

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

**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**



Hermosillo, Sonora

Junio, 2011.

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 Angélica Moreno Arias y Perla Urquidez Bejarano la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el Título de Licenciado en Biología con Opción en acuicultura.

Dr. Marco Antonio López Torres
Director de Tesis

M.C. Gerardina Nubes Ortiz
Sinodal Secretario

Dr. José Antonio López Elías
Sinodal

Dr. Luis Rafael Martínez Córdova
Suplente

DEDICATORIA

Con amor y cariño:

A Dios por demostrarnos tantas veces su existencia y con ello darnos fuerzas para salir adelante, por hacer realidad en este momento un sueño más.

A nuestros padres Alejandra Arias Tobin, Joaquín Moreno Terán, Bertha Julia Bejarano Murrieta y Armando Urquidez Armenta por ser el más perfecto ejemplo de amor y entrega. Por su comprensión, por su compañía, por su paciencia en cada etapa. Gracias Mamá por velar por nosotras, gracias Papá por creer en nosotras. Infinitamente gracias por su apoyo incondicional sin pedir nunca nada a cambio.

A nuestros hermanos Adriana y Alejandra Moreno Arias, Esmeralda e Hiram Urquidez Bejarano por su disposición siempre que los necesitábamos. Gracias por que con sus muestras de cariño hacen más gratos nuestros momentos consintiéndonos y haciéndonos sonreír siempre.

Y a nuestros familiares que de una u otra manera nos han acompañado sin perder la esperanza de que un día esta meta se cumpliría.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sonora y al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS) por darnos la oportunidad de aprender en sus aulas y laboratorios durante el transcurso de la licenciatura en Biología.

A la Acuícola San Esteban por permitirnos realizar las prácticas profesionales en sus instalaciones, además de generar los datos necesarios para nuestra tesis conforme transcurría el ciclo de cultivo de camarón 2010.

A los parametristas y técnicos de laboratorio, al Biól. Arturo López Jiménez encargado del laboratorio de patología de la granja, por introducirnos al mundo de la patología y demostrarnos que al ritmo de la música se obtienen mejores resultados.

A los gerentes de la granja Ing. Sócrates Montes de Oca, Biól. José Camacho, Ing. Jesús Pérez y Biól. Nelson Barreras, a los auxiliares Biól. Enrique Gil, Víctor Méndez, Guadalupe Picos, por incluirnos en su equipo de trabajo durante este tiempo confiando plenamente en nosotras, por su compañerismo y apoyo brindado a “las plebes” gracias!

Especialmente al coordinador de la granja, Biól. Juan Carlos Valle Vega porque además de sus enseñanzas técnicas sobre el sistema de cultivo en la granja nos inculcó grandes enseñanzas de vida, por estar siempre al servicio y encontrar soluciones aun cuando los problemas parecían no tenerla ¡Gracias por ser nuestro mejor jefe!, definitivamente sin usted no hubiera sido igual.

A nuestro tutor y director de tesis Dr. Marco Antonio López Torres, por guiarnos con su ejemplo hacia la especialidad en acuicultura, por estar siempre pendiente de cumplir cada requisito durante nuestros estudios. Por creer desde el principio en sacar adelante esta tesis y hoy es parte de sus logros.

Al comité de tesis M.C. Gerardina Nubes Ortiz, Dr. José Antonio López Elías, Dr. Luis Rafael Martínez Córdova por sus valiosas recomendaciones, por el tiempo invertido para mejorar este trabajo, por su opinión tan acertada y su buena actitud para enriquecer nuestra formación.

A la M.C. Lorena Bringas Alvarado por sus valiosos consejos dentro y fuera del aula, gracias por estar siempre al pendiente de nosotras apoyándonos en cada etapa de la licenciatura.

A nuestros compañeros de generación Eduardo Hernández Navarro (Alelo azul) y Edna León Miranda (Alela verde) por sus atenciones, su entusiasmo y su cariño. Por enseñarnos el valor de la amistad acompañándonos en buenos y malos momentos, amigos como ustedes no se encuentran todos los días “Los amamos alelos”.

A nuestros compañeros de la especialidad en acuicultura M.C. Adolfo Sánchez Romero, M.C. Gabriel López López, Fabián López Rascón, Daniel González, por su compañerismo, ayuda académica y por compartirnos su experiencia en el sector productivo.

A nuestro compañero durante la especialidad en acuicultura y la estancia en la acuícola Enrique Noreña Rivera porque más que un compañero, sin darnos cuenta se convirtió en nuestro amigo, Wewe sabes que más allá de una broma es una muestra de afecto, ¡Sonríe!

A nuestro amigo M.C. Manuel Becerra Dórame porque después de compartir una clase con nosotras tuvimos la oportunidad de conocerlo y hoy lo consideramos como un hermano. Gracias Manuel por estar siempre al pendiente de nosotras, por tus buenos deseos, por tu ayuda y tu disposición en todo momento, porque para ti no hay imposibles.

A Martín Rodrigo Acedo Valdez por tu disposición, tus valiosas palabras, tu ejemplo de fortaleza y por ser fuente de motivación. Gracias por que cada detalle de tu parte hace especial los momentos compartidos.

ÍNDICE

	Página
FORMA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
II.1.Principales factores causantes de enfermedades en camaronicultura	5
II.2.Métodos de detección de enfermedades en camaronicultura	5
II.3. Importancia del análisis bacteriológico en camaronicultura	6
II.4. Importancia del análisis de patología en fresco en camaronicultura	7
II.5. Evaluación y monitoreo de la calidad del agua en camaronicultura	8
II.6. Parámetros de producción en camaronicultura	9
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. HIPÓTESIS	11
V. OBJETIVO GENERAL	12
V.1. Objetivos específicos	12

VI. MATERIALES Y MÉTODOS	13
VI.1.Descripción del área de estudio	13
VI.2.Toma de muestras	15
VI.3.Análisis bacteriológicos	16
VI.3.1. Hemolinfa y hepatopáncreas	16
VI.3.2. Agua y sedimento	17
VI.4.Análisis de patología en fresco	17
VI.5.Análisis fisicoquímicos	19
VI.5.1. Determinación de parámetros fisicoquímicos	19
VI.5.2. Análisis de amonio	19
VI.6.Parámetros de producción	20
VI.7.Análisis estadísticos	20
VII. RESULTADOS	22
VII.1. Análisis bacteriológicos	22
VII.2. Análisis de patología en fresco	35
VII.3. Análisis fisicoquímicos	46
VII.4. Parámetros de producción	58
VIII. DISCUSIÓN	67
IX. CONCLUSIONES	71
X. LITERATURA CITADA	72

LISTA DE TABLAS

Tabla I	Parámetros ideales de la calidad del agua para el cultivo de camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en Sonora.	9
Tabla II	Características de los módulos y sectores de la granja.	15
Tabla III	Rol semanal de análisis bacteriológicos y de patología en fresco.	16
Tabla IV	Estanques correspondientes a cada día según el rol de muestreo semanal.	16
Tabla V	Descripción de los grados de severidad de infecciones, infestaciones y síndromes.	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la acuícola.	13
Figura 2	Vista aérea de la acuícola.	14
Figura 3	Diagrama del montaje de los órganos.	18
Figura 4	Diagrama del análisis de nutrientes.	20
Figura 5	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en hemolinfa crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	23
Figura 6	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en hemolinfa crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	24
Figura 7	Promedio mensual de la concentración de bacterias en hemolinfa del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) crecidas en agar TCBS analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	25
Figura 8	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en hepatopáncreas crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	26
Figura 9	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en hepatopáncreas crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	27
Figura 10	Promedio mensual de la concentración de bacterias en hepatopáncreas del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) crecidas en agar TCBS analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	28
Figura 11	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en agua de cultivo crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	29
Figura 12	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en agua de cultivo crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	30

Figura 13	Promedio mensual de la concentración de bacterias en agua de cultivo del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) crecidas en agar TCBS analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva	31
Figura 14	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en sedimento crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	32
Figura 15	Concentración promedio de bacterias del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) en sedimento crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	33
Figura 16	Promedio mensual de la concentración de bacterias en sedimento del tipo <i>Vibrio</i> (BTV) crecidas en agar TCBS analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	34
Figura 17	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo A del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	36
Figura 18	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo B del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	37
Figura 19	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo C del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	38
Figura 20	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo D del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	39
Figura 21	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo A del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	41
Figura 22	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo B del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	42

Figura 23	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo C del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	43
Figura 24	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo D del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	44
Figura 25	Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para ambos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	45
Figura 26	Temperatura promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	46
Figura 27	Temperatura promedio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	47
Figura 28	Temperatura mensual promedio analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	48
Figura 29	Salinidad promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	49
Figura 30	Salinidad promedio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	50
Figura 31	Salinidad mensual promedio analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	51
Figura 32	Concentración promedio de oxígeno disuelto para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	52
Figura 33	Concentración promedio de oxígeno disuelto para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	53
Figura 34	Concentración promedio mensual de oxígeno disuelto analizado durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	54
Figura 35	Concentración de amonio promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	55

Figura 36	Concentración promedio de amonio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	56
Figura 37	Concentración promedio mensual de amonio analizado durante cuatro meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	57
Figura 38	Biomasa promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	58
Figura 39	Biomasa promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	59
Figura 40	Biomasa promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	60
Figura 41	Sobrevivencia promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	61
Figura 42	Sobrevivencia promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	62
Figura 43	Sobrevivencia promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	63
Figura 44	Rendimiento por hectárea promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	64
Figura 45	Rendimiento por hectárea promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	65
Figura 46	Rendimiento promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en una granja semi-intensiva.	66

RESUMEN

La camaronicultura es una actividad económica donde los procesos utilizados se basan en el conocimiento de factores bióticos y abióticos que influyen en el ciclo vital del animal cultivado, existen agentes que causan enfermedades y ponen en riesgo el sistema. A pesar de que se encuentran presentes en hábitat marino, existen detonantes del su potencial de patogenicidad. En el presente estudio se llevaron a cabo análisis bacteriológicos y de patología en fresco de un cultivo comercial de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja con dos sectores que presentan diferencia en edad de estanquería y tipo de siembra de larva. Se realizaron análisis bacteriológicos de organismos en hemolinfa, hepatopáncreas, así como en agua y sedimento del cultivo en agar TCBS, para cuantificar Bacterias Tipo *Vibrio* (BTV). Se realizó además una análisis de patología en fresco de branquias, intestino y hepatopáncreas de los camarones cultivados, asimismo, se evaluaron parámetros fisicoquímicos en el agua de cultivo (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y amonio) y se analizaron los parámetros de producción (biomasa, sobrevivencia y rendimiento). Los valores de los análisis bacteriológicos fluctuaron entre 1.0×10^3 - 1.48×10^3 UFC/mL en hemolinfa, 9.90×10^3 - 1.23×10^4 UFC/g en hepatopáncreas, 3.63×10^3 - 4.19×10^3 UFC/mL en agua de cultivo y 5.04×10^3 - 6.23×10^3 UFC/g en sedimento. Los análisis de patología en fresco mostraron a la mayoría de los casos analizados en grado 0 y 1 de severidad. Los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron en lo recomendado, con valores promedio de 29.1 °C (temperatura), 36.4 ‰ (salinidad), 4.1 mg/L (oxígeno disuelto) y 0.05 mg/L (amonio). La biomasa promedio fue 16,546 kg/estanque. En general, el monitoreo de carga bacteriana, análisis de patología en fresco y parámetros fisicoquímicos no se relacionaron con factores de riesgo para el cultivo.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad económica importante ya que genera empleos e ingresos en muchos niveles socioeconómicos al estar involucrados todo tipo de profesionistas y genera divisas para los países productores; la camaricultura sobresale del resto de los cultivos acuáticos ya que el valor comercial del crustáceo sobrepasa el de los otros organismos acuáticos cultivados, haciéndola más atractiva para los inversionistas.

En su misión por cubrir la demanda de camarón, la camaricultura compite con la obtención de camarón proveniente de altamar; la captura de camarón ha ido evolucionando y diversificando sus artes de pesca, sin embargo, la extracción del crustáceo ha sido tal que se han llegando a sus límites en cuanto a rendimiento por captura.

La camaricultura comenzó hace miles de años como una actividad exclusivamente de engorda de larvas que eran capturadas del medio natural y se mantenían en encierros rústicos hasta que lograran la talla comercial. Actualmente, estos métodos están mucho más tecnificados; hoy existen laboratorios dedicados a la producción de larvas obtenidas de la cruce controlada de reproductores estrictamente seleccionados. Con esta estrategia han logrado una producción tal que su crecimiento resulta incomparable con las cifras reportadas por pesca.

En 2008, la producción total de organismos acuáticos cultivados fue de 67 millones de toneladas, de las cuales 3 millones de toneladas fueron de camarón; 130 mil toneladas fueron producidas en México (FAO, 2011).

Particularmente el estado de Sonora produjo alrededor de 81 mil toneladas de camarón blanco en el año 2009, dándose un declive en el año 2010, ya que solo se lograron cosechar 49 mil toneladas de estos crustáceos. La disminución de casi el 50% en la producción se asocia a que durante este ciclo productivo se tuvo la presencia del virus de la enfermedad de la mancha blanca (WSSV) en prácticamente todo el Estado (COSAES, 2011).

En Sonora, la camaricultura se hizo muy popular pues se han visto los beneficios económicos que representa el cultivo de camarón, además del enorme potencial que hay en esta zona, ya que las condiciones como: clima extremoso (que permite el secado total e

insolación de los estanques durante varios meses del año) así como la calidad de suelo y agua, son propicias (Martínez-Córdova *et al.*, 2009b).

La intensidad y la tecnificación del cultivo clasifican los sistemas como extensivos e intensivos; un sistema extensivo es un cultivo de baja intensidad y poca tecnología, en el que se aprovechan condiciones naturales favorables. Mientras que los sistemas intensivos y semi-intensivos están más controlados y son de mayor rendimiento, en los que el grado de tecnología e intervención es mucho mayor a los extensivos (Martínez-Córdova *et al.*, 2009a).

Uno de los problemas que afecta y limita el crecimiento de la acuicultura, concretamente de la camaronicultura son las enfermedades, y se sabe que las causas principales para la aparición de éstas, generalmente se encuentran relacionadas con las malas prácticas de manejo, movilidad de animales vivos infectados e introducción de especies exóticas (Unzueta-Bustamante *et al.*, 2004).

Es importante tomar en cuenta que en los sistemas cerrados como lo es la estanquería de las granjas camaroneras, el dinamismo de nutrientes se ve reducido en comparación con los sistemas abiertos y por lo tanto afectan la calidad del agua. La mayoría de los agentes patógenos se encuentran presentes en el medioambiente así como en el interior de los organismos como parte de su microbiota intestinal, sin embargo, es la intensificación del sistema de cultivo, asociado a las altas densidades que llega a deteriorar la calidad del agua y del sedimento, creando un ambiente estresante para los organismos y es aquí como se inicia el problema de salud de los organismos (Fernandes *et al.*, 2010).

Otro factor que favorece a la dispersión de patógenos es la cercanía entre las granjas camaronícolas debido al sistema de toma y descarga de agua; estos sistemas crean un medioambiente artificial que favorece la selección y proliferación de diversos agentes infecciosos que pueden afectar considerablemente la sobrevivencia y el crecimiento de los organismos bajo cultivo (Jiravanichpaisal *et al.*, 1994).

Entre los patógenos que afectan directamente al camarón podemos mencionar protozoarios (como las gregarinas), bacterias, que causan entre otros padecimientos la necrosis hepatopancreática (NHP) y vibriosis, los virus como el virus de la necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética (IHHNV), virus del síndrome de Taura (TSV) y el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) (Morales Covarrubias, 2004a).

Debido a las epizootias presentadas en los sistemas de cultivo se han creado estrategias de manejo y prevención de enfermedades, al conjunto de estas acciones se le ha dado el concepto de bioseguridad.

La bioseguridad se refiere al conjunto de medidas pro-activas encaminadas a la prevención y/o disminución del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas bacterianas o virales y parasitarias, a poblaciones de animales limpios y sanos (Lightner *et al.*, 2002).

Entre las medidas de bioseguridad utilizadas en granjas camaronícolas están: a) control de accesos, es la creación de vados y arcos sanitarios específicos para cada micro región, así como la operación de casetas sanitarias y registro de acceso, b) desinfección de vehículos y equipo de trabajo, esta se realiza al ingreso del parque acuícola o granja, utilizando desinfectantes de amplio espectro y el equipo de trabajo deberá desinfectarse siempre que se utilice en un estanque y antes de utilizarse en otro, así como antes de ingresar al almacén una vez que se ha terminado de utilizar, c) recirculación de agua, con el propósito de minimizar riesgos de transmisión de enfermedades de alto impacto, queda prohibido para todas las granjas descargar aguas en cuerpos de agua que son fuente de abastecimiento de ellas mismas o de otras granjas, d) restauración de estanques, que incluye cosechar toda la granja, aplicar cal, secar y arar; para evitar la acumulación de materia orgánica ya que este proceso puede favorecer la proliferación de bacterias, protozoarios, virus, hongos y otros patógenos que puedan poner en peligro la salud del cultivo (COSAES, 2005).

Las infecciones bacterianas que son detectadas a tiempo pueden controlarse con antibióticos de amplio espectro. En cambio, los virus, por su dificultad para ser combatidos, su resistencia, sus mecanismos de acción y la morbilidad que presentan en el cultivo, están catalogados dentro de los patógenos más devastadores (Lightner *et al.*, 1997). Éstos patógenos son fácilmente transportados de una región a otra gracias a múltiples actividades antropogénicas, incluyendo todas las relacionadas con la acuicultura (transporte de reproductores, larvas, productos congelados, equipo y material, manejo de aguas de desecho), convirtiéndose en agentes patógenos que presentan un problema global de alto impacto (Durand *et al.*, 2000).

En base a lo anterior se considera necesario llevar a cabo monitoreos sistemáticos de los organismos cultivados bajo diferentes condiciones para evaluar la presencia de diferentes patógenos, y de esta manera estar en condiciones de emprender las acciones pertinentes para su control.

El presente estudio se enfocó a llevar a cabo análisis bacteriológicos y de patología en fresco de un cultivo comercial de camarón blanco, *L. vannamei* en una granja comercial que consta de dos sectores que presentan diferencia en la edad de la estanquería (3 ciclos de cultivo) y el tipo de siembra de larva (transferencia de raceways y siembra directa).

II. ANTECEDENTES

II.1. Principales Factores Causantes de Enfermedades en Camaronicultura

A pesar del incremento en los volúmenes cosechados en las últimas décadas, se ha observado que estos números se han estancado e incluso disminuido en el pasado ciclo de cultivo 2010, lo cual fue debido principalmente a las enfermedades asociadas a estos cultivos.

Una enfermedad es el resultado de la interacción de los organismos, el ambiente y el agente patógeno; por lo tanto para determinar el estado de salud de los organismos se deben tener en cuenta todos estos componentes (Unzueta Bustamante, 2002).

Existen ciertos factores bióticos y abióticos que afectan los resultados del cultivo; las enfermedades bióticas son las que tienen a organismos vivos como su agente causal, mientras que las abióticas son causadas por extremos físicos o ambientales presentes en el cultivo (Lightner *et al.*, 2002). Al manipular estas variables, el organismo reacciona de distintas maneras, es decir, al estar presente un patógeno o varios y las condiciones no son buenas, el organismo se ve más susceptible a desarrollar la enfermedad; por el contrario si las condiciones son adecuadas el organismo experimentará una baja virulencia del patógeno.

Se sabe que las enfermedades de los crustáceos cultivados dependen, entre otras cosas, del tipo de sistema de cultivo, ya que mientras más intensivo sea mayor será el riesgo y los problemas que puedan presentarse (Unzueta Bustamante, 2002).

II. 2. Métodos de Detección de Enfermedades en Camaronicultura

Es importante monitorear la presencia de patógenos desde el inicio y durante todo el ciclo de cultivo, y si se llegaran a encontrar presentes, se deben de establecer las estrategias necesarias para evitar mortalidades altas en el cultivo (Esparza *et al.*, 2007) o evitar que se propague a otros estanques, granjas o regiones.

El crecimiento de esta industria depende en gran medida de establecer un control sanitario para evitar la dispersión de agentes infecciosos a otras granjas y al medio natural (De la Rosa *et al.*, 2006).

Para controlar la diseminación de enfermedades y epizootias en la acuicultura, se considera de máxima prioridad la puesta en marcha de métodos y técnicas que permitan un diagnóstico rápido de dichas enfermedades y cuando sea posible, el reconocimiento temprano de los agentes etiológicos en la población, en el ambiente de cultivo o ambos.

Para la detección y diagnóstico de enfermedades se utilizan métodos clásicos como la microbiología, la revisión de patología en fresco y la histología. También existen métodos moleculares como los métodos serológicos con anticuerpos monoclonales y pruebas genéticas, por ejemplo hibridación *in situ*, dot blot y PCR (Unzueta Bustamante, 2002).

Rutinariamente en las granjas de engorda de camarón se realizan diagnósticos basados en signos generales y clínicos: observaciones al microscopio de tejido en fresco, histología e histoquímica donde se comparan tejidos sanos (normales) y enfermos (afectados por agentes patológicos) y para ello, generalmente se requiere que la infección se encuentre claramente establecida (De la Rosa *et al.*, 2006). Frecuentemente es necesario complementar las técnicas ya dominadas en el campo con las técnicas moleculares, para así tener un diagnóstico preciso y anticipado a las manifestaciones clínicas que se observan en los análisis en fresco.

II.3. Importancia del Análisis Bacteriológico en Camaronicultura

Dentro de las enfermedades de mayor importancia para la acuicultura por su incidencia se encuentran las bacterianas (Álvarez *et al.*, 2000), ya que estos microorganismos habitan tanto en el medioambiente como en otros seres vivos que están en contacto con los animales cultivados; algunas de estas bacterias son patógenos facultativos listos a atacar cuando el camarón está sometido a estrés (Lightner *et al.*, 2002).

Las bacterias gram-negativas del género *Vibrio* son ejemplo de lo anteriormente mencionado ya que se han registrado en fase larvaria y adulta del camarón, causando problemas en el cultivo como el crecimiento lento y mortalidades altas (Gómez *et al.*, 2001);

sin embargo solamente causan mortalidades muy altas cuando se rompe el equilibrio o cuando el sistema inmune del camarón esta suprimido, por diversos factores (Morales Covarrubias, 2004b).

Por lo tanto, es importante cuantificar y monitorear las poblaciones bacterianas, tanto en agua, fondos y en los organismos; se recomienda que estos análisis se realicen semanal o quincenalmente, ya que este comportamiento indicará los tratamientos recomendados para su control (COSAES, 2005).

El análisis bacteriológico de agua se debe realizar en toda la granja (el canal de llamada, canal reservorio y estanques). También es necesario analizar los fondos de los estanques (sedimento), ya que en ellos se depositan los desechos orgánicos (COSAES, 2005). Es importante analizar órganos y tejidos del camarón, ya que ciertas especies de *Vibrio* que comparten hábitat con el crustáceo, también suele formar parte de su microflora normal y habitar la superficie de la cutícula e incluso colonizar áreas del tracto intestinal o del hepatopáncreas (Lightner *et al.*, 2002).

II.4. Importancia del Análisis de Patología en Fresco en Camaronicultura

Esta técnica se utiliza para monitorear el estado de salud de los organismos y realizar diagnósticos presuntivos; consiste en la disección del organismo para observar alteraciones y patógenos presentes en órganos y tejidos.

Las muestras que deben tomarse son: branquias, hepatopáncreas, intestino, músculo y gónadas; a éstas se les colocan unas gotas de solución salina estéril y se observan al microscopio óptico en búsqueda de epicomensales, deformación tubular, gregarinas, microsporidios, cambios de coloración, cuerpos de inclusión viral, entre otros según el órgano o tejido del que se trate, luego se realizan observaciones y se determina un grado de severidad (Morales Covarrubias, 2004).

