de producto en 1,000 L de agua de mar, se agregaron 6 g de melaza por cada gramo de probiótico utilizado, se aplicó aireación moderada y se dejó reposar no más de 24 horas. Se asperjó la mitad de la dosis en el estanque y se aplicó la otra mitad mediante goteo constante a partir de un tanque dosificador. Las fechas de aplicación del probiótico, dosis y concentración durante la activación se muestran en la Tabla V.

Tabla V. Aplicación de probiótico en Acuícola La Burbolla S.A. de C.V.

Aplicación del producto	Fecha de aplicación	Dosis (g/ha)	Concentración durante activación (kg/1,000 L)
Primera	29/05/2011	400	4.16
Segunda	04/06/2011	400	4.16
Tercera	11/06/2011	400	4.16
Cuarta	17/06/2011	400	4.16
Quinta	16/07/2011	500	5.0
Sexta	22/07/2011	500	5.0
Séptima	29/07/2011	500	5.0
Octava	05/08/2011	600	5.0
Novena	12/08/2011	600	5.0

VI.2.6. Métodos de producción

Los métodos de producción descritos en el presente estudio son aquellos empleados rutinariamente por cada una de las granjas participantes. Por esta razón, existen pequeñas diferencias entre las granjas con respecto a algunas de las evaluaciones realizadas, así como la periodicidad de las mismas. No obstante, los métodos aquí descritos son representativos de los métodos típicos de producción comercial de camarón en el noroeste de México.

VI.2.6.1. Recambio de agua

Durante el primer mes de cultivo, se limitó a introducir 1-2% del volumen total de los estanques, con el fin de recuperar los niveles de agua perdidos por filtración y

evaporación. Después del primer mes de cultivo, se hizo lo posible por limitar el recambio, que se estimó en 10% diario a lo largo del resto del ciclo de cultivo.

VI.2.6.2 Alimentación

En la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. se utilizó un alimento balanceado comercial en presentación de migaja con un contenido de proteína de 40% (Vimifos, Ciudad Obregón, Sonora, México) desde el inicio del cultivo hasta junio 19, 2011. Después de este período se utilizó otro alimento balanceado del mismo fabricante pero en presentación de micropelet y con un contenido de proteína de 35%.

La ración diaria de alimento se suministró a los camarones en 3 porciones, a las 05:00, 11:00 y 17:00 horas. El alimento se suministró al boleó con ayuda de un bote, tratando de distribuirlo homogéneamente en todo el estanque. El consumo de alimento se monitoreó con 6 charolas de alimentación colocadas en cada estanque, cada una con una muestra de 100 g de alimento. Con base en la cantidad de alimento no consumido en las charolas se decidía si la ración del día siguiente se mantenía igual, se reducía o se incrementaba.

VI.2.7. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo

En Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., para medir la concentración de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua de cultivo se utilizó un oxímetro multifunción (modelo Y85, YSI, Yellow Springs, Ohio, E.U.A), y el pH se midió utilizando un potenciómetro de campo (modelo H1991001, Hanna Instruments, Smithfield, Rhode Island, E.U.A.). En la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., para la medición de la concentración de nitrógeno amoniacal se utilizó un fotómetro (Modelo EcoSense 9500, YSI, Yellow Springs, Ohio, E.U.A) y reactivos Palintest (Palintest®, Erlanger, Kentucky, E.U.A.), siguiendo las especificaciones del equipo. Los diversos parámetros fisicoquímicos medidos en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., así como su periodicidad de medición, se muestran en la Tabla VI.

Tabla VI. Parámetros fisicoquímicos medidos en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Parámetros	Periodicidad
Temperatura	Dos veces al día
Oxígeno disuelto	Dos veces al día
Nitrógeno amoniacal	Semanalmente
Salinidad	Semanalmente
pH	Semanalmente

VI.2.8. Crecimiento y supervivencia

Para la estimación del peso de los organismos, se lanzó aleatoriamente 40 veces una atarraya en diferentes puntos de cada estanque. Se pesaron y contaron los organismos capturados en cada lance para determinar el peso individual promedio.

Para la estimación de la supervivencia, se lanzó aleatoriamente 20 veces una atarraya de área conocida en diferentes puntos de cada estanque. Basándose en el número de camarones capturados y el área abarcada por la atarraya se estimó la supervivencia de la siguiente manera:

Supervivencia = (número de camarones por m² * 100)/17, donde 17 representa la densidad de siembra inicial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Las estimaciones de crecimiento y supervivencia se realizaron semanalmente en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Se calculó el factor de conversión de alimento (FCA), como el cociente entre la cantidad de alimento suministrado y la cantidad de peso ganado (biomasa final - biomasa inicial de camarón) (Talavera, 1997) para cada uno de los estanques.

VI.2.9. Análisis en fresco

Con el fin de evaluar diversos índices del estado de salud de los organismos en cultivo, denominados análisis en fresco y descritos abajo, se tomaron muestras de 5 camarones de cada uno de los estanques. Estas evaluaciones se realizaron semanalmente en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VI.2.9.1. Branquias

Se extirparon porciones de las branquias de cada uno de los 5 camarones muestreados con un equipo de disección. Las muestras se colocaron en un portaobjetos, se agregó una gota de solución salina (NaCl 35%) y se colocó un cubreobjetos. Las muestras fueron observadas en un microscopio óptico de luz utilizando un aumento de 4-10X. Dependiendo de la proporción del área de la branquia observada con signos de necrosis o la presencia de ectoparásitos, según se evaluó por el observador, se determinó un grado de necrosis o de infestación (Lightner et al., 1996) como se presenta en la Tabla VII.

Tabla VII. Criterios utilizados para la evaluación del grado de necrosis y el grado infestación por ectoparásitos en branquias de *Litopenaeus vannamei* (según Lightner et al., 1996).

% afectado del área de la branquia	Grado de necrosis	Grado de infestación por ectoparásitos
0-5	0	0
6-25	1	1
26-50	2	2
51-75	3	3
> 75	4	4

VI.2.9.2. Hepatopáncreas

Se tomó una muestra del hepatopáncreas de cada uno de los 5 camarones utilizados para el análisis de branquias. La muestra de hepatopáncreas se colocó en un portaobjetos y se cubrió con un cubreobjetos. La muestra fue analizada en un microscopio óptico de luz utilizando un aumento de 4-10X. Con base en el porcentaje de saturación de lípidos en los túbulos del hepatopáncreas, se determinó el grado de saturación de lípidos en este órgano, siendo el mayor el óptimo, de acuerdo con los criterios establecidos por Lightner et al. (1996) y que son mostrados en la Tabla VIII. Adicionalmente, con base en la apariencia externa de los túbulos del hepatopáncreas, se determinó un índice del grado de salud del hepatopáncreas (Lightner et al., 1996), como se presenta en la Tabla IX.

Tabla VIII. Criterios utilizados para la evaluación del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* (según Lightner et al., 1996).

% de saturación de lípidos	Grado de saturación de lípidos
0	0
1-25	1
26-50	2
51-75	3
> 75	4

Tabla IX. Criterios utilizados para la evaluación de grado de salud de los túbulos del hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* (según Lightner et al., 1996).

Características	Grado de salud
Pared epitelial lisa	0
Pared epitelial ligeramente rugosa	1
Pared epitelial rugosa y con una estrangulación	2
Pared epitelial rugosa y con más de una estrangulación	3
Pared epitelial con estrangulaciones y necrosis	4

VI.2.9.3. Conteo de gregarinas y gametocistos

Utilizando una vez más los 5 camarones muestreados para análisis en fresco, se contaron gregarinas intestinales separando el abdomen del cefalotórax y extirpando el intestino de la región abdominal con equipo de disección. Se colocaron porciones del intestino en un portaobjetos, agregando una gota de solución salina (NaCl 35%) y colocando un cubreobjetos. Se observó en un microscopio óptico de luz a un aumento de 4-10X. Se registró el número de trofozoitos, el estado maduro conocido como gregarinas presentes en el intestino, así como el número de gametocistos (el estado enquistado) presentes en el cecum. Dependiendo del número de gregarinas o gametocistos presentes, se determinó el grado o severidad de infestación asignando un número de 0 a 4, de acuerdo con los criterios propuestos por Morales-Covarrubias (2004), mismos que se presentan en la Tabla X.

Tabla X. Criterios utilizado para evaluar el grado de infestación por gregarinas y gametocistos (según Morales-Covarrubias, 2004).

Número	Grado de infestación	
	Gregarinas	Gametocistos
0-5	0	0
6-20	1	1
21-30	2	2
31-40	3	3
41-50	4	4

VI.2.10. Factor de condición

El factor de condición es un índice utilizado para evaluar la robustez del cuerpo de los organismos y se calculó de acuerdo con la siguiente modificación de la fórmula de Ricker (1958).

$$K = (Wt * 10^6) / L^{3.5}, \text{ donde}$$

K = Factor de condición,

Wt = peso húmedo del organismo (g) y

L = longitud total del organismo (mm)

Por experiencia previa de los acuacultores, se considera que los valores de K cercanos a 9 representan una adecuada robustez del cuerpo del camarón.

El peso húmedo de los organismos se obtuvo con una balanza digital (modelo Scout Pro 400 g, Ohaus, Parsippany, New Jersey, E.U.A.), en tanto que la longitud total se midió con un vernier (modelo P102-001, Stainless Hardened, Shangai, China).

VI.2.11. Análisis bacteriológico

Se realizó el conteo total de bacterias del género *Vibrio* spp., tanto en el agua de cultivo como en el hepatopáncreas de camarones cultivados.

VI.2.11.1. Camarón

Cada semana se tomó una muestra de 5 camarones por estanque, que fueron lavados con alcohol 90% y enjuagados con agua destilada. Posteriormente, se extirparon porciones del hepatopáncreas de los 5 camarones para obtener una muestra conjunta de 1 g. Dicha muestra se agregó a un tubo de ensaye previamente esterilizado que contenía 9 ml de solución salina (NaCl 35‰) y se maceró. La mezcla se agitó manualmente y se tomó una alícuota de 0.1 ml utilizando una micropipeta, misma que se sembró en cajas de Petri con agar tiosulfato-citrato-bilis-sacarosa (TCBS), siguiendo un procedimiento estándar (Food and Drug Administration (1992)). Las cajas de Petri se colocaron en una incubadora a 36 °C durante 24 h y después se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC) verdes y amarillas por separado.

VI.2.11.2. Agua

En tubos de plástico desinfectados de 100 mL, se tomaron 100 mL de muestra de agua semanalmente de cada estanque a una profundidad de aproximadamente 20 cm. Las muestra se llevaron al laboratorio de control de calidad de la granja, donde, utilizando una micropipeta, se tomaron alícuotas de 0.1 ml, siguiendo los procedimientos de siembra en agar TCBS, incubación y conteo de UFC descritos anteriormente.

VI.3. Acualarvas S.A. de C.V.

VI.3.1. Descripción de los estanques de cultivo

Se utilizaron doce estanques de tierra, cuyo sedimento es una mezcla de arena y arcilla. La superficie de cultivo de los estanques fue 5 ha, lo que representó un total de 60 ha de cultivo. La dimensión y el número asignado a los estanques dentro de la granja Acualarvas S.A. de C.V. se presentan en la Tabla XI.

Tabla XI. Dimensión y número asignado a los estanques de cultivo en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

Nombre del estanque	Área (ha)
23	5
24	5
25	5
26	5
27	5
28	5
29	5
30	5
18	5
19	5
20	5
21	5

VI.3.2. Preparación de estanques, desinfección y otros aditivos

Antes de llenar los estanques de cultivo, se aplicaron hidróxido de calcio (cal hidratada, Ca(OH)_2) y sulfato de cobre a tasas de 50 y 5 kg/ha, respectivamente. Una vez llenados los estanques y entre 3 y 4 días antes de la siembra de los organismos, se agregaron 100 kg de fosfonitrato/ha como fertilizante, con el fin de promover la productividad primaria.

VI.3.3. Siembra

Los camarones fueron sembrados en los estanques a una densidad de 30 individuos/m² entre el 3 y 7 de mayo de 2011. La fecha de siembra, el peso inicial, y el número de camarones sembrados por estanque se muestran en la Tabla XII. En este caso, los camarones fueron obtenidos del laboratorio “Genitech”, en Tastiota, Sonora, México. Se sembraron camarones de talla similar en todos los estanques.

Tabla XII. Peso inicial promedio, número de camarones sembrados y fecha de siembra en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

Nombre del estanque	Peso promedio (g)	Número de camarones sembrados	Fecha de siembra
18	0.10	1,500,000	03/05/2011
19	0.12	1,500,000	03/05/2011
20	0.09	1,500,000	03/05/2011
21	0.11	1,500,000	03/05/2011
23	0.09	1,650,000	04/05/2011
24	0.08	1,650,000	04/05/2011
25	0.08	1,650,000	04/05/2011
26	0.06	1,500,000	05/05/2011
27	0.05	1,500,000	05/05/2011
28	0.04	1,500,000	05/05/2011
29	0.02	1,500,000	05/07/2011
30	0.05	1,500,000	05/07/2011

VI.3.4. Tratamientos experimentales y métodos recomendados de aplicación del probiótico

En Acualarvas S.A. de C.V. el estudio consistió de la aplicación del mismo probiótico o tratamiento experimental, cuyas características se describen en la sección VI.5., a 8 estanques de cultivo. Como estrategia de manejo por parte de la gerencia de esta granja, todos los estanques de cultivo recibieron algún tipo de probiótico. Es decir, los estanques control para el presente estudio en realidad también recibieron semanalmente un probiótico y su medio de cultivo, ambos en presentación en polvo, mismos que fueron mezclados para su activación por un período de 5 horas en proporción 1:1 en agua de mar

limpia y con aireación. Una vez activado, este probiótico se adicionó dichos estanques a una tasa de 50 L/ha. No obstante, en el presente estudio se hará referencia a estos estanques como estanques control. La asignación de los tratamientos experimentales y control a los estanques de cultivo en Acualarvas S.A. de C.V. se muestran en la Tabla XIII, en tanto que su ubicación dentro de la granja se muestra en la Figura 3. En todos los casos, la aplicación del probiótico se realizó siguiendo las recomendaciones del fabricante, mismas que se describen en la sección VI.5.

Tabla XIII. Asignación de tratamientos experimental y control a los estanques de cultivo en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

Nombre del estanque	Tratamiento
23	Probiótico
24	Probiótico
25	Probiótico
26	Probiótico
27	Probiótico
28	Probiótico
29	Probiótico
30	Probiótico
18	Control
19	Control
20	Control
21	Control

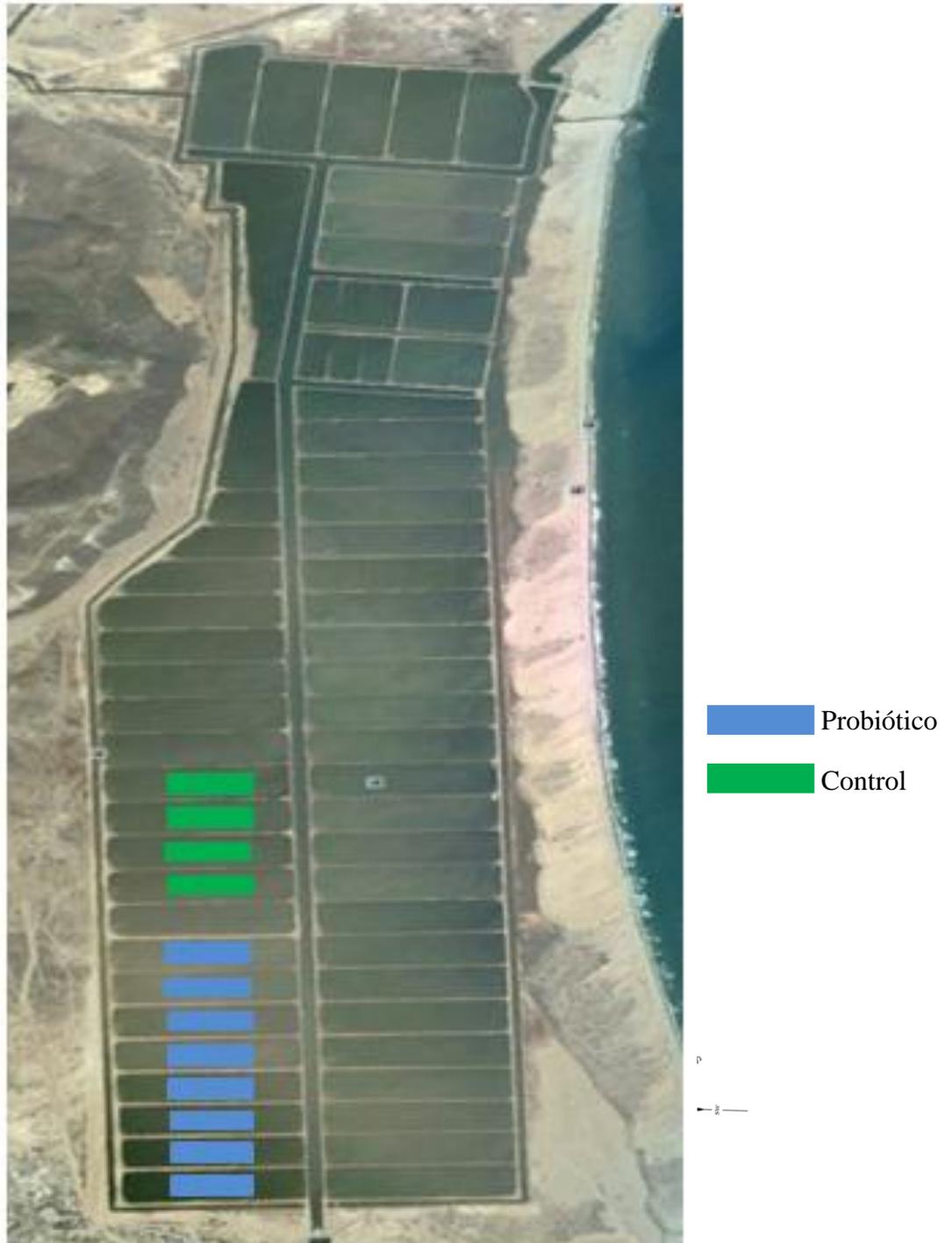


Figura 3. Ubicación de los estanques utilizados en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

VI.3.5. Activación y aplicación del probiótico

La primera aplicación del probiótico en la granja Acualarvas S.A. de C.V. se realizó el 23 de Mayo de 2011. Para las dosis de aplicación se siguieron las recomendaciones del fabricante. En el caso particular de esta granja, por no contar con suficientes contenedores para la activación del producto de acuerdo con la recomendación del fabricante (1,000 g de producto en 1,000 L de agua de mar), dicho procedimiento se realizó en dos días consecutivos. Cuando se implementó el nuevo protocolo de activación del producto, en esta granja se optó por la adición de azúcar de caña en lugar de melaza. Las dosis y las fechas de aplicación del probiótico se muestran en la Tabla XIV.

Tabla XIV. Aplicación del probiótico en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

Aplicación del producto	Fecha de aplicación	Dosis (g/ha)	Concentración para activación (kg/1,000 L)
Primera	23-24/05/2011	400	1.0
Segunda	30-31/05/2011	400	1.0
Tercera	06-07/06/2011	400	1.0
Cuarta	13-14/06/2011	400	1.0
Quinta	20-21/06/2011	500	1.0
Sexta	27-28/06/2011	500	1.0
Séptima	18-19/07/2011	500	5.0
Octava	25-26/07/2011	500	5.0
Novena	01-02/08/2011	600	5.0
Décima	08-09/08/2011	600	5.0

VI.3.6. Métodos de producción

VI.3.6.1. Recambio de agua

Al igual que en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., durante el primer mes de cultivo se aplicó un recambio de agua estimado de 1-2% del volumen total de los estanques, con el fin de recuperar los niveles de agua perdidos por filtración y evaporación. Posteriormente y hasta el fin del ciclo, se hizo lo posible por limitar el recambio, que se estimó en 10% diario.

