



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DEL PERIFITON EN UN PROGRAMA
DE ALIMENTACIÓN DE *Penaeus vannamei*.

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Román Murillo, Eswi Ibán

TUMBES, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DEL PERIFITON EN UN PROGRAMA
DE ALIMENTACIÓN DE *Penaeus vannamei*.

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Román Murillo, Eswi Ibán

TUMBES, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DEL PERIFITON EN UN PROGRAMA
DE ALIMENTACIÓN DE *Penaeus vannamei*.

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Román Murillo, Eswi Ibán

TUMBES, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DEL PERIFITON EN UN PROGRAMA
DE ALIMENTACIÓN DE *Penaeus vannamei*.

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Román Murillo, Eswi Ibán

TUMBES, PERÚ

2018

RESPONSABLES

Eswi Ibán Román Murillo

EJECUTOR

Dr. David E. Saldarriaga Yacila

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Dr. César Mantilla Avalos

PRESIDENTE

Dr. Adán Alvarado Bernuy

SECRETARIO

Dr. Leocadio Malca Acuña

VOCAL

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes, por la acertada formación que nos brindaron en el lapso de nuestros estudios.

Al Dr. David Edilberto Saldarriaga Yacila por su amistad, por la idea, concepción, acertado y dedicado asesoramiento en la proyección, ejecución y redacción de la tesis.

A los alumnos de la asignatura de Acondicionamiento y Manejo de Estanques del Semestre Académico 2013-I por su participación activa en la ejecución de la investigación.

Gracias a todos.

El autor

DEDICATORIA

A Dios y su hijo Cristo nuestro Salvador, por el amor que brindan a la humanidad.

A mis padres: Antonio Román García, Carmela Murillo Chanta y a mi hermano Marcos Antonio Román Murillo. Son ustedes los que día a día me dan la fuerza para ser mejor, son mi inspiración y la mayor alegría en mí existir.

Eswi ibán Román Murillo

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. ANTECEDENTES.....	18
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	22
3.1 MATERIALES	22
3.2 MÉTODOS	23
3.2.1 Lugar y fecha de la investigación	23
3.2.2 Preparación y diseño del experimento.	24
3.2.3 Proceso del cultivo.....	26
3.2.4 Proceso del análisis cualitativo y cuantitativo del perifiton.	28
4. RESULTADOS	29
4.1 Peso.....	29
4.2 Sobrevivencia.....	30
4.3 Biomasa	32
4.4 Muestreo de los parámetros físicos y químicos del agua de cultivo ..	34
4.5 Análisis cualitativo y cuantitativo del perifiton.....	43
5. DISCUSIÓN.....	47
6. CONCLUSIONES.....	48
7. RECOMENDACIONES.....	49
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	50
Anexo.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Peso (gr) promedio de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 1, 2 y 3	29
Tabla 2. Supervivencia (%) promedio de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 1, 2 y 3	31
Tabla 3. Biomasa (Kg) promedio de <i>Penaeus vannamei</i> en el estanque N° 1, 2 y 3	33
Tabla 4. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 1	35
Tabla 5. pH [H ⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> estanque N° 1	36
Tabla 6. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 2	38
Tabla 7. pH [H ⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 2	39
Tabla 8. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 3	41
Tabla 9. pH [H ⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 3	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del centro de producción acuícola y estanques experimentales	23
Figura 2. Limpieza del estanque N° 1, 2 y 3	24
Figura 3. Estación de bombeo de la Facultad de Ingeniería y Ciencias del Mar..	24
Figura 4. Dimensiones de los substratos artificiales verticales	25
Figura 5. Instalación de los substratos artificiales en el estanque N° 1, 2 y 3	25
Figura 6. Bolsa plástica donde contiene cinco litros de agua y las postlarvas de <i>Penaeus vannamei</i>	26
Figura 7. Siembra de las postlarvas en los estanques N° 1, 2 y 3	26
Figura 8. Comparativo del peso promedio de <i>Penaeus vannamei</i>	30
Figura 9. Oscilación de las sobrevivencias de <i>Penaeus vannamei</i> del estanque N° 1, 2 y 3	32
Figura 10. Curvas de comparación de la biomasa del estanque N° 1, 2 y 3.....	34
Figura 11. Fluctuación de los géneros más importantes del perifiton encontrados en el estanque N° 2	43
Figura 12. Oscilación de los géneros importantes que se encontraron en el perifiton del estanque N° 3	44
Figura 13 <i>Navícula sp</i>	45
Figura 14. <i>Oscillatoria sp</i>	45
Figura 15. <i>Chaetoceros sp</i>	45
Figura 16. <i>Anabaena sp</i>	45

Figura 17. <i>Pleurosigma sp</i>	46
Figura 18. <i>Dictyocha sp</i>	46
Figura 19. <i>Thalassiosira sp</i>	46
Figura 20. <i>Coscinodiscus sp</i>	46

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 01 (suministrado con balanceado).
- Anexo 2. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 02 (abastecido con balanceado más perifiton).
- Anexo 3. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 03 (alimentado con perifiton).
- Anexo 4. Análisis cuantitativo del perifiton en el cultivo de *Penaeus vannamei* – Estanque 2 (abastecido con balanceado más perifiton).
- Anexo 5. Análisis cuantitativo del perifiton en el cultivo de *Penaeus vannamei* – Estanque 3 (alimentado con perifiton).

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro de Producción Acuícola de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes, ubicada en la localidad de Puerto Pizarro, distrito, provincia y departamento de Tumbes (3° 30'23.72" S y 80° 23' 40.13" O) durante 90 días de cultivo (04 de mayo al 04 de agosto del 2013), en tres estanques revestidos con geomembrana cuyas áreas fueron de 200 m². En el estanque N° 1, 2 y 3 la densidad de siembra fue de 25 ind./m², alimentación de dos dosis, se fertilizó con urea y superfosfato triple de calcio. Como resultados se obtuvo: El peso final de 10,00 gr, 10,90 gr y 3,38 gr; sobrevivencia de 60 %, 67,50 % y 40,00 % y biomasa de 30,00 Kg, 36,79 Kg y 6,76 Kg. El oxígeno disuelto, temperatura, pH, transparencia y salinidad presentaron promedios de 5,45 mgr/L, 28,61 °C, 7,75 [H⁺], 30,00 cm y 32,13 ‰. La identificación y conteo de la muestra se realizó en 10 cuadrantes de la cámara Neubauer, los cálculos se llevaron a cabo de la siguiente fórmula: Concentración (cél./ml) = [N° de células / N° de cuadrantes] * 10000, los resultados fueron: *Navícula* 184 000 cél./ml, *Dictyocha* 91 000 cél./ml, *Pleurosigma* 125 000 cél./ml, *Coscinodiscus* 341 000 cél./ml, *Chaetoceros* 144 000 cél./ml, *Thalassiosira* 315 000 cél./ml, y *Anabaena* 474 000 cél./ml y *Oscillatoria* 435 500 cél./ml; el perifiton se adhiere a estos substratos mejorando la producción y rendimiento a menores costos.

Palabras claves: Substratos artificiales, perifiton, *Penaeus vannamei*.

ABSTRACT

The research was conducted at the Center for Aquaculture Production Engineering Faculty of Fisheries and Marine Sciences of the National University of Tumbes, located in the village of Puerto Pizarro, district, province and department of Tumbes (3rd 30'23.72 "S and 80 ° 23 '40.13 "W) for 90 days of culture (04 May to 4 August 2013) in three ponds lined with geomembrane whose areas were 200 m². In the pond No. 1, 2 and 3 planting density was 25 ind./m², feeding two doses, fertilized with urea and triple calcium superphosphate. As results were obtained: The final weight of 10.00 g, 10.90 g and 3.38 g; survival of 60%, 67.50% and 40.00% and 30.00 kg biomass, 36.79 kg and 6.76 kg. The dissolved oxygen, temperature, pH, salinity transparency and had mean 5.45 mgr / L, 28.61 ° C, 7.75 [H +], 30.00 cm and 32.13 ‰. Identifying and counting of the sample was performed in 10 quadrants of the Neubauer chamber, calculations were performed of the following formula: Concentration (Cells/ml) = [N°. of cells / N°. of quadrants] * 10000, the results were: *navícula* 184 000 cells/ml, *Dictyocha* 91 000 cells/ml, *Pleurosigma* 125 000 cells/ml, *Coscinodiscus* 341,000 cells/ml, *Chaetoceros* 144 000 cells/ml, *Thalassiosira* 315 000 cells/ml, and *Anabaena* 474 000 cells/ml and *Oscillatoria* 435,500 cells/ml.; periphyton adheres to these substrates improving production and efficiency at lower costs.