II.5. Evaluación y Monitoreo de la Calidad del Agua en Camaronicultura

El agua es el medio en que se desarrollan los organismos acuáticos y de la calidad de ésta es que dependerá su desarrollo, es por ello que se debe buscar la mejor fuente de abastecimiento (Martínez Córdova *et al.*, 2009a).

Existe un intervalo adecuado de factores fisicoquímicos y biológicos que son necesarios para garantizar el éxito del cultivo, dentro de los factores más importantes que llegan a afectar el crecimiento y sobrevivencia se incluyen:

Temperatura: tiene un efecto en los procesos químicos y biológicos de un cultivo, los organismos sometidos a una temperatura fuera de su rango óptimo presentan funciones metabólicas no adecuadas.

Salinidad: regula el equilibrio osmótico que debe existir entre los organismos y su medio, fuera de su rango óptimo el desempeño del organismo se ve afectado.

Oxígeno disuelto: se requiere para la sobrevivencia y crecimiento, bajas concentraciones limitan la respiración y actividad metabólica.

pH: aunque el valor se encuentre elevado o bajo los organismos pueden sobrevivir, aunque su desempeño será menor debido al estrés.

Nutrientes: se originan como producto del metabolismo (nitrógeno amoniacal, fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos) y son necesarios para el desarrollo del fitoplancton, pero en concentraciones altas pueden dañar a los organismos cultivados (Arredondo Figueroa *et al.*, 1998) y (Martínez Córdova *et al.*, 2009a).

Hay muchos problemas que se presentan con la calidad del agua en sistemas de cultivo, la mayoría de ellos se pueden controlar si se conocen los parámetros de calidad del agua y sus variaciones (Tabla I).

Tabla I. Parámetros ideales de la calidad del agua para el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en Sonora (COSAES, 2005).

PARÁMETRO	INTERVALO IDEAL
Temperatura (°C)	23 –30
Salinidad (‰)	35 –42
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.0 –10.0
pH	8.1 –9.0
Amonio total (mg/L)	0.1 –1.0

II.6. Parámetros de Producción en Camaronicultura

La condición de salud, así como el historial de los parámetros fisicoquímicos y de calidad del agua, deberán ser utilizados para crear un criterio que permita emprender las acciones pertinentes para mantener un cultivo sano, en el que las mermas se vean reducidas al mínimo.

Al final del ciclo de cultivo se calculan los parámetros de producción, esta información generalmente se encuentra reportada como tasa de sobrevivencia (la relación entre organismos sembrados y organismos cosechados), biomasa (la cantidad de kilogramos cosechados), tasa de crecimiento (peso ganado en determinado lapso de tiempo), tasa de conversión de alimentos (relación entre el peso de alimento consumido y el peso ganado), rendimiento (la cantidad de kilogramos cosechados en una determinada área), que permitirán dar una idea a cerca del éxito del cultivo.

III. JUSTIFICACIÓN

La investigación en acuicultura no cuenta con apoyo económico suficiente a pesar de que diversas instituciones académicas están involucradas en este campo. Por estas carencias presupuestales, además de cuestiones de practicidad y tiempo generalmente se realizan bioensayos a escalas muy pequeñas en comparación con las dimensiones que esta actividad ocupa en la práctica.

Por otro lado, el sector productivo cuenta con la suficiente práctica y la mayoría de sus habilidades e ideas han surgido en el campo laboral de manera empírica, razón por la cual en este campo existen profesionistas que no necesariamente se han formado con bases científicas o que no conocen la metodología necesaria para realizar un ensayo en sus instalaciones.

Debido a lo anteriormente mencionado, no existe una estandarización real en las técnicas de producción entre granjas camaronícolas y es de vital importancia implementar técnicas que puedan mejorar el desarrollo de los organismos, además de que sean ecológicamente amigables con el medio ambiente, esto repercutirá positivamente en la salud y producción de los organismos de cultivo. Consecuentemente, es de interés para ambas partes que se realicen estudios de este tipo en los cuales se fusionen los conocimientos y se compartan experiencias para complementarse y obtener los mejores productos.

Sin duda el monitoreo permanente de las condiciones del cultivo durante todo su ciclo de producción, son una herramienta primordial para detectar problemas patológicos potenciales y poder actuar a tiempo para poder controlarlos.

IV. HIPÓTESIS

Dadas las distintas condiciones de los dos sectores de la granja, es factible encontrar diferencias en la abundancia de bacterias tipo *Vibrio*, la condición de salud y los parámetros fisicoquímicos, resultados que se verán reflejados en los parámetros de producción.

V. OBJETIVO GENERAL

Determinar la abundancia de bacterias tipo *Vibrio*, la condición de salud, los parámetros fisicoquímicos y de producción, de un cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en dos sectores de una granja semi-intensiva con diferencias en edad y manejo.

V.1. Objetivos Específicos

Determinar la abundancia de bacterias tipo *Vibrio* en hemolinfa, hepatopáncreas, sedimento y agua de los estanques de ambos sectores.

Describir la condición de salud de los camarones mediante un análisis de patología en fresco de branquias, intestino y hepatopáncreas.

Determinar los parámetros fisicoquímicos de la estanquería a lo largo del ciclo de producción.

Comparar los parámetros de producción del camarón en los dos sectores de la granja.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Descripción del Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en una granja que se localiza en el municipio de Hermosillo en el estado de Sonora, México. Sus coordenadas geográficas se ubican entre los $28^{\circ} 38'28.41''$ latitud Norte y $111^{\circ} 47'19.81''$ longitud Oeste; 115 Km al suroeste de la capital sonorense (Figura 1).

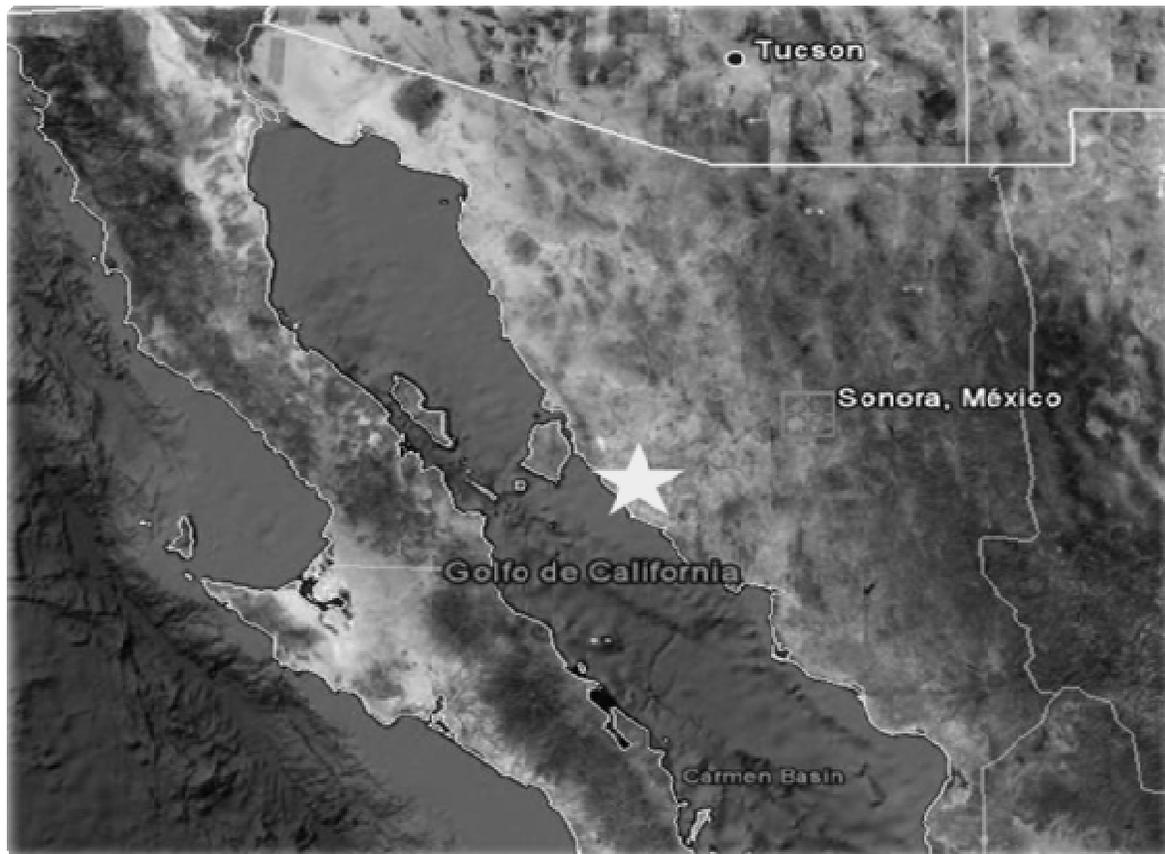


Figura 1.- Ubicación de la acuícola.

En la granja se lleva a cabo un cultivo de tipo semi-intensivo; las dimensiones de los estanques varían entre 3 y 5 hectáreas, con 0.9 – 1.2 m de profundidad (Figura 2).

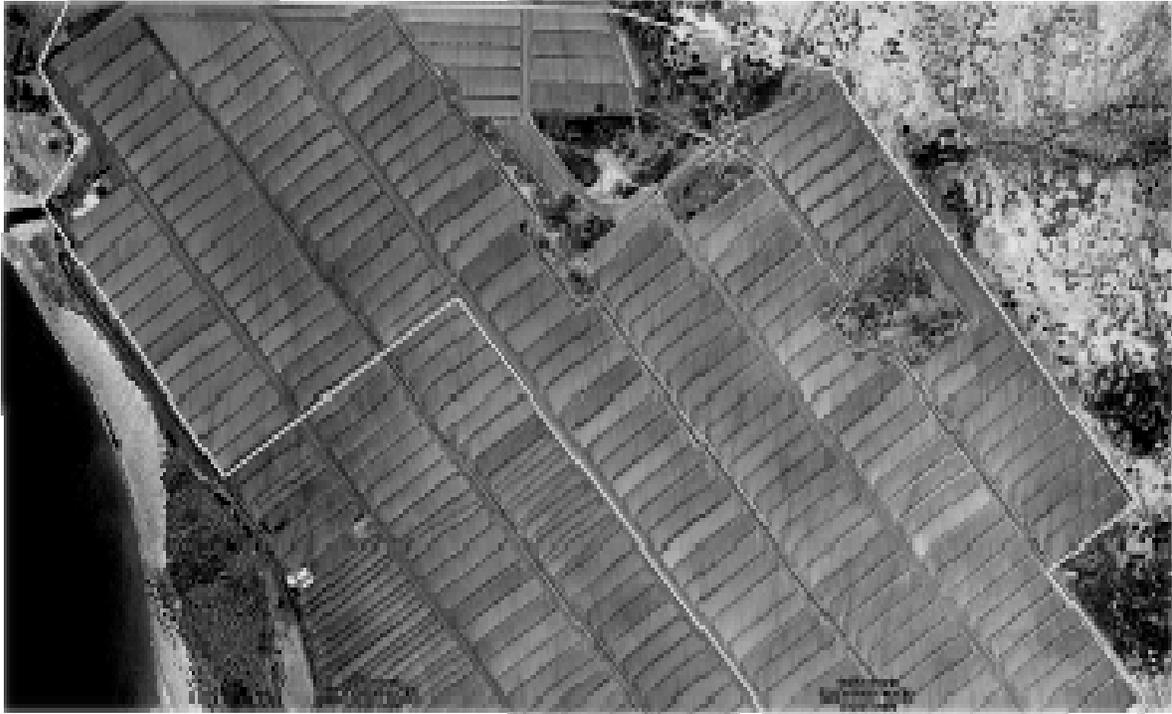


Figura 2.- Vista aérea de la acuícola.

La granja se divide en dos sectores, cada uno consta de 90 estanques y sus principales diferencias son la edad funcional de la estanquería. El sector 1 fue construido y utilizado 3 ciclos de cultivo antes que el sector 2; además fueron sembrados por diferente técnica (el sector 1 con organismos previamente maternizados en raceways y el sector 2 por transferencia directa de la postlarva). Para fines prácticos y de análisis, la estanquería se dividió en 4 módulos nombrados con las letras A, B, C y D para cada sector. En la tabla II se describen cada uno de los 8 módulos.

Tabla II. Características de los módulos y sectores de la granja.

	MÓDULO	HECTÁREAS	ESTANQUES
SECTOR 1	A	65.1	1 – 14
	B	95.8	15 – 34
	C	86	35 – 51
	D	195	52 – 90
SECTOR 2	A	52.7	91 – 100
	B	144	101 – 129
	C	144	130 – 159
	D	103	160 – 180

VI.2. Toma de Muestras

Quincenalmente se realizó un análisis bacteriológico de organismos, agua y sedimento de cada estanque (Tabla III). Se extrajo muestra de hemolinfa y hepatopáncreas de camarones durante una semana; agua y sedimento del estanque la siguiente semana. Se tomaron 5 camarones con la ayuda de una atarraya desde el muelle del centro del estanque y se trasladaron en cubetas con agua al laboratorio donde se mantuvieron con aireación hasta el momento de ser utilizados para el análisis de hepatopáncreas y hemolinfa. En el caso de análisis bacteriológico de agua y sedimento del estanque, las muestras se tomaron con un tubo de ensaye estéril (25 mL) y un nucleador de PVC de 2 pulgadas de diámetro (50 gramos), respectivamente.

Al mismo tiempo se tomaron 10 organismos de cada estanque correspondiente para llevar a cabo un análisis de patología en fresco, el cual se realizó diariamente por distintos estanques de ambos sectores (Tabla IV).

Tabla III. Rol semanal de análisis bacteriológicos y de patología en fresco.

	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS	ANÁLISIS DE PATOLOGÍA EN FRESCO
SEMANA 1	Hemolinfa y hepatopáncreas	Branquias, intestino y hepatopáncreas
SEMANA 2	Agua de cultivo y sedimento	Branquias, intestino y hepatopáncreas

Tabla IV. Estanques correspondientes a cada día según el rol de muestreo semanal.

DÍA / ESTANQUES	MAR	MIER	JUE	VIER	SÁB	DOM	LUN
SECTOR 1	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	Preparar
SECTOR 2	91-105	106-120	121-135	136-150	151-165	166-180	material

VI.3. Análisis Bacteriológicos

VI.3.1. Hemolinfa y hepatopáncreas

Hemolinfa: para el análisis bacteriológico de este tejido se tomó una muestra de aproximadamente 0.2mL de cada camarón con la ayuda de una jeringa estéril la cual se vertió sobre la placa de agar TCBS (Difco), se esparció en toda la placa con ayuda de un asa bacteriológica estéril.

Hepatopáncreas: se tomó una muestra de hepatopáncreas de varios camarones hasta completar aproximadamente 0.5g, esta muestra se maceró y se tomó una porción con una asa bacteriológica calibrada de 5 mm. de diámetro (200µL) para sembrar por esparcimiento en la superficie de una placa de agar TCBS.

VI.3.2. Agua y sedimento

Agua: la muestra se tomó directamente del estanque con tubos de ensaye estériles; para la siembra la muestra se homogenizó por agitación y se tomó una alícuota de agua con el asa bacteriológica calibrada (200µL) y se sembró esparciendo en la placa de agar TCBS como se describió anteriormente.

Sedimento: con ayuda de un nucleador se tomó una muestra del sedimento que conforma el fondo del estanque y se conservó en una bolsa de plástico estéril previamente etiquetada, hasta el momento de su análisis. Para realizar la siembra, la muestra se preparó de la siguiente manera: se tomó 1g del sedimento y se mezcló con 9mL de solución salina estéril y se homogenizó por agitación manual. La muestra se sembró en agar TCBS como se describió con anterioridad.

Las placas de agar TCBS se incubaron a una temperatura de 35 – 37°C durante 24 horas; para después realizar el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC), ajustando a la dilución donde fue necesario.

VI.4. Análisis de Patología en Fresco

Se realizaron diagnósticos mediante el análisis de patología en fresco que consistió en el montaje de branquias, intestino y hepatopáncreas en portaobjetos limpios con ayuda de un microscopio compuesto (Zeiss).

Para este análisis a 6 de los 10 camarones muestreados se les analizó branquias, intestino y hepatopáncreas, y a los 4 restantes sólo se les analizó hepatopáncreas.

Los órganos se obtuvieron removiendo la cabeza con ayuda de unas pinzas finas de disección para extraer branquias, intestino y hepatopáncreas, se colocaron en portaobjetos y se les añadió una gota de solución salina (Figura 3).

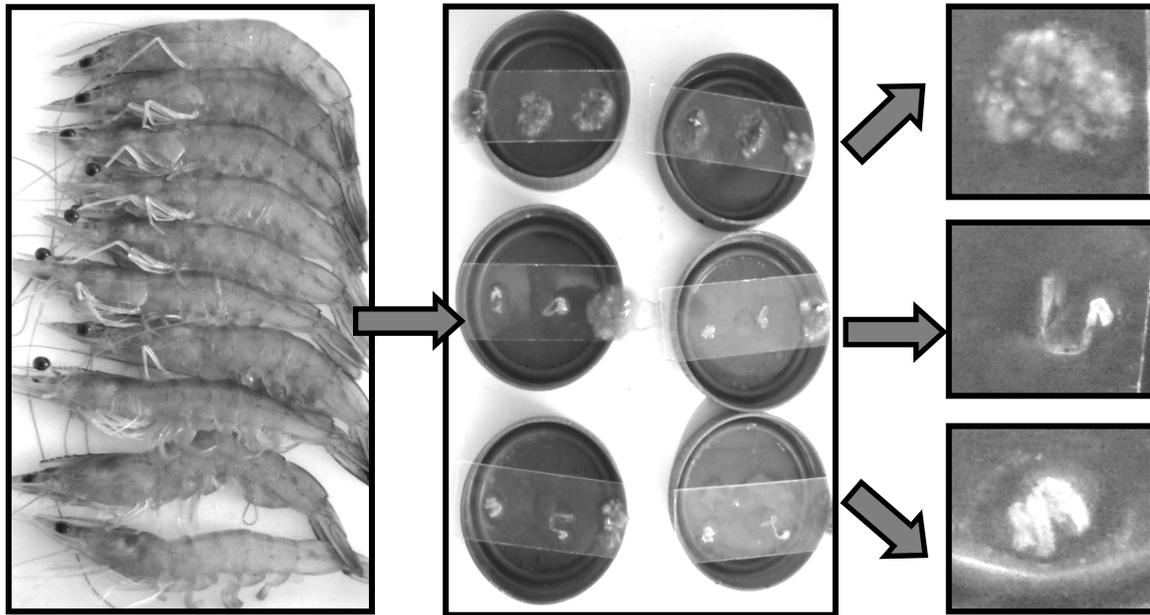


Figura 3.- Diagrama del montaje de los órganos.

Los órganos se observaron al microscopio y se les dio un valor numérico cualitativo de grado de severidad a la infección, infestación o síndrome basado en la clasificación de Lightner, 1996 (Tabla V).

Tabla V. Descripción de los grados de severidad de infecciones, infestaciones y síndromes (Lightner, 1996).

GRADO	DESCRIPCIÓN
0	No presentan signos de infección por patógenos, parásitos o epicomensales. No presentan lesiones características de síndromes.
1	Presencia muy baja de patógenos, parásitos o epicomensales. En aquellos donde se tiene un número estándar permitido, este se encuentra justo arriba del límite normal. Se observan pocas lesiones características del síndrome.
2	Se observa la presencia baja y moderada de patógenos, parásitos o epicomensales. Se observan muchas lesiones características del síndrome.
3	Se observa la presencia baja y moderada de patógenos, parásitos o epicomensales.

Se observan muchas lesiones características del síndrome. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento.

4 Se observan gran cantidad de patógenos, parásitos o epicomensales. Se observan severas lesiones características del síndrome. Muy letal, con altas mortalidades.

VI.5. Análisis Físicoquímicos

VI.5.1. Determinación de parámetros físicoquímicos

En cada uno de los 180 estanques se realizaron mediciones de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, utilizando una sonda multi parámetros YSI 85. Se hicieron 3 mediciones diarias *in situ*, a las 8:00, 18:00 y 23:00 horas, desde la compuerta de salida.

VI.5.2. Análisis de amonio

El amonio en el agua de cultivo se midió con un espectrofotómetro HACH DR 2700[®], siguiendo la técnica descrita en el manual del equipo.

Las muestras de agua se tomaron directamente del estanque en tubos de ensaye previamente rotulados; en el laboratorio se vertieron 25mL de agua de la muestra en matraces y respetando los tiempos del espectrofotómetro se hizo la lectura de los valores de amonio (Figura 4).

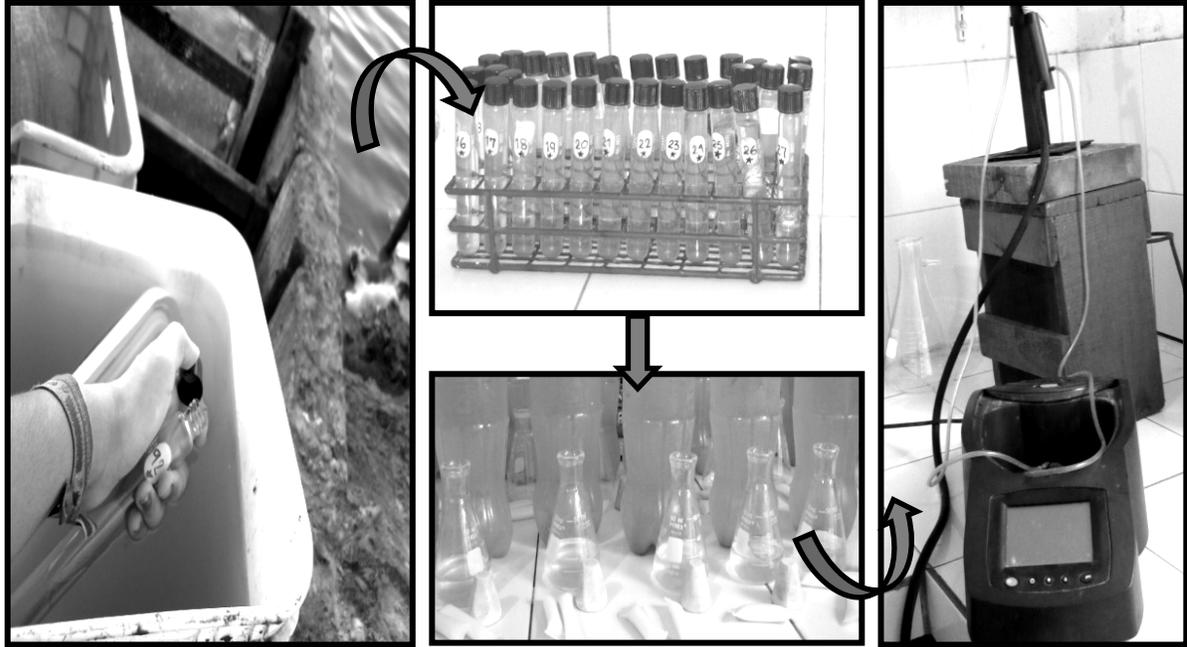


Figura 4.- Diagrama del análisis de amonio.

VI.6. Parámetros de Producción

Los datos de biomasa total (talla y edad promedio), sobrevivencia y rendimiento por hectárea se obtuvieron tomando en cuenta los datos generados durante la cosecha y pre-cosecha de los organismos por estanque, entre los meses de julio y septiembre.

VI.7. Análisis Estadísticos

Los conteos de bacterias crecidas en TCBS (BTV) se transformaron con el Log_{10} , para normalizar los datos; para el análisis de los otros parámetros se tomaron los valores sin transformar.