VI.3.6.2. Alimentación

Durante el primer mes de cultivo se empleó un alimento balanceado comercial en presentación de migaja con un contenido de proteína de 40% (Aquaxel, Agribands Purina, Ciudad Obregón, Sonora, México). Durante el segundo mes de cultivo se utilizó un alimento balanceado, del mismo fabricante, en presentación de micropelet y con un contenido de proteína de 40%. Posteriormente se utilizó un alimento balanceado del mismo fabricante en presentación de pellet (3.0 mm) con contenido proteico de 40%.

La ración diaria de alimento se suministró en 3 porciones: a las 07:00, 14:00 y 18:00 horas. El alimento se suministró manualmente desde la orilla de los estanques, tan homogéneamente como fue posible. El consumo de alimento también se monitoreó con 6 charolas de alimentación en cada estanque pero colocando 72 g de alimento en cada una de ellas. De manera similar, con base en la cantidad de alimento no consumido en las charolas se decidía si la ración del día siguiente se mantenía igual, se reducía o se incrementaba.

VI.3.7. Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo

Al igual que en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., la concentración de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua de cultivo de Acualarvas S.A. de C.V. se midieron utilizando un oxímetro multifunción (modelo Y85, YSI, Yellow Springs, Ohio, E.U.A), mientras que para medir el pH del agua se utilizó un potenciómetro de campo (modelo H1991001, Hanna Instruments, Smithfield, Rhode Island, E.U.A.). Los diversos parámetros fisicoquímicos medidos, así como su periodicidad de medición, se muestran en la Tabla XV. El nitrógeno amoniacal en los estanques se midió siguiendo el método Indol-Fenol.

Tabla XV. Parámetros fisicoquímicos medidos en la granja Acualarvas S.A. de C.V.

Parámetros	Periodicidad
Temperatura	Dos veces al día
Oxígeno disuelto	Dos veces al día
Nitrógeno amoniacal	Semanalmente
Salinidad	Semanalmente
pH	Semanalmente

VI.3.8. Crecimiento y supervivencia

En Acualarvas S.A. de C.V., las estimaciones de crecimiento, supervivencia y FCA se realizaron mensualmente de acuerdo con los métodos descritos anteriormente (sección VI.2.8.), excepto que para la estimación de peso se realizaron 20 lances de atarraya (vs. 40 lances en Acuícola la Borbolla S.A. de C.V.) y para la estimación de supervivencia se utilizó la fórmula:

Supervivencia = (número de camarones por m² * 100)/30, que toma en cuenta la densidad de siembra inicial en esta granja.

VI.3.9. Análisis en fresco

En la granja Acualarvas S.A. de C.V., se realizaron las evaluaciones de análisis en fresco descritas para la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. (sección VI.2.9.), excepto que dichas evaluaciones se realizaron mensualmente y no semanalmente, además de que las evaluaciones grado de infestación por ectoparásitos en branquias, grado de salud de los túbulos del hepatopáncreas y conteo de gametocistos no se realizaron en esta granja.

VI.3.10. Factor de condición

El factor de condición se calculó de acuerdo con la fórmula descrita anteriormente (sección VI.2.10.).

VI.4. Análisis Estadístico

Los datos de las mediciones de parámetros fisicoquímicos y de crecimiento de los organismos fueron analizados mediante Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía, utilizando un nivel de significancia de $P \leq 0.05$, e identificando diferencias significativas entre tratamientos mediante el método de Diferencias Honestamente Significativas de Tukey. Los datos de porcentaje de supervivencia y de los conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. fueron sometidos a la transformación arcoseno y log10, respectivamente, antes de su análisis estadístico. En tablas se presentan los datos reales antes de su transformación. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa “Statistical Análisis System software” (SAS Institute, 1999-2000, Software Release 8.1, Cary, Carolina del Norte, EUA).

Para los datos de análisis en fresco se utilizaron los promedios y se compararon mediante la distribución de frecuencias porcentuales.

VII. RESULTADOS

VII.1. Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VII.1.1. Parámetros fisicoquímicos de agua

Los valores semanales promedio \pm desviación estándar (d.e.) de las lecturas de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH y concentración de nitrógeno amoniacal se presentan en las Apéndices I y II para los estanques que recibieron el probiótico y el tratamiento control, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de estos parámetros. El comportamiento de estos parámetros con respecto al tiempo de cultivo se muestra en las Figuras 4-13.