Keywords: artificial substrates, periphyton, *Penaeus vannamei*.

1. INTRODUCCIÓN.

Penaeus vannamei es una especie de importancia comercial, su cultivo es una actividad económica de gran interés para la región de Tumbes, uno de sus inconvenientes y quizá el más notable, es el alimento artificial o alimento balanceado, el cual se encuentra en el mercado entre 28 % al 50 % de proteína, siendo mayor el costo cuanto más contenido de proteína tenga.

Varios estudios han indicado que los organismos de la productividad acuática natural son de gran valor alimenticio y nutritivo para las especies en cultivo, especialmente para los del género *Penaeus* por sus hábitos alimenticios, esto podría reducir significativamente los costos de producción y los riesgos de contaminación del agua debido al uso inadecuado de dietas artificiales.

Los substratos artificiales constituyen una superficie adicional para incrementar la productividad natural en los estanques a través de la fijación de perifiton, ya que es un conjunto de organismos adherentes o sueltos, microscópicos o diminutos, estrictamente localizados sobre superficies libres de vegetales sumergidos o sobre objetos animados, formando una cubierta o mata continua o discontinua. Siendo éste el alimento natural para los cultivos de peces, moluscos y crustáceos, permitiendo aumentar la capacidad de carga de estos sistemas, mejorando su producción y productividad a menores costos. Así mismo, los organismos del perifiton biofiltran el agua de cultivo generando efluentes más limpios, de mínimo impacto sobre los ecosistemas exteriores asimismo, mejoran la calidad del agua de los sistemas de cultivo.

Por lo tanto, el alimento balanceado o artificial es el más caro en el cultivo de *Penaeus vannamei*. Por eso se optó el uso de substratos artificiales debido a que el perifiton se adhiere a estos substratos aumentando la producción e incrementando el alimento natural suplementario, mejorando la producción y rendimiento a menores costos. Por este motivo se realizó la presente investigación en *Penaeus vannamei* que tuvo como objetivos:

Objetivo General:

Determinar el efecto del perifiton en el engorde de *Penaeus vannamei* mediante un programa de alimentación en estanques revestidos con geomembrana.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el peso e incremento semanal de *Penaeus vannamei*.
- Calcular la sobrevivencia en el cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei*.
- Calcular la biomasa en el cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei*.
- Identificar y calcular la densidad por número de organismos por unidad de volumen (cel./ml) de los principales géneros que se encuentran en el perifiton.

2. ANTECEDENTES.

Ringuelet (1962), Define al perifiton como conjunto de organismos adherentes o sueltos, microscópicos o diminutos, estrictamente localizados sobre superficies libres de vegetales sumergidos o sobre objetos animados, formando una cubierta o mata continua o discontinua.

Componentes del perifiton:

Epifiton: Organismos fijos, adheridos o sentados, formando una cubierta discontinua sobre la superficie del soporte.

Lasion: Organismos mezclados con el soporte, principal o secundario, que no son fijos, entremezclados y sin formar una cubierta discontinua.

Plocon: Algas filamentosas sujetas y los organismos convivientes posados, entrelazados y adheridos.

Otoshi et al. (2006), sostuvieron que el perifiton fijado a substratos artificiales proporciona un hábitat adicional para viables organismos que sirven de alimento para *Penaeus vannamei*, y pueden servir como un refugio para pequeños crustáceos o langostinos que son vulnerables al canibalismo. Del mismo modo crean un hábitat para bacterias nitrificantes y desnitrificantes que pueden proporcionar mejor calidad de agua en el cultivo por convertir el nitrógeno toxico residual en forma menos toxicas.

Los substratos artificiales pueden ser una excesiva superficie para el crecimiento de perifiton proporcionando una enorme disponibilidad de alimento natural para *Penaeus vannamei* que conllevó a una conducta de no aprovechamiento máximo del alimento disponible. Asimismo, se observó la formación de una capa gruesa de perifiton (1 cm a 2 cm, aproximadamente) que fue contraproducente según Keshavanath et al. (2001), quien indica que cuando la especie en cultivo consume perifiton constantemente, este se encuentra en crecimiento exponencial, pero cuando hay exceso se auto limita el paso de luz en el agua provocando su envejecimiento, mortalidad y disminución de la calidad nutricional. Desde el punto de vista nutricional, Da Silva et al. (2008), considera que es muy probable que las diatomeas constituyan el mayor contenido proteínico en los primeros días del cultivo.

Domingos (2003), en estudios realizados para evaluar el efecto del uso de diferentes cantidades de sustratos artificiales verticales de alta superficie (0 %, 15 %, 30 % y 45 % del área de fondo) en cultivo semi-intensivo de *P. vannamei* (peso promedio inicial de 1,31 gr y 30 ind./m²) utilizando rediles de 12,5 m², instalados dentro de un estanque de tierra, alimentados con balanceado de 35 % de proteína, ofrecido en bandejas de alimentación por tres veces al día durante seis semanas; en relación al grupo control (0 %) no hubo mejora ($p>0,05$) en el crecimiento (10,93 gr) ni en la tasa de conversión alimenticia (1,07) con respecto al mejor tratamiento de 15 %, donde se obtuvieron 10,21 gr y 1,07 gr, respectivamente. Sin embargo, sí se obtuvo diferencias significativas ($p<0,05$) en la sobrevivencia del control (71,10 %) y el tratamiento de 15 % (93,40 %), del mismo modo, para la biomasa final, siendo 2,91 kg para el control y 3,58 kg para el tratamiento de 15 %; en lo que respecta a la tasa de crecimiento, en promedio general fue 1,14 gr/semana.

Díaz y Maldonado (2008), investigaron en *P. vannamei* a una densidad de 20 ind./m², utilizaron 16 rediles de 25 m², en cada cuatro de ellos se instalaron los sustratos artificiales a razón de 15 %, 30 % y 45 % con respecto al área de fondo, incluyéndose un control (sin sustratos artificiales). Después de 65 días de cultivo, reportaron que el uso de sustratos probados no afectó la sobrevivencia, crecimiento y biomasa, alcanzando los valores de 86,50 %, 12,28 gr y 5,31 kg (30 % de sustratos); 83 %, 12,23 gr y 5,07 kg (45 % de sustratos) y 82 %, 11,78 gr y 4,84 kg (15 % de sustratos) pero fueron mayores al control (75,00 %, 10,75 gr y 4,12 kg). Los mencionados autores encontraron los géneros más importantes del perifiton fijados en los sustratos artificiales: diatomeas: *Gyrosigma*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Dictyocha*, *Navícula*. Cianofitas: *Oscillatoria*. Zooplancton (copépodos: *Macrocyclus*; nemátodos: *Panagrellus*; ciliados: *Amphiscolops*; crustáceos: Poliquetos).

Por su parte, Ballester et al. (2007), utilizaron módulos de sustratos artificiales cuya malla fue de 1 mm de longitud y 2 m x 1 m (largo por ancho), ocuparon 8 m² en la columna de agua y fueron instalados 15 días antes de la siembra en cada redil de malla de polietileno PVC (4 m²) de 1.50 mm de longitud de malla, utilizados como unidades experimentales. La densidad de siembra de *Farfantepenaeus paulensis* fue 300 ind./m². Los ejemplares fueron alimentados con balanceado de 40 % de proteína. Al final del cultivo, los langostinos cultivados en tanques con sustratos artificiales alcanzaron un peso 10,70 gr mayor a los que se cultivaron sin sustratos artificiales, del mismo modo la sobrevivencia fue de 95,43 % para los primeros significativamente mayor a la obtenida por los segundos que fue de 90,73 %.