Se compararon los módulos de los dos sectores a través de un análisis de varianza de una vía y de pruebas de comparación múltiple para encontrar diferencias entre los módulos y los sectores estudiados. El paquete estadístico utilizado fue el ProStat versión 3.0.

Se realizaron gráficas de frecuencia para los análisis de patología en fresco.

VII. RESULTADOS

A continuación se describen los resultados de los análisis realizados durante el trabajo así como los resultados de producción generados por la granja.

VII.1. Análisis Bacteriológicos

VII.1.1. Hemolinfa

En el sector 1 la mayor concentración promedio de BTV en hemolinfa fue de $1.48 \times 10^3 \pm 1.06 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo C, mientras que la menor concentración fue de $1 \times 10^3 \pm 0.24 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo D. En el sector 2 la mayor concentración promedio de BTV en hemolinfa fue de $1.42 \times 10^3 \pm 0.92 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo B, en tanto que la menor concentración fue de $1.01 \times 10^3 \pm 0.17 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo D (Figura 5).

Entre sectores los valores o promedio de BTV en hemolinfa fueron similares, promediados para el sector 1 de $1.17 \times 10^3 \pm 0.51 \times 10^3$ UFC/mL y para el sector 2 de $1.18 \times 10^3 \pm 0.64 \times 10^3$ UFC/mL. No se encontró diferencia estadística significativa (Figura 6).

En el análisis por meses, los valores promedio máximos y mínimos de BTV en hemolinfa fueron $1.05 \times 10^3 \pm 0.57 \times 10^3$ UFC/mL en el mes de junio y $8.0 \times 10^2 \pm 0.40 \times 10^3$ UFC/mL en el mes de agosto, respectivamente, sin distinción estadística entre ellos (Figura 7).

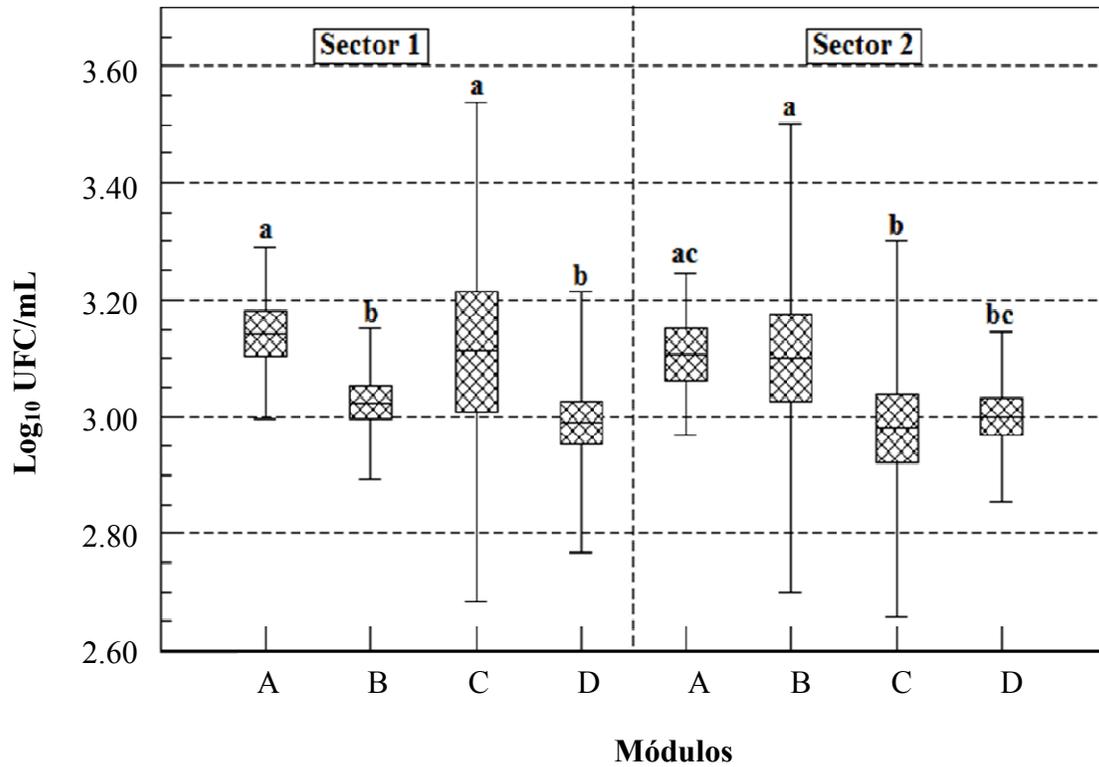


Figura 5. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ en hemolinfa crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes establecen diferencias estadísticas entre módulos de cada sector.

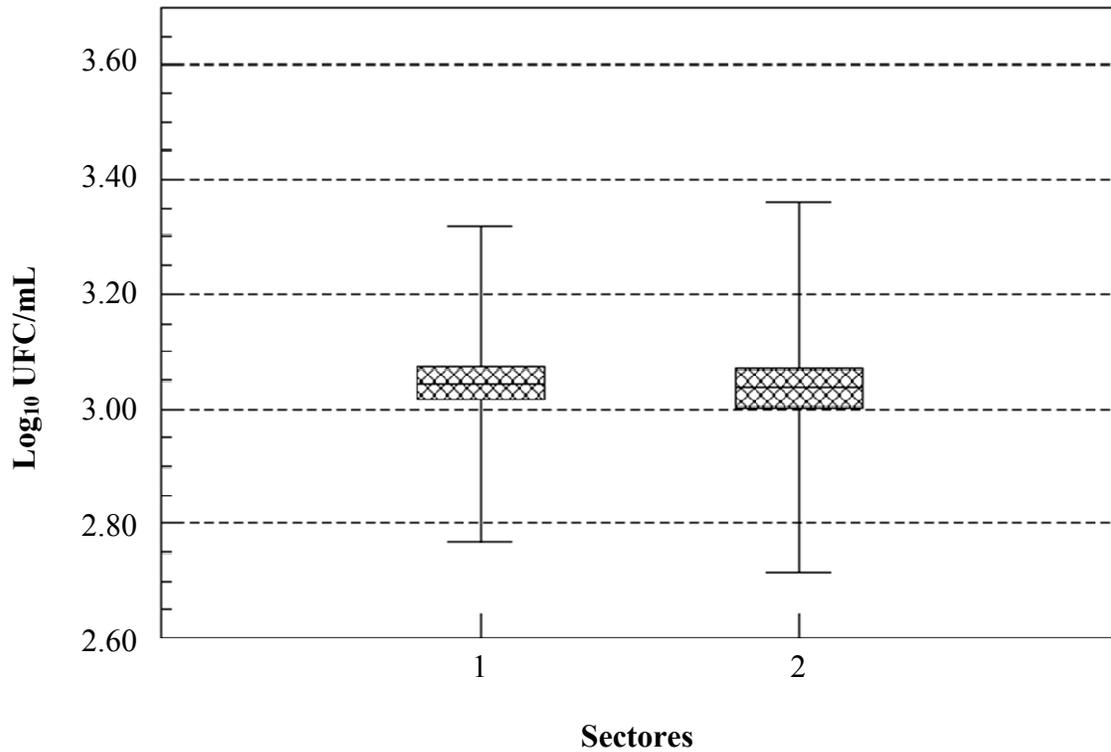


Figura 6. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ en hemolinfa crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística entre los sectores.

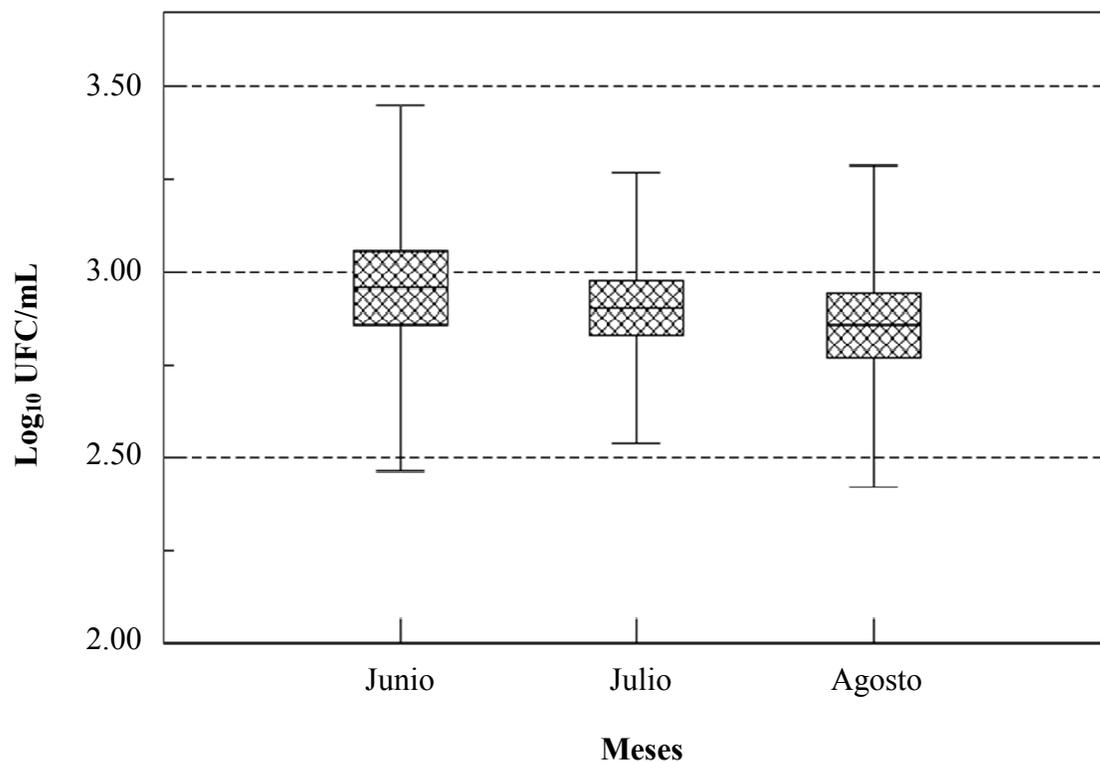


Figura 7. Promedio mensual de la concentración de BTV en Log₁₀ en hemolinfa cuantificadas durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística entre los meses.

VII.1.2. Hepatopáncreas

En el sector 1 la mayor concentración promedio de BTV en hepatopáncreas fue de $1.23 \times 10^4 \pm 0.41 \times 10^4$ UFC/g en el módulo B, y la menor concentración fue de $9.90 \times 10^3 \pm 2.50 \times 10^3$ UFC/g en el módulo D. En el sector 2 la mayor concentración promedio fue de $1.37 \times 10^4 \pm 0.26 \times 10^4$ UFC/g en el módulo A, mientras que la menor concentración fue $9.60 \times 10^3 \pm 3.70 \times 10^3$ UFC/g en el módulo C (Figura 8).

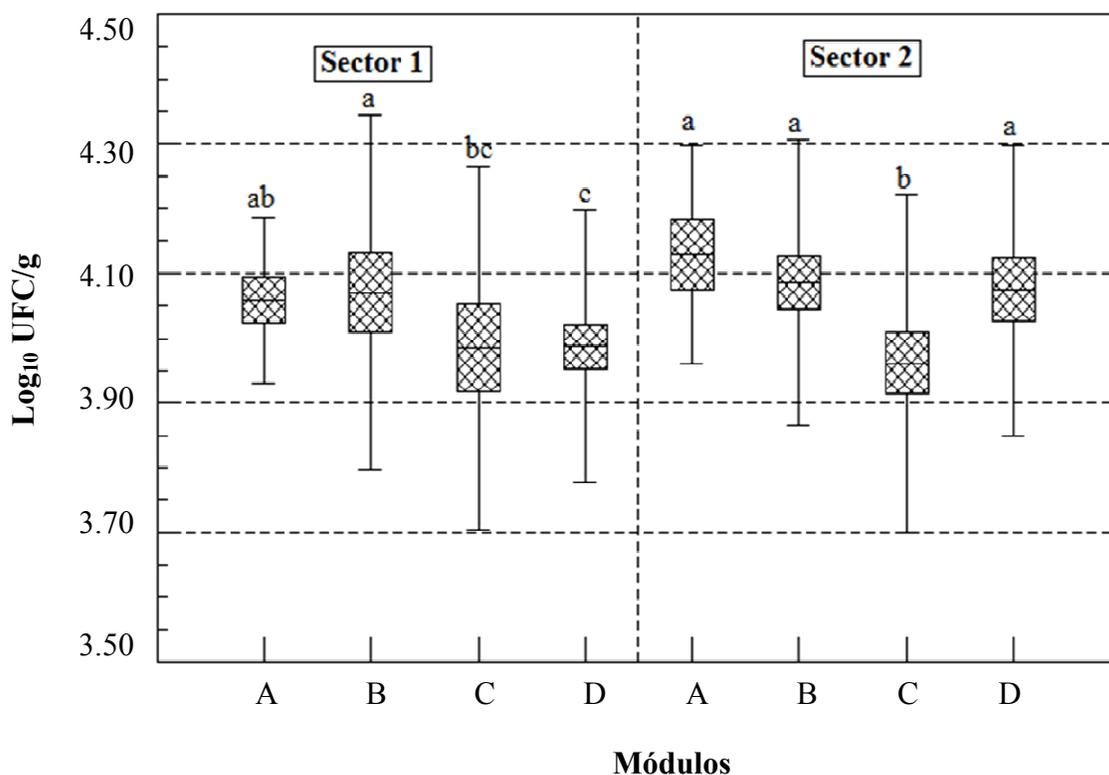


Figura 8. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ en hepatopáncreas crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencias estadísticas entre módulos de cada sector.

Entre sectores los valores promedio de BTV en hepatopáncreas fueron similares, no presentan diferencias estadísticas, con promedio para el sector 1 de $1.16 \times 10^4 \pm 0.42 \times 10^4$ UFC/g y el sector 2 con $1.07 \times 10^4 \pm 0.31 \times 10^4$ UFC/g (Figura 9).

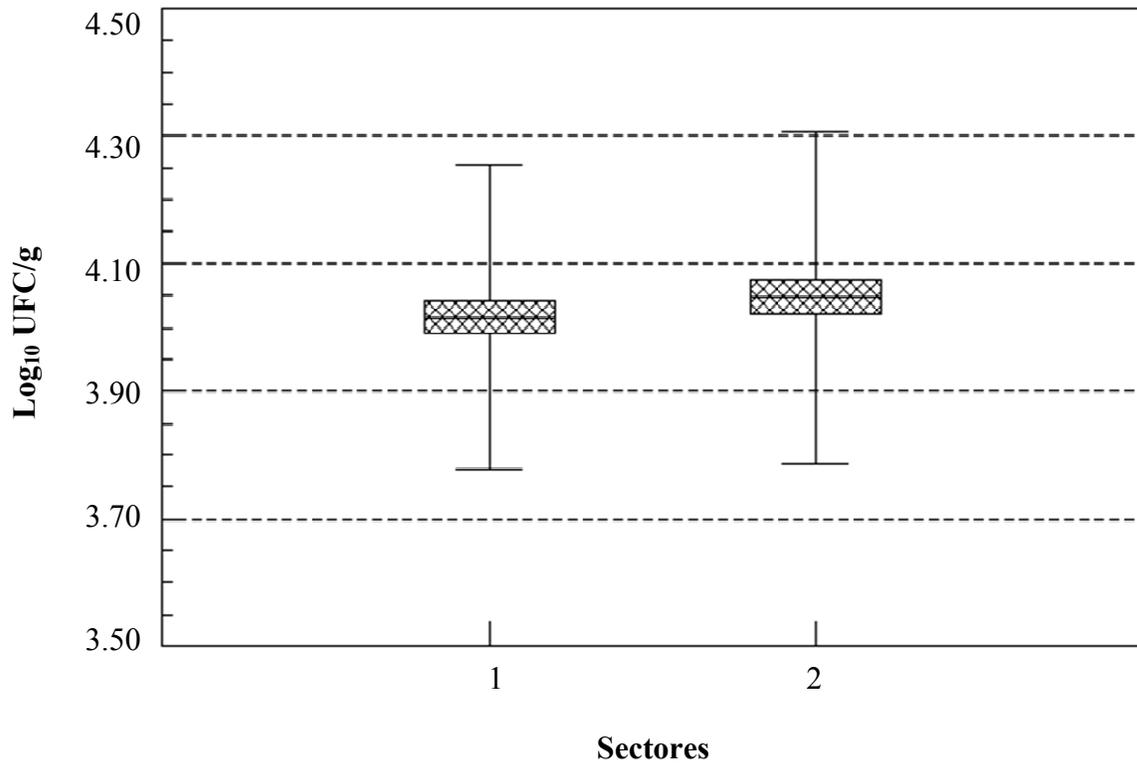


Figura 9. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log_{10} en hepatopáncreas para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre los sectores ($p > 0.05$).

En el análisis por meses, los valores máximos y mínimos de concentración de BTV en hepatopáncreas fueron $1.38 \times 10^4 \pm 0.70 \times 10^4$ UFC/g en el mes de julio y $8.10 \times 10^3 \pm 4.50 \times 10^3$ UFC/g en el mes de agosto (Figura 10).

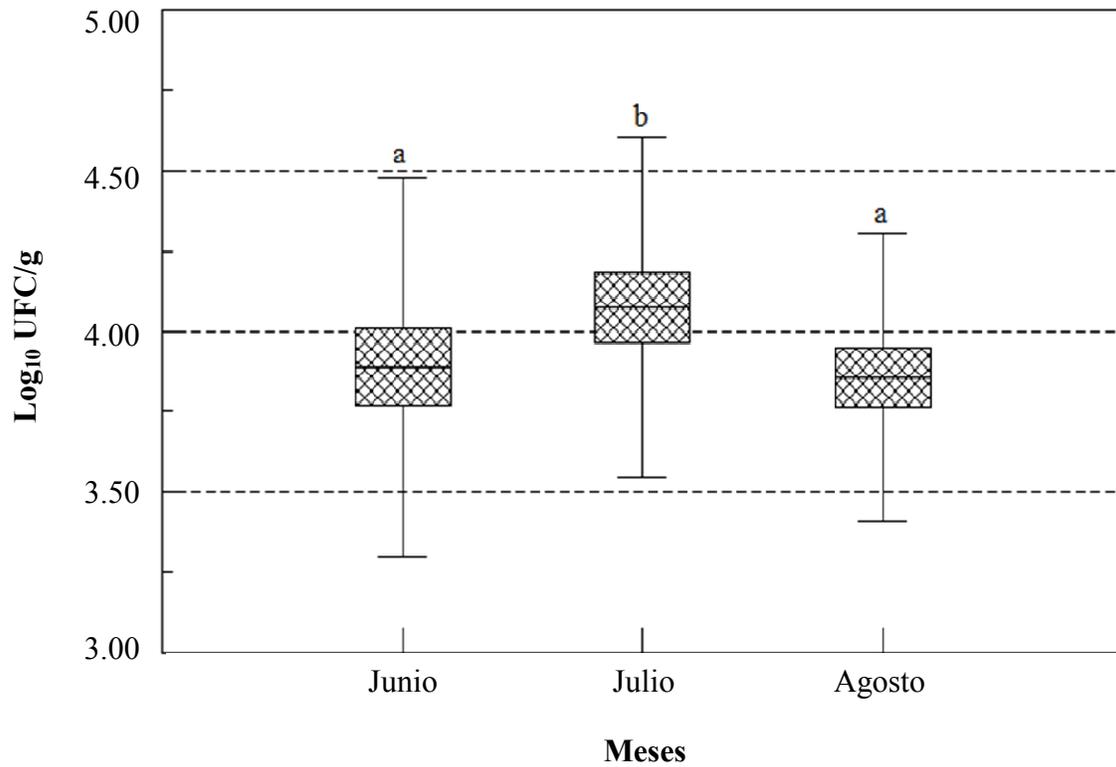


Figura 10. Promedio mensual de la concentración de bacterias en hepatopáncreas del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ crecidas en agar TCBS analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística ($p < 0.05$).

VII.1.3. Agua de cultivo

En el sector 1 la mayor concentración promedio de BTV en agua de cultivo fue de $4.19 \times 10^3 \pm 1.06 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo B, en tanto que la menor concentración fue de $3.63 \times 10^3 \pm 1.14 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo D. En el sector 2 la mayor concentración promedio fue de $4.66 \times 10^3 \pm 1.69 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo A, y la menor concentración fue de $3.10 \times 10^3 \pm 0.73 \times 10^3$ UFC/mL en el módulo D (Figura 11).

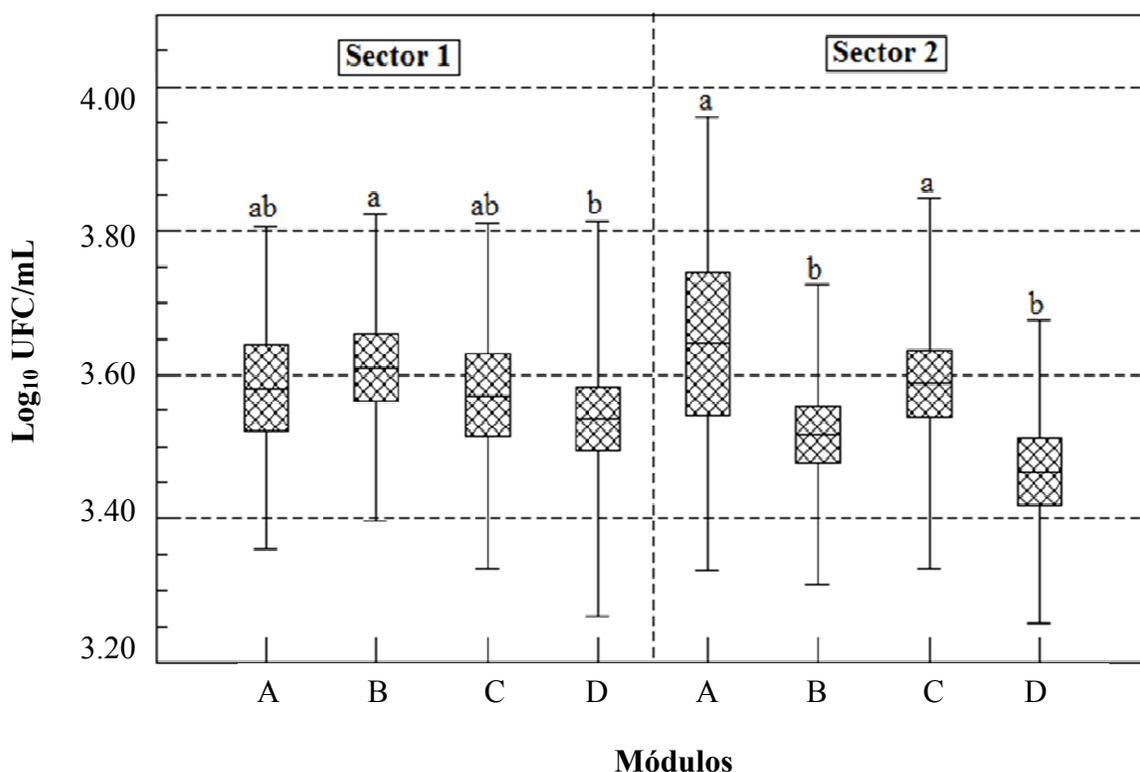


Figura 11. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ en agua de cultivo crecidas en agar TCBS para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística ($p < 0.05$) entre módulos de cada sector.

Entre sectores los valores máximos y mínimos de concentración de BTV en agua de cultivo fueron similares, con promedios para el sector 1 de $3.84 \times 10^3 \pm 1.12 \times 10^3$ UFC/mL y para el sector 2 de $3.65 \times 10^3 \pm 1.2 \times 10^3$ UFC/mL. No se encontró diferencia estadística significativa entre sectores ($p > 0.05$) (Figura 12).