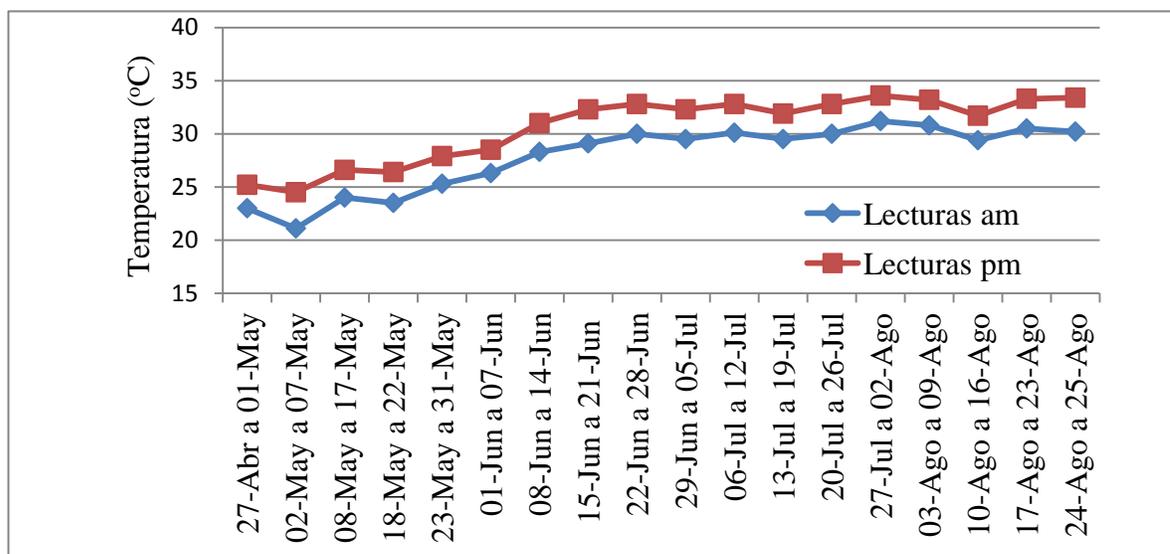


Figura 4. Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

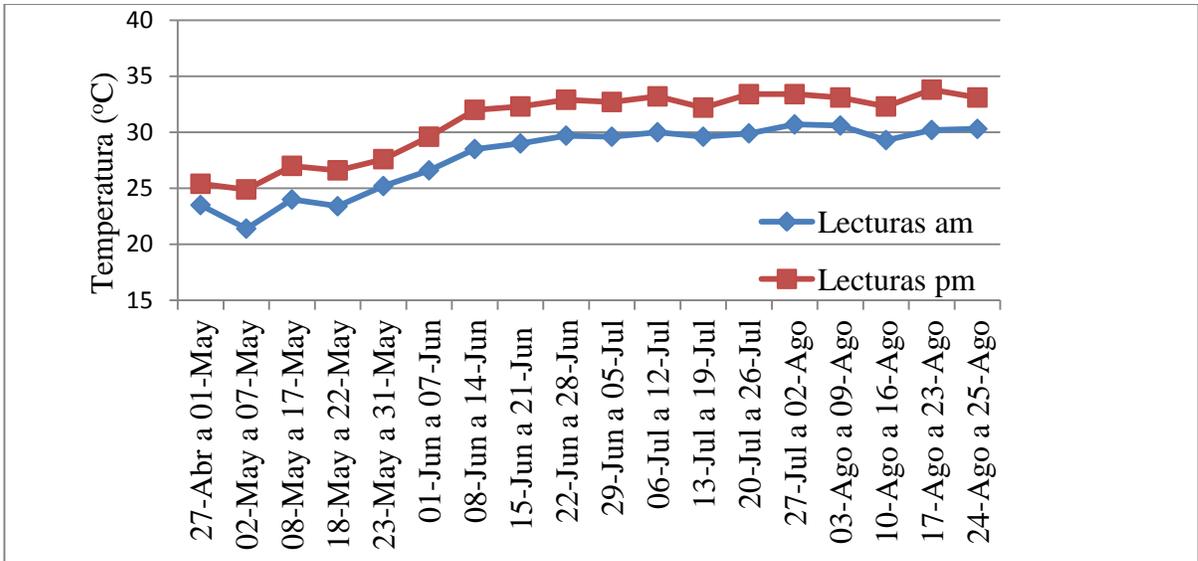


Figura 5. Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

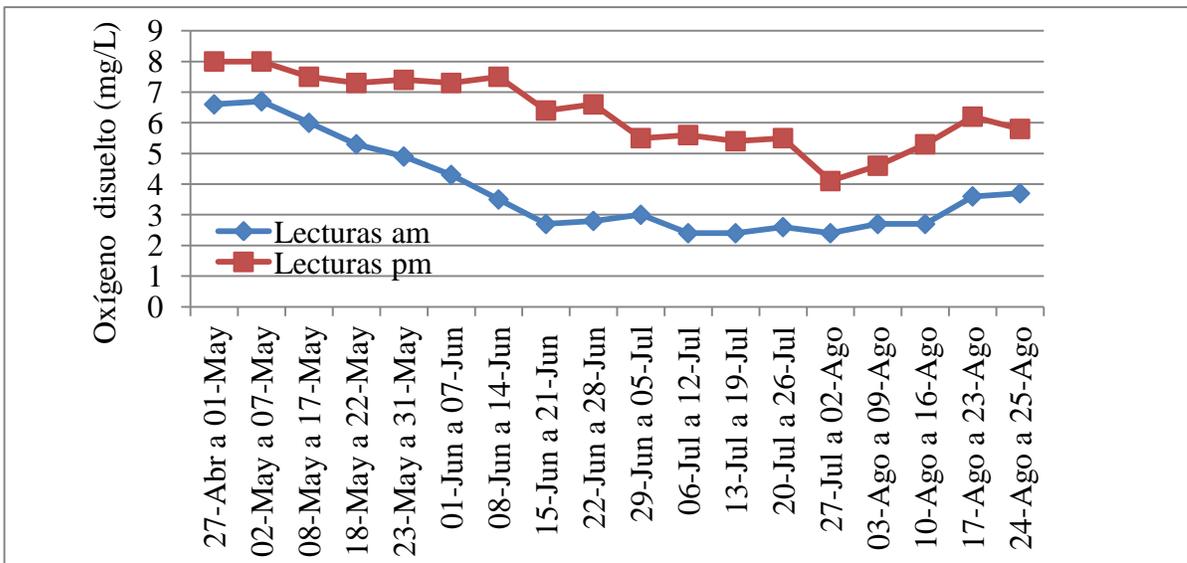


Figura 6. Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

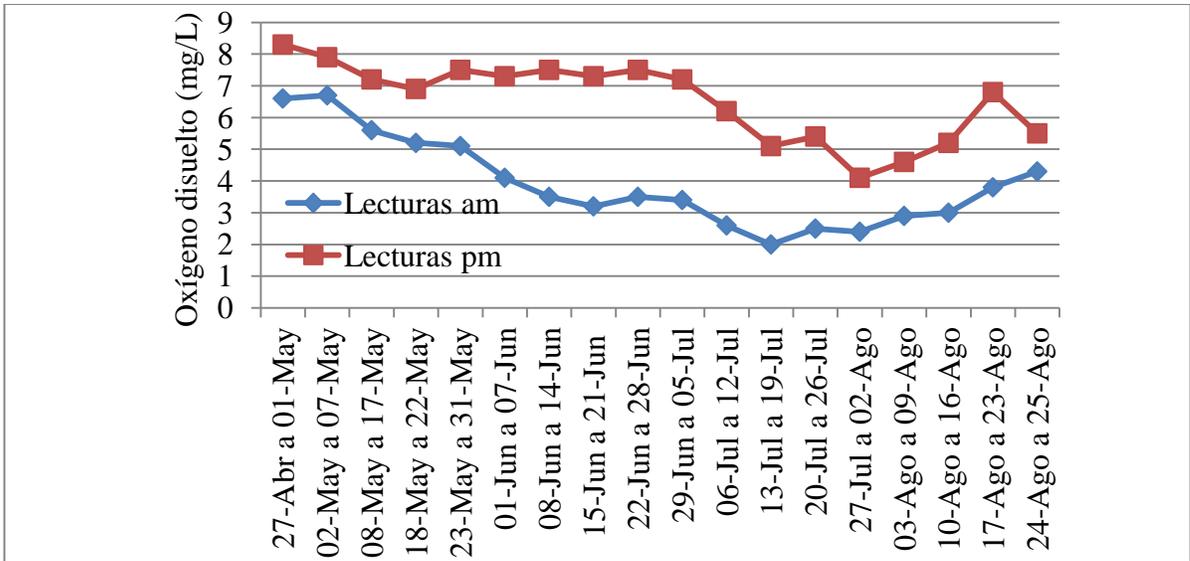


Figura 7. Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

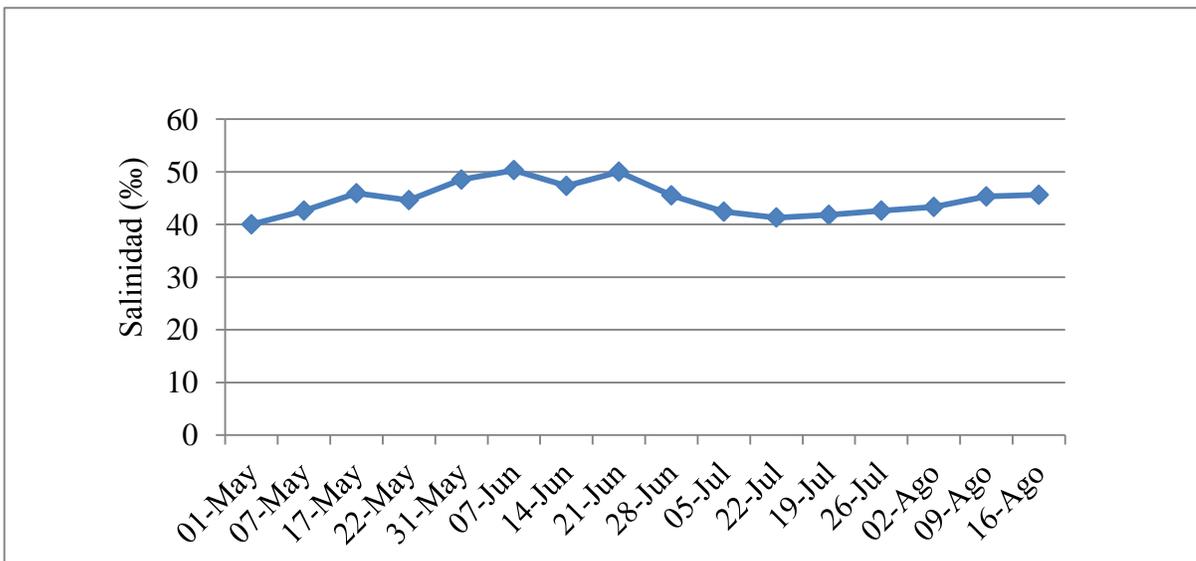


Figura 8. Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

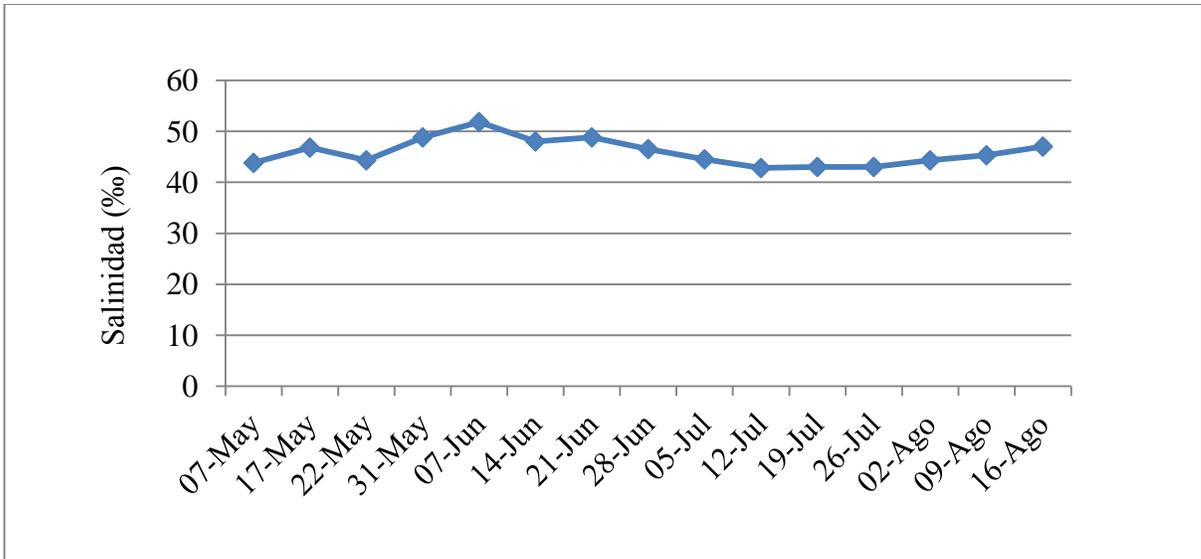


Figura 9. Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

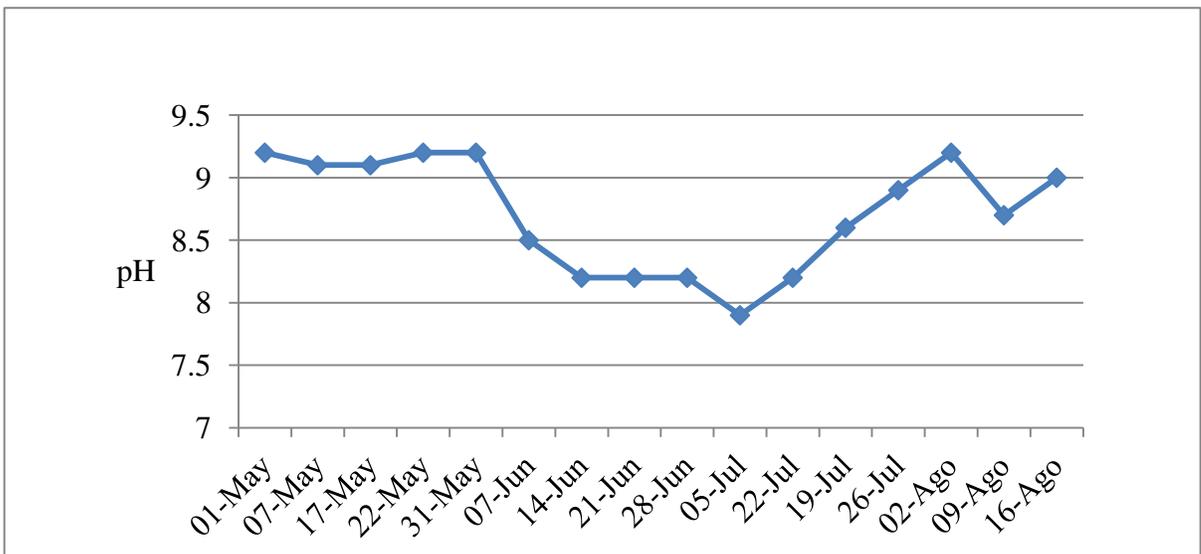


Figura 10. Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

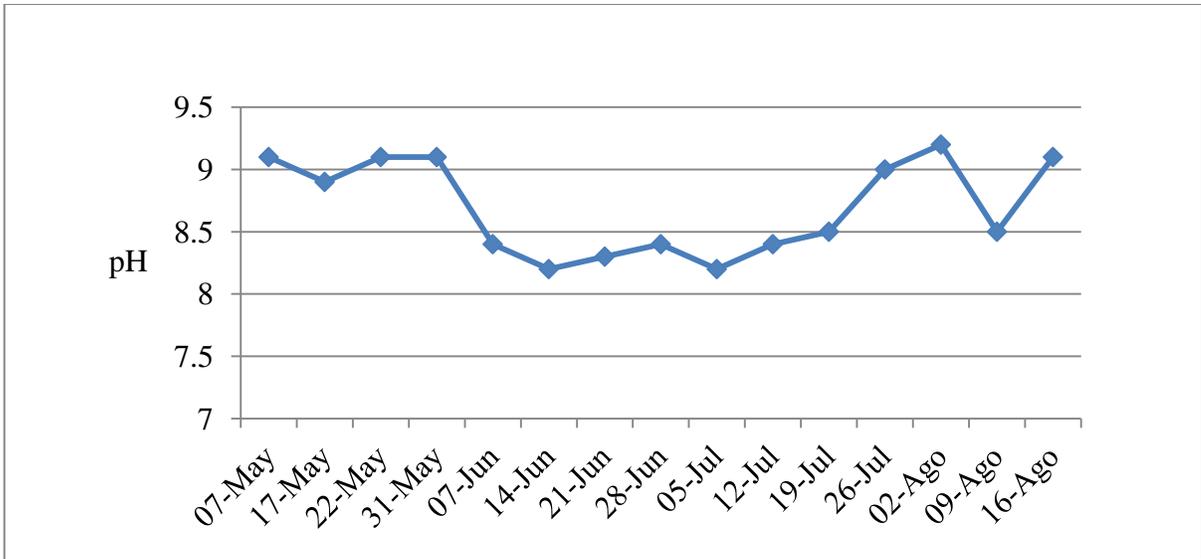


Figura 11. Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

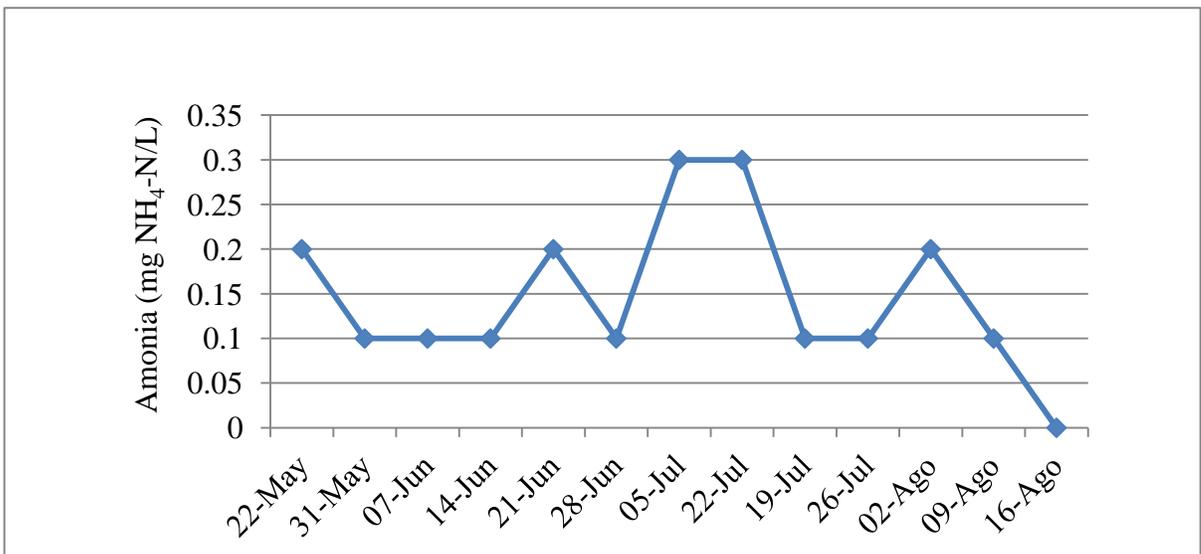


Figura 12. Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

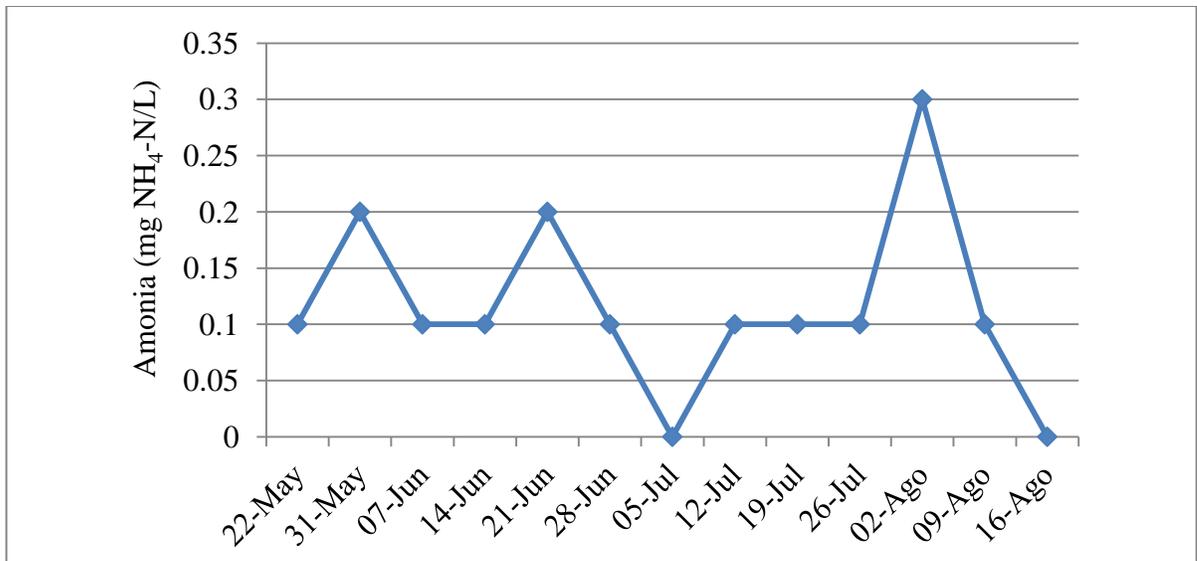


Figura 13. Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VII.1.2. Crecimiento y supervivencia

Las primeras 8 semanas del cultivo transcurrieron con normalidad. Sin embargo, a partir de ese momento, empezaron a ocurrir mortalidades masivas en todos los estanques debido al virus de la mancha blanca (WSSV). En un período de una semana, la supervivencia promedio de los camarones disminuyó de 86-96%, estimada el 05/07/2011, a 54-67%, estimada el 12/07/2011, y disminuyó aún más a 4-6%, estimada 2 semanas después (02/08/2011) (Tabla XVI). No se observaron diferencias significativas en supervivencia entre los tratamientos, ni antes ni después de que se expresara la enfermedad causada por WSSV (Tabla XVI).

Como se describió en Materiales y Métodos, los estanques 4G y 6G del tratamiento con probiótico fueron sembrados con camarones de mayor talla, ya que fueron previamente maternizados y no sembrados directamente del laboratorio. Por esta razón, los datos de crecimiento y producción obtenidos de estos estanques no fueron incluidos en los análisis estadísticos.

Las mortalidades causadas por WSSV forzaron la cosecha prematura de camarón. Sin embargo, esta cosecha fue parcial (pre-cosecha) y se llevó a cabo en diferentes estanques y en diferentes fechas. Algunos estanques fueron pre-cosechados 1 ó 2 veces, mientras que otros estanques fueron cosechados completamente hasta el final del ciclo, como lo muestra la Tabla XVII. Las estimaciones semanales del peso corporal del camarón y del peso ganado se presentan en las Tablas XVIII y XIX, respectivamente. Para estas evaluaciones, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ningún momento del ciclo.

Tabla XVI. Estimación de la supervivencia (promedio \pm d.e.) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). *Todos los estanques se reportaron con 90% de supervivencia = 15.3 camarones/m². Por lo tanto, no existió variabilidad en estos datos y no se aplicó ANOVA. ** No se calculó d.e. o ANOVA debido a que estos datos provinieron de un solo estanque control, ya que los otros habían sido cosechados anteriormente. N.M.= Valor no medido en esa semana.

Fecha de muestreo	No. camarones/m ²			Supervivencia (%)		
	Probiótico	Control	ANOVA	Probiótico	Control	ANOVA
			<i>Pr</i> > F			<i>Pr</i> > F
17/05/2011	15.3 \pm 0.0	15.3 \pm 0.0	*	90 \pm 0	90 \pm 0	*
24/05/2011	15.3 \pm 0.0	15.3 \pm 0.0	*	90 \pm 0	90 \pm 0	*
31/05/2011	15.3 \pm 0.0	15.3 \pm 0.0	*	90 \pm 0	90 \pm 0	*
07/06/2011	15.3 \pm 0.0	15.3 \pm 0.0	*	90 \pm 0	90 \pm 0	*
14/06/2011	14.1 ^a \pm 3.8	16.2 ^a \pm 3.4	0.4348	83 ^a \pm 22	95 \pm 20 ^a	0.4343
21/06/2011	17.2 ^a \pm 4.8	15.2 ^a \pm 3.0	0.5255	101 ^a \pm 28	90 ^a \pm 18	0.5278
28/06/2011	17.2 ^a \pm 4.8	15.2 ^a \pm 3.0	0.5255	103 ^a \pm 24	90 ^a \pm 18	0.3593
05/07/2011	16.4 ^a \pm 3.2	14.6 ^a \pm 1.3	0.3299	96 ^a \pm 19	86 ^a \pm 8	0.3283
12/07/2011	11.5 ^a \pm 7.6	9.2 ^a \pm 2.7	0.5917	67 ^a \pm 45	54 ^a \pm 16	0.5962
19/07/2011	5.3 ^a \pm 5.1	5.6 ^a \pm 4.0	0.9325	31 ^a \pm 30	33 ^a \pm 24	0.9392
26/07/2011	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.
02/08/2011	0.6 ^a \pm 0.6	1.0 ^a \pm 0.9	0.5050	4 ^a \pm 4	6 ^a \pm 5	0.4844
09/08/2011	0.4 ^a \pm 0.3	0.6 ^a \pm 0.3	0.3818	2 ^a \pm 1	3 ^a \pm 1	0.3651
16/08/2011	1.3 ^a \pm 0.7	1.8 ^a \pm 0.8	0.3557	8 ^a \pm 4	10 ^a \pm 5	0.3789
23/08/2011	1.3 \pm 0.7	2.7**	**	8 \pm 4	16**	**
30/08/2011	0.8 \pm 0.7	2.4**	**	5 \pm 4	14**	**

Tabla XVII. Datos de producción de las cosechas parciales y final (promedio \pm d.e.) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Estanque/ Tratamiento.	Primera cosecha parcial			Segunda cosecha parcial			Cosecha final		
	Fecha (días de cultivo)	Producción (kg/estanque.)	Peso individual (g)	Fecha (días de cultivo)	Producción (kg/estanque)	Peso individual (g)	Fecha (Días de cultivo)	Producción (kg/ est.)	Peso ind. (g)
4A/1	-	-	-	22/08/2011 (84)	1050.0	21.3	08/30/2011 (126)	252.0	22.2
8A/1	-	-	-	-	-	-	08/22/2011 (118)	1150.0	20.4
1C/1	18/07/2011 (84)	400.0	13.2	-	-	-	09/01/2011 (127)	1184.0	27.9
5C/1	20/07/2011 (84)	805.3	11.8	-	-	-	08/31/2011 (126)	2730.0	22.3
3D/1	-	-	-	-	-	-	09/01/2011 (124)	1260.0	25.7
7D/1	15/07/2011 (76)	2237.4	12.0	-	-	-	08/31/2011 (123)	840.0	33.5
7A/2	-	-	-	-	-	-	08/21/2011	1350.0	25.4

							(117)		
11A/2	18/07/2011 (83)	394.5	10.2	-	-	-	07/30/2011 (95)	1028.0	15.3
4C/2	-	-	-	-	-	-	08/30/2011 (125)	3528.0	22.4
8C/2	17/07/2011 (81)	1279.9	12.7	-	-	-	08/21/2011 (116)	2300.0	23.8
4G/1	09/07/2011 (80)	2960.5	12.5	14/07/2011 (85)	1917.8	13.9	07/27/2011 (98)	1366.9	19.0
6G/1	12/07/2011 (83)	3137.0	13.2	14/07/2011 (85)	3406.5	14.1	08/30/2011 (132)	756.0	29.9

Tabla XVIII. Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones semanales del peso corporal (g) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). ** No se calculó d.e. o ANOVA debido a que estos datos provinieron de un solo estanque control, ya que los otros habían sido cosechados anteriormente.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
10/05/2011	0.05 ^a \pm 0.02	0.06 ^a \pm 0.01	0.4213
17/05/2011	0.10 ^a \pm 0.04	0.12 ^a \pm 0.04	0.9078
24/05/2011	0.40 ^a \pm 0.20	0.35 ^a \pm 0.08	0.9653
31/05/2011	1.10 ^a \pm 0.30	1.08 ^a \pm 0.08	0.7456
07/06/2011	2.20 ^a \pm 0.40	2.07 ^a \pm 0.60	0.8046
14/06/2011	3.50 ^a \pm 0.50	2.74 ^a \pm 0.61	0.0802
21/06/2011	5.00 ^a \pm 0.90	5.00 ^a \pm 0.50	0.9914
28/06/2011	6.40 ^a \pm 1.00	6.82 ^a \pm 0.75	0.5181
05/07/2011	7.60 ^a \pm 0.60	8.23 ^a \pm 1.00	0.2656
12/07/2011	9.40 ^a \pm 1.00	10.29 ^a \pm 1.52	0.3051
19/07/2011	10.90 ^a \pm 1.30	11.57 ^a \pm 1.17	0.4066
26/07/2011	12.90 ^a \pm 1.40	12.98 ^a \pm 1.09	0.9052
02/08/2011	16.50 ^a \pm 2.40	17.95 ^a \pm 2.42	0.4108
09/08/2011	20.20 ^a \pm 3.50	20.14 ^a \pm 1.97	0.9948
16/08/2011	23.50 ^a \pm 4.90	22.59 ^a \pm 2.43	0.7761
23/08/2011	26.00 ^a \pm 5.50	21.5 ^{**}	**

Tabla XIX. Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones semanales del peso ganado (g/semana) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). ** No se calculó d.e. o ANOVA debido a que estos datos provinieron de un solo estanque control, ya que los otros habían sido cosechados anteriormente.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
17/05/2011	0.07 ^a \pm 0.33	0.06 ^a \pm 0.02	0.6280
24/05/2011	0.23 ^a \pm 0.13	0.23 ^a \pm 0.04	0.9905
31/05/2011	0.78 ^a \pm 0.12	0.73 ^a \pm 0.05	0.4770
07/06/2011	1.02 ^a \pm 0.20	0.99 ^a \pm 0.56	0.9003
14/06/2011	1.38 ^a \pm 0.24	0.80 ^a \pm 0.71	0.0902
21/06/2011	1.46 ^a \pm 0.59	2.24 ^a \pm 0.42	0.0519
28/06/2011	1.44 ^a \pm 1.05	1.83 ^a \pm 0.37	0.5019
05/07/2011	1.21 ^a \pm 0.96	1.41 ^a \pm 0.26	0.6906
12/07/2011	1.78 ^a \pm 0.85	2.06 ^a \pm 0.65	0.5902
19/07/2011	1.47 ^a \pm 0.47	1.29 ^a \pm 1.18	0.7329
26/07/2011	2.00 ^a \pm 1.19	1.41 ^a \pm 1.02	0.4411
02/08/2011	3.57 ^a \pm 2.55	4.56 ^a \pm 1.51	0.5622
09/08/2011	3.70 ^a \pm 1.94	2.19 ^a \pm 1.01	0.2567
16/08/2011	3.34 ^a \pm 1.64	2.45 ^a \pm 1.54	0.4626
23/08/2011	1.94 ^a \pm 1.18	1.72 ^{**}	**

VII.1.3. Producción de camarón

Los datos de producción total obtenidos al final del ciclo de cultivo se presentan en la Tabla XX. La producción fue de 507.8 ± 410.4 kg/ha y 370.3 ± 199.1 kg/ha para los estanques que recibieron el probiótico y el tratamiento control, respectivamente. Las tasas de supervivencia del tratamiento con el probiótico y del tratamiento control fueron de $19 \pm 17\%$ y $11 \pm 6\%$, respectivamente. Los valores del FCA fueron de 6.3 ± 3.4 y 5.8 ± 2.7 para el tratamiento con el probiótico y el tratamiento control, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de estas evaluaciones.

Tabla XX. Datos de producción total de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Tratamiento	Producción (kg/est.)	Producción (kg/ha)	No. org. cosechados	Superviv. (%)	Alim. usado (kg)	FCA
Probiótico	$3,181.7^a \pm 2,401.9$	$507.8^a \pm 410.4$	$199,060^a \pm 182,470$	$19^a \pm 17$	$13,517.2^a \pm 2,352.5$	$6.3^a \pm 3.4$
Control	$2,470.1^a \pm 1,252.0$	$370.3^a \pm 199.1$	$128,547^a \pm 62,731$	$11^a \pm 6$	$11,787.5^a \pm 775.5$	$5.8^a \pm 2.7$
ANOVA <i>Pr</i> > F	0.5962	0.5471	0.4787	0.3834	0.1910	0.8343

VII.1.4. Análisis en Fresco

VII.1.4.1. Branquias

Un alto porcentaje (aproximadamente 90%) de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias correspondieron al grado 0 para ambos tratamientos, es decir, se observó un grado mínimo de necrosis en branquias (Figura 14). De forma similar, la mayoría de las muestras analizadas, aproximadamente el 65%, presentaron el menor grado de infestación (0) por ectoparásitos, sin diferencias aparentes entre tratamientos (Figura 15).

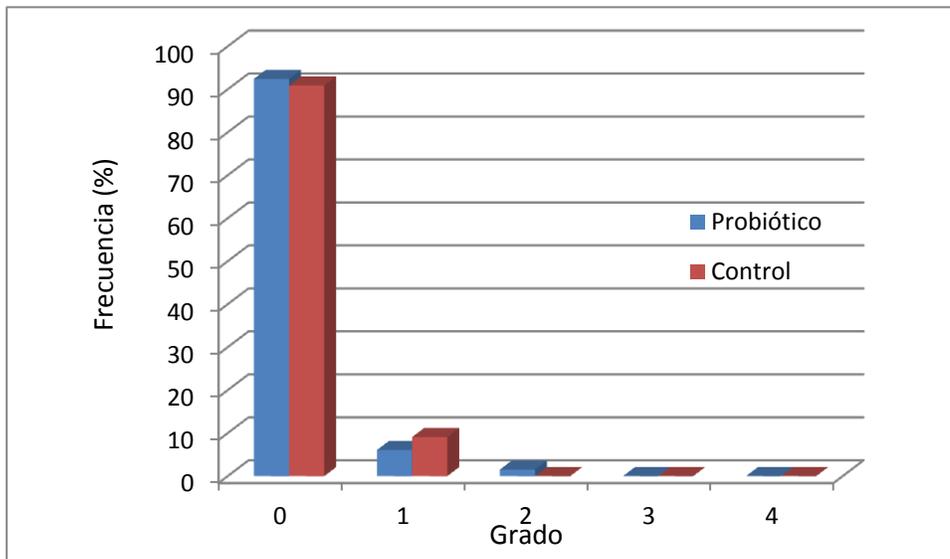


Figura 14. Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuicola La Borbolla S.A. de C.V.