En una experiencia, Cortéz (2001) utilizó 500 unidades/ha de sustratos artificiales en un estanque de cultivo intensivo de *Penaeus vannamei* (60 ind./m²) ubicados antes de la siembra para que contribuyan con alimento natural. Encontró organismos zooplanctónicos como: copépodos, nemátodos, poliquetos y rotíferos. Los organismos del fitoplancton estuvieron conformados por: Diatomeas (*Nitzschia*, *Amphora*, *Navícula*, *Pinnularia*, *Rizosolenia*, *Chaetoceros*, *Pleurosigma* y *Skeletonema*), cianofitas (*Oscillatoria*, *Anacystis*, etc.). En este estanque, a los 85 días de cultivo, obtuvo una sobrevivencia mayor en 12 %, un menor crecimiento en 0,15 gr comparado con el estanque en que no se usaron los sustratos artificiales (40 ind/m²).

Otoshi et al. (2006), realizaron un experimento en 12 tanques de plástico de 110 L, para probar la ventaja del uso de sustratos verticales sobre el crecimiento y biomasa de *P. vannamei*. Los sustratos ocuparon 2,42 m²/m³ de agua, la densidad de siembra fue de 79 ind./m², el peso inicial fue de 2,29 gr, se alimentó con balanceado de 35 % de proteína. Después de 43 días de cultivo, el peso de langostinos que tuvieron acceso a los sustratos verticales (1,36 gr/semana) fue significativamente mayor en 27 % a la tasa de crecimiento de aquellas que no lo tuvieron (1,07 gr/semana). La sobrevivencia fue entre 94 % a 100 %, sin guardar diferencias.

Martínez, Campaña, y Martínez (2004), refieren que los sustratos artificiales proveen una fuente de alimento natural, biofiltración y estructura (para soportar densidades de siembra más altas y reducir la depredación). Los principales tipos de organismos que proliferan son: anfípodos, isópodos, poliquetos, hidrozorios, macroalgas. Los indicados autores, reportaron en experimentos en pre engorde de langostino utilizando tanques circulares de 3,3 m de diámetro, a 130 PL/ m², obteniendo la sobrevivencia de 81 %, peso promedio final de 16,0 gr, tasa de crecimiento de 1,39 gr/semana y una biomasa de 1,69 kg/m², frente a los resultados en los tanques control donde no se utilizaron estos sustratos artificiales, que fueron 66 %, 12,50 gr, 1,06 gr/semana y 1,07 kg/m² respectivamente.

Corre et al. (2000), consideran que los parámetros más importantes del agua en un estanque de cultivo de langostino, de acuerdo a los rangos óptimos son: temperatura de 28,00 °C a 32,00 °C; nivel de agua de 1,00 m a 1,50 m; transparencia de 0,30 m a 0,45 m; color del agua verde amarillo; salinidad de 18 ‰ a 35 ‰; oxígeno disuelto mayor de 4,00 mgr/L; pH de 7,50 [H⁺] a 8,30 [H⁺]; el fitoplancton entre 8 x 10⁴ cel/ml a 3 x 10⁶ cel/ml; bacterias luminiscentes menores a 10² UFC/ml y *vibrios* totales menor a 10⁴ UFC/ml.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1 MATERIALES

Material biológico

- 15 000 postlarvas de *Penaeus vannamei* provenientes del laboratorio de Texcumar – Ecuador.

Equipos

- Refractómetro, marca ACUARIUS.
- Potenciómetro, marca WATERPROOF PH TESTT 30.
- 1 balanza EK5055 Max 5 Kg d= 1gr, marca KAMBOR
- Oxímetro, con termómetro incluido marca YSI 550 A.
- Disco de Secchi de 0,20 m de diámetro.
- Cámara Neubauer.
- Microscopio eléctrico, marca OLYMPUS IX71.

Materiales de campo

- 14 Substratos artificiales de 1,00 m de ancho por 0,75 m de altura.
- 1 Atarraya (4 m² de área efectiva).
- 6 Baldes de plástico de 20 litros.
- 1 Bandejas de 20 cm de diámetro.
- Mallas de celosías (1 mm de longitud de malla).
- 1 Formol al 37 %.
- 1 Disco secchi.

Insumos

- Alimento balanceado nicovita de los siguientes tipos KR ½ y KR 1.2 al 35 % de proteína (pre-cría) y KR 2.5 al 28 % de proteína (engorde).
- Urea.
- Superfosfato triple de calcio
- Hipoclorito de sodio al 4 %.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Lugar y fecha de la investigación

La investigación se desarrolló en el Centro de Producción Acuícola de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes, ubicada en la localidad de Puerto Pizarro, distrito, provincia y departamento de Tumbes ($3^{\circ} 30'23.72''$ S y $80^{\circ} 23' 40.13''$ O) durante un periodo de cultivo de 90 días (04 de mayo al 04 de agosto del 2013), en tres estanques revestidos con geomembrana cuyas áreas fueron de 200 m^2 . El estanque 1 se suministrado con alimento balanceado, el estanque 2 se abastecido con alimento balanceado más perifiton y el estanque 3 se alimentado con perifiton. (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del Centro de Producción Acuícola y estanques experimentales (Imagen Google Earth 2016).

3.2.2 Preparación y diseño del experimento.

3.2.2.1 Preparación de los estanques

El estanque N° 1, 2 y 3 revestido con geomembrana fueron limpiados con escobas, escobillas y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 4 % según su envase, la preparación de este producto se realizó de la siguiente manera: en cada 5 litros de agua se aplicó 240 ml de este producto y se dejó actuar por 5 minutos. Los estanques fueron secados al aire libre y luego de siete días fueron llenados.



Figura 2. Limpieza del estanque N° 1, 2 y 3.



Figura 3. Estación de bombeo de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar.

3.2.2.2 Instalación diseño experimental

Como unidades experimentales se utilizaron catorce substratos artificiales, éstos obtuvieron las siguientes características: polietileno, color gris, alta superficie específica, resistencia al agua, resistencia a la tracción mecánica, mayor densidad que el agua, lavable y reutilizable. Cada substrato fue de 1,00 m de ancho por 0,75 m de altura, fijos a soportes verticales (plomos), que le dieron la posición vertical. Fueron instalados una semana antes de la siembra del estanque N° 2 y 3. En cada estanque se instalaron siete substratos, para que el perifiton se desarrolle en cada substrato y las postlarvas dispongan de este alimento natural desde el inicio del cultivo.

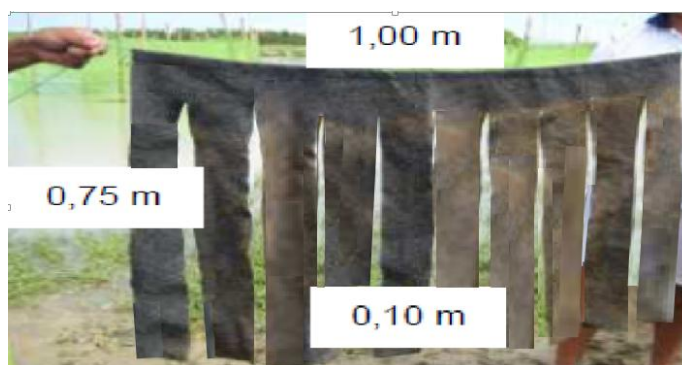


Figura 4. Dimensiones de los substratos artificiales verticales.

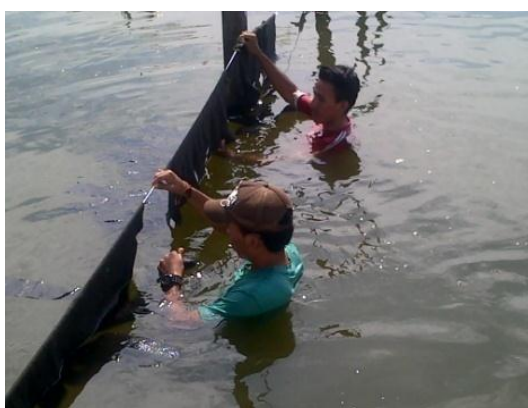


Figura 5. Instalación de los substratos artificiales en el estanque N° 1, 2 y 3.