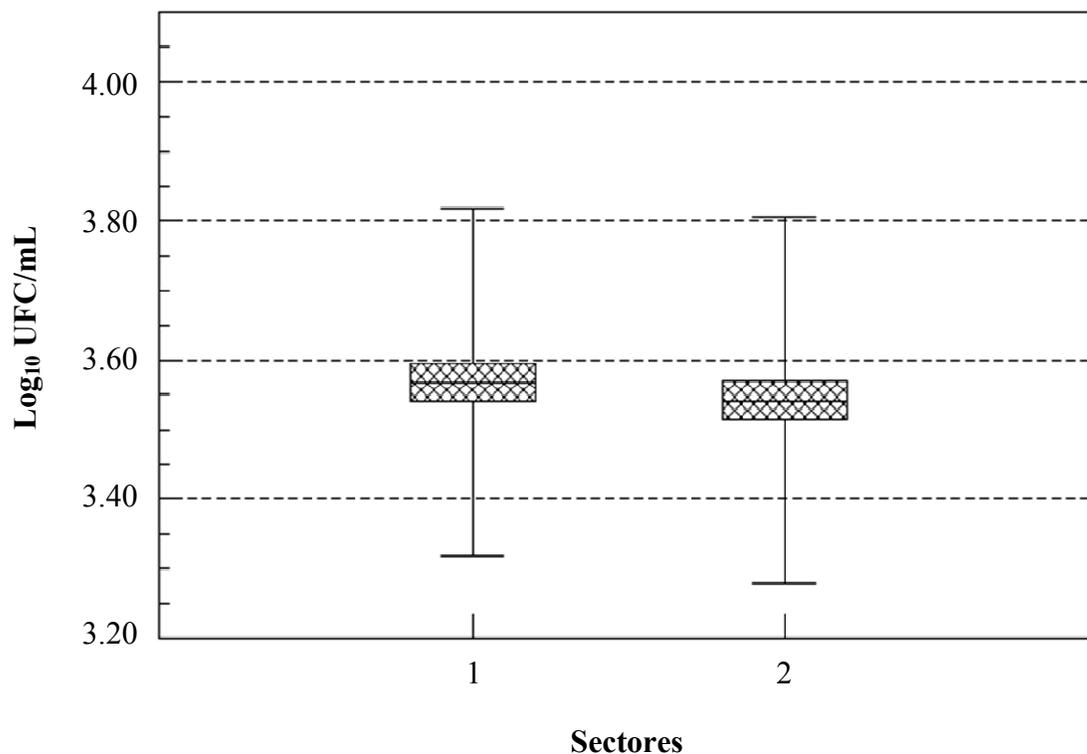


Figura 12. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log₁₀ en agua de cultivo crecidas en agar TCBS para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre los sectores ($p > 0.05$).

En el análisis por meses los valores máximos y mínimos de BTV en agua de cultivo fueron $5.50 \times 10^3 \pm 5.1 \times 10^3$ UFC/mL en el mes de junio y $3.66 \times 10^3 \pm 3.65 \times 10^3$ UFC/mL en el mes de julio (Figura 13).

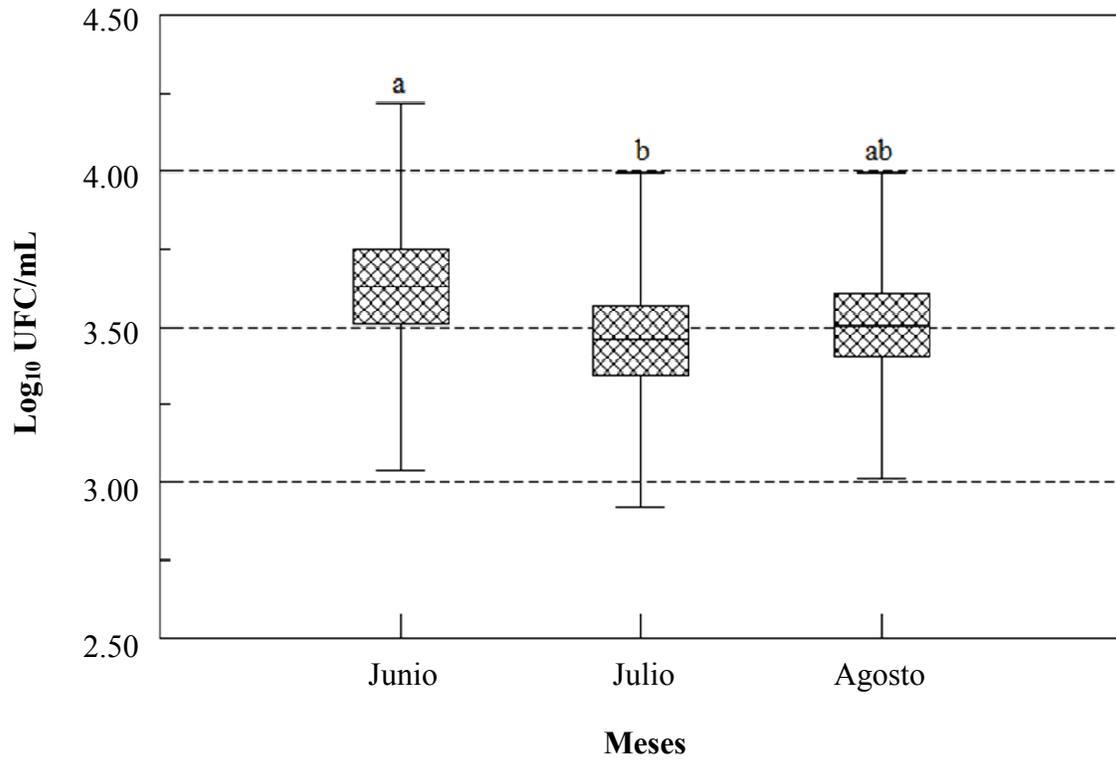


Figura 13. Promedio mensual de BTV en agua de cultivo en Log_{10} , analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

VII.1.4. Sedimento

En el sector 1 la mayor concentración promedio de BTV en sedimento fue de $6.23 \times 10^3 \pm 2.84 \times 10^3$ UFC/g en el módulo C, y la menor concentración fue de $5.04 \times 10^3 \pm 1.65 \times 10^3$ UFC/g en el módulo A. En el sector 2 la mayor concentración fue de $6.63 \times 10^3 \pm 3.37 \times 10^3$ UFC/g en el módulo C, en tanto que la menor concentración fue de $2.6 \times 10^3 \pm 1.61 \times 10^3$ UFC/g en el módulo B (Figura 14).

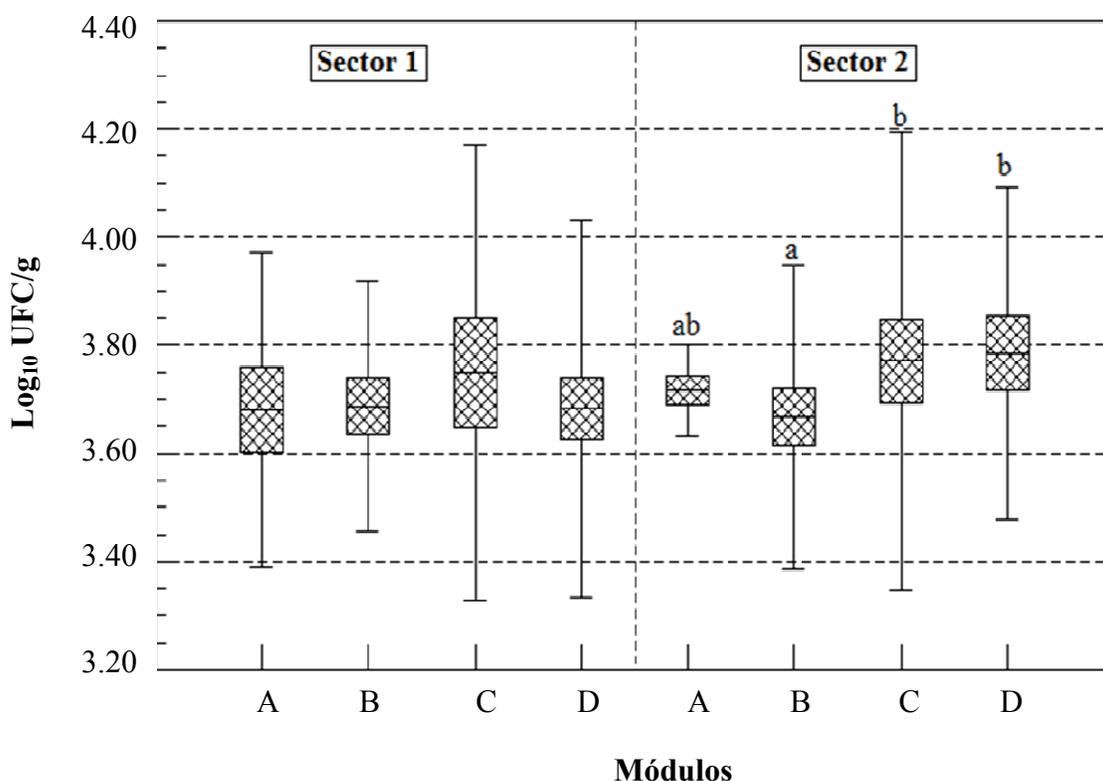


Figura 14. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log_{10} en sedimento para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencias estadísticas entre módulos de cada sector ($p < 0.05$). En módulos del sector 1 no hubo diferencias ($p > 0.05$).

Entre sectores los valores máximos y mínimos de concentración de BTV en sedimento fueron similares, con valores promedio para el sector 1 de $5.34 \times 10^3 \pm 2.11 \times 10^3$ UFC/g y para el sector 2 de $5.87 \times 10^3 \pm 2.55 \times 10^3$ UFC/g. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (Figura 15).

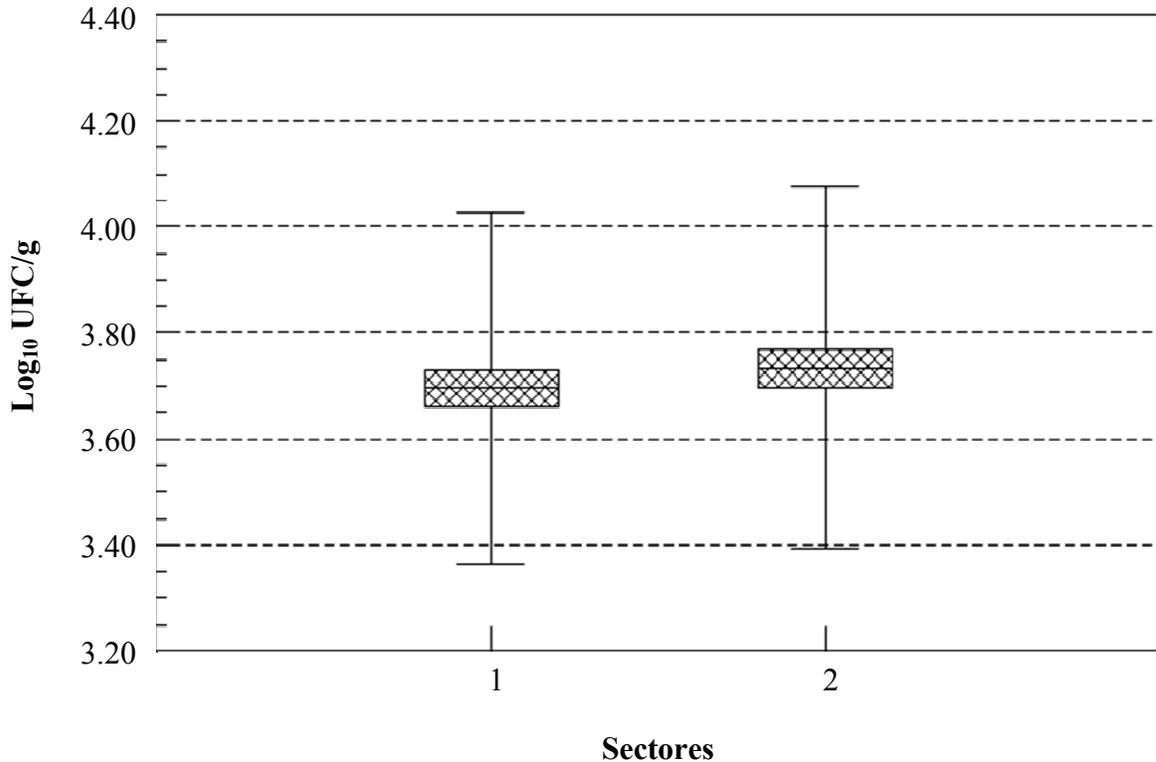


Figura 15. Concentración promedio de bacterias del tipo *Vibrio* (BTV) en Log_{10} en sedimento para los dos sectores analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre sectores ($p < 0.05$).

En el análisis por meses los valores máximos y mínimos de BTV en sedimento fueron de $7.95 \times 10^3 \pm 7.42 \times 10^3$ UFC/g en el mes de agosto y $5 \times 10^3 \pm 3.79 \times 10^3$ UFC/g en el mes de junio. No se encontró diferencia estadística significativa (Figura 16).

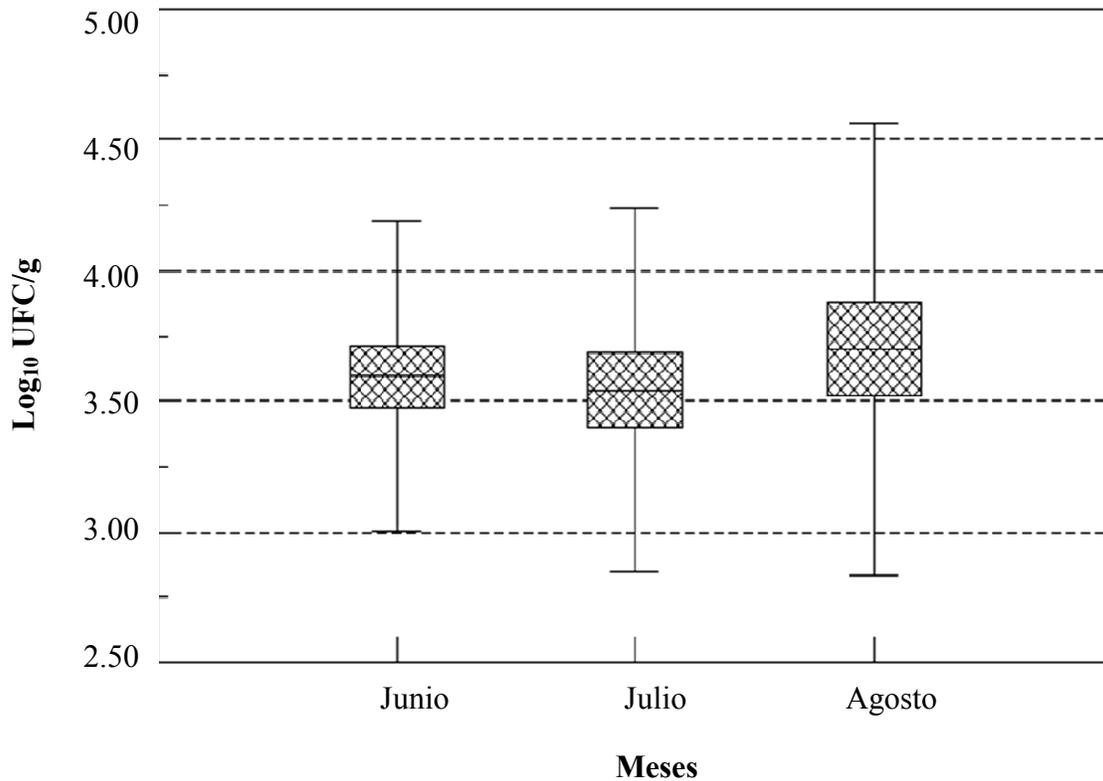


Figura 16. Promedio mensual de la concentración de bacterias en sedimento del tipo *Vibrio* (BTV) en Log_{10} , analizados durante tres meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre meses ($p < 0.05$).

VII.2. Análisis de Patología en Fresco

Con relación al análisis de patología en fresco podemos observar que en el módulo A del sector 1 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 66.5% de los casos en el grado 1 y la menor fue de 1.4% evaluada en el grado 3; en intestino fue de 55.1% de los casos en el grado 0 y 0.6% en el grado 2 y en hepatopáncreas fue de 47.6% de los casos en el grado 0 y 1.5% en el grado 3, respectivamente (Figura 17).

En el módulo B del sector 1 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad asignado en branquias fue de 57.9% de los casos en el grado 1 y la menor de 3.8% en el grado 3; en intestino fue de 48.5% de los casos en el grado 0 y 8.7% en el grado 2 y en hepatopáncreas fue de 44% de los casos en el grado 1 y 2.4% en el grado 3, respectivamente (Figura 18).

En el módulo C del sector 1 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 54.7% de los casos en el grado 1 y la menor de 2.7% en el grado 3; en intestino fue de 49.1% de los casos en el grado 1 y 0.3% en el grado 3 y en hepatopáncreas fue de 45.8% de los casos en el grado 0 y 1.7% en el grado 3 respectivamente (Figura 19).

En el módulo D del sector 1 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 60% de los casos en el grado 1 y la menor de 4.2% en el grado 3; en intestino fue de 44.7% de los casos en el grado 1 y 0.4% en el grado 3 y en hepatopáncreas fue de 44.3% de los casos en el grado 0 y 1.8% en el grado 3 respectivamente (Figura 20).

Módulo A

Sector 1

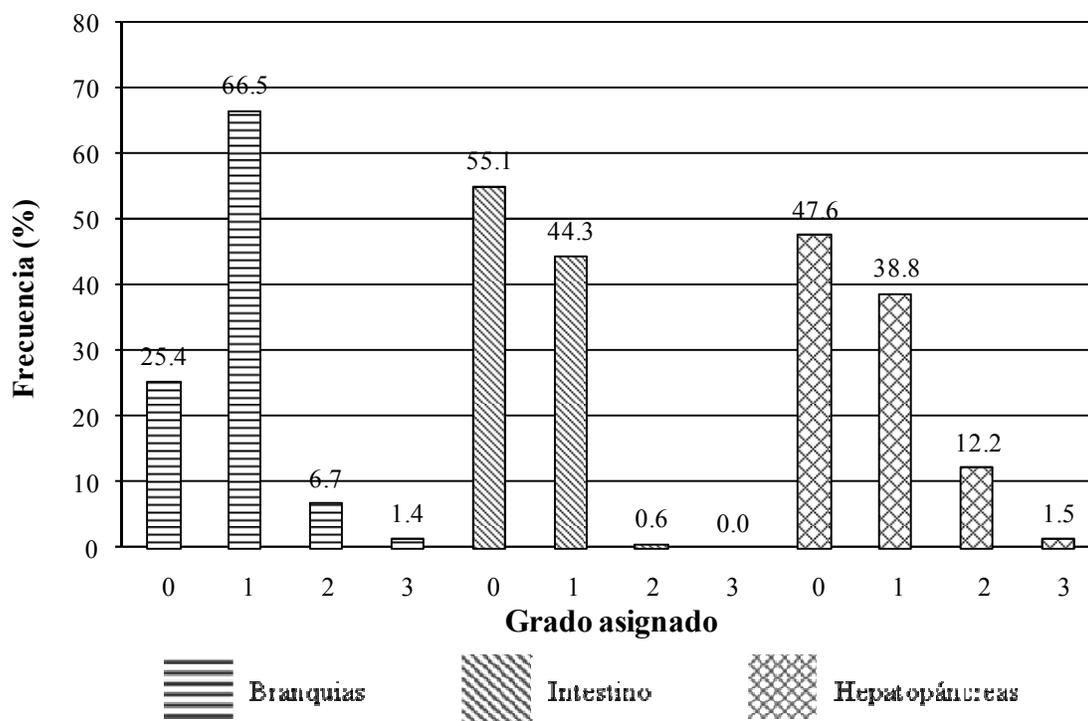


Figura 17. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo A del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo B

Sector 1

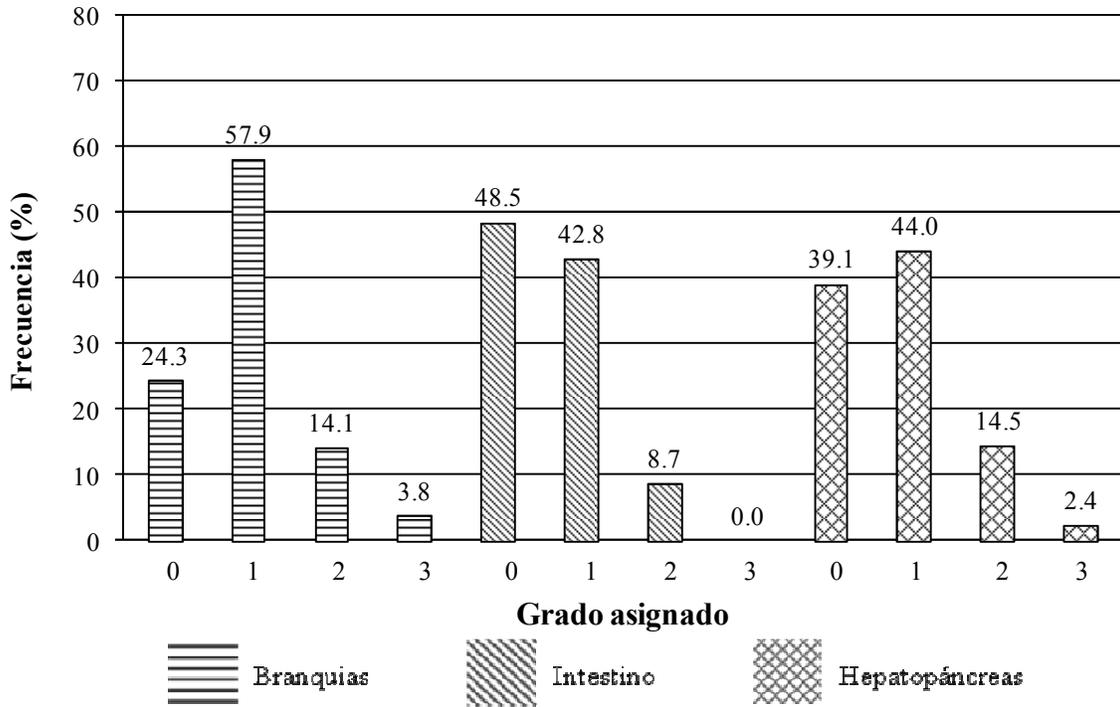


Figura 18. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo B del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo C

Sector 1

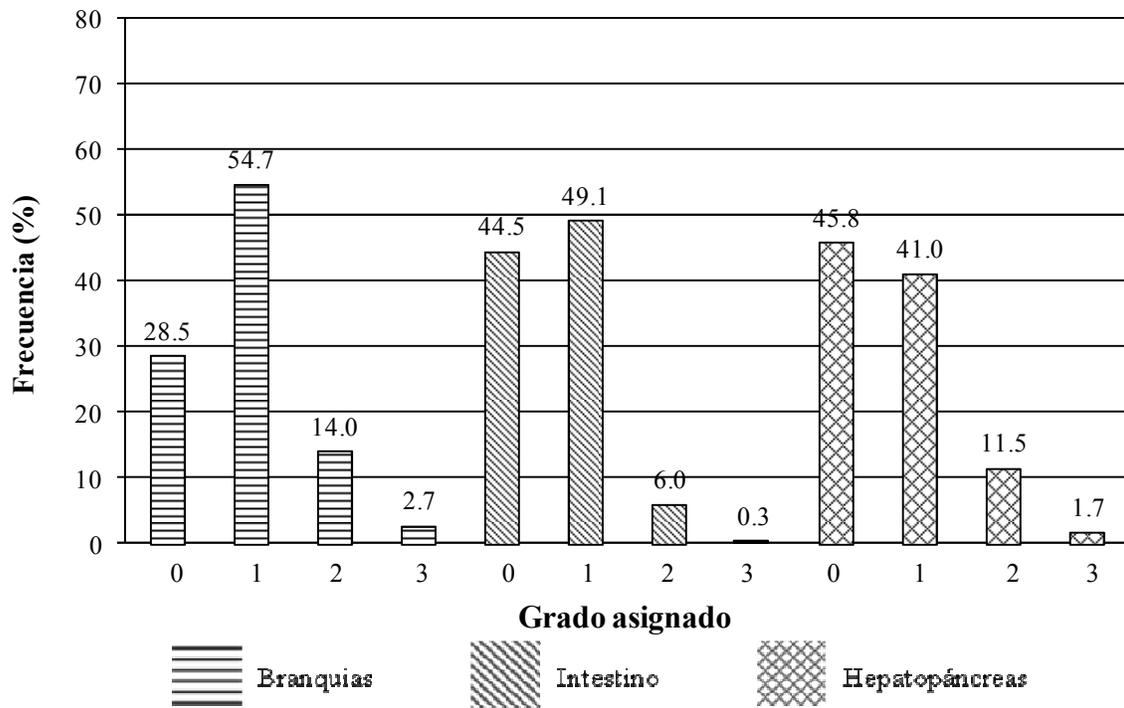


Figura 19. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo C del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo D