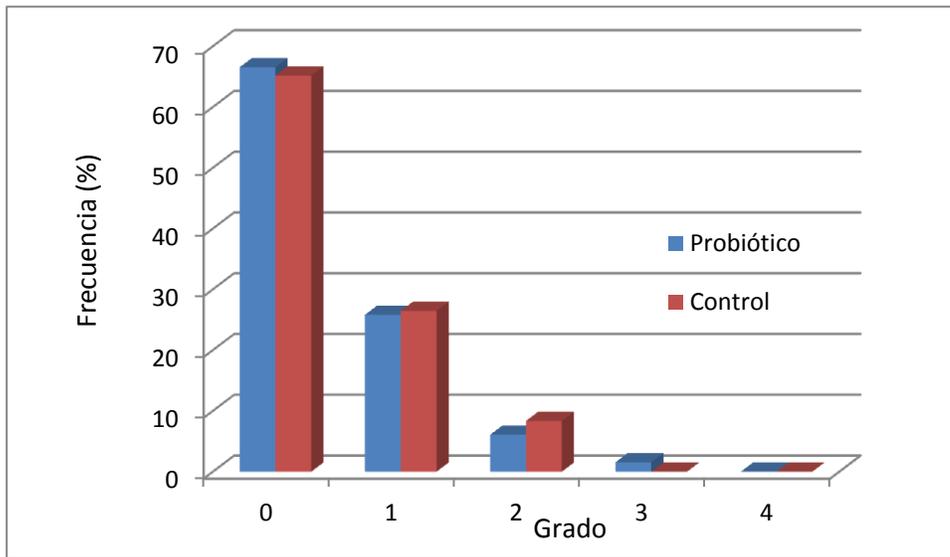


Figura 15. Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de infestación por ectoparásitos en branquias de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuicola La Borbolla S.A. de C.V.

VII.1.4.2. Hepatopáncreas

Las evaluaciones del grado de salud del hepatopáncreas mostraron órganos saludables la mayoría de las veces, con grado 0 ó 1, sin diferencias aparentes entre tratamientos. Nunca se observaron hepatopáncreas con salud deteriorada en las muestras evaluadas (Figura 16). Con respecto al grado de saturación de lípidos en los túbulos del hepatopáncreas, las muestras de camarón analizadas para ambos tratamientos siempre presentaron un alto grado de saturación de lípidos, es decir, una estructura aparentemente saludable, sin diferencias apreciables entre tratamientos (Figura 17).

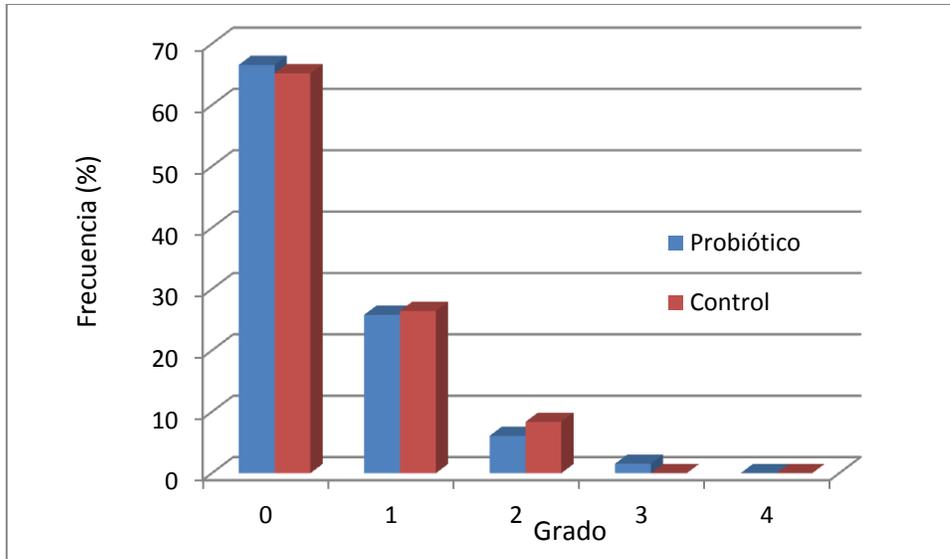


Figura 16. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de salud del hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

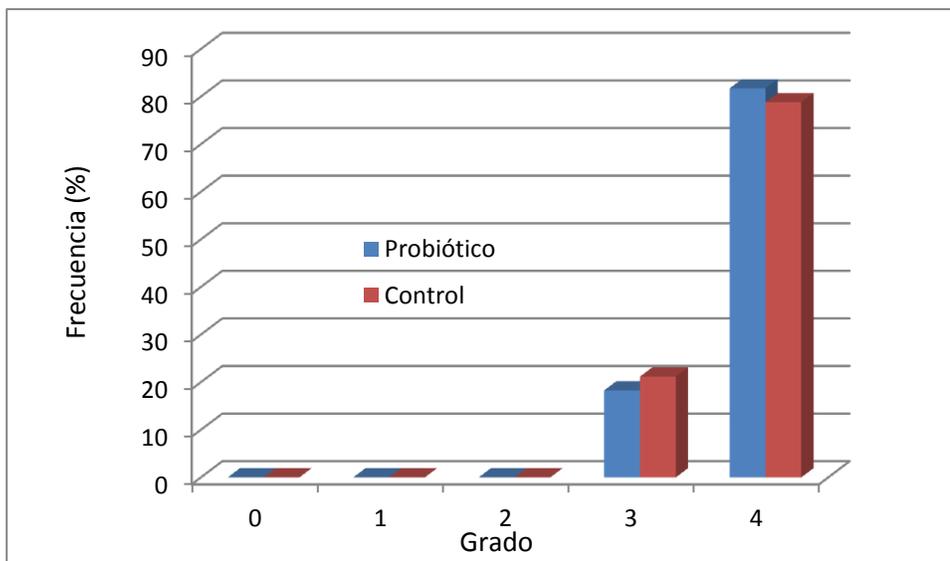


Figura 17. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

VII.1.4.3. Conteo de gregarinas y gametocistos

El grado de infestación por gregarinas en intestino (Figura 18) y gametocistos en cecum (Figura 19) fue siempre relativamente bajo, siendo la mayoría de los valores menores al grado 2 y sin diferencias aparentes entre tratamientos. No se observaron valores altos (grado 4) de infestación por gregarinas o gametocistos en las muestras analizadas.

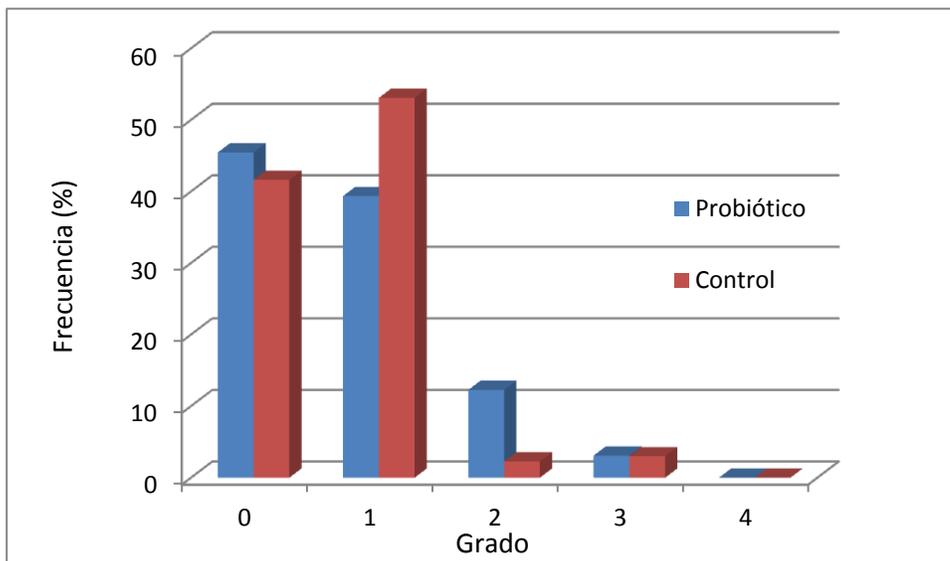


Figura 18. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gregarinas intestinales de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

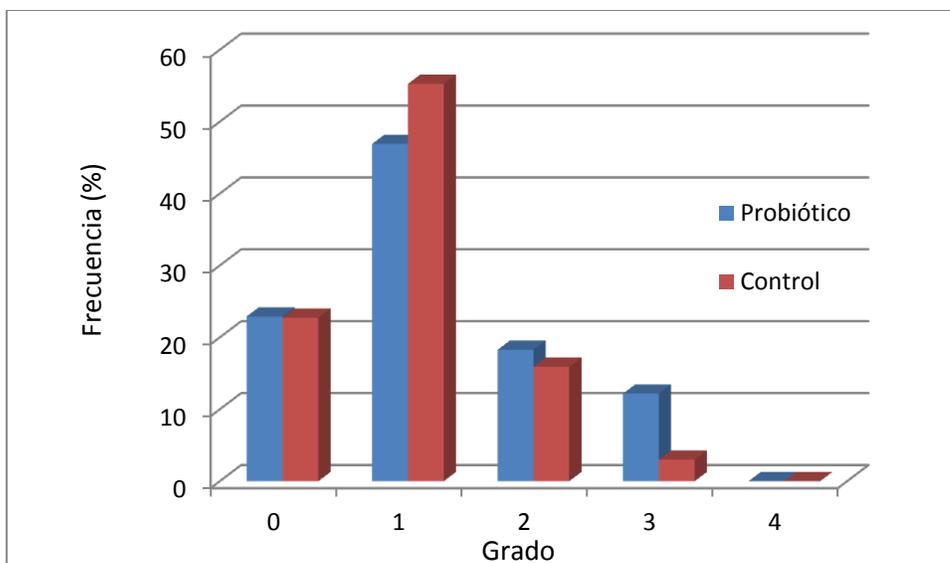


Figura 19. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gametocistos en cecum de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuicola La Borbolla S.A. de C.V.

VII.1.5. Factor de condición

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos con respecto al factor de condición, un índice utilizado para evaluar la robustez del cuerpo de los organismos, con excepción de los valores reportados el 05 de julio de 2011 (Tabla XXI), en los que los organismos que recibieron el probiótico tuvieron un valor estadísticamente superior al de los organismos del tratamiento control.

Tabla XXI. Promedio (\pm d.e.) del factor de condición de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
02/06/2011	9.5 ^a \pm 0.7	9.5 ^a \pm 0.8	0.9549
11/06/2011	9.2 ^a \pm 0.2	9.2 ^a \pm 0.4	0.9315
15/06/2011	8.5 ^a \pm 0.2	8.6 ^a \pm 0.6	0.6342
22/06/2011	9.3 ^a \pm 0.2	8.8 ^a \pm 0.4	0.0712
29/06/2011	8.7 ^a \pm 0.8	9.0 ^a \pm 0.9	0.5054
05/07/2011	9.5 ^a \pm 0.4	8.4 ^b \pm 0.4	0.0017
13/07/2011	8.5 ^a \pm .6	8.3 ^a \pm 0.4	0.5084
19/07/2011	8.2 ^a \pm 0.1	8.2 ^a \pm 0.2	0.8048
25/07/2011	8.5 ^a \pm 0.3	8.4 ^a \pm 0.3	0.7611
01/08/2011	8.3 ^a \pm 0.1	8.2 ^a \pm 0.2	0.8120
08/08/2011	8.6 ^a \pm 0.5	8.7 ^a \pm 0.6	0.7964
15/08/2011	8.4 ^a \pm 0.1	8.4 ^a \pm 0.4	0.9965

VII.1.6. Análisis bacteriológico

VII.1.6.1. Camarón

La abundancia de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp., tanto de color amarillo como verde, tuvo una gran variabilidad a medida que transcurrió el tiempo de cultivo (Tabla XXII y XXIII). Se observaron números de UFC verdes comparativamente menores que aquellos de UFC amarillas. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con excepción de los valores de UFC verdes registrados el 05 de julio 2011, en los que el valor fue estadísticamente mayor para los organismos que recibieron el probiótico (Tabla XXIII).

VII.1.6.2. Agua

Al igual que las muestras tomadas de hepatopáncreas, el número de UFC amarillas y verdes de bacterias del género *Vibrio* spp. variaron notablemente con el tiempo de cultivo, sin encontrarse diferencias significativas entre tratamientos (Tablas XXIV y XXV). Así mismo, el número de UFC verdes fue considerablemente menor en comparación con las de color amarillo.

Tabla XXII. Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. de color amarillo presentes en hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). *Datos idénticos, sin variabilidad, no se calculó ANOVA.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
02/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
11/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$5 \times 10^a \pm 1 \times 10^2$	0.9078
15/06/2011	$7.5 \times 10^a \pm 1.22 \times 10^2$	$1.52 \times 10^{2a} \pm 1.38 \times 10^2$	0.9653
22/06/2011	$<10^a \pm 0.20$	$<10^a \pm 0.0$	*
29/06/2011	$2.66 \times 10^{2a} \pm 6.53 \times 10^2$	$<10^a \pm 0.0$	0.8046
05/07/2011	$1.42 \times 10^{4a} \pm 3.22 \times 10^4$	$1.1 \times 10^{3a} \pm 1.12 \times 10^3$	0.0502
13/07/2011	$3.1 \times 10^{3a} \pm 6.71 \times 10^3$	$2.05 \times 10^{3a} \pm 2.77 \times 10^3$	0.9914
19/07/2011	$1.79 \times 10^{4a} \pm 3.81 \times 10^4$	$2.17 \times 10^{3a} \pm 3.69 \times 10^3$	0.5181
25/07/2011	$1.29 \times 10^{4a} \pm 1.63 \times 10^4$	$4.1 \times 10^{3a} \pm 4.01 \times 10^3$	0.2653
01/08/2011	$2.19 \times 10^{4a} \pm 2.15 \times 10^4$	$1 \times 10^{4a} \pm 1.18 \times 10^4$	0.3051
08/08/2011	$8.28 \times 10^{4a} \pm 1.23 \times 10^5$	$3.37 \times 10^{4a} \pm 5.6 \times 10^4$	0.4066
15/08/2011	$1.2 \times 10^{4a} \pm 1.24 \times 10^4$	$6.56 \times 10^{3a} \pm 1.61 \times 10^3$	0.9052

Tabla XXIII. Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. de color verde presentes en hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). *Datos idénticos, sin variabilidad, no se calculó ANOVA.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
02/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
11/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
15/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
22/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
29/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
05/07/2011	$2 \times 10^{2a} \pm 0.0$	$1 \times 10^{2b} \pm 0.0$	< 0.0001
13/07/2011	$3.33 \times 10^{2a} \pm 5.7 \times 10$	$2 \times 10^{2a} \pm 2.82 \times 10^2$	0.4533
19/07/2011	$2.9 \times 10^{3a} \pm 5.66 \times 10^3$	$1.5 \times 10^{2a} \pm 1.29 \times 10^2$	0.3694
25/07/2011	$7.16 \times 10^{2a} \pm 1.21 \times 10^3$	$4.83 \times 10^{2a} \pm 6.71 \times 10^2$	0.7705
01/08/2011	$1.15 \times 10^{4a} \pm 1.4 \times 10^4$	$1.56 \times 10^{3a} \pm 2.13 \times 10^3$	0.2750
08/08/2011	$5.24 \times 10^{3a} \pm 1.03 \times 10^4$	$6.33 \times 10^{2a} \pm 1.09 \times 10^3$	0.4790
15/08/2011	$2.12 \times 10^{3a} \pm 1.64 \times 10^3$	$4.03 \times 10^{3a} \pm 3 \times 10^3$	0.2774

Tabla XXIV. Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. de color amarillo presentes en agua de estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). *Datos idénticos, sin variabilidad, no se calculó ANOVA.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
02/06/2011	$0.83 \times 10^a \pm 1.33 \times 10$	$1 \times 10^a \pm 0.82 \times 10$	0.8300
11/06/2011	$0.83 \times 10^a \pm 0.98 \times 10$	$2.5 \times 10^a \pm 3 \times 10$	0.2316
15/06/2011	$0.33 \times 10^a \pm 0.51 \times 10$	$0.0^a \pm 0.0$	0.2415
29/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$0.0^a \pm 0.0$	*
05/07/2011	$2.13 \times 10^{2a} \pm 3.22 \times 10^2$	$5.75 \times 10^a \pm 4.57 \times 10$	0.3746
13/07/2011	$4.92 \times 10^a \pm 7.98 \times 10$	$8.75 \times 10^a \pm 2.5 \times 10$	0.3869
19/07/2011	$7.95 \times 10^{2a} \pm 9.13 \times 10^2$	$5.92 \times 10^{2a} \pm 4.81 \times 10^2$	0.6981
25/07/2011	$1.87 \times 10^{3a} \pm 3.49 \times 10^3$	$1.92 \times 10^{2a} \pm 2.58 \times 10^2$	0.3748
08/08/2011	$2.67 \times 10^a \pm 1.97 \times 10$	$1 \times 10^a \pm 1 \times 10$	0.2190
15/08/2011	$3.98 \times 10^{2a} \pm 2.21 \times 10^2$	$4.83 \times 10^{2a} \pm 2.9 \times 10^2$	0.6361

Tabla XXV. Promedio (\pm d.e.) de conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. de color verde presentes en agua de estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acuícola La Borbolla S.A de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). *Datos idénticos, sin variabilidad, no se calculó ANOVA.

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
02/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
11/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
15/06/2011	$<10^a \pm 0.0$	$<10^a \pm 0.0$	*
22/06/2011	$<10^a \pm 0.20$	$2.5 \times 10^a \pm 2.65 \times 10$	0.6792
29/06/2011	$1.5 \times 10^a \pm 4.24 \times 10$	$0.68 \times 10^a \pm 0.83 \times 10$	0.1288
05/07/2011	$0.13 \times 10^a \pm 0.35 \times 10$	$0.5 \times 10^a \pm 0.58 \times 10$	0.6236
13/07/2011	$0.75 \times 10^a \pm 0.89 \times 10$	$1.75 \times 10^a \pm 1.5 \times 10$	0.9356
19/07/2011	$1.63 \times 10^a \pm 2.77 \times 10$	$1.72 \times 10^{2a} \pm 1.9 \times 10^2$	0.2927
25/07/2011	$9.88 \times 10^a \pm 3.63 \times 10$	$1.92 \times 10^{2a} \pm 2.63 \times 10^2$	0.8680
01/08/2011	$2.25 \times 10^{2a} \pm 3.29 \times 10^2$	N.M.	*
08/08/2011	$2.57 \times 10^a \pm 5.59 \times 10$	$<10^a \pm 0.0$	0.4638
15/08/2011	$5.7 \times 10^{2a} \pm 1.08 \times 10^3$	$2.4 \times 10^{2a} \pm 2.28 \times 10^2$	0.6260

VII.2. Acualarvas S.A. de C.V.

En esta granja, los estanques 29 y 30, correspondientes al tratamiento con probiótico, fueron cosechados prematuramente el 22 de julio y 02 de agosto, respectivamente, debido a la ocurrencia de mortalidades masivas ocasionadas por WSSV. Por esta razón, los datos de producción derivados de estos estanques se excluyeron, donde se indica, de las comparaciones estadísticas entre tratamientos.

VII.2.1. Parámetros fisicoquímicos de agua

Los valores promedio (\pm d.e.) de las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH y nitrógeno amoniacal se resumen semanalmente en los Apéndices III y IV para los estanques que recibieron el probiótico y los estanques que recibieron el tratamiento control, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguno de estos parámetros. El comportamiento de los valores en el tiempo para los diversos parámetros fisicoquímicos se muestra en las Figuras 20-29.