3.2.3 Proceso del cultivo

3.2.2.3 Siembra de las postlarvas

Una vez fertilizado y terminado el proceso de llenado de los estanques N° 1, 2 y 3; se dispuso la siembra directa a dichos estanques con un total de 15 000 postlarvas de *Penaeus vannamei* de 0,0018 gr de peso promedio que fueron sembrados a una densidad de 25 ind./m², lo que corresponde 5 000 individuos en cada estanque.



Figura 6. Bolsa plástica donde contiene cinco litros de agua y las postlarvas de *Penaeus vannamei*.



Figura 7. Siembra de las postlarvas en los estanques N° 1, 2 y 3.

3.2.3.2 Control de crecimiento y sobrevivencia

Los controles de peso, sobrevivencia, biomasa se realizaron semanalmente por formulas establecidas de acuerdo a Saldarriaga (1 995).

3.2.3.3 Fertilización de los estanques

La fertilización se realizó gracias a la ayuda del disco secchi, la transparencia del agua de los tres estanques, fueron de 50 cm, por lo que se procedió a la fertilización por el método de dispersión, dando como resultado una transparencia de 30 cm en dichos estanques esto se realizó una semana antes de la siembra, de aquí hacia adelante la fertilización se realizó semanalmente con productos inorgánicos como la urea y superfosfato triple de calcio en proporción de 10 a 1 (relación N: P) esto quiere decir 2 kg de urea y 200 g de superfosfato triple de calcio, para generar un *bloom algal* adecuado que le sirvió de alimento natural a las larvas recién sembradas.

3.2.3.4 Manejo de la alimentación balanceada.

En el estanque N° 1 y 2, se empezó a alimentar a partir del primer día de siembra. Con alimento balanceado nicovita: KR ½ y KR 1.2 al 35 % de proteína (pre-cría) y KR 2.5 al 28 % de proteína (engorde). La alimentación se ejecutó diariamente a dos dosis por el método de dispersión a las 8:00 am y 14:00 pm.

3.2.3.4 Muestreo de los parámetros físicos y químicos del agua de cultivo

3.2.3.4.1 Parámetros fisicoquímicos

Se estableció los criterios de monitoreo de la calidad del agua para el cultivo de los tres estanques los cuales se realizaron diariamente, semanalmente y quincenalmente a las 07:00 am, 12:00 am y 17:00 pm, utilizando equipos necesarios para medir Oxígeno, Temperatura, pH, transparencia y salinidad.

La medida de oxígeno disuelto (mgr/L) y temperatura (°C) se realizó todos los días, a las 07:00 am, 12:00 am y 17:00 pm durante toda la campaña. La medición del pH del agua en los estanques se realizó diariamente de 07:00 am y 17:00 pm durante todo el cultivo. La medición de la transparencia se realizó a las 12:00 am semanalmente. La medición de la salinidad se realizó a las 12:00 am semanalmente.

3.2.4 Proceso del análisis cualitativo y cuantitativo del perifiton.

Esta actividad se realizó en el estanque 2 y estanque 3 cada 15 días durante el cultivo, en cada estanque se seleccionó un sustrato artificial y en éste un cuadrante de 1 cm² de forma aleatoria, el material biológico fue recolectado a través de raspados con una hoja de bisturí, el cual fue depositado en frascos de plástico con 200 ml de agua, preservándolo con formol al 4 %. La muestra fue llevada al laboratorio y el conteo se realizó en 10 cuadrantes de la cámara Neubauer, los cálculos se llevaron a cabo de la siguiente fórmula:

Concentración (cél./ml) = [N° de células / N° de cuadrantes] * 10000.

Para la identificación se utilizó un microscopio eléctrico y la observación se hizo a 100X. Siguiendo la clave de Fernández (1982); y Acleto y Zúñiga (1998).

4. RESULTADOS

4.1 Peso

Al finalizar la investigación durante las 13 semanas de cultivo se obtuvo un peso promedio de *Penaeus vannamei* del estanque 1 de 10,00 gr, el estanque 2 de 10,90 gr y el estanque 3 de 3,38 gr. (Tabla 1). Figura 8. Comparativo del peso promedio de *Penaeus vannamei* en la presente investigación.

Tabla 1. Peso (gr) promedio de *Penaeus vannamei* del Estanque N° 1, 2 y 3.

Fecha	Semanas	Estanque 1 gr	Estanque 2 gr	Estanque 3 gr
04/05/2013	0	0,0018	0,0018	0,0018
11/05/2013	1	0,24	0,24	0,30
18/05/2013	2	0,70	0,90	0,57
25/05/2013	3	1,00	2,00	0,80
01/06/2013	4	1,50	3,00	1,00
08/06/2013	5	2,10	4,03	1,25
15/06/2013	6	3,40	5,20	1,55
22/06/2013	7	4,40	6,60	1,78
29/06/2013	8	5,80	7,53	1,98
06/07/2013	9	6,60	8,10	2,30
13/07/2013	10	7,50	9,00	2,65
20/07/2013	11	8,60	10,10	2,95
27/07/2013	12	9,50	10,65	3,22
03/08/2013	13	10,00	10,90	3,38

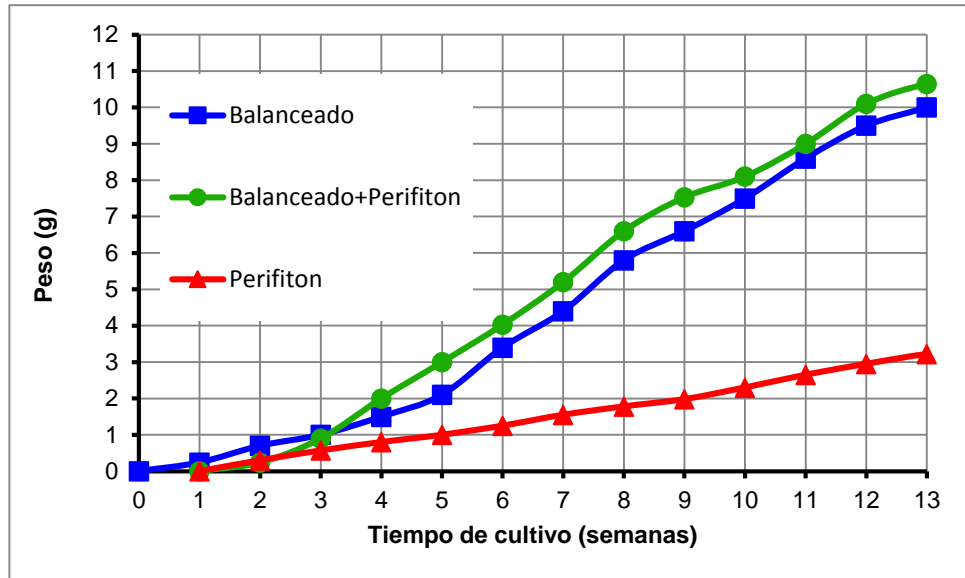


Figura 8. Comparativo del peso promedio de *Penaeus vannamei* en la presente investigación.

4.2 Supervivencia

La supervivencia de *Penaeus vannamei*, del estanque 1 fue de 60,00 %, del estanque 2 fue de 67,50 %; y el estanque 3 fue de 40,00 %. (Tabla 2).

Figura 9. Oscilación de las supervivencias de *Penaeus vannamei*, del estanque N° 1, 2 y 3.

Tabla 2. Supervivencia (%) promedio de *Penaeus vannamei* del estanque N° 1, 2 y 3.