Sector 1

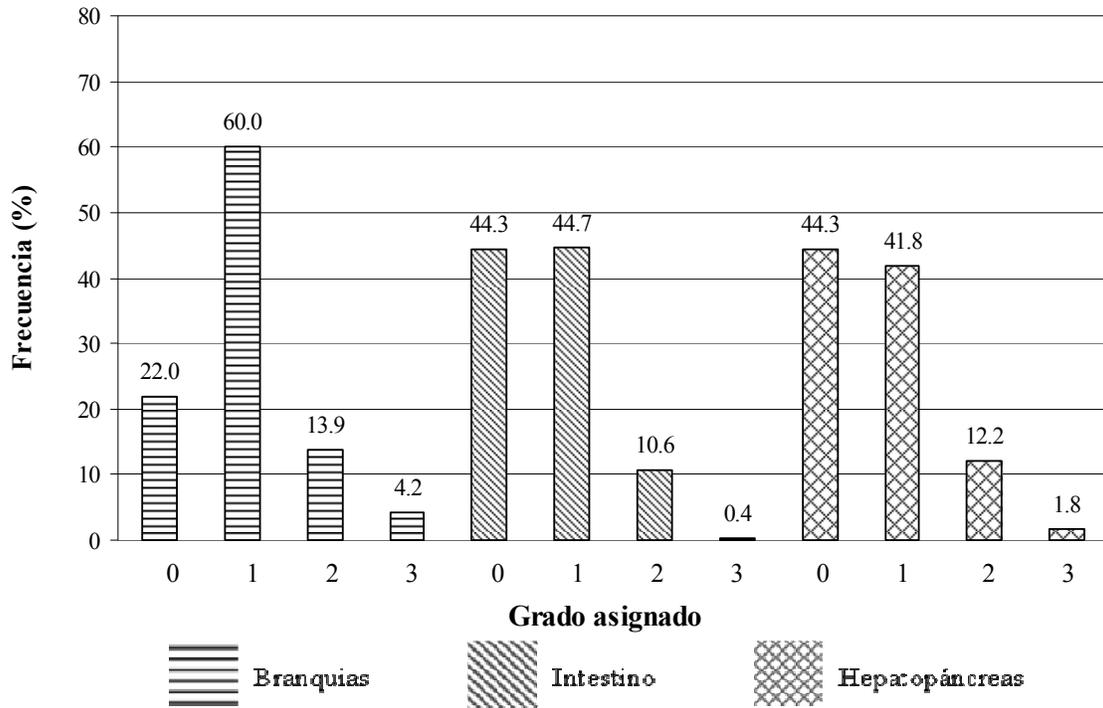


Figura 20. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo D del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

En el módulo A del sector 2 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 71.9% de los casos en el grado 1 y la menor de 3.6% en el grado 3; en intestino fue de 46.4% de los casos en el grado 1 y 0.7% en el grado 3 y en hepatopáncreas fue de 45.6% de los casos en el grado 0 y 1.1% en el grado 3, respectivamente (Figura 21).

En el módulo B del sector 2 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 61.7% de los casos en el grado 1 y la menor de 1.9% en el grado 3; en intestino fue de 54.7% de los casos en el grado 0 y 0.4% en el grado 3 y en hepatopáncreas fue de 44% de los casos en el grado 1 y 1.7% en el grado 3, respectivamente (Figura 22).

En el módulo C del sector 2 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 53.1% de los casos en el grado 1 y la menor de 4.7% en el grado 3; en intestino fue de 50.5% de los casos en el grado 0 y 0.2 % en el grado 3 y en hepatopáncreas fue de 43.8% de los casos en el grado 1 y 1.2% en el grado 3, respectivamente (Figura 23).

En el módulo D del sector 2 la mayor frecuencia promedio de grado de severidad en branquias fue de 48.7% de los casos en el grado 1 y la menor de 5.7% en el grado 3; en intestino fue de 50.7% de los casos en el grado 0 y 8.1% en el grado 2 y en hepatopáncreas fue de 42.8% de los casos en el grado 1 y 1.2% en el grado 3, respectivamente (Figura 24).

Módulo A

Sector 2

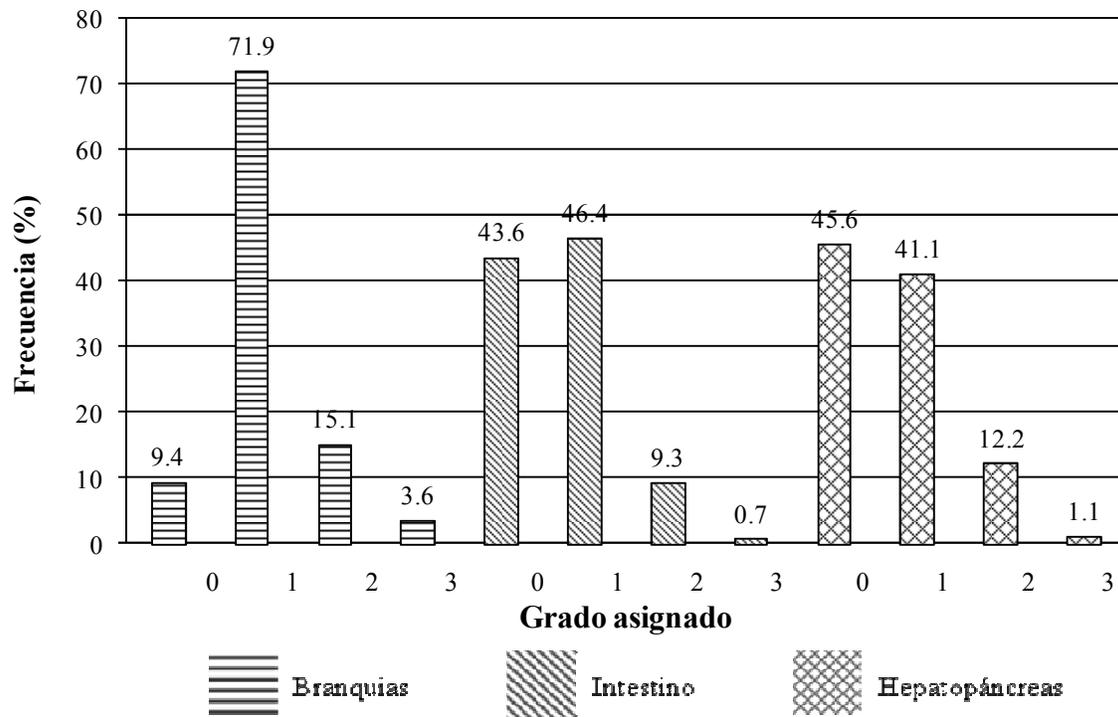


Figura 21. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo A del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo B

Sector 2

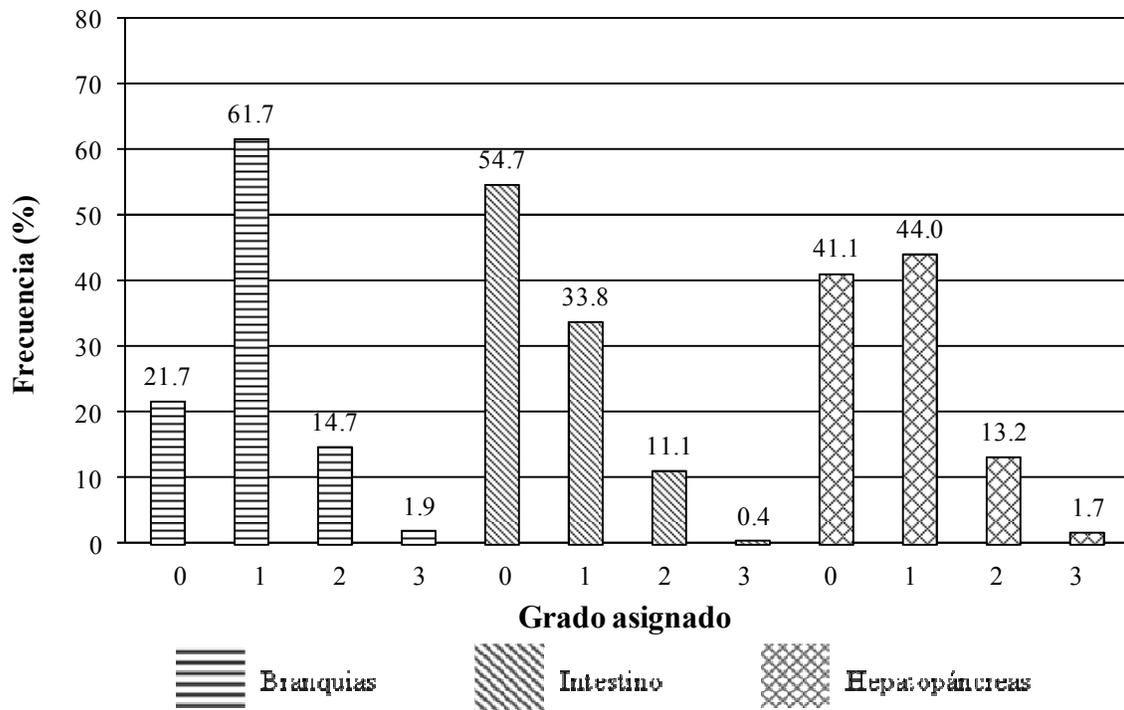


Figura 22. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo B del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo C

Sector 2

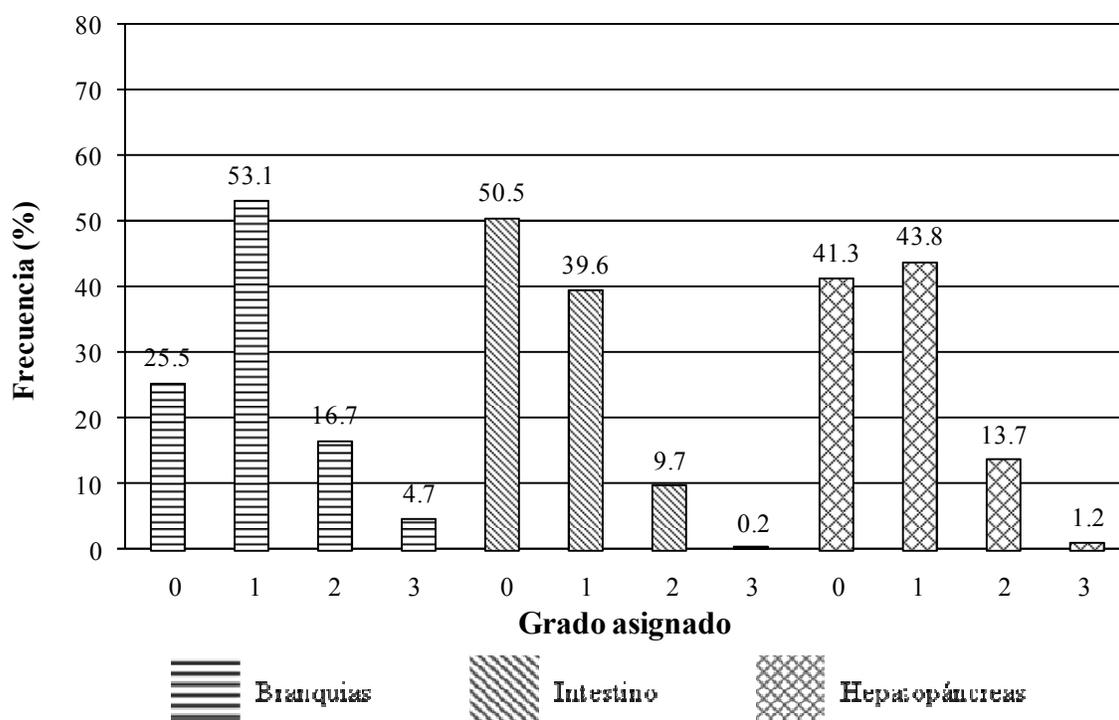


Figura 23. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo C del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Módulo D

Sector 2

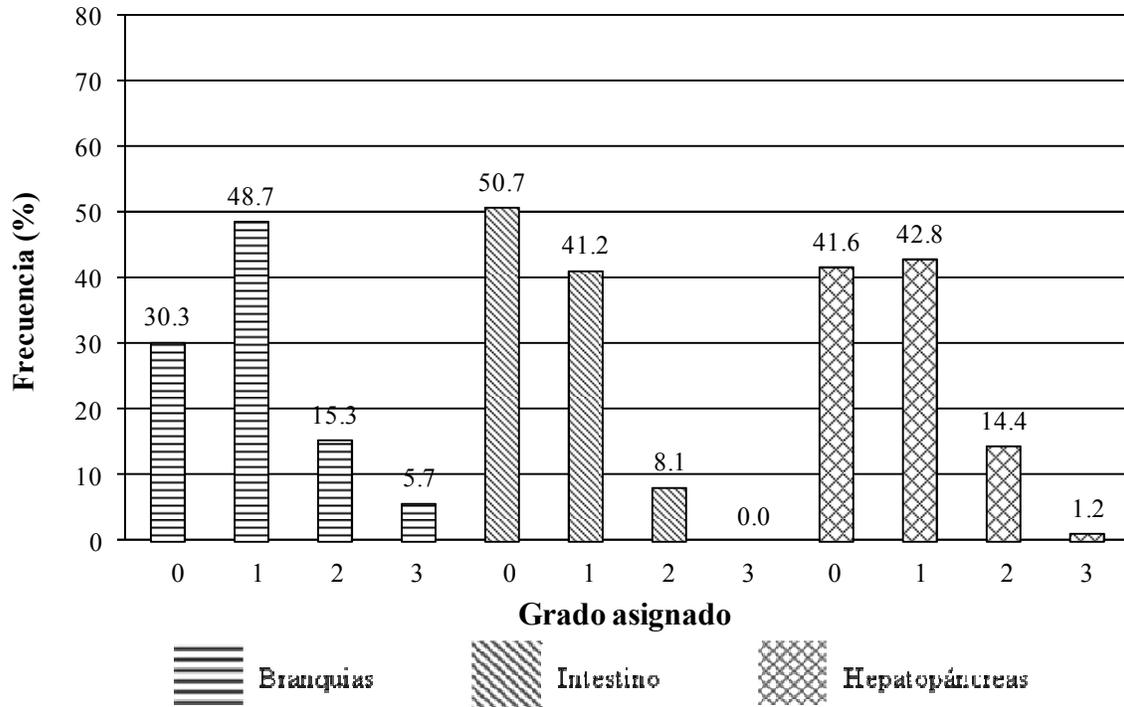


Figura 24. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para el módulo D del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Comparando los sectores 1 y 2 se encontró que para ambos la mayor frecuencia promedio del grado de severidad en branquias fue el grado 1 con el 59.2% y 56.6% de los casos analizados, respectivamente, mientras que la menor frecuencia promedio se dio en el grado 3 con 3.4% y 3.9% en cada sector; en el intestino la mayor frecuencia promedio fue el grado 0 con el 51.3% de los casos analizados en los dos sectores, mientras que la menor frecuencia promedio se dio en el grado 3 con 0.2% y 0.3% en cada sector; en hepatopáncreas la mayor frecuencia promedio en el sector 1 fue el grado 0 con el 43.9% de los casos analizados y en el sector 2 el 43.4% se diagnosticó en grado 1, mientras que la menor frecuencia promedio se dio en el grado 3 con 1.8% y 1.3%; no presentaron diferencias entre sectores (Figura 25).

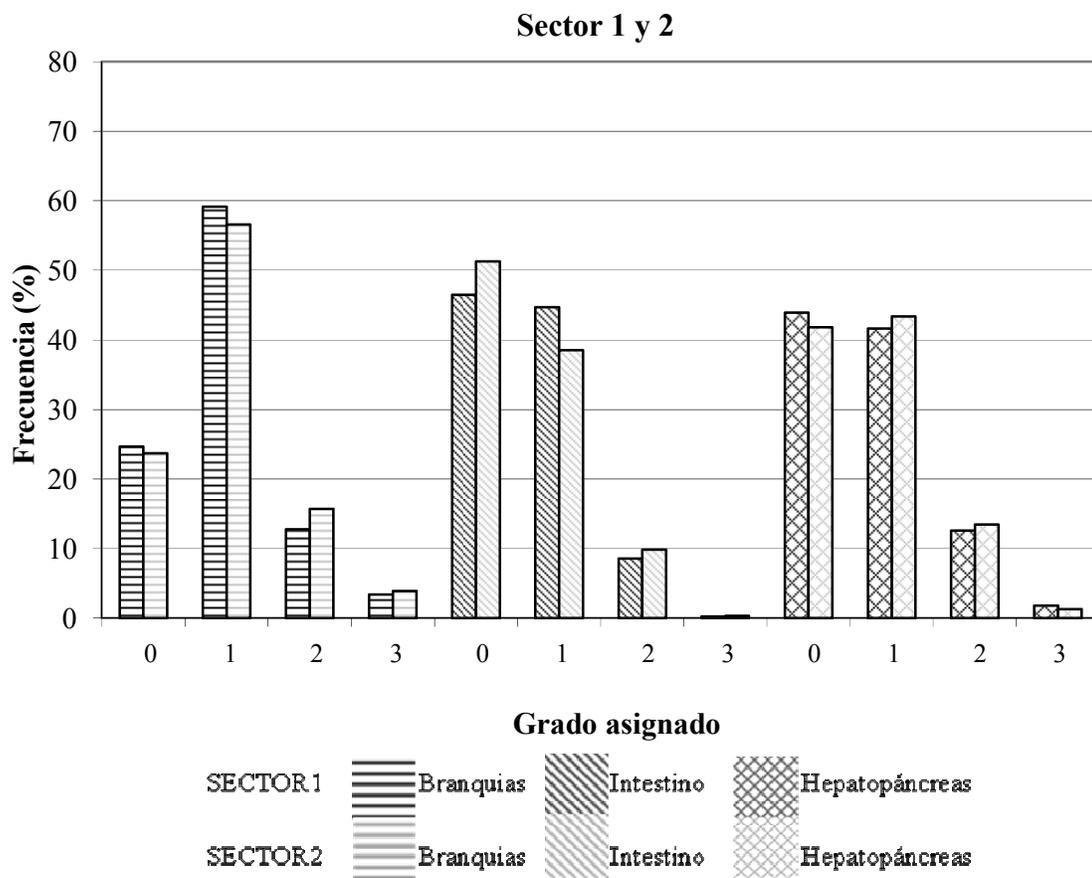


Figura 25. Frecuencia promedio de grados de severidad en branquias (epicomensales), intestino (gregarinas) y hepatopáncreas (estrangulamiento y melanización de túbulos) para ambos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

VII.3. Análisis Físicoquímicos

VII.3.1. Temperatura

En el sector 1 la mayor temperatura promedio registrada fue de 29.4 °C en el módulo B y la mínima fue de 28.5 °C en el módulo A. En el sector 2 la mayor temperatura promedio registrada fue de 29.5 °C en el módulo A y la mínima fue de 29 °C en el módulo B (Figura 26).

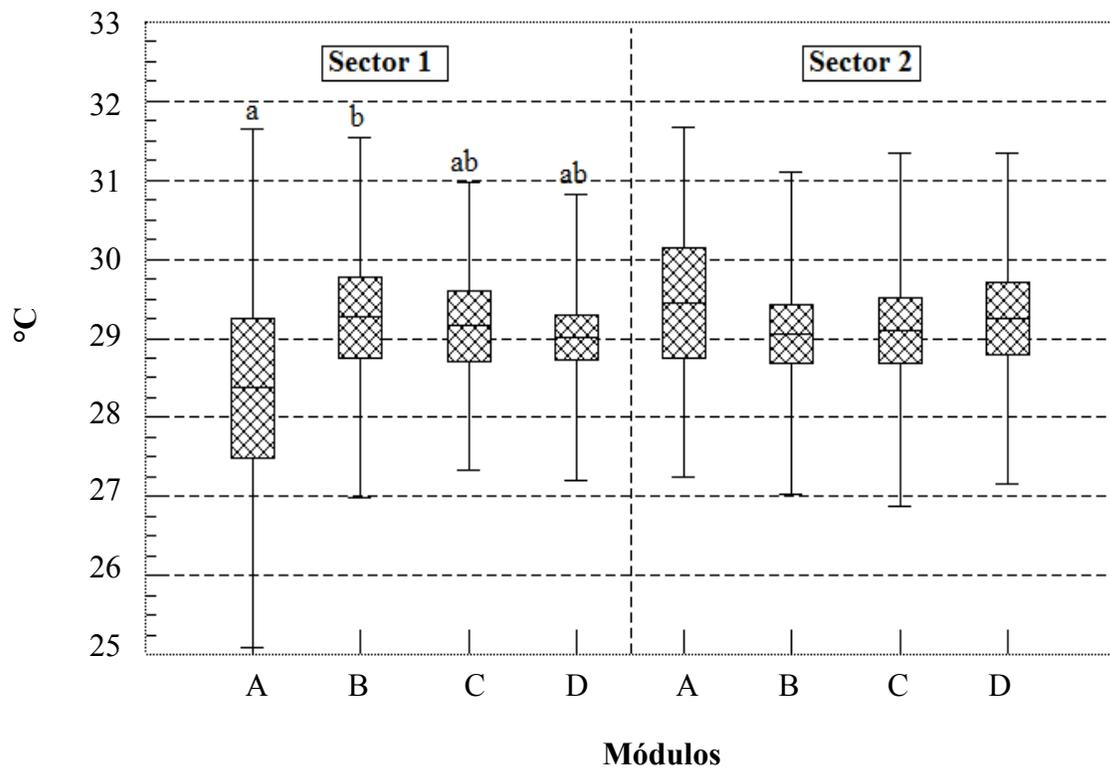


Figura 26. Temperatura promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre los módulos del sector 2. ($p > 0.05$).

Entre sectores el mayor promedio de temperatura registrado fue de 29.3 °C en el sector 2 y el mínimo de 29 °C en el sector 1; no presentaron una diferencia estadística significativa (Figura 27).