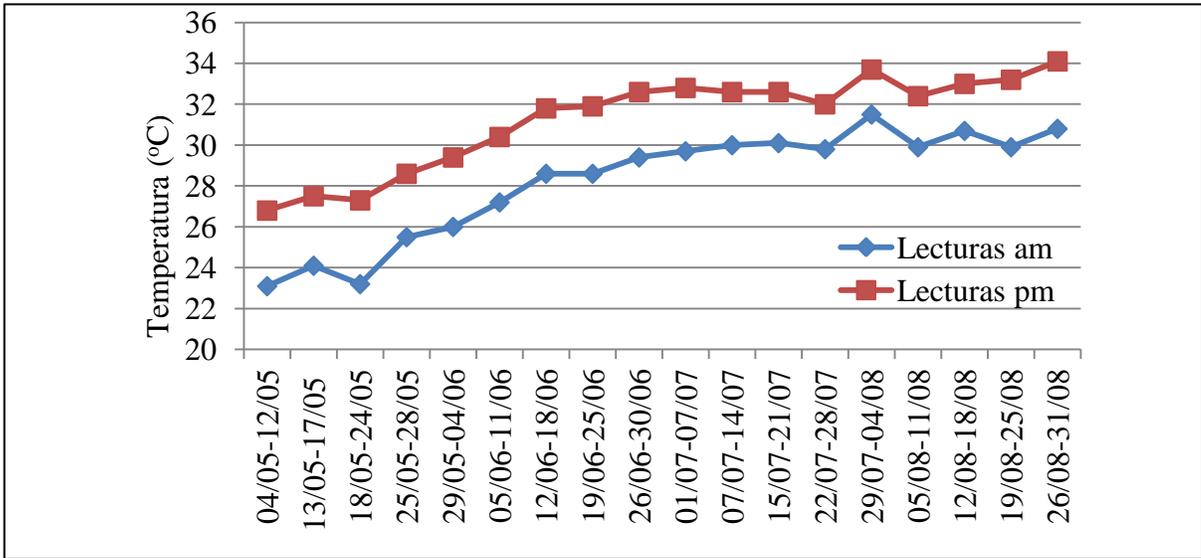


Figura 20. Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

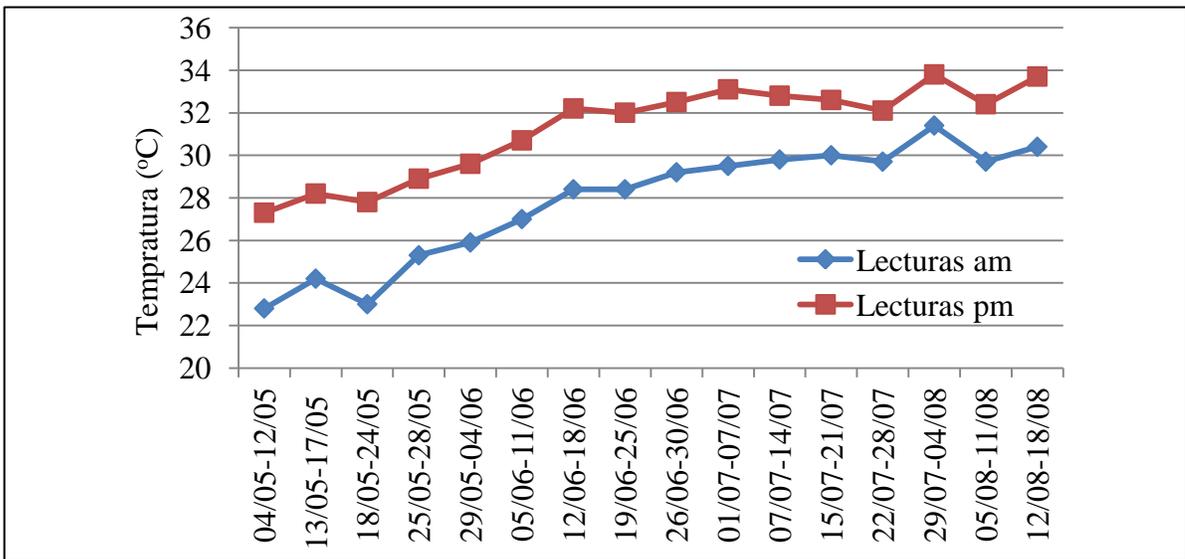


Figura 21. Temperatura del agua de cultivo en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

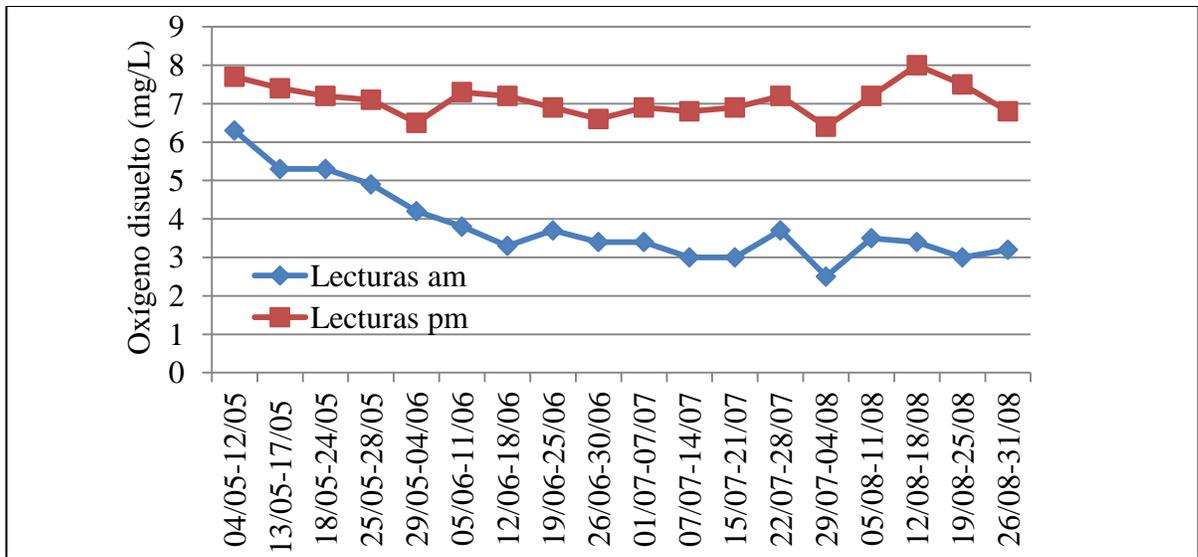


Figura 22. Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

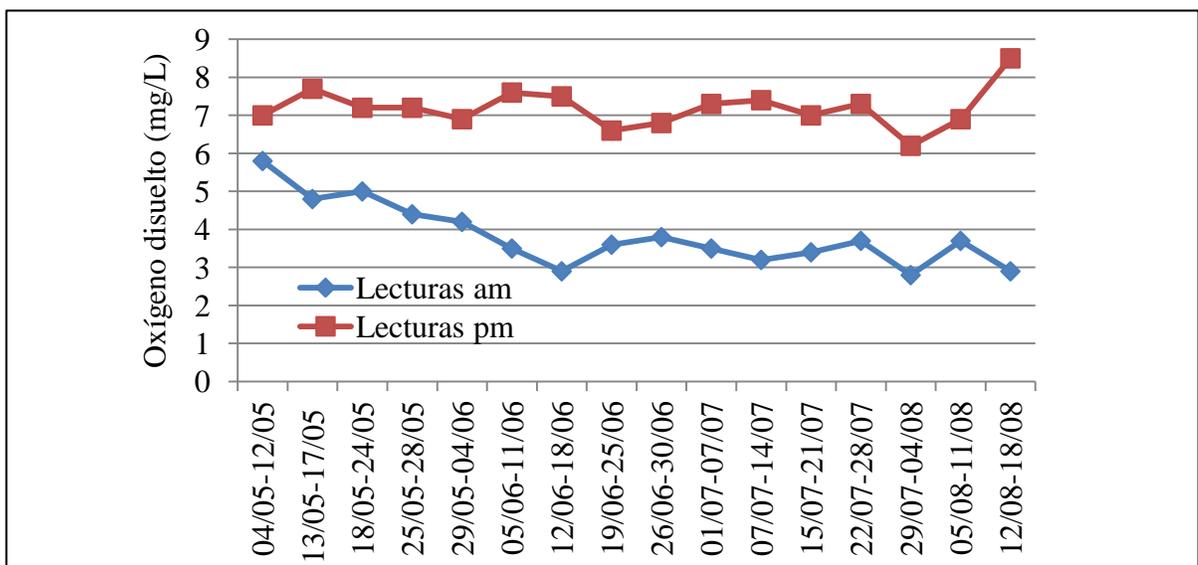


Figura 23. Lecturas de oxígeno disuelto en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

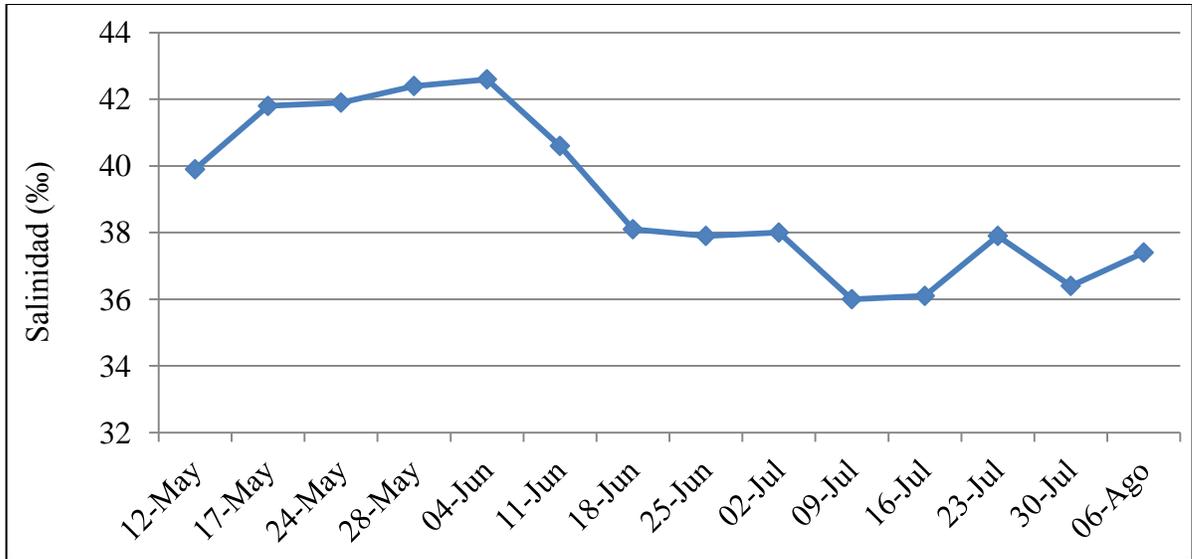


Figura 24. Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

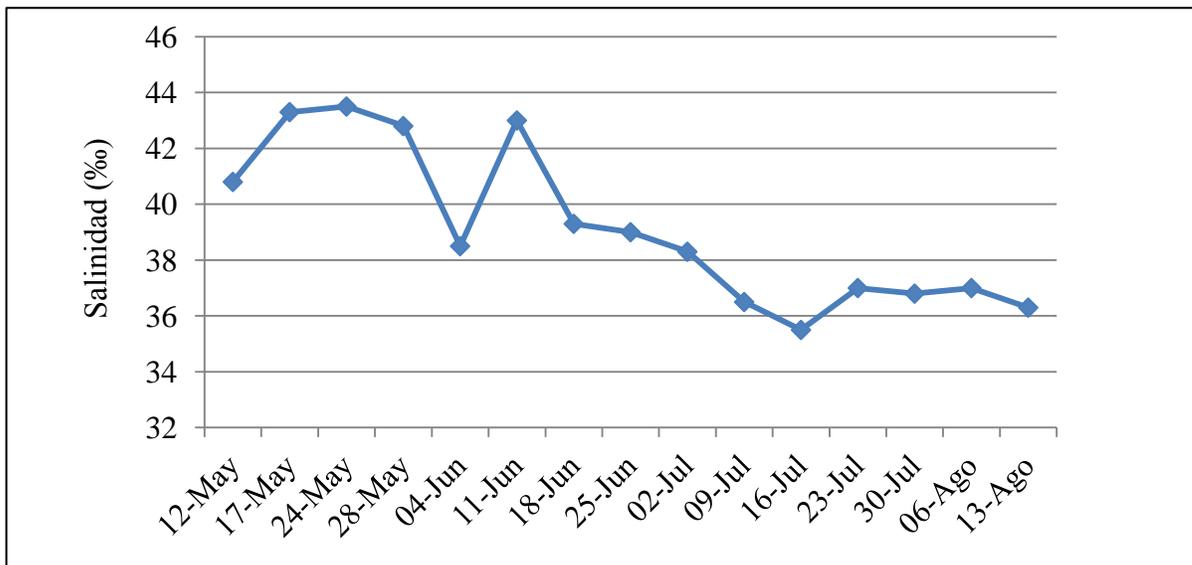


Figura 25. Lecturas de salinidad en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

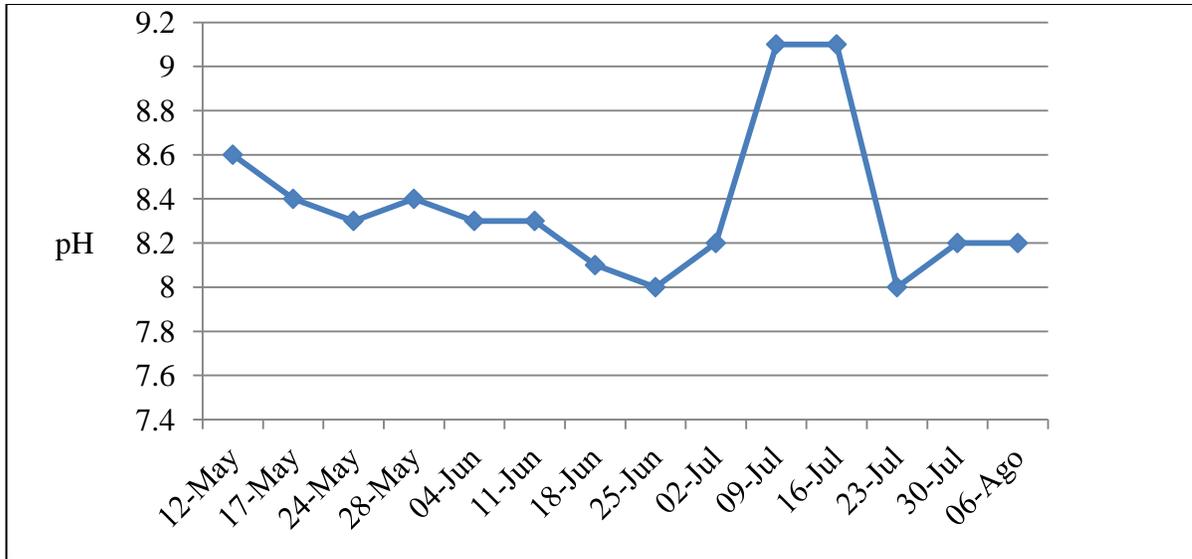


Figura 26. Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

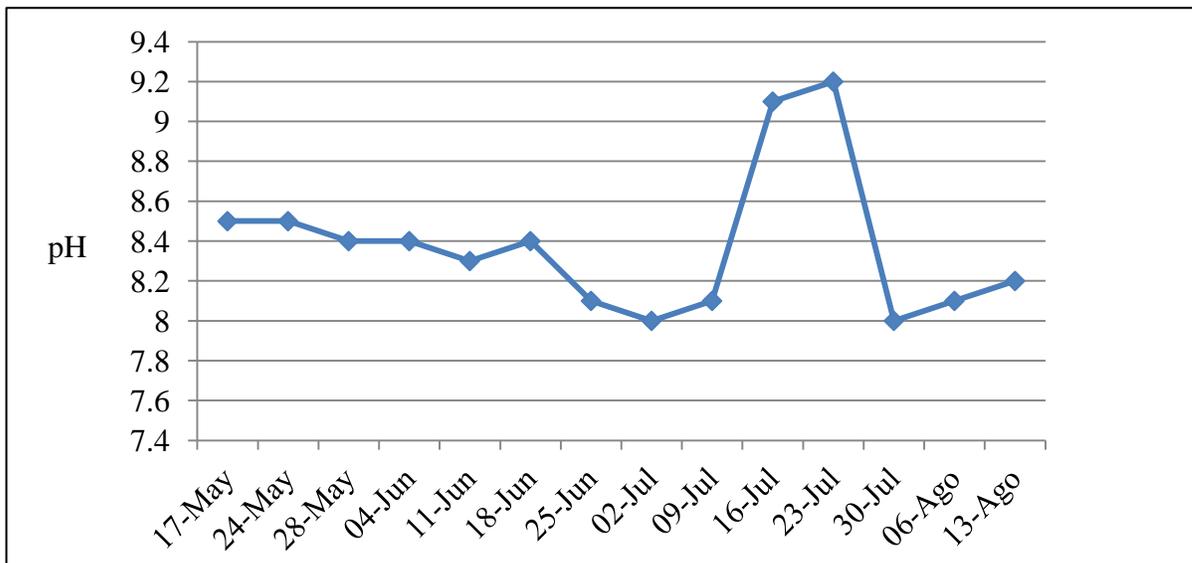


Figura 27. Lecturas de pH en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

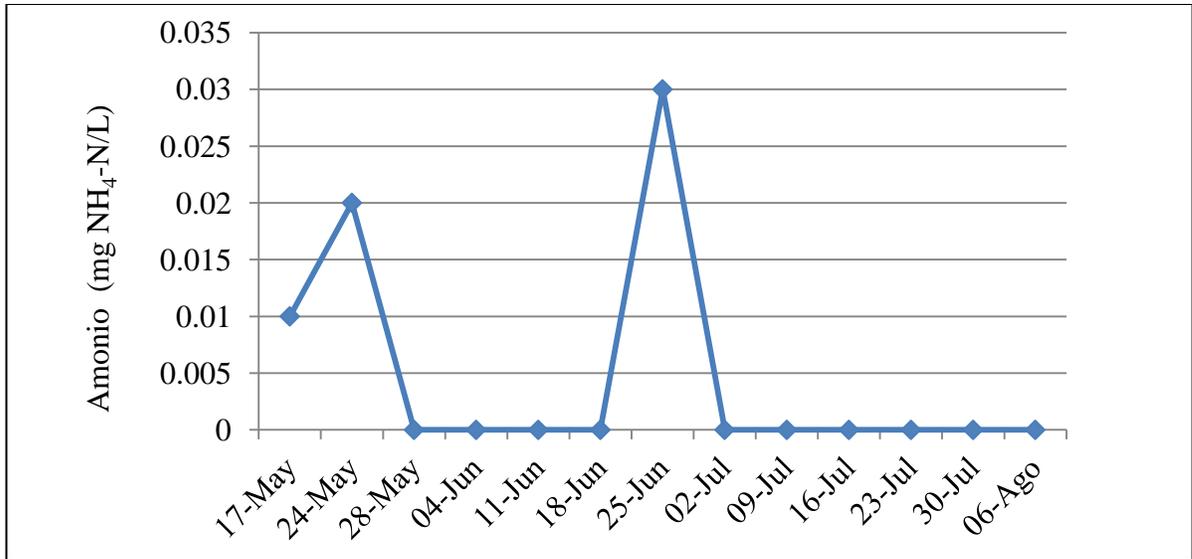


Figura 28. Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

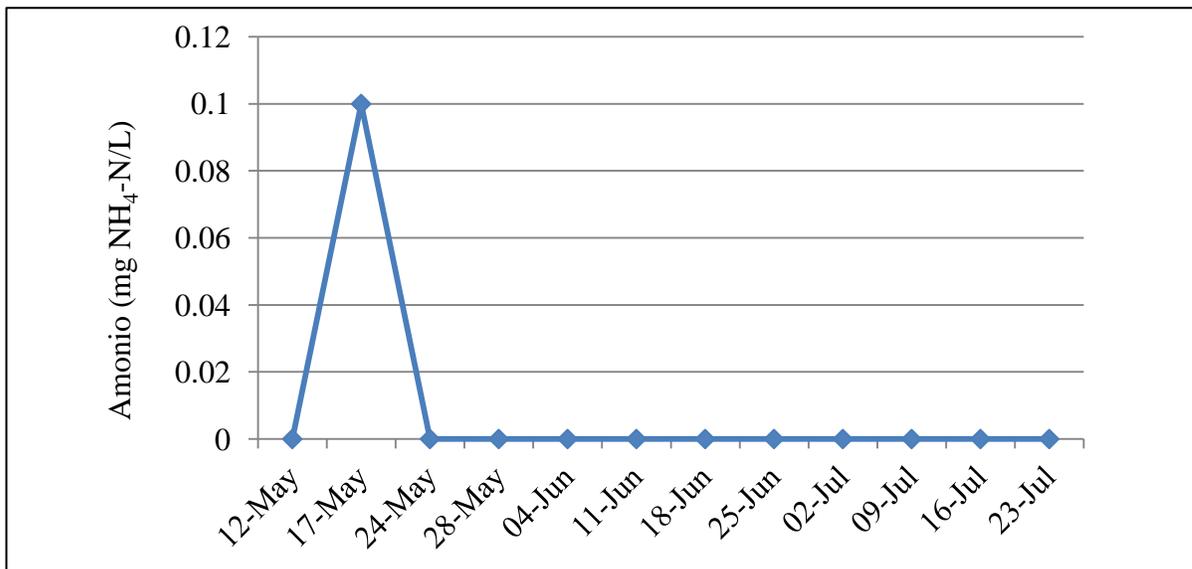


Figura 29. Lecturas de nitrógeno amoniacal en estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

VII.2.2. Crecimiento y supervivencia

Durante las primeras catorce semanas del ciclo 2011 en Acualarvas S.A. de C.V., el cultivo transcurrió con normalidad. Sin embargo, a partir de ese momento ocurrieron mortalidades masivas en todos los estanques debido a WSSV. Se realizó una cosecha parcial en todos los estanques entre el 20 de julio y el 03 de agosto de 2011. Los estanques 29 y 30 se cosecharon completamente el 22 de julio y 2 de agosto, respectivamente, debido a las mortalidades observadas.