Fecha	Semanas	Estanque 1 gr	Estanque 2 gr	Estanque 3 gr
04/05/2013	0	100,00	100,00	100,00
11/05/2013	1	97,00	95,00	97,10
18/05/2013	2	94,00	90,00	92,30
25/05/2013	3	91,00	88,00	88,00
01/06/2013	4	88,00	86,00	83,00
08/06/2013	5	85,00	84,00	78,00
15/06/2013	6	82,00	82,00	73,00
22/06/2013	7	79,00	80,00	68,00
29/06/2013	8	76,00	78,00	64,00
06/07/2013	9	73,00	76,00	59,00
13/07/2013	10	70,00	74,00	54,00
20/07/2013	11	67,00	72,00	49,00
27/07/2013	12	64,00	70,00	44,00
03/08/2013	13	60,00	67,50	40,00

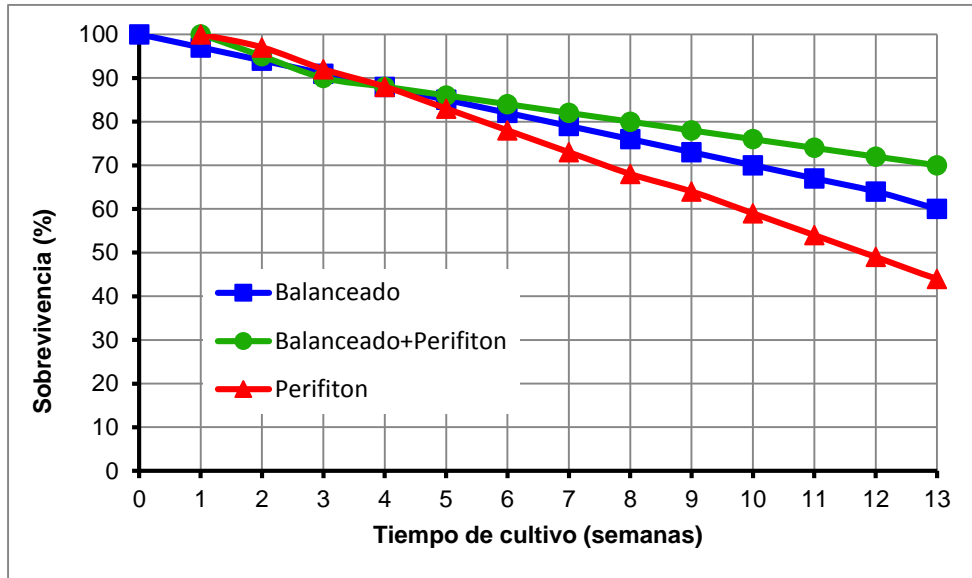


Figura 9. Oscilación de las sobrevivencias de *Penaeus vannamei* del estanque N° 1, 2 y 3.

4.3 Biomasa

La biomasa final del estanque 1, durante el periodo de cultivo fue de 30,00 kg, para el estanque 2 fue de 36,79 kg y para el estanque 3 fue de 6,76 kg. (Tabla 3).

Figura 10. Curvas de comparación de la biomasa del estanque N° 1, 2 y 3.

Tabla 3. Biomasa (Kg) promedio de *Penaeus vannamei* en el estanque N° 1, 2 y 3.

Fecha	Semanas	Estanque 1 gr	Estanque 2 gr	Estanque 3 gr
04/05/2013	0	0,01	0,01	0,01
11/05/2013	1	1,16	1,14	1,46
18/05/2013	2	3,29	4,05	2,62
25/05/2013	3	4,55	8,80	3,52
01/06/2013	4	6,60	12,90	4,15
08/06/2013	5	8,93	16,93	4,88
15/06/2013	6	13,94	21,32	5,66
22/06/2013	7	17,38	26,40	6,05
29/06/2013	8	22,04	29,37	6,34
06/07/2013	9	24,09	30,78	6,79
13/07/2013	10	26,25	33,30	7,16
20/07/2013	11	28,81	36,36	7,23
27/07/2013	12	30,40	37,28	7,08
03/08/2013	13	30,00	36,79	6,76

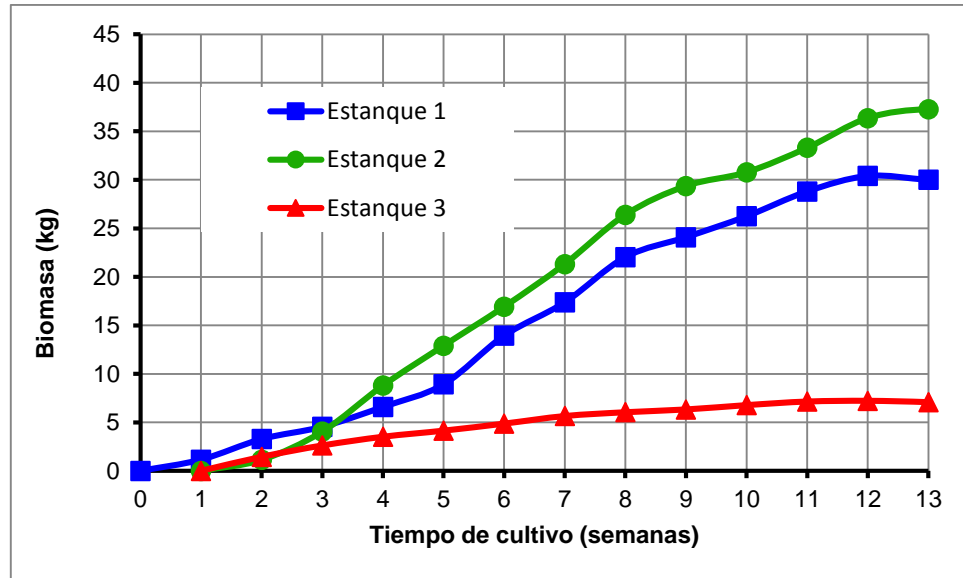


Figura 10. Curvas de comparación de la biomasa del estanque N° 1, 2 y 3.

4.4 Muestreo de los parámetros físicos y químicos del agua de cultivo

4.4.1 Estanque N° 01:

En el estanque de cultivo, la temperatura promedio a las 7.00 horas fue 26,81 °C, a las 12.00 fue 28,64 y por la tarde a las 17.00 fue 30,27 °C. En el caso del oxígeno disuelto promedio en el agua del estanque, a las 7.00 horas fue de 3,68 mgr/L, a las 12.00 fue 5,73 mgr/L y por la tarde a las 17.00 fue 7,16 mgr/L. (Tabla 4).

En el cultivo, el pH promedio a las 7.00 horas fue de 7,31 [H⁺] y a las 17.00 horas, fue de 8,19 [H⁺]. La transparencia promedio semanal se mantuvo entre 25,00 cm y 34,00 cm, con un promedio final de 29,14 cm. La salinidad varió entre 31 ‰ a 35 ‰ con un promedio de 32,29 ‰. (Tabla 5).

Tabla 4. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 1.

Fecha	SEMANAS	Temperatura (°C)			Oxig. Dis. (mgr/L)		
		7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m	7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m
04/05/2013	0	26,50	28,10	29,00	4,36	6,00	8,00
11/05/2013	1	26,60	29,20	30,10	4,02	6,05	7,80
18/05/2013	2	26,80	28,60	31,00	4,00	6,75	7,85
25/05/2013	3	27,20	28,20	29,70	4,58	6,00	6,76
01/06/2013	4	26,40	29,00	30,10	4,32	5,80	6,91
08/06/2013	5	26,50	27,50	29,50	3,41	6,44	7,12
15/06/2013	6	27,10	28,80	31,00	3,01	4,98	6,90
22/06/2013	7	26,80	27,70	29,30	3,25	5,67	7,07
29/06/2013	8	26,90	29,30	30,30	3,56	5,77	6,88
06/07/2013	9	27,70	29,20	31,00	3,48	6,35	6,92
13/07/2013	10	26,20	28,50	30,90	3,31	4,70	7,14
20/07/2013	11	27,20	29,10	31,20	3,21	4,89	6,93
27/07/2013	12	26,10	29,30	30,30	3,59	5,60	7,03
03/08/2013	13	27,40	28,40	30,40	3,44	5,27	6,98
	Promedio	26,81	28,64	30,27	3,68	5,73	7,16

Tabla 5. pH [H⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 1.