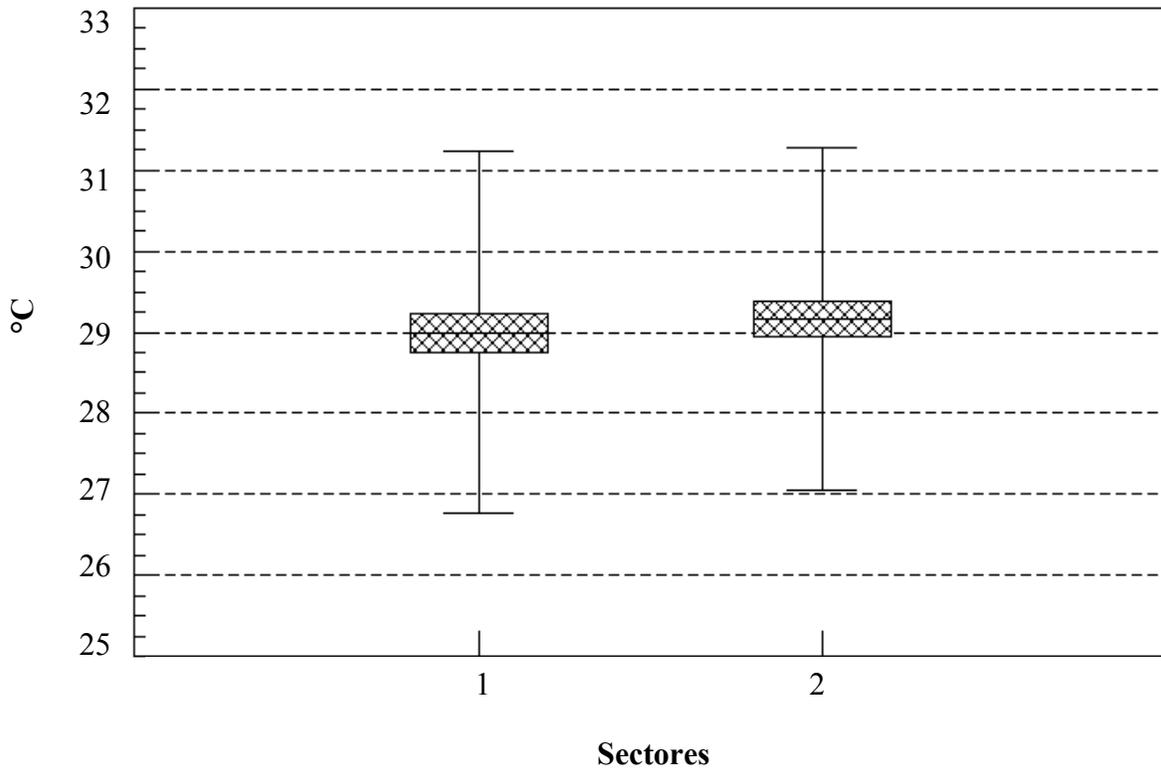


Figura 27. Temperatura promedio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística entre los sectores. ($p>0.05$).

Con relación a la temperatura registrada durante todo el estudio, en el mes de agosto se registró la mayor temperatura promedio con un valor de 32.2 °C y durante mayo se registró la mínima con un valor de 26.3 °C (Figura 28).

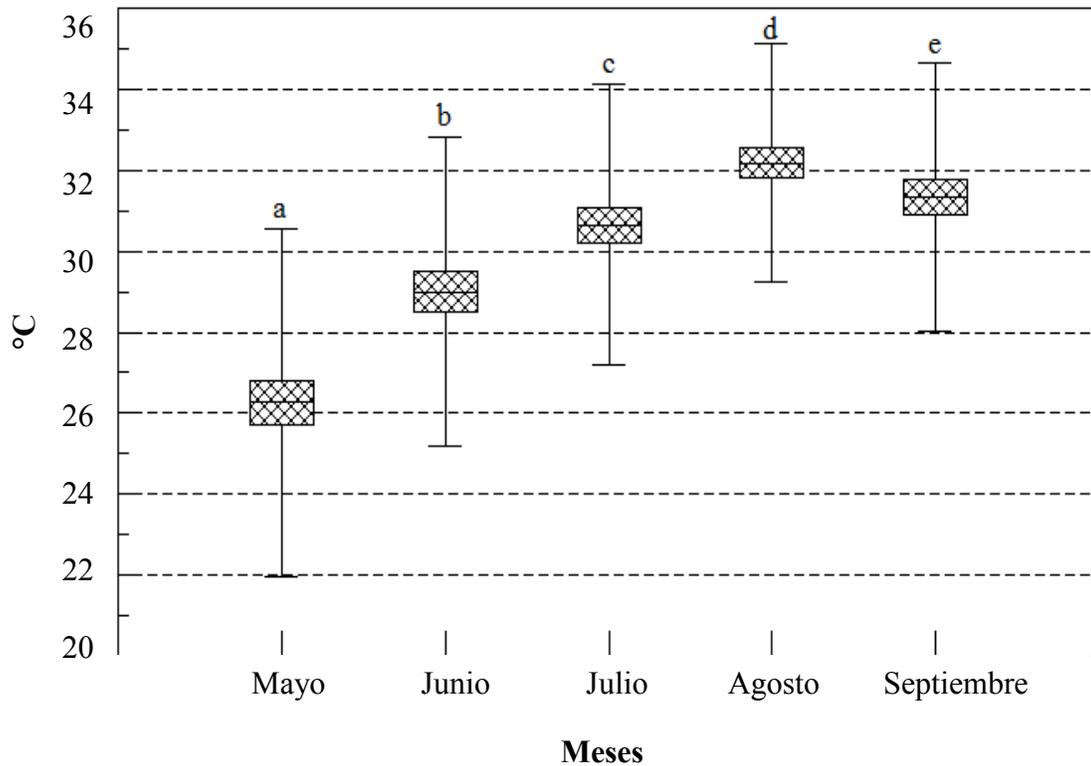


Figura 28. Temperatura mensual promedio durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

VII.3.2. Salinidad

En el sector 1 la mayor salinidad promedio registrada fue de 36.7 ‰ en el módulo D y la mínima fue de 35.9 ‰ en el módulo A. no se encontró diferencia estadística entre los módulos ($p>0.05$). En el sector 2 la mayor salinidad promedio registrada fue de 37 ‰ en los módulos C y D, y la mínima fue de 35.7 ‰ en el módulo A (Figura 29).

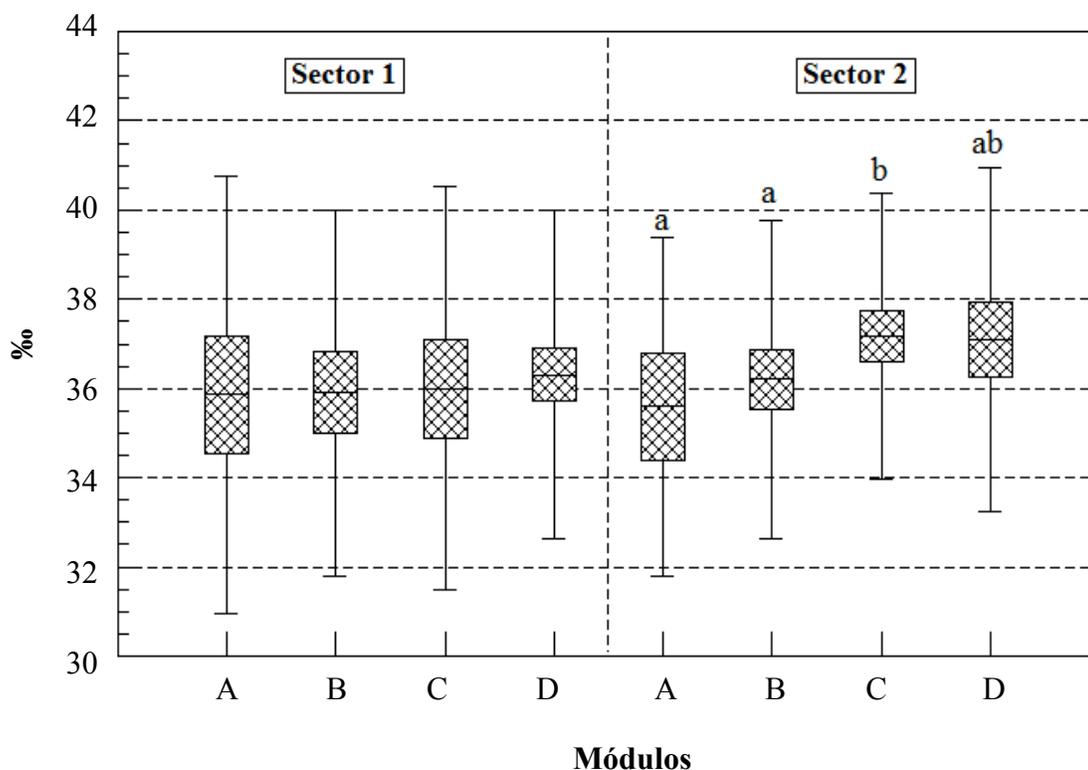


Figura 29. Salinidad promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. No se encontró diferencia estadística significativa entre los módulos del sector 1. ($p>0.05$). Letras diferentes en el sector 2 representan diferencia estadística significativa ($p<0.05$).

Entre sectores el mayor promedio de salinidad registrado fue de 36.7 ‰ en el sector 2 y la mínima de 36.1 ‰ en el sector 1 (Figura 30).

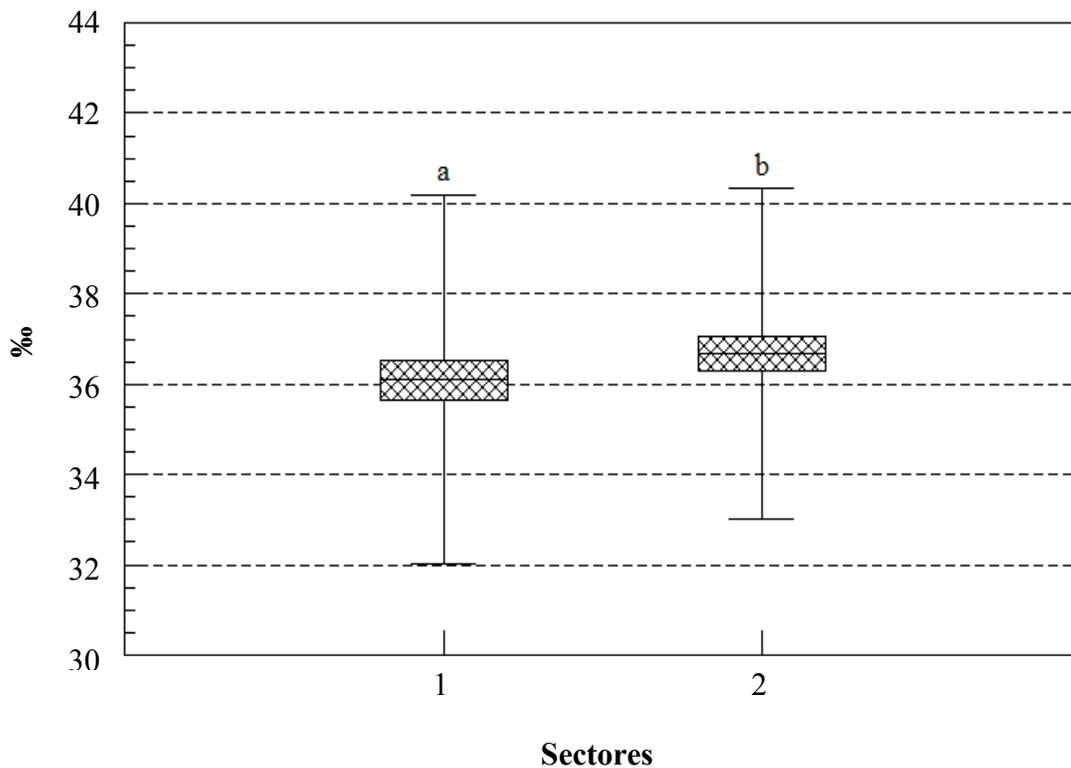


Figura 30. Salinidad promedio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

En cuanto a la variación de la salinidad en todo el estudio, durante el mes de julio se registró la mayor salinidad promedio con un valor de 39.5 ‰ y en el mes de septiembre la mínima con un valor de 34 ‰ (Figura 31).

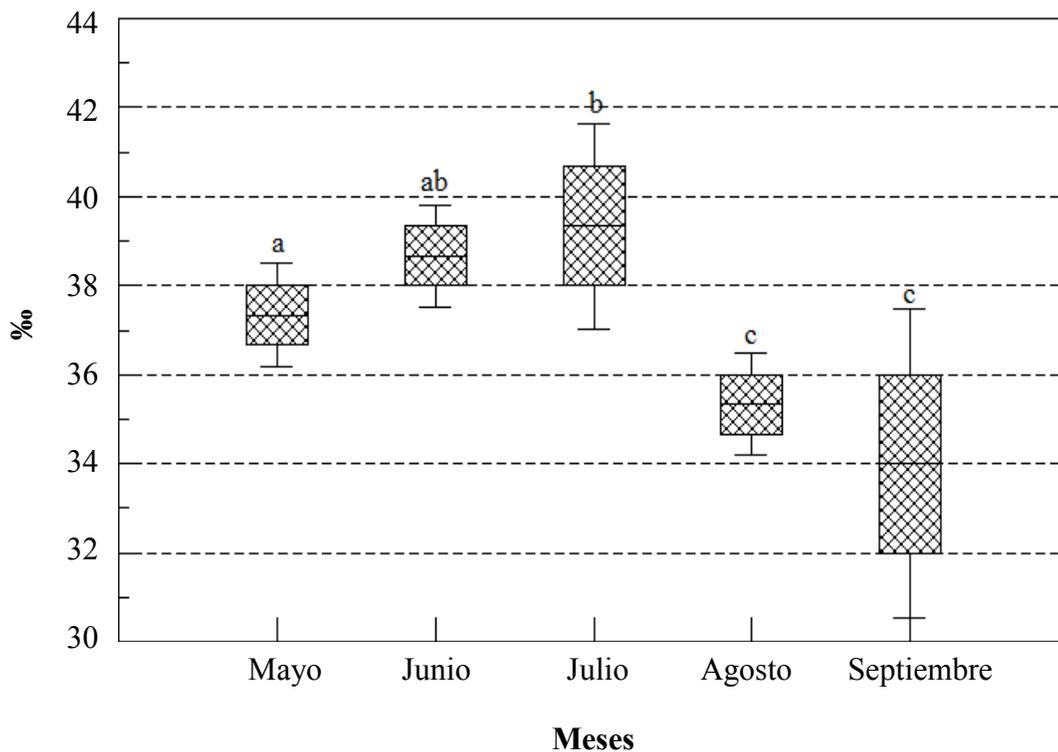


Figura 31. Salinidad mensual promedio durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

VII.3.3. Oxígeno disuelto

En el sector 1 la mayor concentración promedio de oxígeno disuelto registrado fue de 3.8 mg/L en el módulo B y la mínima fue de 3 mg/L en los módulos C y D. En el sector 2 la mayor concentración promedio de oxígeno disuelto registrado fue de 6.1 mg/L en el módulo D y la mínima fue de 3.6 mg/L en el módulo B (Figura 32).

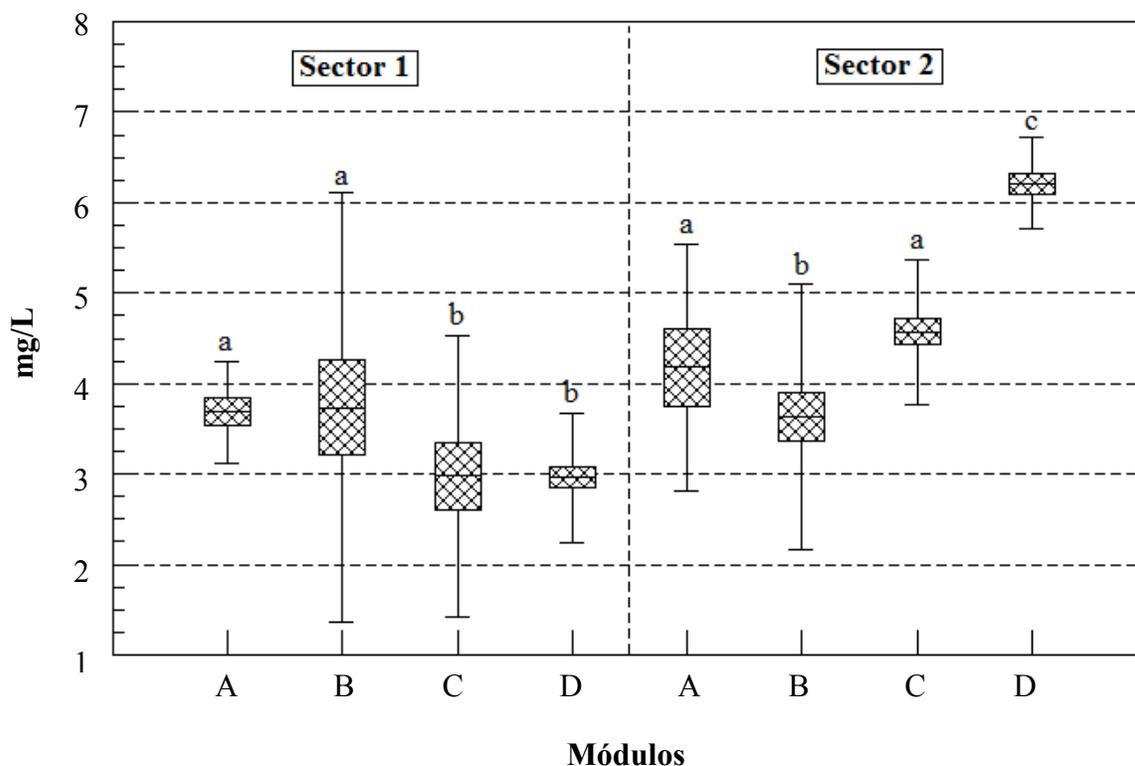


Figura 32. Concentración promedio de oxígeno disuelto para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Las diferencias estadísticas son entre módulos de cada sector. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Entre sectores la concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 3.2 mg/L y 4.7 mg/L para el sector 1 y 2, respectivamente, estadísticamente diferentes (Figura 33).

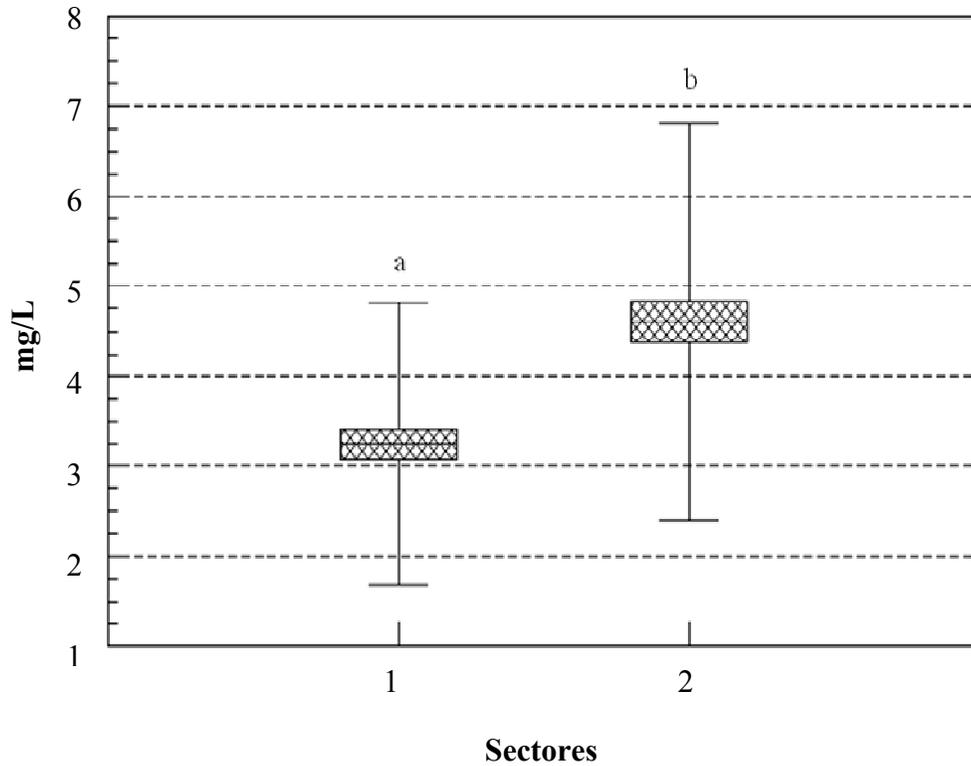


Figura 33. Concentración promedio de oxígeno disuelto para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Durante todo el estudio, en el mes de mayo se registró la mayor concentración promedio de oxígeno disuelto con 6.4 mg/L y en el mes de agosto se registró el menor con un valor de 4.9 mg/L (Figura 34).

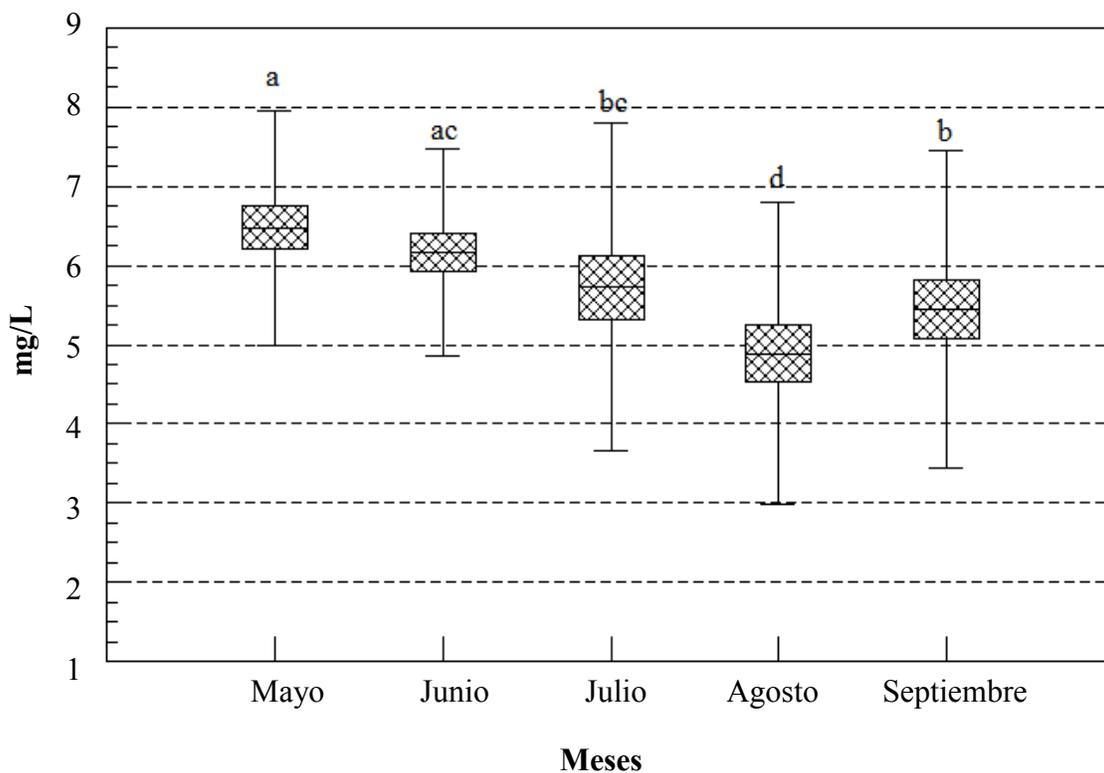


Figura 34. Concentración promedio mensual de oxígeno disuelto durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

VII.3.4. Análisis de amonio

En el sector 1 la mayor concentración promedio de amonio registrada fue de 0.07 mg/L en el módulo B y la mínima fue de 0.04 mg/L en el módulo A. En el sector 2 la mayor concentración promedio de amonio registrada fue de 0.05 mg/L en el módulo B y la mínima fue de 0.03 mg/L en el módulo A (Figura 35).