Como se mencionó en Materiales y Métodos, aunque normalmente las estimaciones del peso del camarón se realizan semanalmente, estas mediciones se realizaron mensualmente en Acualarvas S.A. de C.V. El peso de los camarones aumentó conforme transcurrió el tiempo de cultivo, alcanzando valores de 16.37 g y 15.77 g en la cosecha final (15-22 de agosto de 2011) para los estanques del tratamiento con el probiótico y del tratamiento control, respectivamente (Tabla XXVI).

Tabla XXVI. Promedio (\pm d.e.) de las estimaciones mensuales del peso corporal (g) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V. * Peso inicial. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($Pr > 0.05$).

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
03-07/05/2011*	0.059 ^a \pm 0.024	0.105 ^b \pm 0.013	0.0048
06/06/2011	2.63 ^a \pm 0.53	3.34 ^a \pm 0.58	0.0572
28/06/2011	7.37 ^a \pm 0.61	6.51 ^b \pm 0.68	0.0496
27/07/2011	11.21 ^a \pm 0.71	11.67 ^a \pm 0.92	0.3541
15/08 a 22/08/2011	16.37 ^a \pm 1.49	15.77 ^a \pm 1.19	0.5051

Debido a las mortalidades masivas causadas por WSSV, la supervivencia estimada de los organismos disminuyó drásticamente de 70-99% (estimada del 20 de junio al 8 de julio) a 36-81% (estimada del 15-22 de Agosto) (Tabla XXVII). No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la supervivencia en las distintas fechas de muestreo (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Estimación de la supervivencia (\pm d.e.) de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarva S.A. de C.V.

Estanque/ Tratamiento.	Supervivencia (%)	Supervivencia (%)	Supervivencia final (%)
	20-Jun a 8-Jul	6 Aug a 11-Ago	15-Aug a 22-Aug
18/Control	81.4	63.6	72.9
19/Control	99.0	71.8	60.7
20/Control	35.2	68.1	65.9
21/Control	44.8	78.0	74.2
23/Probiótico	97.8	93.4	66.7
24/Probiótico	50.5	97.9	65.8
25/Probiótico	68.4	75.0	69.4
26/Probiótico	70.7	58.6	57.5
27/Probiótico	55.5	69.9	63.2
28/Probiótico	76.9	81.5	81.5
29/Probiótico	78.6	62.2	36.3

VII.2.3. Producción de camarón

Los datos de producción obtenidos en las cosechas parciales, así como los de producción total obtenidos al final del ciclo de cultivo, se presentan en las Tablas XXVIII y XXIX, respectivamente. La producción total fue de $2,721.4 \pm 296.7$ kg/ha y de $2,795.45 \pm 95.8$ kg/ha para los estanques que recibieron el probiótico y el tratamiento control, respectivamente. Las tasas de supervivencia final para organismos del tratamiento con el probiótico y del tratamiento control fueron de $67.3\% \pm 8.0$ y de $68.4\% \pm 6.3$, respectivamente. Los valores del FCA fueron de 2.1 ± 0.2 y de 2.1 ± 0.0 para el tratamiento con el probiótico y el tratamiento control, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de estas evaluaciones (Tabla XXIX).

Algunos estanques fueron cosechados completamente antes del final del ciclo, como se explicó anteriormente. Se realizaron cosechas parciales en todos los estanques en diferentes fechas (Tabla XXVIII).

Tabla XXVIII. Datos de producción de cosechas parciales y final (promedio \pm d.e.) de *Litopenaeus vannamei* bajo cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.

Estanque/ Tratamiento	Cosecha parcial			Cosecha Final		
	Fecha (días de cultivo)	Producción (kg/ est.)	Peso ind. (g)	Fecha (días de cultivo)	Producción (kg/ est.)	Peso ind. (g)
18/Control	29/07/2011 (87)	6,861.0	11.6	18/08/2011 (107)	7,797.0	15.5
19/Control	31/07/2011 (89)	5,351.0	12.6	18/08/2011 (107)	8,506.0	17.5
20/Control	01/08/2011 (90)	4,777.0	12.0	15/08/2011 (104)	9,085.0	15.4
21/Control	29/07/2011 (86)	6,953.0	10.4	15/08/2011 (103)	6,579.0	14.7
23/Probiótico	01/08/2011 (89)	6,629.0	11.1	21/08/2011 (109)	6,584.0	16.2
24/Probiótico	01/08/2011 (89)	6,342.0	10.8	20/08/2011 (108)	6,315.0	15.7
25/Probiótico	02/08/2011 (89)	6,669.0	10.6	20/08/2011 (107)	6,258.0	15.1
26/Probiótico	20/07/2011 (76)	5,451.0	11.1	21/08/2011 (108)	7,259.0	19.6
27/Probiótico	02/08/2011 (89)	6,580.0	12.1	22/08/2011 (109)	7,002.0	17.4

28/Probiótico	03/08/2011			22/08/2011		
	(90)	8,221.0	11.6	(109)	8,332.0	16.2
29/Probiótico				02/08/2011		
	-	-	-	(87)	6,608.0	12.1
30/Probiótico				22/07/2011		
	-	-	-	(76)	7,288.0	10.0

Tabla XXIX. Datos de producción total de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma columna no son significativamente diferentes ($Pr > 0.05$). * Se incluyen en el análisis estadístico los estanques 29 y 30, que fueron cosechados antes que el resto debido a las mortalidades ocasionadas por la manifestación de WSSV. ** Se excluyen los estanques 29 y 30 del análisis estadístico.

Trat.	Producción (kg/est.)	Producción (kg/ha)	No. de org. cosechados	Superviv. (%)	Alimento utilizado (kg)	FCA
Probiótico	11,942.25 ^a	2,388.45 ^a ±	916,001 ^a ±	61.1 ^a ±	-	-
*	± 3,332.71	666.54	207,504	13.8	-	-
Control	13,977.25 ^a	2,795.45 ^a ±	1,026,404 ^a	68.4 ^a ± 6.3	-	-
	± 479.38	95.88	± 94,842			
ANOVA	0.2628	0.2628	0.3433	0.3434	-	-
$Pr > F$						
Probiótico	13,607.0 ^a ±	2,721.40 ^a ±	1,010,188 ^a	67.3 ^a ± 8.0	28659.4 ^a ±	2.1 ^a ±
**	1,483.53	296.71	± 120,378		1799.6	0.26
Control	13,977.25 ^a	2,795.45 ^a ±	1,026,404 ^a	68.4 ^a ± 6.3	29254.7 ^a ±	2.1 ^a ±
	± 479.38	95.88	± 94,842		1391.9	0.08
ANOVA	0.6479	0.6479	0.8274	0.8278	0.5934	0.8121
$Pr > F$						

VII.2.4. Análisis en fresco

Los valores promedio de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias, grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas y el grado de infestación por gregarinas intestinales, se presentan en gráficas de distribución de frecuencias porcentuales en las Figuras 30-32.

VII.2.4.1. Branquias

No se observaron signos de necrosis en las branquias de los camarones de ninguno de los tratamientos a lo largo de todo el ciclo de cultivo (Figura 30).

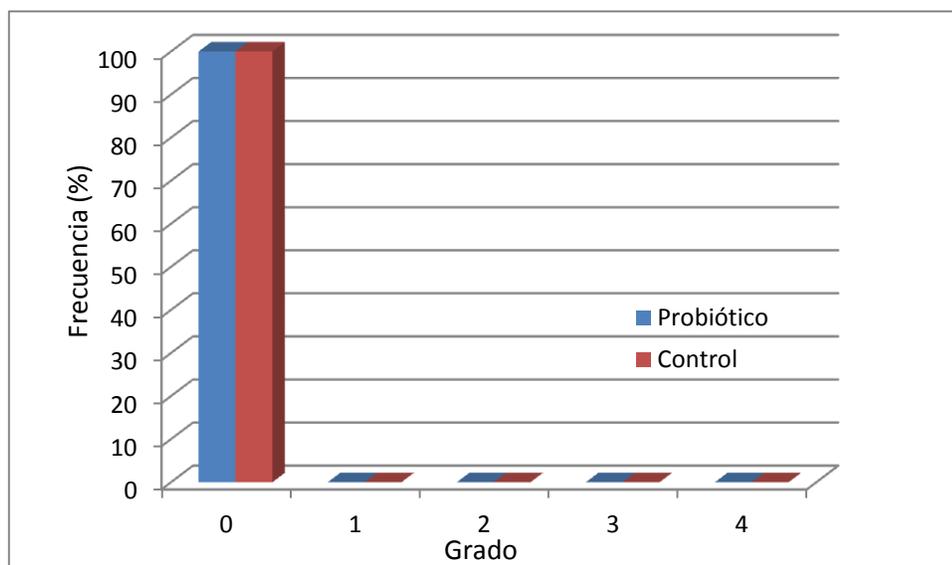


Figura 30. Distribución de frecuencias porcentuales de las evaluaciones del grado de necrosis en branquias de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.

VII.2.4.2. Hepatopáncreas

Siempre se observaron altos niveles de saturación de lípidos en los túbulos del hepatopáncreas, grado 3 y 4, indicadores de una buena salud de este órgano. No hubo diferencias aparentes entre tratamientos para esta evaluación (Figura 31).

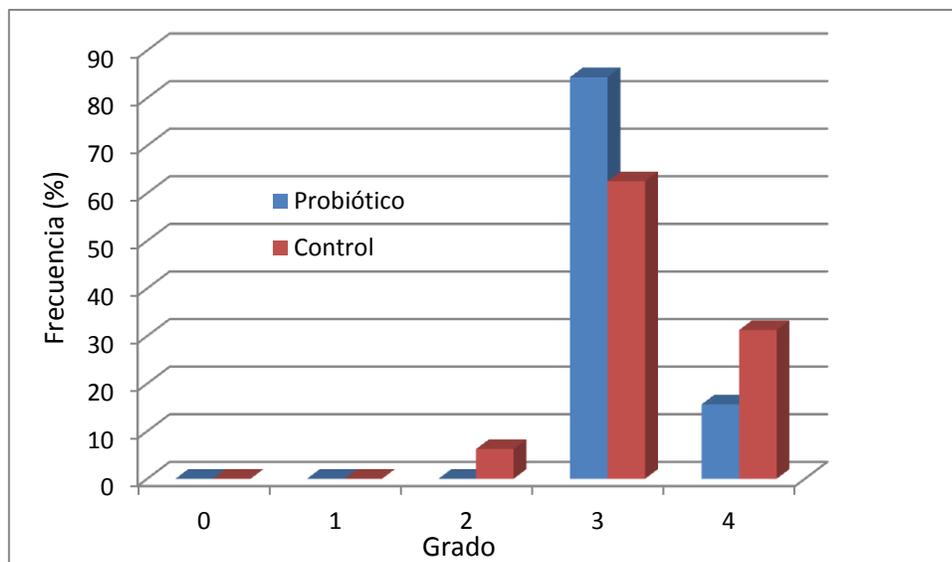


Figura 31. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de saturación de lípidos en túbulos del hepatopáncreas de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.

VII.2.4.3. Conteo de gregarinas

Se observaron diferentes grados de infestación por gregarinas intestinales, correspondiendo un alto porcentaje al grado 0, ausencia de parásitos, pero también con un porcentaje considerable correspondiendo al grado 4, con el número más alto de parásitos (Figura 32). Es pertinente señalar que los valores altos de infestación fueron observados únicamente al principio del estudio y disminuyeron considerablemente conforme transcurrió el tiempo de cultivo. No se detectaron diferencias aparentes en el grado de infestación por gregarinas entre tratamientos.

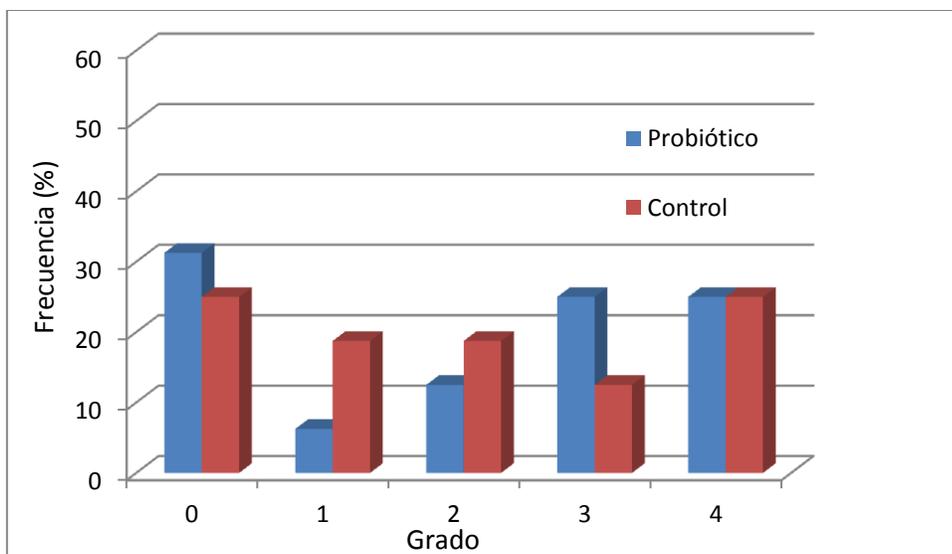


Figura 32. Distribución de frecuencias porcentuales del grado de infestación por gregarinas intestinales en *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V.

VII.2.5. Factor de condición

Los promedios del factor de condición variaron de 9.4 a 10.0, detectándose diferencias significativas entre tratamientos únicamente en la evaluación realizada del 11 de mayo al 06 de junio de 2011, siendo mayor el factor de condición de los organismos que recibieron el tratamientos control (Tabla XXX).

Tabla XXX. Promedio (\pm d.e.) del factor de condición de *Litopenaeus vannamei* en cultivo comercial en Acualarvas S.A. de C.V. Los promedios con el mismo superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Fecha de muestreo	Probiótico	Control	ANOVA $Pr > F$
11/05-06/06/2011	9.5 ^a \pm 0.4	10.0 ^b \pm 0.3	0.0263
06/06-28/06/2011	9.8 ^a \pm 0.3	10.0 ^a \pm 0.3	0.2761
28/06-20/07/2011	9.6 ^a \pm 0.3	9.4 ^a \pm 0.1	0.0863
20/07-08/08/2011	9.8 ^a \pm 0.1	9.6 ^a \pm 0.3	0.3376

VIII. DISCUSIÓN

VIII.1. Acuícola La Burbolla S.A. de C.V.

VIII.1.1. Parámetros fisicoquímicos

Los niveles de los diversos parámetros fisicoquímicos, sin diferencias significativas entre tratamientos, estuvieron dentro de los intervalos de variación típicos que se han reportado para estanques de cultivo comercial de camarón de esta región (Moreno-Arias y Urquidez-Bejarano, 2011). Sin duda, el aspecto más sobresaliente del ciclo de cultivo 2011 en Acuícola La Burbolla S.A. de C.V. está representado por los efectos catastróficos que el virus de la mancha blanca ocasionó en la producción de camarón. No está claro si los niveles de algunos de los parámetros fisicoquímicos contribuyeron a la expresión del virus. Aunque solo pueda considerarse como una observación anecdótica, de acuerdo con el gerente y personal de la granja, las mortalidades masivas empezaron a ocurrir poco tiempo después de que se presentaron fuertes lluvias en la granja, del 02 al 04 de julio de 2011. Y efectivamente, dichas mortalidades se reflejaron en las estimaciones de supervivencia realizadas el 12 de julio e incluso más dramáticamente después de esa fecha (Tabla XVI). Entre los diversos parámetros fisicoquímicos medidos en el agua de cultivo, la salinidad y el pH mostraron cambios asociados con la ocurrencia de la lluvia, disminuyendo sus promedios semanales en magnitudes de 4 y 0.2‰ (del 28 de junio al 07 de julio), respectivamente, para ambos tratamientos, como se ilustra en las Figuras 8-11. Como se discutirá posteriormente, un fenómeno similar se observó, aunque en menor grado, en Acualarvas S.A. de C.V.

Por otra parte, es interesante señalar que uno de los efectos que el probiótico utilizado teóricamente tiene es el de mejorar la calidad de agua, particularmente el de acelerar el proceso de nitrificación, que consiste en la transformación del amonio a nitritos, y estos a su vez, a nitratos. Sin embargo, como se señaló, durante todo el ciclo de cultivo se observaron niveles comparables de la concentración de nitrógeno amoniacal en los

estanques de ambos tratamientos (Figuras 12 y 13). Tomando en cuenta que la densidad de siembra utilizada fue relativamente baja (17 organismos/m²) y que, por consiguiente, la carga de alimento y materia orgánica en el agua de cultivo no fueron suficientemente altas como para ocasionar altos niveles de nitrógeno amoniacal, es posible que las condiciones de cultivo prevalecientes no hayan representado un reto real para la actividad del probiótico. Por ello, sería de interés el emplear este probiótico bajo condiciones de cultivo intensivo para verificar su eficiencia en la aceleración del proceso de nitrificación.