Fecha	SEMANAS	pH [H ⁺]		Transp. (cm)	Salin. (‰)
		7.00 am	17.00 pm	12.00 am	12.00 am
04/05/2013	0	7,15	8,24	30,00	35,00
11/05/2013	1	7,30	8,26	30,00	33,00
18/05/2013	2	7,47	8,40	27,00	33,00
25/05/2013	3	7,44	8,36	25,00	32,00
01/06/2013	4	7,46	8,30	28,00	32,00
08/06/2013	5	7,44	8,20	30,00	32,00
15/06/2013	6	7,30	8,00	30,00	31,00
22/06/2013	7	7,12	8,11	28,00	31,00
29/06/2013	8	7,16	8,16	26,00	31,00
06/07/2013	9	7,30	8,15	30,00	33,00
13/07/2013	10	7,44	8,00	34,00	33,00
20/07/2013	11	7,30	8,12	30,00	32,00
27/07/2013	12	7,23	8,21	30,00	32,00
03/08/2013	13	7,22	8,15	30,00	32,00
Promedio		7,31	8,19	29,14	32,29

4.4.2 Estanque N° 02:

El agua del estanque fue estimulada con fertilizantes, produciendo un *Bloom algal* donde estas se adherieron a los sustratos artificiales generando el perifiton, los organismos adheridos a estos biofiltraron el agua de cultivo creando efluentes más limpios, de mínimo impacto sobre los ecosistemas exteriores e incrementando el alimento natural suplementario, mejorando la producción y rendimiento a menores costos. Desarrollando a la vez un buen peso, crecimiento y sobrevivencia de *Penaeus vannamei* todo esto se logró con la ayuda del alimento balanceado más perifiton.

En el estanque de cultivo, la temperatura promedio a las 7.00 horas fue 26,63 °C, a las 12.00 fue 28,64 y por la tarde a las 17.00 fue 30,09 °C. En el caso del oxígeno disuelto promedio en el agua del estanque, a las 7.00 horas fue de 3,95 mgr/L, a las 12.00 fue 5,69 mgr/L y por la tarde a las 17.00 fue 6,50 mgr/L. (Tabla 6).

En el cultivo, el pH promedio a las 7.00 horas fue de 7,59 [H⁺] y a las 17.00 horas, este fue de 8,27 [H⁺]. La transparencia promedio semanal se mantuvo entre 25,00 cm y 30,00 cm, con un promedio final de 27,71 cm. La salinidad varió entre 32 ‰ a 34 ‰ con un promedio de 32,71 ‰. (Tabla 7).

Tabla 6. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 2.

Fecha	SEMANAS	Temperatura (°C)			Oxig. Dis. (mgr/L)		
		7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m	7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m
04/05/2013	0	26,40	28,70	30,00	4,54	7,34	7,50
11/05/2013	1	26,10	29,60	30,10	4,05	6,55	7,13
18/05/2013	2	26,30	29,60	31,50	4,55	6,89	7,33
25/05/2013	3	27,00	29,20	31,00	4,65	6,35	6,97
01/06/2013	4	26,00	28,30	29,70	4,23	5,88	6,40
08/06/2013	5	26,50	27,50	29,50	4,22	6,36	7,10
15/06/2013	6	27,00	28,50	31,00	3,45	5,87	6,55
22/06/2013	7	27,00	28,10	29,50	3,65	5,33	6,20
29/06/2013	8	27,20	28,20	29,30	3,73	5,95	6,70
06/07/2013	9	27,10	29,20	30,00	3,66	4,67	5,67
13/07/2013	10	26,00	28,20	29,60	3,56	4,55	5,44
20/07/2013	11	27,00	28,80	30,10	3,58	4,32	5,60
27/07/2013	12	26,10	28,00	29,50	3,66	4,76	6,32
03/08/2013	13	27,10	29,00	30,50	3,79	4,89	6,13
	Promedio	26,63	28,64	30,09	3,95	5,69	6,50

Tabla 7. pH [H⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 2.

Fecha	SEMANAS	pH [H ⁺]		Transp. (cm)	Salin. (‰)
		7.00 am	17.00 pm	12.00 am	12.00 am
04/05/2013	0	7,44	8,20	28,00	34,00
11/05/2013	1	7,38	8,33	25,00	33,00
18/05/2013	2	7,42	8,46	25,00	33,00
25/05/2013	3	7,48	8,31	30,00	33,00
01/06/2013	4	7,53	8,28	28,00	33,00
08/06/2013	5	7,55	8,22	30,00	32,00
15/06/2013	6	7,65	8,40	30,00	32,00
22/06/2013	7	7,66	8,42	27,00	33,00
29/06/2013	8	7,69	8,30	25,00	33,00
06/07/2013	9	7,73	8,22	30,00	32,00
13/07/2013	10	7,70	8,13	30,00	32,00
20/07/2013	11	7,69	8,15	25,00	33,00
27/07/2013	12	7,71	8,18	25,00	33,00
03/08/2013	13	7,68	8,18	30,00	32,00
	Promedio	7,59	8,27	27,71	32,71

4.4.3 Estanque N° 03:

En este estanque se fertilizó, produciendo un *Bloom algal* donde estas se adherieron a los sustratos artificiales generando el perifiton, los organismos adheridos a estos biofiltraron el agua de cultivo creando efluentes más limpios, de mínimo impacto sobre los ecosistemas exteriores e incrementando el alimento natural suplementario, mejorando la producción y rendimiento a menores costos. Donde el peso, crecimiento y sobrevivencia de *Penaeus vannamei* durante los 90 días, no tuvo un óptimos resultados ya que solo se alimentó del perifiton. En el estanque de cultivo, la temperatura promedio a las 7.00 horas fue 26,84 °C, a las 12.00 fue 28,64 y por la tarde a las 17.00 fue 30,12 °C. En el caso del oxígeno disuelto promedio en el agua del estanque, a las 7.00 horas fue de 4,25 mgr/L, a las 12.00 fue 5,91 mgr/L y por la tarde a las 17.00 fue 7,13 mgr/L. (Tabla 8)

En el cultivo, el pH promedio a las 7.00 horas fue de 7,23 [H⁺] y a las 17.00 horas, este fue de 8,04 [H⁺]. La transparencia promedio semanal se mantuvo entre 20,00 cm y 35,00 cm, con un promedio final de 28,36 cm. La Salinidad promedio fue de 32,00 ‰. (Tabla 9).

Tabla 8. Temperatura (T°) y oxígeno disuelto (mgr/L) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 3.

Fecha	SEMANAS	Temperatura (°C)			Oxig. Dis. (mgr/L)		
		7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m	7.00 a.m	12.00 am	17.00 p.m
04/05/2013	0	26,30	28,50	29,10	4,50	5,90	7,60
11/05/2013	1	26,80	28,10	30,00	4,10	5,73	7,70
18/05/2013	2	26,40	28,60	30,40	4,00	5,60	6,80
25/05/2013	3	27,30	28,20	29,20	4,50	6,70	7,14
01/06/2013	4	26,40	29,10	30,00	4,13	6,00	7,21
08/06/2013	5	26,50	27,40	29,40	4,56	5,76	7,54
15/06/2013	6	27,30	28,70	31,20	4,20	5,80	6,78
22/06/2013	7	26,90	28,30	29,50	4,16	6,74	7,30
29/06/2013	8	26,80	29,40	30,10	4,22	5,76	6,30
06/07/2013	9	27,70	29,00	30,00	4,12	6,30	7,12
13/07/2013	10	26,10	28,40	30,80	4,23	6,10	7,32
20/07/2013	11	27,20	29,20	31,00	4,00	5,00	6,98
27/07/2013	12	26,20	29,40	30,50	4,21	5,79	6,80
03/08/2013	13	27,90	28,70	30,50	4,58	5,50	7,25
	Promedio	26,84	28,64	30,12	4,25	5,91	7,13

Tabla 9. pH [H⁺], Transparencia (cm) y salinidad (‰) en el cultivo de *Penaeus vannamei* del estanque N° 3.