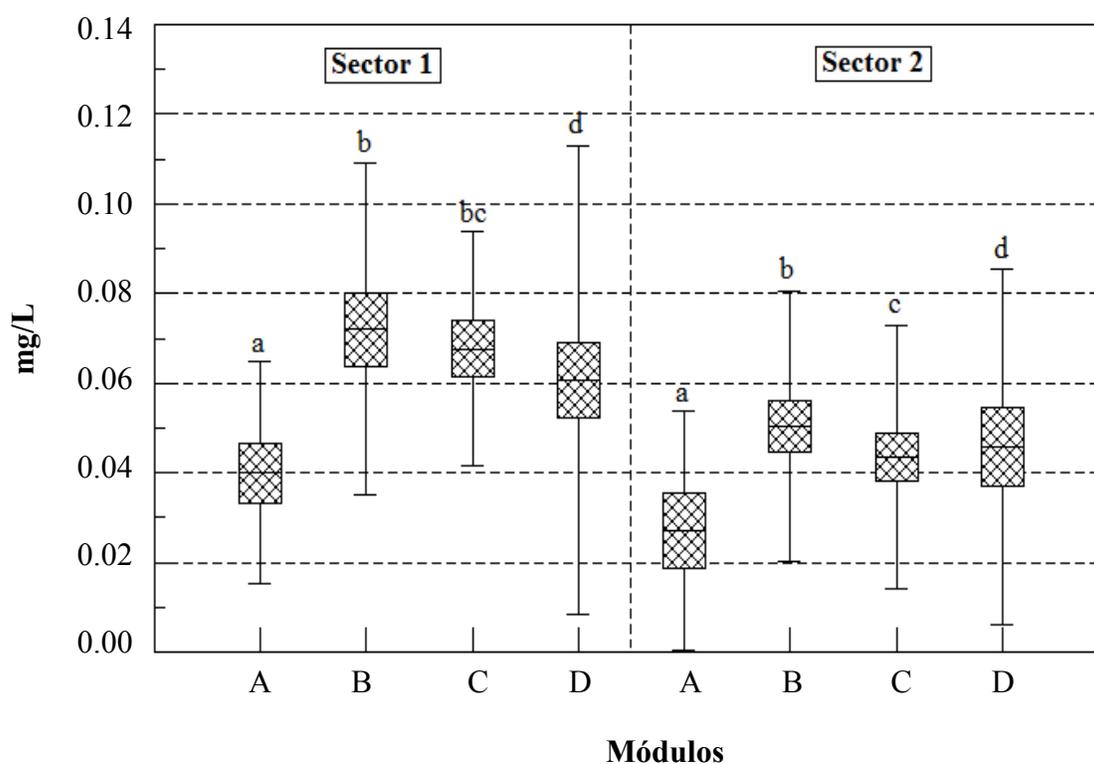


Figura 35. Concentración de amonio promedio para los ocho módulos de los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia significativa entre módulos de cada sector ($p < 0.05$).

Entre sectores la mayor concentración promedio de amonio registrado fue de 0.06 mg/L en el sector 1 y el mínimo de 0.04 mg/L en el sector 2, diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) (Figura 36).

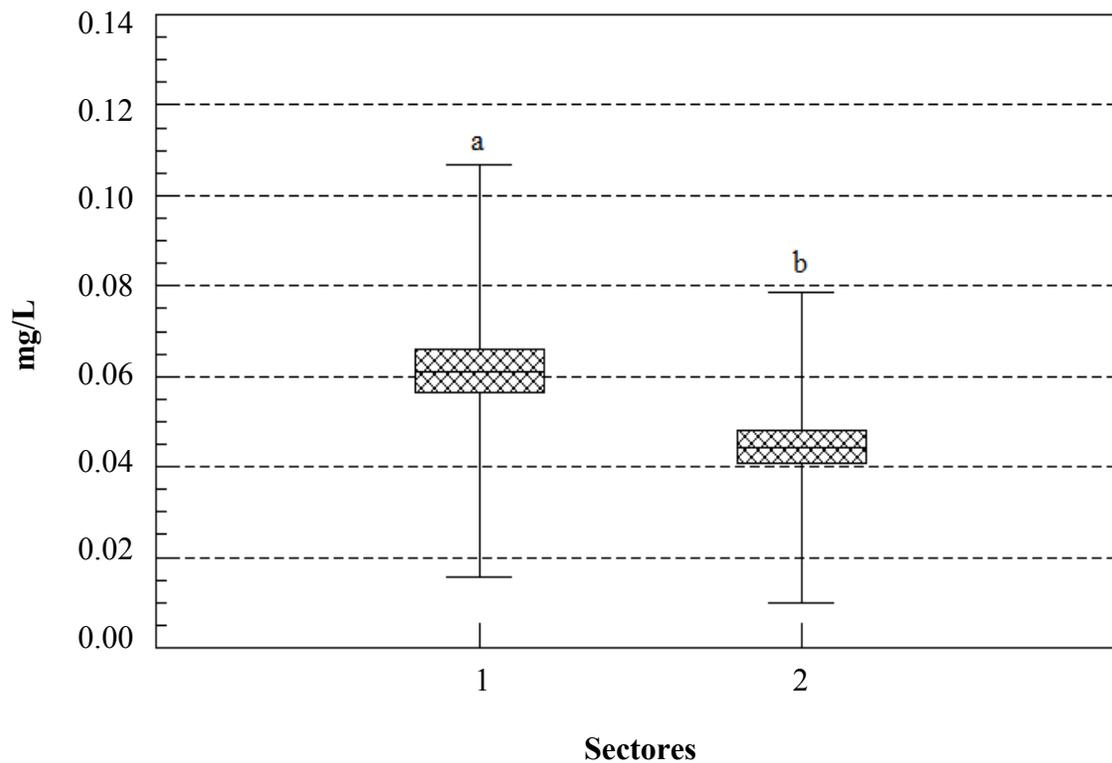


Figura 36. Concentración promedio de amonio para los dos sectores analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia significativa entre cada sector ($p < 0.05$).

En la evaluación mensual, durante el mes de junio se registró la mayor concentración promedio de amonio con un valor de 0.06 mg/L y en el mes de mayo se registró el mínimo con un valor de 0.04 mg/L (Figura 37).

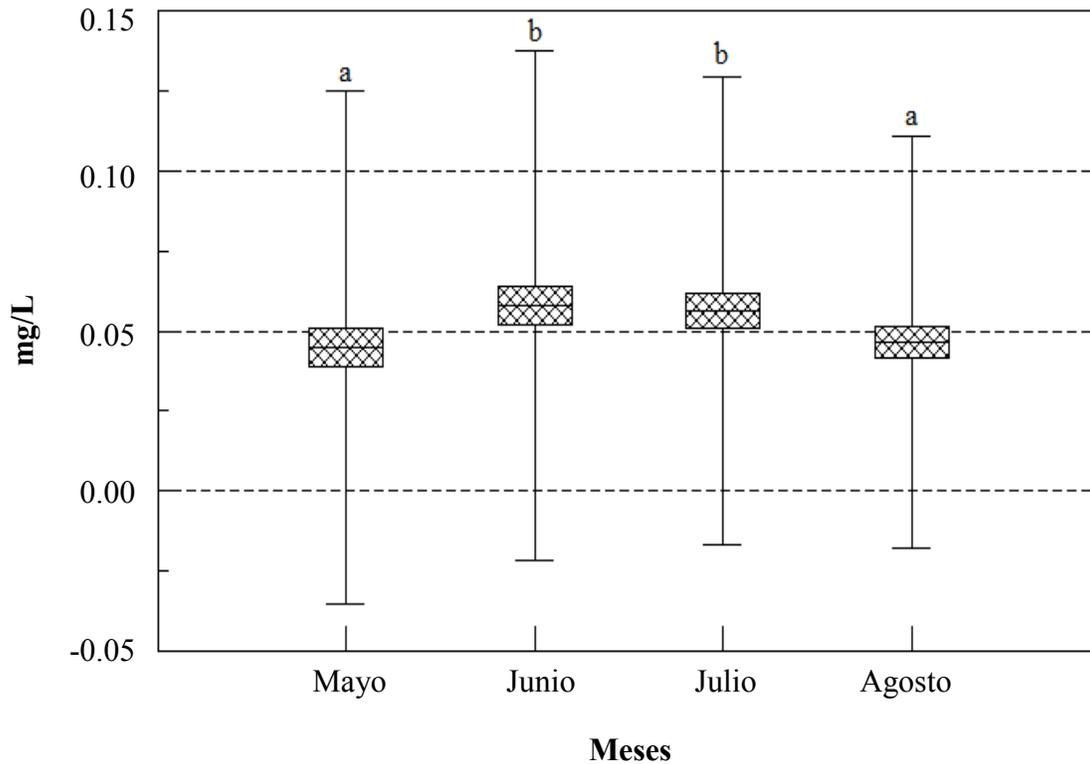


Figura 37. Concentración promedio mensual de amonio analizado durante cuatro meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva. Letras diferentes representan diferencia significativa entre cada mes ($p < 0.05$).

VII.4. Parámetros de Producción

VII.4.1. Biomasa

En el sector 1 la mayor producción en biomasa se obtuvo en el módulo A con un promedio de 18,441 kg. y la menor fue de 15,520 kg. en el módulo B (Figura 38).

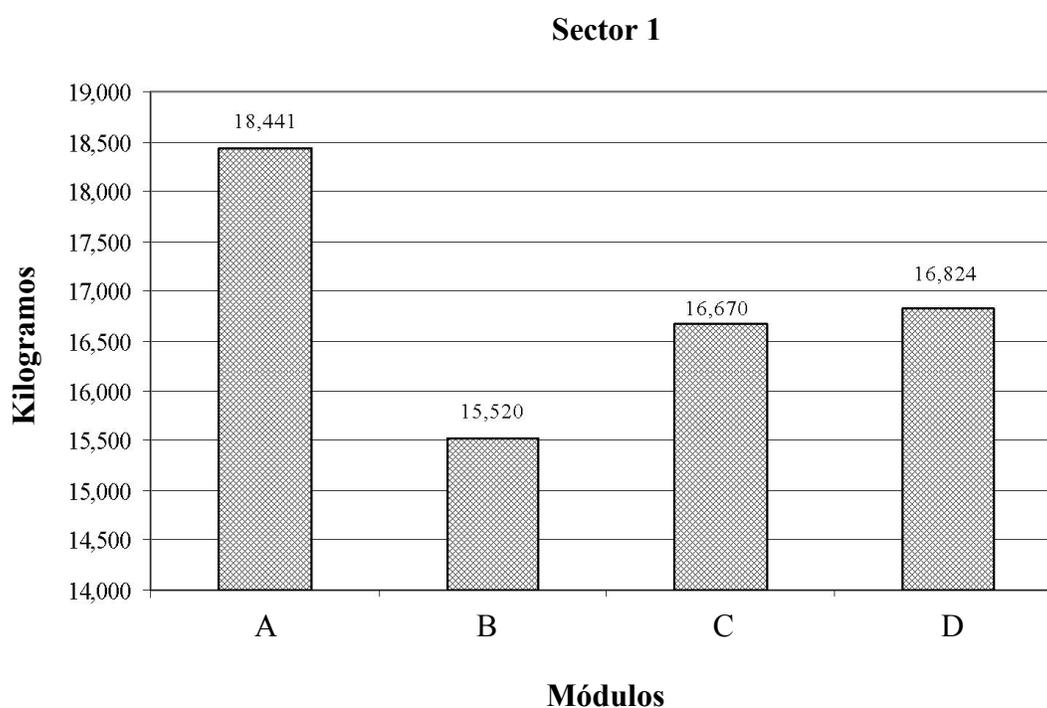


Figura 38. Biomasa promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

En el sector 2 la mayor biomasa promedio fue de 17,936 kg. en el módulo A, y la menor se obtuvo en el módulo C con 14,923 kg. (Figura 39).

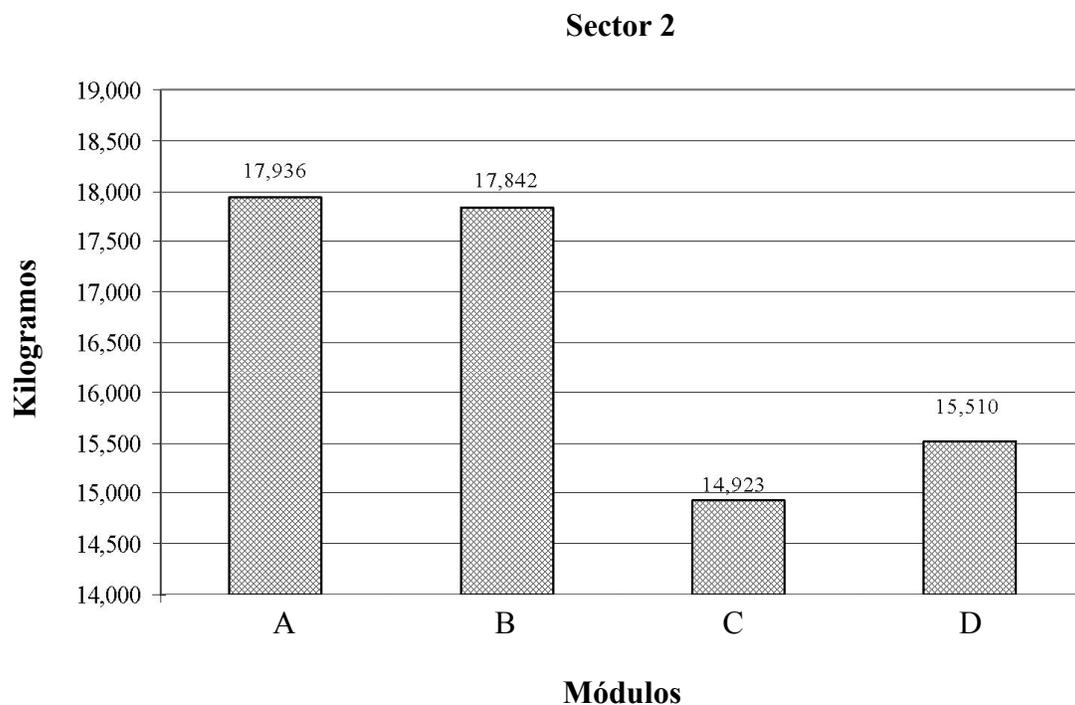


Figura 39. Biomasa promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Se encontraron diferencias en la biomasa cosechada entre el sector 1 y 2; ya que el promedio para el primero fue de 16,757 kg/estanque (organismos de 15 gr. y 144 días de edad) y para el segundo fue de 16,335 kg/estanque (organismos de 13 gr. y 135 días de edad) (Figura 40).

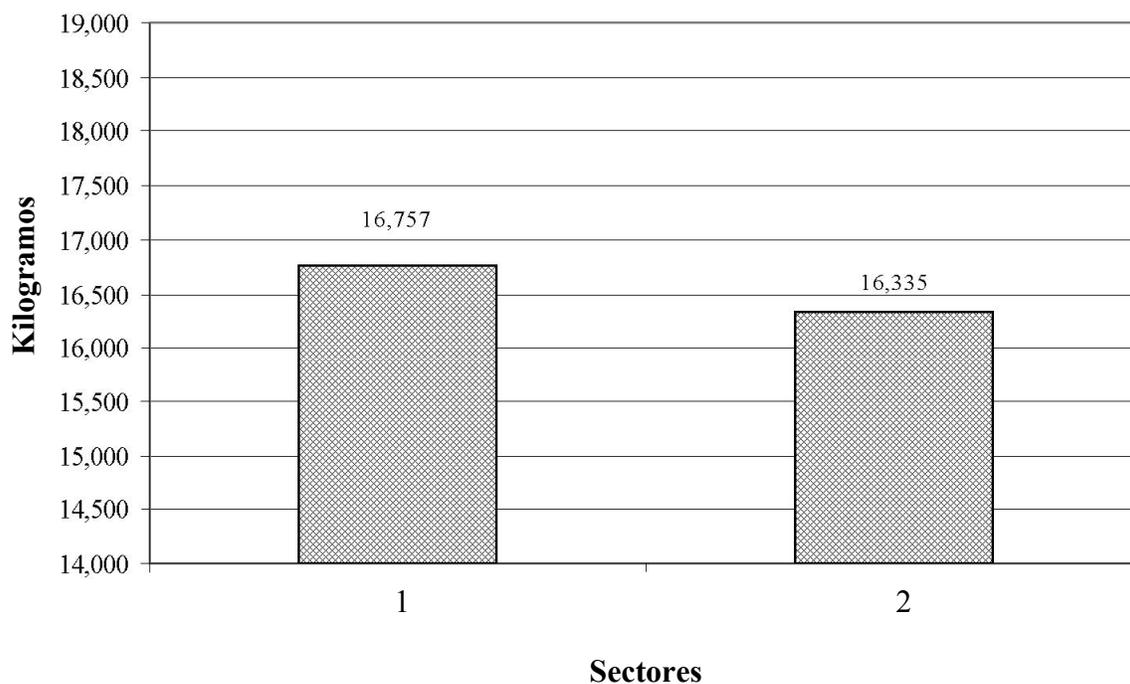


Figura 40. Biomasa promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

VII.4.2. Supervivencia

El máximo valor promedio de supervivencia en el sector 1 fue de 73 % en el módulo A y el mínimo fue de 66 % en el módulo D (Figura 41).

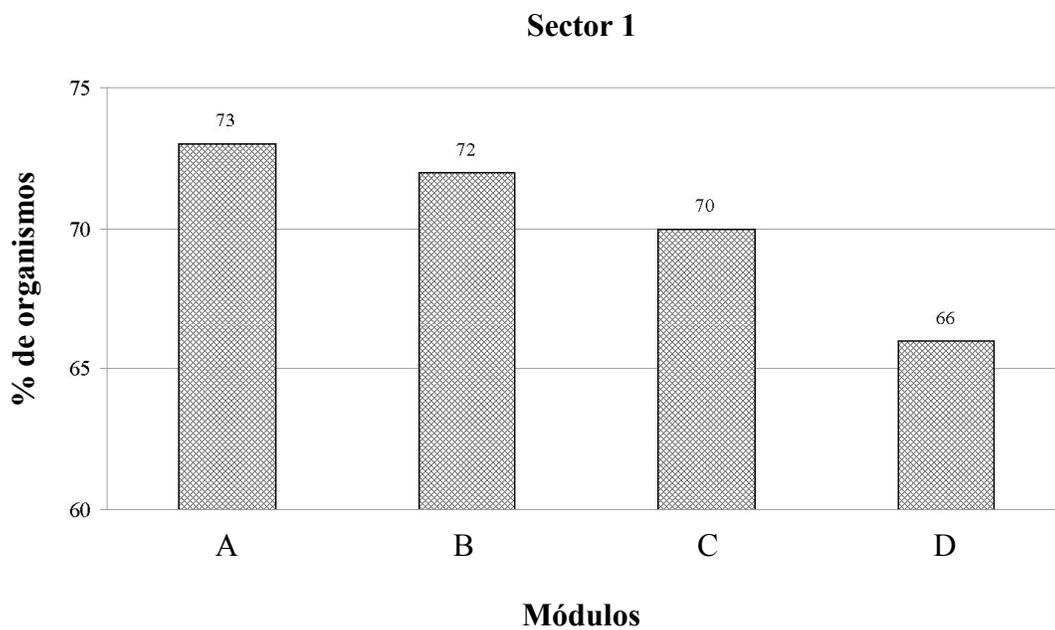


Figura 41. Supervivencia promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

En el sector 2 el valor máximo fue de 74 % en el módulo B y el mínimo fue de 68 % en el módulo D (Figura 42).

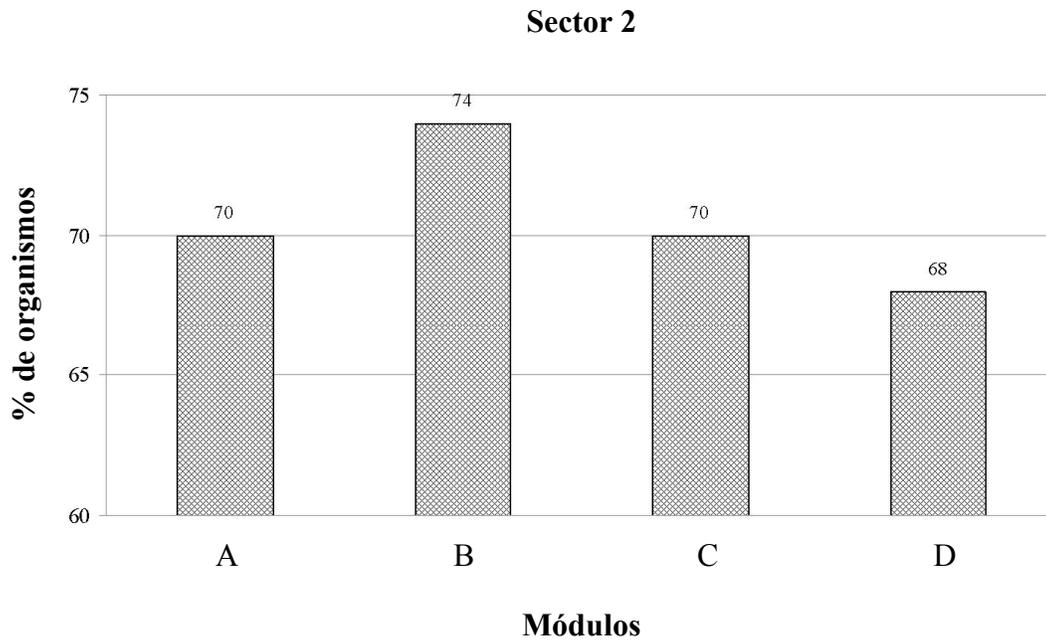


Figura 42. Sobrevivencia promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Los resultados de la sobrevivencia fueron semejantes entre el sector 1 y 2; con promedio para el sector 1 de 69 % y de 71 % para el sector 2 (Figura 43).

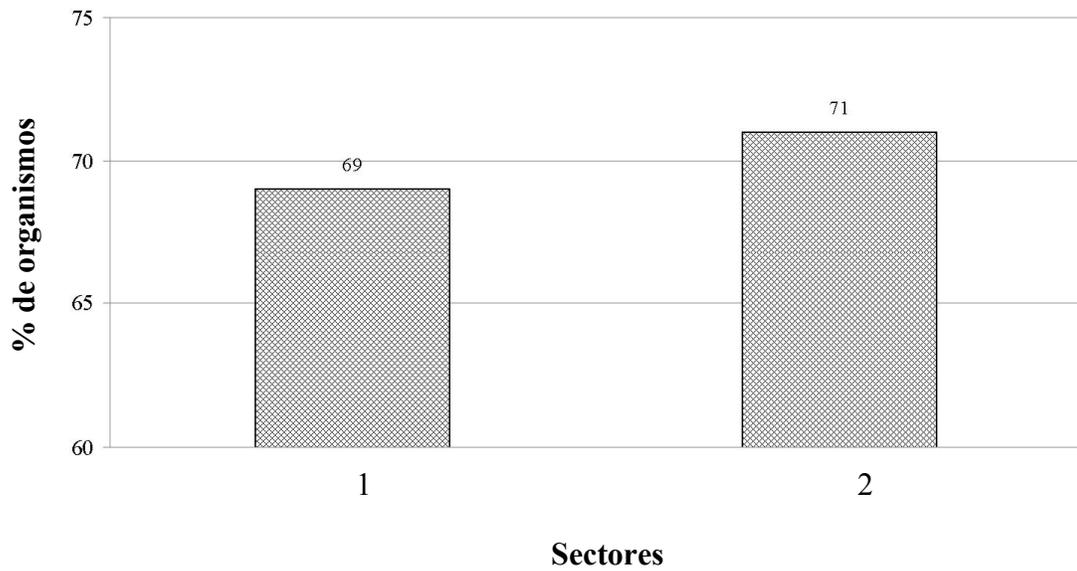


Figura 43. Sobrevivencia promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

VII.4.3. Rendimiento

El rendimiento por hectárea en el sector 1 tuvo valores que oscilaron desde un mínimo de 3,239 en el módulo B hasta 3,969 en el módulo A (Figura 44).