VIII.1.2. Producción de camarón

La producción de camarón de 81,422.8 toneladas obtenida en el estado de Sonora en 2009 disminuyó considerablemente a 49,400.1 toneladas en el año 2010, representando una pérdida de 41%, como resultado de infección por WSSV (COESAES, 2010). Asimismo, en el ciclo de cultivo 2011, por un aparente mayor efecto viral, la producción disminuyó en aproximadamente 10,000 toneladas con respecto a la producción del año 2010 (COESAES, 2011). Tomando en cuenta que los estanques utilizados como control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. sirvieron como verdaderos testigos o blancos, es decir, sin la adición de probiótico alguno, el desempeño de los organismos hasta antes de la expresión de WSSV pudiera proveer información sobre los efectos del probiótico utilizado. A este respecto, durante las primeras 8 semanas de cultivo en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., cuando el ciclo de cultivo transcurrió con normalidad, no se detectaron efectos benéficos ni negativos sobre el desarrollo de los camarones como resultado de la adición del probiótico, como lo indica la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos en las estimaciones semanales de crecimiento y supervivencia (Tablas XVI, XVIII y XIX). Después de la expresión de WSSV, tampoco fueron evidentes efectos negativos ni positivos de la aplicación del probiótico. Los datos de producción total, con valores muy bajos de supervivencia (11-19%), producción (370.3-507.8 kg/ha) y muy altos valores del FCA (5.8-6.3) (Tabla XX), reflejan los devastadores efectos que WSSV tuvo sobre los cultivos. Es evidente que, a pesar las múltiples propiedades que éste y otros probióticos comerciales presuntamente ostentan, que incluyen el promover un adecuado balance microbiano intestinal para la mejor digestión y utilización de los alimentos, producción de sustancias

antimicrobianas que pueden neutralizan los efectos de organismos patógenos, así como la mejora de la calidad del agua (Fuller, 1989; Mao et al., 1996; Fooks et al., 1999; Fukushima et al., 1999; Ichikawa et al., 1999; Rodrigues et al., 2000; Bomba et al., 2002), la adición del probiótico en el presente estudio no tuvo efectos profilácticos ni terapéuticos que pudieran evitar o disminuir los efectos de WSSV. Es probable que los daños ocasionados por WSSV hayan sobrepasado cualquier efecto medible que pudiera haber existido con la adición del probiótico.

VIII.1.3. Análisis en fresco

A pesar de las altas mortalidades ocurridas, que forzaron la realización de cosechas de emergencia en los estanques, la condición general de los camarones en ambos tratamientos no presentó evidencias de un deterioro de su salud. De hecho, las branquias de los organismos se mostraron saludables y sin la presencia de ectoparásitos, en tanto que el hepatopáncreas se observaba con estructuras saludables bajo el microscopio. Así mismo, los valores del factor de condición, K, estuvieron siempre por arriba de 8.2, propio de organismos robustos. En general, los valores observados en las evaluaciones del análisis en fresco se encontraron dentro de intervalos considerados como adecuados tanto por criterios locales como por criterios aceptados internacionalmente para el cultivo comercial de camarón (Lightner, 1996).

VIII.1.4. Análisis bacteriológico

VIII.1.4.1. Camarón

De acuerdo con criterios establecidos a través de la experiencia en granjas de cultivo de camarón del noroeste de México, con respecto a los conteos de bacterias del género *Vibrio* spp. en hepatopáncreas de camarón y agua de cultivo, las UFC de bacterias de color verde pueden estar asociadas con especies potencialmente patógenas para los camarones,

mientras que las UFC de color amarillo no se consideran de riesgo, a menos que se encuentren en concentraciones muy altas (Gómez-Gil, 2005). En este sentido, se observaron resultados favorables en dichos conteos en hepatopáncreas de camarón en el presente estudio, a partir de que el promedio de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. de color verde, que variaron de 0 (cero) a un máximo de 1.1×10^4 UFC/g, fue ligeramente menor que el promedio de UFC de bacterias de color amarillo, que variaron de 0 (cero) a un máximo de 8.2×10^4 UFC/g (Tablas XXII y XXIII). Por otra parte, estos resultados se encuentran dentro del intervalo de variación de conteos de UFC de bacterias del género *Vibrio* spp. en hepatopáncreas de camarones saludables de esta misma especie, tanto de organismos silvestres (Gómez-Gil et al., 1998) como de organismos en cultivo comercial en el noroeste de México (Moreno-Arias y Urquidez-Bejarano, 2011). Al mismo tiempo, los valores encontrados en este estudio se encuentran por debajo de 1.4×10^5 UFC/g, valor que se ha observado en organismos enfermos de la misma especie (Soto-Rodriguez et al., 2010).

En cuanto al número de UFC verdes registradas el 05 de julio 2011 para los organismos que recibieron el probiótico, estadísticamente mayor que el registrado en organismos del tratamiento control (Tabla XXIII), se trata de diferencias observadas únicamente en un momento específico del ciclo de cultivo, y por lo tanto, no reflejan un patrón del comportamiento de estas mediciones durante todo el ciclo de cultivo. Por lo anterior, se puede decir que la adición del probiótico al agua de cultivo no tuvo una influencia importante sobre la abundancia de bacterias de este género. Como se sugirió anteriormente, sería de interés evaluar los efectos del probiótico bajo condiciones de cultivo intensivo de camarón, que representarían un mayor reto para las presuntas capacidades de este producto.

VIII.1.4.2. Agua

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ningún momento del estudio para los conteos de bacterias del género *Vibrio* spp. en el agua de cultivo, ni de UFC amarillas ni verdes, indicando que el probiótico no ejerció un efecto apreciable sobre su abundancia. En comparación con los conteos registrados para estas bacterias en

hepatopáncreas de camarón, los valores observados en agua fueron considerablemente menores. Sin embargo, se encuentran dentro de valores normales observados en el agua de cultivo en otros estudios (Pérez-Alvídrez, 1991, 1992; Bayot et al., 2001; Solano-Motoche, 2003). De forma similar a lo observado en hepatopáncreas, la abundancia de UFC de color verde en el agua de cultivo, presumiblemente con mayor patogenicidad, fue menor que las de color amarillo, lo que sugiere condiciones favorables de cultivo

VIII.2. Acualarvas S.A. de C.V.

VIII.2.1. Parámetros fisicoquímicos

Los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos medidos en Acualarvas S.A. de C.V. no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo típicos para estanques de cultivo comercial de camarón en esta región (Moreno-Arias y Urquidez-Bejarano, 2011). Como era de esperarse, los valores de temperatura se incrementaron, tanto en las lecturas matutina (de aproximadamente 23 a 31°C) como vespertina (de aproximadamente 27 a 34°C), conforme avanzó el ciclo de cultivo, siendo el mes de agosto típicamente el más caluroso en la región.

Por otro parte, el oxígeno disuelto disminuyó conforme el ciclo avanzó, de aproximadamente 6.0 a 3.0 mg/L en las lecturas matutinas y de aproximadamente 7.5 a 6.8 mg/L en las lecturas vespertinas. Esta tendencia puede ser explicada en términos del incremento progresivo de la biomasa de los estanques, así como de la temperatura del agua de cultivo.

VIII.2.2. Producción de camarón

Como se explicó en Materiales y Métodos, en la granja Acualarvas S.A. de C.V. no se dispuso de verdaderos estanques control, ya que en ellos se aplicó otro probiótico comercial. No obstante, no existieron evidencias de un mejor desempeño de alguno de los

probióticos utilizados, ya que no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las evaluaciones realizadas, incluyendo aquellas de análisis en fresco y de producción. Al igual que en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., el aspecto más resaltante del ciclo de cultivo del año 2011 en Acualarvas S.A. de C.V. fue la expresión de WSSV y sus efectos sobre la producción de camarón. Sin embargo, debido a un mayor tiempo de cultivo antes de que se expresaran los efectos letales del virus, las pérdidas no fueron tan significativas como en La Borbolla S.A. de C.V. Por ejemplo, las tasas de supervivencia en Acualarvas S.A. de C.V. (tratamiento probiótico, excluyendo estanques 29 y 30: 67.3%; tratamiento control: 68.4%, Tabla XXIX) fueron superiores a las obtenidas en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. (11-19%). De igual manera, la producción en Acualarvas S.A. de C.V. (tratamiento probiótico, excluyendo estanques 29 y 30: 2,721 kg/ha; tratamiento control: 2,795 kg/ha) fue mayor que en La Borbolla S.A. de C.V. (370.3-507.8 kg/ha). Así mismo, se obtuvieron valores del FCA considerablemente menores en Acualarvas S.A. de C.V. (2.1 para ambos tratamientos) que en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. (5.8-6.3). Las razones de estas diferencias no son claras. Algunas de las condiciones de cultivo en Acualarvas S.A. de C.V., tales como la densidad de siembra (30 camarones/m²), que casi duplicó la densidad de siembra utilizada en La Borbolla S.A. de C.V. (17 camarones/m²), hubieran hecho más vulnerables a enfermedades a los organismos de esta granja, pero evidentemente este no fue el caso. Es posible que, como sucedió en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., la presencia de lluvia y los posibles cambios repentinos en algunas condiciones ambientales de cultivo hayan propiciado la expresión del virus en organismos estresados, ya que también en esta granja y de acuerdo con el gerente y el personal, ocurrieron fuertes lluvias los días 10, 11 y 12 de agosto de 2011, observándose mortalidades masivas 5 días después, lo que llevó a la gerencia a tomar la decisión de cosechar completamente todos los estanques del 15 al 22 de agosto de 2011.

VIII.2.3. Análisis en fresco

Al igual que en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V., no se observaron signos de deterioro de la salud de los camarones en ninguno de los tratamientos, como lo indican las evaluaciones del grado de necrosis en branquias y del grado de saturación de lípidos en

túbulos del hepatopáncreas. Por el contrario, estas evaluaciones siempre se mantuvieron en niveles considerados adecuados para el cultivo de camarón (Lightner, 1996). Se registraron conteos de gregarinas intestinales altos, hasta cierto punto, solo al principio del estudio, disminuyendo considerablemente a medida progresó el ciclo de cultivo. Este resultado puede explicarse en términos de las tasas de recambio de agua, baja o mínima al inicio, y mayor conforme transcurrió el tiempo de cultivo.

El factor de condición de los camarones de ambos tratamientos mostró valores adecuados (promedio > 9.4), propios de organismos robustos. Para este índice se observaron diferencias significativas, con un valor más alto en el tratamiento control, solamente en la evaluación realizada en el período del 11/05/2011-06/06/2011 (Tabla XXX). Sin embargo, las diferencias numéricas fueron pequeñas (tratamiento control: 10 contra tratamiento probiótico: 9.5) y no fueron consistentes durante todo el estudio.

IX. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones y el período en el que se llevó a cabo el presente estudio, se concluyó que:

No se observaron efectos positivos ni negativos de la adición del probiótico sobre ninguno de los parámetros evaluados en la granja Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

En el caso de la granja Acualarvas S.A. de C.V., no se observaron diferencias en los efectos del probiótico experimental, con respecto al probiótico que se utilizó en los estanques control, sobre los parámetros evaluados.

En ambas granjas, los valores de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua y de salud de los organismos mediante análisis en fresco, se encontraron dentro de intervalos de variación considerados como adecuados para cultivo comercial de camarón.

En ambas granjas, el virus de la mancha blanca causó pérdidas en la producción de camarón. Las pérdidas fueron más significativas en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V. que en Acualarvas S.A. de C.V.

X. LITERATURA CITADA

- Banerjee, S., H. Khatoon, M. Shariff y F. Yusoff. 2010. Enhancement of *Penaeus monodon* shrimp postlarvae growth and survival without water exchange using marine *Bacillus pumilus* and periphytic microalgae. *Fish Science* 76: 481-487.
- Bayot, B., R. Cedeño, I. Betancourt, F. Panchana, M. Peeters y F. Echeverría. 2001. Monitoreo epidemiológico de tres piscinas afectadas por el WSSV. *El mundo Acuícola* 7(1): 46-50.
- Bomba, A., R. Nemcová, D. Mudroňa y P. Guba. 2002. The possibilities of potentiating the efficacy of probiotics. *Trends in Food Science and Technology* 13: 121–126.
- Briones-Fourzán, P. y E. Lozano-Álvarez. 2003. Factors affecting growth of the spiny lobsters *Panulirus gracilis* and *Panulirus inflatus* (Decapoda:Palinuridae) in Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.* 51: 165-174.
- Burgents, J.E., K.G. Burnett y L.E. Burnett. 2004. Disease resistance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, following the dietary administration of a yeast culture food supplement. *Aquaculture* 231: 1-8.
- Burr, G. y D. Gatlin III. 2005. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 36, No. 4: 425-436.
- COSAES (Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora). 2010. Resultados. Informe Final del Ciclo 2010. <http://www.cosaes.com>
- COSAES. 2011. (Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora). 2011. Resultados. Informe Final del Ciclo 2011. <http://www.cosaes.com>
- Deng-Yu, T., H. Pei-Lin, H. Sung-Yan, C. Sheng-Chi, S. Ya-Li, C. Chiu-Shia y L. Chun-Hung. 2009. Enhancement of immunity and disease resistance in the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by the probiotic, *Bacillus subtilis* E20. *Fish & Shellfish Immunology* 26: 339–344.
- Dunne, C., L. Murphy, S. Flynn, L. O'Mahony, S. O'Halloran, M. Feeney, D. Morrissey, G. Thornton, G. Fitzgerald, F. Shanahan y J.K. Collins. 1999.

- Probiotics: from myth to reality. Demonstration of functionality in animal models of disease and in human clinical trials. *Antonie van Leeuwenhoek* 76: 279–292.
- Farzanfar, A. The use of probiotics in shrimp aquaculture. 2006. *FEMS Immunol Med Microbiol* 48: 149–58.
- Fioramonti, J., V. Theodorou, y L. Bueno. 2003. Probiotics: what are they? What are their effects on gut physiology. *Best Practice & Research in Clinical Gastroenterology* 17: 711-724.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2010. The state of world fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2010. ISSN 1020-5489.
- Food and Drug Administration. 1992. Bacteriological analytical manual. AOAC International (Ed.). Gaithersburg, Maryland, USA.
- Fooks, L.J., R. Fuller y G.R. Gibson. 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International Dairy Journal* 9: 53–61.
- Fukushima, T., T. Kawata, K. Mizumachi, J. Kurisaki, y T. Mitsouka. 1999. Effects of bifidobacteria feeding on fecal flora and production of immunoglobulins in lactating mouse. *International Journal of Food Microbiology* 46: 193-197.
- Fuller, R. 1989. A review: Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 66: 365- 378.
- Gardiner, G., P. Casey, G. Casey, P. Lynch, P. Lawlor, C. Hill, G. Fitzgerald, C. Stanton, y R. Ross. 2004. Relative ability of orally administered *Lactobacillus murinus* to predominate and persist in the porcine gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 1895-1906.
- Gatesoupe, F.J. 1999. The use of probiotics in Aquaculture: Review. *Aquaculture* 180: 146-165.
- Gatlin, D.M. III. 2002. Nutrition and fish health. Pages 671-702 in J. E. Halver and R. W. Hardy, editors. *Fish nutrition*. Academic Press, San Diego California, USA.
- Gildberg, A. y H. Mikkelsen. 1998. Effects of supplementing the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry with lactic acid bacteria and immune-stimulating peptides during a challenge trial with *Vibrio anguillarum*. *Aquaculture* 167: 103-113.

- Gismondo, M.R., L. Drago y A. Lombardi. 1999. Review of probiotics available to modify gastrointestinal flora. *International Journal of Antimicrobial Agents* 12: 287–292.
- Gómez-Gil, B. 2005. Técnicas de bacteriología y tablas de rangos. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo. Manual de curso de bacteriología. Pp. 3-8.
- Gómez-Gil, B., L. Tron-Mayen, A. Roque, J.F. Turnbull, V. Inglis y Guerra-Flores. 1998. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 163: 1-9.
- Gómez-Márquez, J.L. 1998. Age and growth of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) in Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 46: 929-936.
- Gómez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte y Guzmán-Arroyo. 2003. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 51: 221-228.
- Gullian, M., F. Thompson y J. Rodriguez. 2004. Selection of probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 233: 1-14.
- Günther, J. y R. Jiménez-Montealegre. 2004. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Hagi, T., D. Tanaka, Y. Iwamura, y T. Hoshino. 2004. Diversity and seasonal changes in lactic acid bacteria in the intestinal tract of cultured freshwater fish *Aquaculture* 234: 335-346.
- Hansen, G.H., J.A. Olafsen. 1999. Bacterial interactions in early life stages of marine cold water fish. *Microbial Ecology* 38: 1-26.
- Hui-Rong, L., Y. Yong, J. Wei-Shang y X. Huai-Shu. 1999. The Effect of Alken Clear-Flo 1200 used in grow-out ponds of *Penaeus japonicus*. Alken Murray Corporation.

- Ichikawa, H., T. Kuroiwa, A. Inagaki, R. Shineha, T. Nishihira, S. Satomi, y T. Sakata. 1999. Probiótico bacteria stimulate gut epithelial cell proliferation in rat. *Digestive Diseases and Sciences* 44: 2119-2123.
- Isolauri, E., S. Salminen y A.C. Ouwehand. 2004. Probiotics. *Best Practice and Research in Clinical Gastroenterology* 18 (2): 299-313.
- Kesarcodi-Watson, A, H. Kaspar, M.J. Lategan y L. Gibson. 2008. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture* 274: 1-14.
- Kozasa, M. 1986. Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promotor for animal feeding. *Microbiologie, Aliments, Nutrition* 4: 121-35.
- Lategan, M.J., F.R. Torpy, y L.F. Gibson. 2004. Control of saprolegniosis in the eel *Anguilla australis* Richardson, by *Aeromonas media* strain A199. *Aquaculture* 240: 19-27.
- Lightner, D.V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for disease of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, USA. Pp. 6-30.
- Mao, Y., S. Nobaek, B. Kasravi, D. Adawi, U. Stenram, G. Molin, y B. Jeppsson. 1996. Te effects of *Lactobacillus* strains and oat fiber on methotrexate-induced enterocolitis in rats. *Gastroenterology* 106: 35-41.
- Metchnikoff, E., 1907. *The Prolongation of Life. Optimistic Studies.* William Heinemann, London.
- Mombelli, B. y Gismondo, M.R., 2000. The use of probiotics in medicinal practice. *International Journal of Antimicrobial Agents* 16: 531-536.
- Morales-Covarrubias, M.S., 2004. Enfermedades del camarón. Detección mediante análisis en fresco e histopatología. 1st ed. Trillas, Mexico D.F., pp. 122.
- Moreno-Arias, A. y Urquidez-Bejarano, P. 2011. Evaluación de la condición de salud, parámetros fisicoquímicos y de producción, durante un ciclo de cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), en dos sectores de una granja del noroeste de México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.

- Netherwood, T., H.J. Gilbert, D.S. Parker, y A.G. O'Donnell. 1999. Probiotics shown to change bacterial community structure in avian gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology* 65: 5134-5138.
- Nisbet, D. 2002. Defined competitive exclusion cultures in the prevention of enteropathogen colonization in poultry and swine. *Antoine van Leeuwenhoek* 81: 481-486.
- Ohashi, Y., Y. Umesaki, y K. Ushida. 2004. Transition of the probiótico bacteria, *Lactobacillus casei* strain Shirota, in the gastrointestinal tract of a pig. *International Journal of Food Microbiology* 96: 61-66.
- Olmos, J., L. Ochoa, J. Paniagua-Michel y R. Contreras. 2011. Functional feed assessment on *Litopenaeus vannamei* using 100% fish meal replacement by soybean meal, high levels of complex carbohydrates and *Bacillus* probiotic strains. *Marine Drugs* 9: 1119-1132.
- Páez-Osuna, F. 2001. Camaronicultura y medio ambiente. Instituto de ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán, UNAM, Programa Universitario de Alimentos y El Colegio de Sinaloa. México D.F. 451 p.
- Patterson, J.A., y K.M. Burkholder. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science* 82: 627-631.
- Peraza-Gómez, V., A. Luna-González, A.I. Campa-Córdova, J.A. Fierro-Coronado, H.A. González-Ocampo y J.C. Sainz-Hernández. 2011. Dietary microorganism and plant effects on the survival and immune response of *Litopenaeus vannamei* challenged with the white spot syndrome virus. *Aquaculture Research* 42: 559-570.
- Pérez-Alvidrez, L.A. 1991. Detección de Factores que Causan Mortalidad en el Cultivo de Camarón en Granjas Camaronícolas del Estado de Sonora. Informe técnico de Proyecto Financiado por CONACYT. Clave: P220CCOR-891772.
- Pérez-Alvidrez, L.A., N. Huerta-Aldaz, R. Barraza-Guardado y M.A. López-torres. 1992. Algunas Causas de Estrés, Enfermedad y Mortalidad del Camarón Cultivado en el CICTUS. Memorias de la Reunión sobre Nutrición y Biopatología Acuícola.