Fecha	SEMANAS	pH [H ⁺]		Transp. (cm)	Salin. (‰)
		7.00 am	17.00 pm	12.00 am	12.00 am
04/05/2013	0	7,30	8,10	25,00	33,00
11/05/2013	1	7,50	8,20	20,00	32,00
18/05/2013	2	7,41	8,10	35,00	32,00
25/05/2013	3	7,48	8,14	33,00	33,00
01/06/2013	4	7,50	8,23	25,00	33,00
08/06/2013	5	7,40	8,12	30,00	32,00
15/06/2013	6	7,20	7,90	30,00	32,00
22/06/2013	7	7,00	7,99	26,00	31,00
29/06/2013	8	7,10	8,00	28,00	31,00
06/07/2013	9	7,00	7,88	35,00	32,00
13/07/2013	10	7,00	7,99	30,00	32,00
20/07/2013	11	7,20	8,00	25,00	32,00
27/07/2013	12	7,10	7,90	25,00	32,00
03/08/2013	13	7,00	8,00	30,00	31,00
	Promedio	7,23	8,04	28,36	32,00

4.5 Análisis cualitativo y cuantitativo del perifiton

4.5.1 Identificación de los principales géneros de perifiton

En el estanque N° 2 y 3 se encontraron los siguientes géneros: Bacillariophyceae (Diatomeas): *Navícula*, *Dictyocha*, *Pleurosigma*, *Coscinodiscus*, *Chaetoceros* y *Thalassiosira*. Cyanophyceae: *Anabaena* y *Oscillatoria*.

4.5.2 Análisis cuantitativo de los principales géneros más importantes del perifiton:

En el estanque 2, el cálculo se hizo por número de organismos por unidad de volumen; el total de los organismos durante el cultivo fue el siguiente: *Navícula* 235 000 cél./ml, *Dictyocha* 72 000 cél./ml, *Pleurosigma* 95 000 cél./ml, *Coscinodiscus* 350 000 cél./ml, *Chaetoceros* 98 000 cél./ml, *Thalassiosira* 290 000 cél./ml, y *Anabaena* 664 000 cél./ml y *Oscillatoria* 417 000 cél./ml.

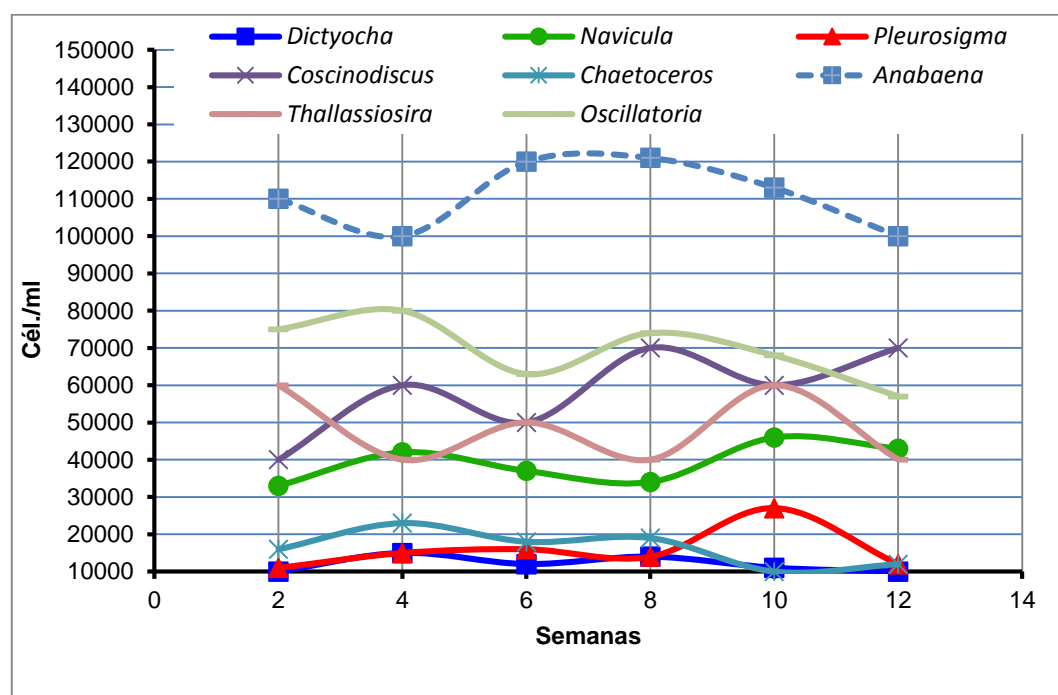


Figura 11. Fluctuación de los géneros más importantes del perifiton encontrados en el estanque N° 2.

En el estanque 3, el cálculo se hizo por número de organismos por unidad de volumen; el total de los organismos durante el cultivo fue el siguiente: *Navícula* 133 000 cél./ml, *Dictyocha* 110 000 cél./ml, *Pleurosigma* 155 000 cél./ml, *Coscinodiscus* 332 000 cél./ml, *Chaetoceros* 190 000 cél./ml, *Thalassiosira* 340 000 cél./ml, *Thalassiosira* 340 000 cél./ml, y *Anabaena* 284 000 cél./ml y *Oscillatoria* 454 000 cél./ml.

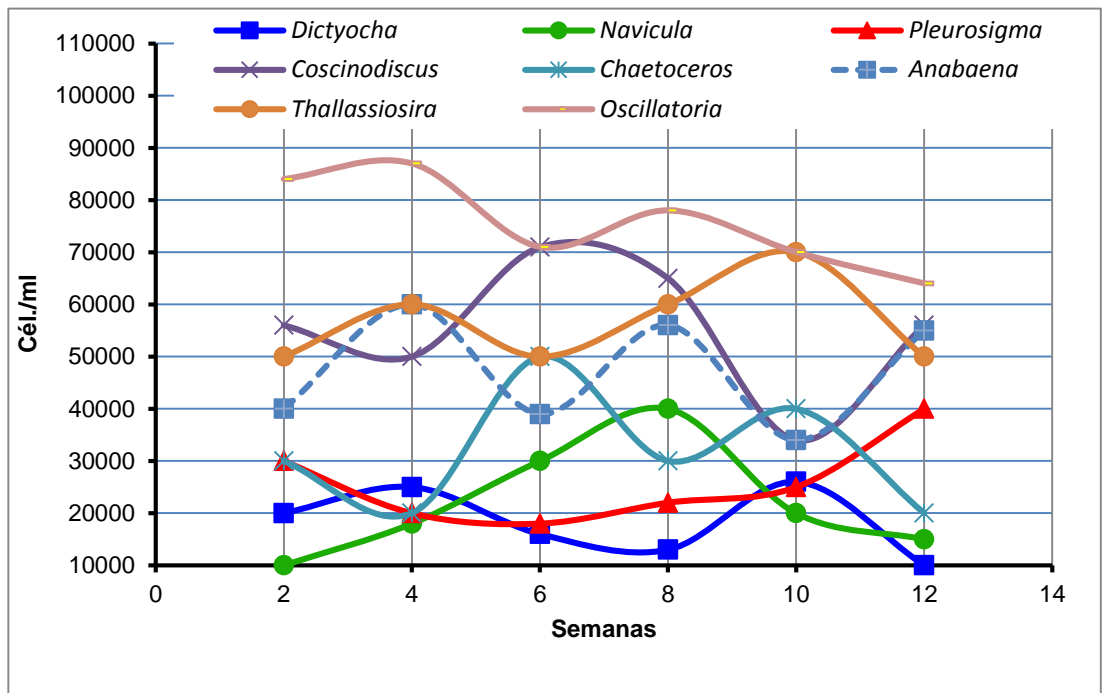


Figura 12. Oscilación de los géneros importantes que se encontraron en el perifiton del estanque N° 3.