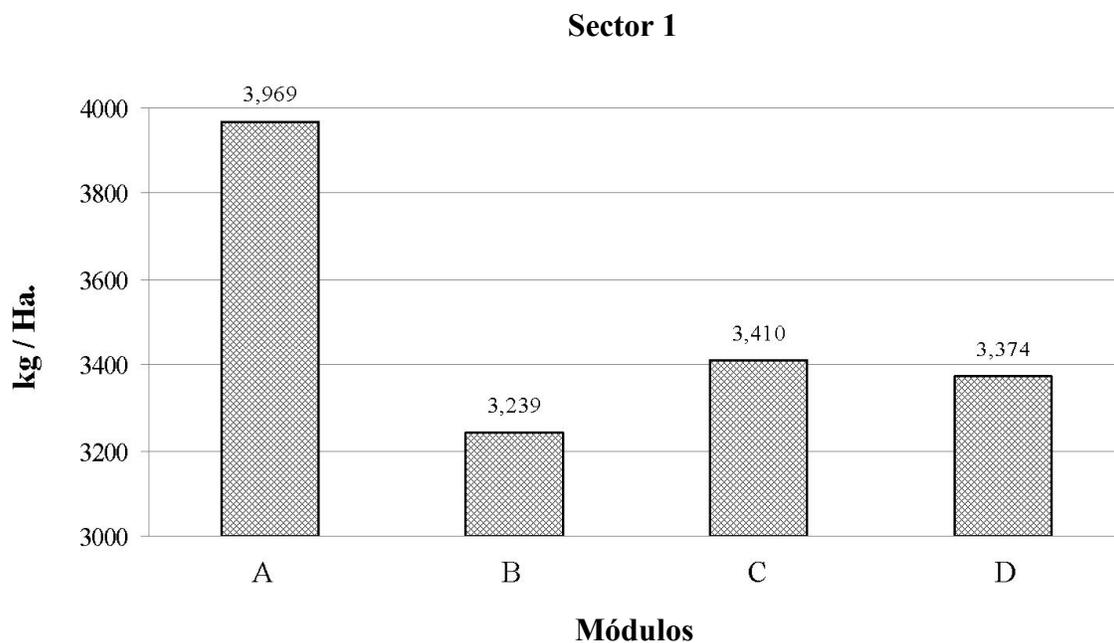


Figura 44. Rendimiento por hectárea promedio para los cuatro módulos del sector 1 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

En el sector 2 los valores fueron más uniformes que en el sector 1, variando desde 3,134 en el módulo C hasta 3,588 en el módulo B (Figura 45).

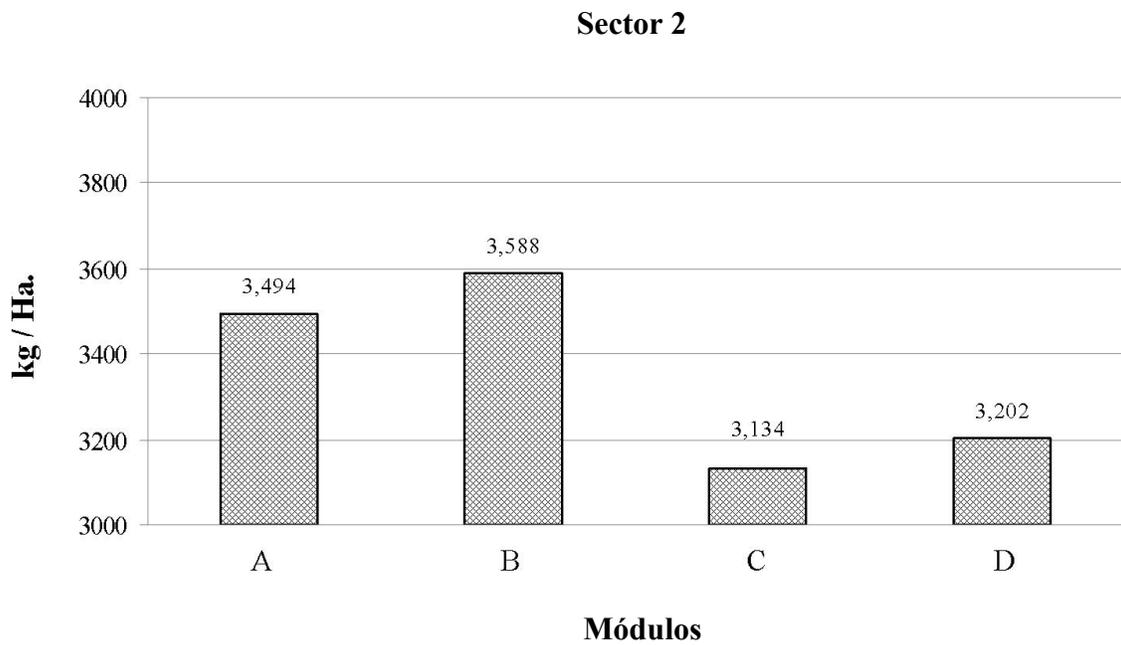


Figura 45. Rendimiento por hectárea promedio para los cuatro módulos del sector 2 analizados durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

Los resultados de rendimiento por hectárea variaron poco entre el sector 1 y 2; con un promedio de 3,443 kg y 3,336 kg promedio por hectárea, respectivamente (Figura 46).

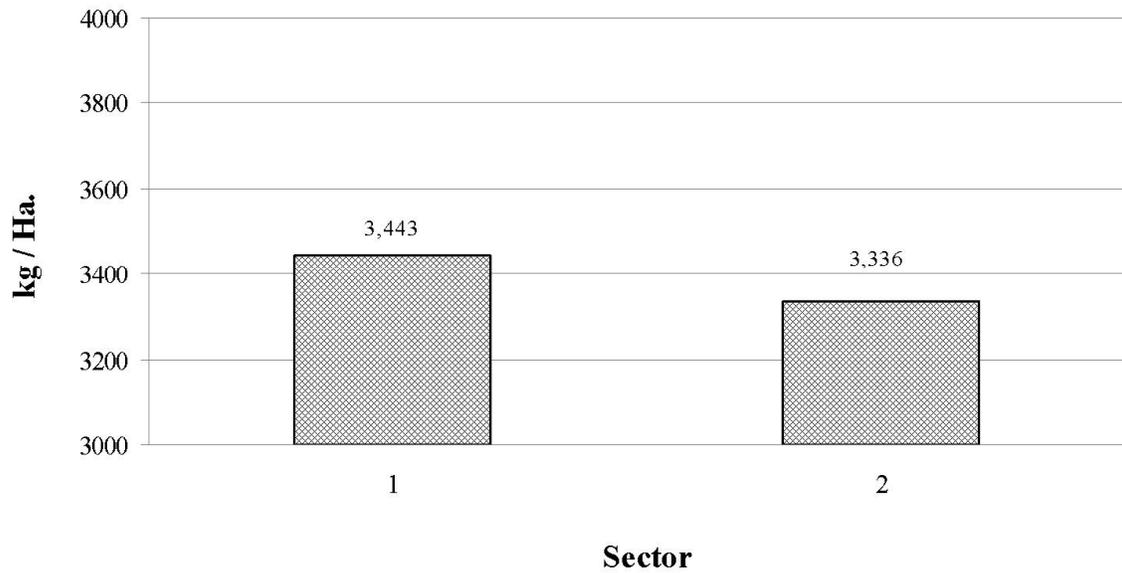


Figura 46. Rendimiento promedio para los dos sectores durante cinco meses de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en una granja semi-intensiva.

VIII. DISCUSIÓN

En un intento por minimizar los daños al ambiente acuático, surgió la opción de obtener los productos demandados a través de sistemas de cultivo, dando pie a la acuicultura; la camaricultura se desarrolló como un negocio en el que como tal, se procura recuperar la inversión y no generar pérdidas, y uno de los factores que la ponen en riesgo son las enfermedades en el cultivo.

A pesar de que las bacterias siempre se encuentran presentes en hábitat marino, incluida la estanquería, existen ciertos factores que detonan el potencial de patogenicidad de estos organismos facultativos; es por ello que se han estudiado los rangos potencialmente seguros de ellas en el cultivo.

Los valores encontrados en los análisis bacteriológicos del presente estudio fluctuaron dentro de estos rangos: 8.10×10^2 - 1.30×10^4 , y se encuentran por debajo de lo reportado por Trujillo *et al.* (2005), quienes encontraron diferencias en el desarrollo de patogenicidad entre organismos expuestos a una dosis de 1.00×10^6 UFC de BTV y los no expuestos.

El valor más alto de BTV se encontró en hepatopáncreas en comparación con el resto de los análisis, y el menor en hemolinfa, lo que concuerda con Durán *et al.* (2007).

El promedio de BTV en hemolinfa fue 1.10×10^3 UFC/mL y al igual que el valor promedio de hepatopáncreas 1.00×10^4 UFC/g, son similares al reportado por Gomez-Gil *et al.* (1998), quienes encontraron valores de 1.00×10^4 y 1.00×10^5 UFC/g en órganos y tejidos de camarón blanco, en estudios posteriores se reportó que los niveles superiores a 1.00×10^6 UFC/g en órganos de camarón blanco representan un problema grave en juveniles y adultos. Los valores promedio de BTV en hemolinfa y hepatopáncreas de este estudio son menores a los reportados por Soto-Rodríguez *et al.* (2010) quienes reportaron problemas en el cultivo (camarón manchado y astillas negras) a una concentración de 6.45×10^3 UFC/mL y 1.4×10^5 UFC/g.

El promedio de BTV en agua de cultivo fue 3.70×10^3 UFC/mL, menor a lo reportado por Eiler *et al.* (2006), quien encontró patogenicidad en cultivos con valores de 1.00×10^4 – 1.00×10^7 ; el valor promedio de BTV en sedimento 5.50×10^3 UFC/g, corresponde al logaritmo del valor reportado por Ramesh *et al.* (1989), de 1.00×10^3 UFC/mL.

Los valores de BTV encontrados en hemolinfa, hepatopáncreas, agua y cultivo de este estudio no se correlacionaron con mortalidades en los cultivos, por lo que se estima que a esos niveles no se desencadena una enfermedad.

Al igual que los análisis bacteriológicos, los análisis de patología en fresco indicaron que la condición de salud del cultivo era aceptable; pues la mayoría de los casos analizados alcanzaron un grado 0 y 1 de severidad, que de acuerdo a Lightner (1996), indica que no hay presencia de signos de infección por patógenos o en muy baja proporción, mientras que la minoría de los casos se encontró en grado 3 (potencialmente letal) y ninguno en grado 4 (muy letal).

Se observó una baja presencia de gregarinas y protozoarios epicomensales; la mayoría de los casos fueron catalogados en grado 0 y 1 (1-10 epicomensales/lamela o gramo, según el caso). Se cree que los números elevados de esos epicomensales son resultado del manejo del agua de estanque de engorda, ya que estos están considerados como buenos indicadores de la pobre calidad del agua. Cuando estos organismos son abundantes en las superficies del cuerpo, apéndices o branquias causan dificultad en los procesos de locomoción, alimentación, muda y respiración, resultando en mortalidades (Tirado *et al.*, 2004).

Uno de los factores de mayor importancia para mantener la sanidad del cultivo es la calidad del agua, por lo que Durán *et al.* (2007) recomiendan vigilar los parámetros fisicoquímicos que puedan incidir en el desarrollo de los organismos de los estanques (oxígeno, pH, salinidad y temperatura); cambios en estos valores pueden incrementar la vulnerabilidad en los crustáceos de ser invadidos por patógenos.

En el presente trabajo se registró un promedio de temperatura de 29.1 °C valor que se encuentra dentro del rango (23-30 °C) ideal para el cultivo de camarón (*L. vannamei*) en Sonora, según el comité de sanidad acuícola del estado de Sonora (COSAES, 2005); la temperatura presentó una tendencia estacional donde los valores más bajos se presentaron al inicio y final del cultivo, mientras que los más altos se encontraron a la mitad del mismo.

Para la salinidad, el COSAES (2005) reporta un intervalo ideal de 35-42 ‰. En el presente estudio, la salinidad promedio fue de 36.4 ‰ por lo que se considera como una salinidad normal para el cultivo del crustáceo. Los valores de salinidad en el sistema se incrementó en los primeros meses del ciclo de cultivo, esto se debió a la elevación de la temperatura, así como a los bajos recambios de agua en una etapa del cultivo. Luego

disminuyeron durante los meses de lluvia y al final del ciclo se estabilizaron, una tendencia similar fue reportada por Juárez-García (2010).

El oxígeno disuelto en el presente estudio registró un promedio general de 3.5 mg/L en el sector 1 y 4.7 mg/L en el sector 2; para el sector 1 debajo del límite inferior del rango óptimo 4.0-10.0 según el COSAES (2005). El oxígeno presentó valores altos al inicio del cultivo y éste bajó a la mitad del mismo, recuperando los niveles normales al final del ciclo, lo que concuerda con la tendencia reportada por Juárez-García (2010). Este comportamiento posiblemente se debe a que al inicio, la biomasa de camarón era menor, por lo tanto con una menor demanda de oxígeno; la elevación de temperatura, aunados al aumento de la biomasa afectaron la disponibilidad de oxígeno disuelto a mediados del cultivo, y al final, al reducir la densidad de organismos durante las pre-cosechas, éste aumentó de nuevo.

El amonio, por su toxicidad debe mantenerse controlado. El COSAES (2005) reporta que los valores de este compuesto deben fluctuar entre 0.1 –1.0 mg/L, la concentración promedio para el sector 1 fue de 0.06 mg/L y en el sector 2 de 0.04 mg/L, ambos valores dentro del rango aceptable. La relación inversa entre el oxígeno disuelto y el amonio en ambos sectores observada en este trabajo, se asocia a una mayor biomasa en el sector 1 relacionada a su vez con un mayor consumo de oxígeno disuelto y mayor cantidad de los productos de excreción por el metabolismo. Esta misma relación se observó entre oxígeno y amonio durante los meses de cultivo, pues al inicio los valores permanecieron normalmente bajos, luego aumentaron cuando los organismos crecieron, demandaron más oxígeno y generaron más desechos tóxicos y disminuyó cuando se iniciaron las pre-cosechas al disminuir la densidad de organismos.

El tipo de siembra de los cultivos (transferencia de raceways y directa) no influyó en la condición de salud de los organismos; ambos sectores fueron sembrados con larva de laboratorio, lo que minimizó la posibilidad de introducir agentes patógenos ajenos al medio. La talla mínima de siembra según el COSAES (2005) es PL12, la larva utilizada en este estudio cumplió con esta recomendación así como con todas las evaluaciones de recepción (prueba de nado, detección de enfermedades, desarrollo de apéndices, estrés y salinidad).

A pesar de la diferencia de edad funcional que existe entre los estanques del sector 1 y 2, los parámetros de producción estudiados (biomasa, sobrevivencia y rendimiento por

hectárea) no se vieron afectados; es posible que esto se deba al buen manejo de los fondos (drenado, secado, desinfección, arado, encalado y preparación) en ambos sectores de la granja.

Los resultados de producción mostraron que la sobrevivencia en un sector de la granja se vio afectada más que en el otro, sin embargo, esto no afectó la biomasa total cosechada ya que éste mismo sector fue el que mayor cantidad de kilogramos por hectárea generó; eso se debe a que el sector con menor sobrevivencia contaba con organismos de mayor edad y por lo tanto de mayor talla, lo que compensó la pérdida de organismos.

En general, la producción de biomasa en la granja no se vio afectada en ninguno de los 2 sectores y los valores promedio obtenidos de rendimiento fueron similares (3,443 y 3,336 kg/Ha para el sector 1 y 2, respectivamente); esto es un reflejo de que el resto de los parámetros analizados (bacteriología, patología, fisicoquímicos y calidad del agua) se encontraban dentro de los rangos permitidos durante el ciclo de cultivo; concordando así con lo reportado por Paéz-Osuna *et al.* (2001), quienes afirman que los cambios ocurridos en el sistema pueden deteriorar la calidad del agua y sedimento, afectando la alimentación del camarón y su susceptibilidad a enfermedades que finalmente se refleja en una baja sobrevivencia.

IX. CONCLUSIONES

El monitoreo de la carga de bacterias en el sistema no presentó niveles problemáticos en ningún momento del ciclo de cultivo que pudieran relacionarse con mortalidades de los organismos.

El análisis de patología en fresco no señaló factor de riesgo para el cultivo en relación a gregarinas y protozoarios epicomensales en branquias e intestino, mientras que los túbulos del hepatopáncreas presentaron morfología y coloración normal.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en el estudio no se relacionan con factores de riesgo para el cultivo.

La localización de los estanques (sector 1 y sector 2) no influyó sobre los resultados de producción ni de cualquier otro parámetro medido o análisis realizado.

X. LITERATURA CITADA

- Álvarez R., J., Austin, B., Álvarez, A. y Agurto, C. 2000. Especies de *Vibrios* y *Aeromonas* aisladas del intestino de camarones marinos sanos silvestres y cultivados en Venezuela. *Veterinaria Tropical* 25 : 5-27.
- Arredondo Figueroa, J.L. y Ponce Palafox, J.T. 1998. Parámetros más importantes de la calidad del agua. Pp. 9-19. En: Arredondo Figueroa, J.L. y Ponce Palafox, J.T. AGT EDITOR. S.A. Calidad del agua en acuicultura conceptos y aplicaciones. México.
- COSAES, 2005. Sitio oficial del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C.: Protocolo Sanitario 2005 para las juntas de sanidad acuícola. (www.cosaes.com).
- COSAES, 2011. Sitio oficial del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C.: Resultados del Informe Final de Sanidad del Camarón en 2010. Enero, 2011. (www.cosaes.com).
- De la Rosa Vélez, J. y Bonami, J.R. 2006. Detección molecular de enfermedades virales que afectan el desarrollo del cultivo del camarón. *Hidrobiológica* 16 : 275-293.
- Durán Avelar, M.J.; Vibanco Pérez, N.; Vázquez Reyes, A. y Zambrano Zaragoza, F. 2007. Dinámica de la presencia de bacterias del género *Vibrio* spp. en granjas camaronícolas de San Blas, Nayarit y su relación con las variaciones de pH durante un ciclo productivo. Programa nacional de sanidad acuícola y la red de diagnóstico. Año: 10, Vol. IV. No. 40. Pp. 16-22.
- Durand, S.V., Tang, K.F.C. y Lightner, D.V. 2000. Frozen commodity shrimp: potential avenue for introduction of white spot syndrome virus (WSSV) and yellow head virus (YHV). *Journal of Aquatic Animal Health* 12 : 128-135.
- Eiler, A., Johansson, M. y Bertilsson, S. 2006. Environmental influences on *Vibrio* populations in Northern temperate and boreal coastal waters (Baltic and Skagerrak Seas). *Applied and Environmental Microbiology* 72(9) : 6004-6011.
- Esparza Leal, H.M., Ponce Palafox, J.T., Cabanillas Beltrán, H. y Flores Verduzco, F. 2007. El efecto del virus de la mancha blanca (WSSV) y el recambio del agua sobre la

- supervivencia y producción de *Litopenaeus vannamei* bajo condiciones de un cultivo semi-intensivo. *Hidrobiológica* 17 : 35-40.
- FAO, 2011. Página oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación: departamento de pesca y acuicultura. Enero, 2011. (www.fao.org/fishery/statistics/es).
- Fernandes, S.O., Kulkarni, S.S., Shirodkar, R.R., Karekar, S.V., Praveen Kumar, R., Sreepada, R.A., Vogelsang, C. y Loka Bharathi, P.A. 2010. Water quality and bacteriology in an aquaculture facility equipped with a new aeration system. *Environmental Monitoring and Assessment* 164 : 81-92.
- Gomez-Gil B, Roque, A., Turnbull, J.F. y Tron-Mayen, L. 1998. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 163 : 1-9.
- Gómez G. B., Roque A. y Guerra F. A. 2001. Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura en México y el impacto del uso de antimicrobianos. *Camaronicultura y medio ambiente*. UNAM. Pp. 315-346.
- Jiravanichpaisal, P., Miyazaki, T. y Limsuwan, C. 1994. Histopatología, bioquímica y patogenicidad de *Vibrio harveyi* infectando al camarón tigre *Penaeus monodon*. *Journal of Aquatic Animal Health* 61 : 27-35.
- Juárez-García, M. 2010. Eficiencia del uso del nitrógeno en un cultivo semiintensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en módulos de estanques interconectados con bajo recambio de agua. Tesis maestría en ciencias en acuicultura. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.
- Lightner, D.V., Redman, R.M., Poulos, B.T., Nunan, L.M., Mari, J.L. y Hasson, K.W. 1997. Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. *Review of science and technology of the Office of International Epizootics* 16 : 146-160.
- 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.

- Lightner, D. V. y Pantoja, C. R. 2002. Bioseguridad en el cultivo de camarón. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Ed. UCA. Pp. 123-166.
- Martínez Córdova, L.R. 2009a. Selección de sitios, construcción y preparación de estanques. Pp. 20-24. En: Martínez Córdova, L.R. ED. Trillas. Camaronicultura sustentable manejo y evaluación. México.
- Martínez-Córdova, L.R., Martínez Porchas, M. y Cortés-Jacinto, E. 2009b. Camaronicultura mexicana y mundial: ¿actividad sustentable o industria contaminante? Revista Internacional de Contaminación Ambiental 25 : 181-196.
- Morales Covarrubias, M.S. 2004a. Métodos de diagnóstico. Pp. 23-27. En: Morales Covarrubias, María Soledad. Ed. Trillas. Enfermedades de camarón detección mediante análisis en fresco e histopatología. México.
- Morales Covarrubias, M.S. 2004b. Enfermedades causadas por bacterias. Pp. 59-77. En: Morales Covarrubias, M.S. Ed. Trillas. Enfermedades de camarón detección mediante análisis en fresco e histopatología. México.
- Páez-Osuna, F. y Ruíz-Fernández, A.C. 2001. La calidad del agua en camaronicultura: conceptos, manejo y normatividad. En: Camaronicultura y medio ambiente. F. Páez-Osuna (Ed.) Unidad Académica Mazatlán. UNAM. Mazatlán, Sinaloa, México. Pp. 103-146.
- Ramesh, A., Loganathan, B. y Venugopalan, V. 1989. Seasonal distribution of luminous bacteria in the sediments of a tropical estuary. Journal of General and Applied Microbiology 35 : 363-368.
- Soto-Rodríguez, S.A., Gómez-Gil, B., Lozano, R. y Roque, A. 2010. Density of *Vibrios* in hemolymph and hepatopancreas of diseased pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, from Northwestern Mexico. J. World Aquaculture Society, 41 : 76-83.
- Tirado Velarde, M.S.; Galavis Silva, L.; Molina Garza, Z. e Ibarra Gámez, J. 2004. Microorganismos patógenos en camarón cultivado *Litopenaeus vannamei* de granjas del estado de Sinaloa. Programa nacional de sanidad acuícola y la red de diagnóstico. Año: 7, Vol. II. No. 26. Pp. 9-11.
- Trujillo, T., Aguirre-Guzman, G., Sánchez, J.G. y Rábago-Castro, J. 2005. Patogenicidad de *Vibrio* sp. en juveniles de camarón blanco del Pacífico (Boone, 1931). Ciencia y mar Vol. 9 (27) :11-18.

- Unzueta Bustamante, M.L. 2002. Avances en el diagnóstico, manejo y prevención de enfermedades. En: Camaronicultura avances y tendencias. Martínez Córdova, Luis Rafael. AGT EDITOR, S.A. México. Pp. 137- 141.
- Unzueta-Bustamante, M.L., Silveira-Cofficny, R., Prieto A.A., Aguirre-Guzmán, G. y Vázquez-Juárez, R. 2004. Susceptibility of *Litopenaeus schmitti* and *Cherax quadricarinatus* to white spot syndrome virus (WSSV). Ciencias Marinas 30 : 537-545.