- Rajan, P.R., P. Ramasamy, V. Purushothaman y G.P. Brennan. 2000. White spot baculovirus syndrome virus in the Indian shrimp *Penaeus monodon* and *Penaeus indicus*. *Aquaculture* 184: 31-44.
- Ramasamy, P. 2000. Current status of viral diseases in prawns in India: some preventive and control measures. In: *Aquaculture: Feed and Health* (ed. by A.S. Ninawe), pp. 95-118. Biotech Consortium India (BCIL) Publications, New Delhi, India.
- Rameshthangam, P. y P. Ramasamy. 2006. Antioxidant and membrane bound enzymes activity in WSSV-infected *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture* 254: 32-39.
- Re-Araujo, A.D. y M. de J. Acosta-Ruiz. 2003. Ensayo de diferentes lecitinas en la dieta de juveniles de *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda). *Rev. Biol. Trop.* 51: 743-748.
- Ricker, W. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 119: 300.
- Ringo, E., y F.J. Gatesoupe. 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. *Aquaculture* 160: 177-203.
- Ringo, E., E. Strom y J.A. Tabachek. 1995. Intestinal microflora of salmonids: a review. *Aquacult. Res.* 26: 773-789.
- Rodrigues, A., D. Cara, S. Fretez, F. Cunha, E. Vieira, J. Nicoli, y L. Vieira. 2000. *Saccharomyces boulardii* stimulates sIgA production and the phagocytic system of gnotobiotic mice. *Journal of Applied Microbiology* 89: 404-414.
- Rojas, M. y P. Conway. 1996. Colonization by lactobacilli of piglet small intestinal mucus. *Journal of Applied Bacteriology* 81: 474-480.
- Rosales-Leija, M., M. Perez-Velazquez, M.L. González-Félix, A.L. Lawrence. 2012. Shrimp culture in the presence of WSSV during the 2011 cycle in two farms of Sonora, Mexico. *Aquaculture America* 2012. Las Vegas, Nevada, U.S.A. February 28-March 02, 2012.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants in aquaculture. *Aquaculture* 172: 63-92.

- Sakata, T., T. Kojima, M. Fujieda, M. Takahashi, y T. Michibata. 2003. Influences of probiotic bacteria on organic acid production by pig caecal bacteria *in vitro*. *Proceeding of the Nutrition Society* 62: 73-80.
- Salminen, S., A. Ouwehand, Y. Benno y Y.K. Lee. 1999. Probiotics: how should they be defined. *Trends in Food Science and Technology* 10: 107-110.
- Shakiba, S., C. Roos, A. Christianus, M. Salleh, K. Sijam, M. Nor y V. Kumari. 2010. Assessment of growth condition for a candidate probiotic, *Shewanella algae*, isolated from digestive system of a healthy juvenile *Penaeus monodon*. *Aquacult. Int.* 18: 1017-1026.
- Shen, W., L. Fu, W. Li y Y. Zhu. 2010. Effect of dietary supplementation with *Bacillus subtilis* on growth, performance, immune response and antioxidant activities of the shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Research* 41: 1691-1698.
- Solano-Motoche, G.W. 2003. Efecto del hidróxido de calcio sobre la calidad de agua y la producción de estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en aguas salobres. Tesis de Maestría. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 71 pp.
- Soto-Rodríguez, S.A., B. Gómez-Gil, R. Lozano y A. Roque. 2010. Density of Vibrios in haemolymph and hepatopancreas of diseased Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* from northwestern Mexico. *Journal of the World Aquaculture Society* 26: 9-11.
- Sugita, H., Y. Hirose, N. Matsuo y Y. Deguchi. 1998. Production of the antibacterial substance by *Bacillus* sp strain NM 1, an intestinal bacterium of Japanese coastal fish. *Aquaculture* 165: 269- 280.
- Talavera, V., D. Sanchez, L.M. Zapata. 1997. Camarón de mar. *Boletín Nicovita*. Edición Tumpis. Vol. 2 Ed. 3. Pp. 1-2
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos y W. Verstraete. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in Aquaculture. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 64: 655- 671.
- Wang, Y. y G. Quing. 2010. Effect of probiotics on white shrimp (*Penaeus vannamei*) growth performance and immune response, *Marine Biology Research* 6: 327-332, First published on: 08 March 2010 (iFirst).

- Wang, Yan-Bo, L. Jian-Rong y L. Junda. 2008. Probiotics in Aquaculture. *Aquaculture* 281: 1-4.
- Wu, J.L., T. Nishioka, K. Mori, T. Nishizawa y K. Muroga. 2002. A time course study on the resistance of *Penaeus japonicus* induced by artificial infection with white spot syndrome virus. *Fish and Shellfish Immunology* 13: 391-403.
- Yang, S., Z. Wu, J. Jian y X. Zhang. 2010. Effect of marine red yeast *Rhodosporidium paludigenum* on growth and antioxidant competence of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 309: 62-65.
- Zhou, J., P. Gopal y H. Gill. 2001. Potential probiótico lactic acid bacteria *Lactobacillus rhamnosus* (HN001), *Lactobacillus acidophilus* (HN107) and *Bifidobacterium lactis* (HN019) do not degrade gastric mucin in vitro. *International Journal of Food Microbiology* 62: 81-90.
- Ziemer, C.J., y G.R. Gibson. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *International Dairy Journal* 8: 473-479.

Apéndice I

Valores semanales promedio (\pm d.e.) de parámetros fisicoquímicos medidos en el agua de estanques donde se aplicó el probiótico en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Fecha (2011)	Temperatura AM (°C)		Temperatura PM (°C)		Oxígeno disuelto AM (mg/L)		Oxígeno disuelto PM (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
27-Abr a 01-May	23.0	1.0	25.2	0.9	6.6	0.2	8.0	0.4
02-May a 07-May	21.1	0.3	24.5	0.7	6.7	0.5	8.0	0.9
08-May a 17-May	24.0	0.4	26.6	0.2	6.0	0.7	7.5	0.4
18-May a 22-May	23.5	0.2	26.4	0.1	5.3	0.3	7.3	0.5
23-May a 31-May	25.3	0.2	27.9	0.3	4.9	0.6	7.4	0.3
01-Jun a 07-Jun	26.3	0.4	28.5	1.1	4.3	0.5	7.3	0.6
08-Jun a 14-Jun	28.3	0.2	31.0	0.7	3.5	0.6	7.5	0.9
15-Jun a 21-Jun	29.1	0.5	32.3	0.3	2.7	0.5	6.4	1.6
22-Jun a 28-Jun	30.0	0.4	32.8	0.3	2.8	0.4	6.6	1.5
29-Jun a 05-Jul	29.5	0.1	32.3	0.4	3.0	0.4	5.5	1.1

06-Jul a 12-Jul	30.1	0.3	32.8	0.4	2.4	0.2	5.6	1.9
13-Jul a 19-Jul	29.5	0.3	31.9	0.3	2.4	0.5	5.4	0.6
20-Jul a 26-Jul	30.0	0.3	32.8	0.4	2.6	0.4	5.5	0.5
27-Jul a 02-Ago	31.2	0.2	33.6	0.2	2.4	0.3	4.1	0.2
03-Ago a 09-Ago	30.8	0.2	33.2	0.2	2.7	0.3	4.6	0.2
10-Ago a 16-Ago	29.4	0.2	31.7	0.6	2.7	0.3	5.3	0.3
17-Ago a 23-Ago	30.5	0.2	33.3	0.4	3.6	0.6	6.2	1.0
24-Ago a 25-Ago	30.2	0.5	33.4	0.6	3.7	0.4	5.8	0.6

Apéndice I. Continuación.

Fecha (2011)	Salinidad (ppt)		pH		Nitrógeno amoniacal (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
01-May	40.0	0.0	9.2	0.0	-	-
07-May	42.6	1.2	9.1	0.2	-	-
17-May	45.9	0.8	9.1	0.1	-	-
22-May	44.6	2.0	9.2	0.2	0.2	0.1
31-May	48.5	0.9	9.2	0.2	0.1	0.0
07-Jun	50.3	3.6	8.5	0.4	0.1	0.0
14-Jun	47.3	7.1	8.2	0.2	0.1	0.1
21-Jun	50.0	2.2	8.2	0.2	0.2	0.2
28-Jun	45.5	1.7	8.2	0.1	0.1	0.1
05-Jul	42.4	2.4	7.9	0.2	0.3	0.4
12-Jul	41.3	1.5	8.2	0.3	0.3	0.3
19-Jul	41.8	1.4	8.6	0.1	0.1	0.0
26-Jul	42.6	1.4	8.9	0.2	0.1	0.1

02-Ago	43.3	1.1	9.2	0.1	0.2	0.2
09-Ago	45.3	0.5	8.7	0.2	0.1	0.1
16-Ago	45.6	3.7	9.0	0.2	0.0	0.1

Apéndice II

Valores semanales promedio (\pm d.e.) de parámetros fisicoquímicos medidos en el agua de estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acuícola La Borbolla S.A. de C.V.

Fecha (2011)	Temperatura AM (°C)		Temperatura PM (°C)		Oxígeno disuelto AM (mg/L)		Oxígeno disuelto PM (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
27-Abr a 01-May	23.5	0.7	25.4	0.1	6.6	0.1	8.3	0.2
02-May a 07-May	21.4	0.2	24.9	0.3	6.7	0.3	7.9	0.6
08-May a 17-May	24.0	0.2	27.0	0.1	5.6	0.3	7.2	0.2
18-May a 22-May	23.4	0.2	26.6	0.2	5.2	0.1	6.9	0.3
23-May a 31-May	25.2	0.2	27.6	1.3	5.1	0.3	7.5	0.5
01-Jun a 07-Jun	26.6	0.2	29.6	0.2	4.1	0.1	7.3	0.5
08-Jun a 14-Jun	28.5	0.2	32.0	0.2	3.5	0.3	7.5	0.4
15-Jun a 21-Jun	29.0	0.3	32.3	0.3	3.2	0.5	7.3	0.4
22-Jun a 28-Jun	29.7	0.1	32.9	0.1	3.5	0.5	7.5	0.8
29-Jun a 05-Jul	29.6	0.2	32.7	0.1	3.4	0.2	7.2	0.3
06-Jul a 12-Jul	30.0	0.2	33.2	0.1	2.6	0.5	6.2	0.3

13-Jul a 19-Jul	29.6	0.1	32.2	0.3	2.0	0.2	5.1	0.3
20-Jul a 26-Jul	29.9	0.3	33.4	0.3	2.5	0.1	5.4	0.5
27-Jul a 02-Ago	30.7	0.6	33.4	0.7	2.4	0.3	4.1	0.2
03-Ago a 09-Ago	30.6	0.2	33.1	0.2	2.9	0.1	4.6	0.1
10-Ago a 16-Ago	29.3	0.2	32.3	0.1	3.0	0.2	5.2	0.3
17-Ago a 23-Ago	30.2	0.2	33.8	0.5	3.8	0.2	6.8	0.2
24-Ago a 25-Ago	30.3	-	33.1	-	4.3	-	5.5	-

Apéndice II. Continuación.

Fecha (2011)	Salinidad (ppt)		pH		Nitrógeno amoniacal (ml/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
01-May	-	-	-	-	-	-
07-May	43.8	1.5	9.1	0.1	-	-
17-May	46.8	1.5	8.9	0.2	-	-
22-May	44.3	2.5	9.1	0.2	0.1	0.1
31-May	48.8	0.5	9.1	0.1	0.2	0.1
07-Jun	51.8	2.4	8.4	0.4	0.1	0.0
14-Jun	48.0	2.4	8.2	0.2	0.1	0.1
21-Jun	48.8	1.0	8.3	0.1	0.2	0.1
28-Jun	46.5	2.1	8.4	0.1	0.1	0.0
05-Jul	44.5	1.7	8.2	0.1	0.0	0.0
12-Jul	42.8	1.0	8.4	0.2	0.1	0.0
19-Jul	43.0	1.0	8.5	0.1	0.1	0.0
26-Jul	43.0	1.0	9.0	0.2	0.1	0.0

02-Ago	44.3	0.6	9.2	0.0	0.3	0.1
09-Ago	45.3	0.6	8.5	0.2	0.1	0.0
16-Ago	47.0	1.0	9.1	0.1	0.0	0.0

Apéndice III

Valores semanales promedio (\pm d.e.) de parámetros fisicoquímicos medidos en agua de estanques donde se aplicó el probiótico en Acualarvas S.A. de C.V.

Fecha (2011)	Temperatura AM ($^{\circ}$ C)		Temperatura PM ($^{\circ}$ C)		Oxígeno disuelto AM (mg/L)		Oxígeno disuelto PM (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
04-May a 12-May	23.1	0.08	26.8	0.26	6.3	0.43	7.7	0.67
13-May a 17-May	24.1	0.12	27.5	0.11	5.3	0.14	7.4	0.45
18-May a 24-May	23.2	0.22	27.3	0.15	5.3	0.08	7.2	0.31
25-May a 28-May	25.5	0.22	28.6	0.21	4.9	0.31	7.1	0.20
29-May a 04-Jun	26.0	0.17	29.4	0.15	4.2	0.19	6.5	0.27
05-Jun a 11-Jun	27.2	0.21	30.4	0.12	3.8	0.29	7.3	0.49
12-Jun a 18-Jun	28.6	0.09	31.8	0.15	3.3	0.38	7.2	0.38
19-Jun a 25-Jun	28.6	0.09	31.9	0.15	3.7	0.27	6.9	0.28
26-Jun a 30-Jun	29.4	0.15	32.6	0.18	3.4	0.34	6.6	0.68
01-Jul a 07-Jul	29.7	0.12	32.8	0.22	3.4	0.39	6.9	0.38

08-Jul a 14-Jul	30.0	0.09	32.6	0.09	3.0	0.40	6.8	0.41
15-Jul a 21-Jul	30.1	0.07	32.6	0.15	3.0	0.31	6.9	0.39
22-Jul a 28-Jul	29.8	0.07	32.0	0.12	3.7	0.39	7.2	0.31
29-Jul a 04-Ago	31.5	0.09	33.7	0.08	2.5	0.61	6.4	0.35
05-Ago a 11-Ago	29.9	0.07	32.4	0.16	3.5	0.11	7.2	0.32
12-Ago a 18-Ago	30.7	0.06	33.0	0.23	3.4	0.39	8.0	0.63
19-Ago a 25-Ago	29.9	0.44	33.2	0.55	3.0	0.27	7.5	0.97
26-Ago a 31-Ago	30.8	0.14	34.1	0.10	3.2	0.06	6.8	0.11

Apéndice III. Continuación.

Fecha (2011)	Salinidad (‰)		pH		Nitrógeno amoniacal (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
12-May	39.9	0.6	8.6	0.0	-	-
17-May	41.8	1.6	8.4	0.1	0.01	0.01
24-May	41.9	1.6	8.3	0.1	0.02	0.02
28-May	42.4	1.7	8.4	0.1	0.00	0.01
04-Jun	42.6	2.1	8.3	0.1	0.00	0.00
11-Jun	40.6	1.4	8.3	0.1	0.00	0.01
18-Jun	38.1	0.8	8.1	0.0	0.00	0.01
25-Jun	37.9	0.4	8.0	0.1	0.03	0.05
02-Jul	38.0	0.76	8.2	0.09	0.0	0.00
09-Jul	36.0	0.0	9.1	0.15	0.0	0.01
16-Jul	36.1	1.25	9.1	0.13	0.0	0.00
23-Jul	37.9	0.35	8.0	0.11	0.0	0.07
30-Jul	36.4	0.52	8.2	0.08	0.0	0.00
06-Ago	37.4	0.52	8.2	0.08	0.0	0.00

Apéndice IV

Valores semanales promedio (\pm d.e.) de parámetros fisicoquímicos medidos en agua de estanques donde se aplicó el tratamiento control en Acualarvas S.A. de C.V.

Fecha (2011)	Temperatura AM (°C)		Temperatura PM (°C)		Oxígeno disuelto AM (mg/L)		Oxígeno disuelto PM (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
04-May a 12-May	22.8	0.06	27.3	0.06	5.8	0.11	7.0	0.30
13-May a 17-May	24.2	0.05	28.2	0.11	4.8	0.31	7.7	0.33
18-May a 24-May	23.0	0.10	27.8	0.20	5.0	0.24	7.2	0.31
25-May a 28-May	25.3	0.15	28.9	0.10	4.4	0.33	7.2	0.28
29-May a 04-Jun	25.9	0.12	29.6	0.10	4.2	0.06	6.9	0.55
05-Jun a 11-Jun	27.0	0.09	30.7	0.17	3.5	0.16	7.6	0.28
12-Jun a 18-Jun	28.4	0.14	32.2	0.18	2.9	0.21	7.5	0.18
19-Jun a 25-Jun	28.4	0.08	32.0	0.19	3.6	0.16	6.6	0.30
26-Jun a 30-Jun	29.2	0.06	32.5	0.14	3.8	0.24	6.8	0.28
01-Jul a 07-Jul	29.5	0.05	33.1	0.13	3.5	0.15	7.3	0.55

08-Jul a 14-Jul	29.8	0.04	32.8	0.04	3.2	0.18	7.4	0.67
15-Jul a 21-Jul	30.0	0.08	32.6	0.11	3.4	0.19	7.0	0.30
22-Jul a 28-Jul	29.7	0.03	32.1	0.23	3.7	0.30	7.3	0.41
29-Jul a 04-Ago	31.4	0.09	33.8	0.09	2.8	0.50	6.2	0.19
05-Ago a 11-Ago	29.7	0.11	32.4	0.13	3.7	0.18	6.9	0.50
12-Ago a 18-Ago	30.4	0.06	33.7	0.36	2.9	0.53	8.5	1.04
19-Ago a 25-Ago	-	-			-	-	-	-
26-Ago a 31-Ago	-	-			-	-	-	-

Apéndice IV. Continuación.

Fecha (2011)	Salinidad (‰)		pH		Nitrógeno amoniacal (mg/L)	
	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.	Promedio	d.e.
12-May	40.8	0.5	-	-	0.0	0.0
17-May	43.3	0.5	8.5	0.0	0.1	0.0
24-May	43.5	1.0	8.5	0.1	0.0	0.1
28-May	42.8	1.0	8.4	0.0	0.0	0.0
04-Jun	38.5	0.6	8.4	0.1	0.0	0.0
11-Jun	43.0	0.8	8.3	0.0	0.0	0.0
18-Jun	39.3	1.0	8.4	0.0	0.0	0.0
25-Jun	39.0	0.8	8.1	0.0	0.0	0.1
02-Jul	38.3	0.5	8.0	0.1	0.0	0.0
09-Jul	36.5	0.6	8.1	0.0	0.0	0.0
16-Jul	35.5	0.6	9.1	0.2	0.0	0.0
23-Jul	37.0	0.0	9.2	0.3	0.0	0.1
30-Jul	36.8	0.5	8.0	0.0	-	-

06-Ago	37.0	0.0	8.1	0.0	-	-
13-Ago	36.3	0.5	8.2	0.1	-	-