**Figura 13. *Navícula* sp. Figura 14. *Oscillatoria* sp.
Figura 15. *Chaetoceros* sp. Figura 16. *Anabaena* sp.**



**Figura 17. *Pleurosigma* sp. Figura 18. *Dictyocha* sp.
Figura 19. *Thalassiosira* sp. Figura 20. *Coscinodiscus* sp.**

5. DISCUSIÓN.

El peso promedio de *P. vannamei* en el estanque N° 1, 2 y 3 fue de 10,00 gr, 10,90 gr y 3,38 gr son valores que se aproximan al rango reportado por Domingos (2 003), quien afirma pesos promedios de 10,21 gr al (0 % de substratos) y 10,93 gr (15 % de substratos), cuando se cultivaron con y sin substratos artificiales.

La sobrevivencia de *P. vannamei*, del estanque N° 1, 2 y 3 fue de 60,00 %, 67,50 % y 40,00 %; estos valores, no coinciden con investigaciones realizadas en condiciones de laboratorio, por Otoshi (et al. 2 006) quienes reportaron que la sobrevivencia de *P. vannamei* fue alta, entre 100 % a 94 %, significativamente iguales, cuando se cultivaron con y sin substratos artificiales.

La biomasa final en el estanque N° 1, 2 y 3 fue de 30,00 kg, 36,79 kg y 6,76 kg. Estos valores no coinciden con los mencionados por Díaz y Maldonado (2 008) quienes afirman biomásas que van del 5,31 kg (30 % de substratos); 5,07 kg (45 % de substratos); 4,84 kg (15 % de substratos) y 4,12 kg (0 % de substratos), cuando fue cultivado con substratos artificiales frente al cultivo sin estos.

En cuanto a la calidad del agua en los estanques, La transparencia fue de 30,00 cm, la productividad natural de fitoplancton fue de 3×10^6 cél./ml, temperatura en 28,61 °C, el oxígeno en 5,45 mgr/L, el pH en 7,75 [H⁺], y la salinidad en 32,13 ‰ que están dentro del rango referido por Corre et al. (2 000), consideran que los parámetros más importantes del agua en un estanque de cultivo semi-intensivo de *P. vannamei*, de acuerdo a los rangos óptimos son: temperatura de 28,00 °C a 32,00 °C; nivel de agua de 1,00 m a 1,50 m; transparencia de 0,30 m a 0,45 m; color del agua verde amarillo; salinidad de 18 ‰ a 35 ‰; oxígeno disuelto mayor de 4,00 mgr/L; pH de 7, 50 [H⁺] a 8,30 [H⁺]; el fitoplancton entre 8×10^4 cel./ml a 3×10^6 cel./ml.

El perifiton encontrado en los substratos estuvo conformado por Diatomeas de los géneros: *Navícula*, *Dictyocha*, *Pleurosigma*, *Coscinodiscus*, *Chaetoceros* y *Thalassisira*; Cianofitas de los géneros: *Anabaena* y *Oscillatoria*, similarmente estos géneros también fueron encontrados por Cortéz (2 001). Y que fueron referidos como alimento natural vivo o “biodiet” por Saldarriaga (2 000).

6. CONCLUSIONES.

1. Se determinó que el mejor efecto del perifiton en un programa de alimentación sobre el crecimiento y sobrevivencia de *Penaeus vannamei* fue cuando se asoció con alimento balanceado y que por sí sólo no es suficiente para la nutrición de esta especie.
2. Los pesos promedios de *Penaeus vannamei* al final del cultivo (semana 13), de los estanques 1, 2 y 3 estuvieron de 10,00 gr, 10,90 gr y 3.38 gr, bajo densidades de siembra de 25 ind./m².
3. La sobrevivencia de *Penaeus vannamei*, del estanque 1 fue de 60,00 %, del estanque 2 fue de 67,50 %; y para el estanque 3 fue de 40,00 %.
4. La biomasa final durante el periodo de cultivo para el estanque 1 fue de 30,00 kg, para el estanque 2 fue de 36,79 kg y para el estanque 3 fue de 6,76 kg.
5. Los monitores de la calidad de agua como son los parámetros fisicoquímicos durante el tiempo de cultivo en el estanque 1, 2 y 3 fueron: Temperatura de 28,61 °C, oxígeno disuelto de 5,45 mgr/L, pH de 7,75 [H⁺], transparencia de 30,00 cm y salinidad de 32,13 ‰.
6. Los análisis cualitativos del estanque N° 2 y 3 se encontraron los siguientes géneros: Bacillariophyceae (Diatomeas): *Navícula*, *Dictyocha*, *Pleurosigma*, *Coscinodiscus*, *Chaetoceros* y *Thalassiosira*. Cyanophyceae: *Anabaena* y *Oscillatoria*.
7. Los análisis cuantitativos promedios de estanque N° 2 y 3 fueron: *Navícula* 184 000 cél./ml, *Dictyocha* 91 000 cél./ml, *Pleurosigma* 125 000 cél./ml, *Coscinodiscus* 341 000 cél./ml, *Chaetoceros* 144 000 cél./ml, *Thalassiosira* 315 000 cél./ml, y *Anabaena* 474 000 cél./ml y *Oscillatoria* 435 500 cél./ml.
8. Los mejores resultados de peso, sobrevivencia y biomasa se obtuvieron en el estanque 2.

7. RECOMENDACIONES.

1. Si se quiere tener resultados más reales es preferible hacer todo el proceso en cuatro meses que dura el método comercial.
2. Realizar una correcta instalación de filtros (mallas) en las compuertas de entrada y salida de los estanques, para asegurar una adecuada filtración que minimice el ingreso de partículas y organismos indeseables.
3. Lo recomendable es seguir alimentando dos veces al día haciendo uso de comederos para llevar un mejor control del alimento y tenga mejor aprovechamiento por parte del langostino para ello es necesario verificar el consumo en las bandejas de alimentación mediante pre-chequeos a las 2 horas de aplicado el alimento balanceado.
4. Tomar los parámetros por lo menos dos veces al día para tener una idea más acertada de los niveles y calcular los valores promedio diarios.
5. El recambio de agua debe programarse mejor para que todos los estanques del campo puedan abastecerse de acuerdo a su necesidad.

Para la identificación y recuento de las muestras de referencia se recomienda contar con el apoyo de expertos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acleto, C., y R. Zúñiga. 1998. *Introducción a las algas*. Editorial Escuela Nueva S. A. Lima, Perú. 383.
- Ballester, E., W. Wasielesky, O. Cavalli and C. Abreu. 2003. Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica, Rio Grande* 25(2): 117-122.
- Ballester, E., W. Wasielesky, O. Cavalli and C. Abreu. 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture Magazine Brazil*. 269: 355-362.
- Cortéz, F. 2001. Cultivo de langostino en sistemas de bajo o cero recambio. Langostinera Isla Bella S.A.C. Conferencia de Reunión Técnica de la Asociación de Langostineras Peruanas. Tumbes, Perú.
- Corre, V., R. Janco, M. Caipang, and T. Calpe. 2000. Reservorios con “agua verde” y otros Consejos Filipinos para el Cultivo de Camarón. *Boletín Nicovita* 5 (7): 3-4.
- Da Silva, C., E. Ballester, J. Monserrat, L. Geracitan, W. Wasielesky and C. Abreu. 2008. Contribution of microorganismos to the biofilm nutritional quality: protein and lipid contents. *Aquaculture nutrition magazine Brazil*. 2008: 1-8.
- Díaz, L., y E. Maldonado. 2008. *Uso de substratos artificiales verticales en la producción de Penaeus vannamei cultivado en sistema semi-intensivo*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero., Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú.

- Domingos, J. 2003. *Efeito do uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), em um sistema de cultivo semi-intensivo*. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis, Brasil.
- Fernández, A. 1982. Guía para el estudio de las algas. Trujillo, Perú: Edit. Talleres gráficos. IVP
- Keshavanath, P., B. Gangadhar, T. Ramesh, J. van Rooij, M. Beveridge, D. Baird, M. Verdegem and A. van Dam. 2001. Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture Research*. 32:189-197.
- Martínez, L., A. Campaña, y M. Martínez. 2004. Manejo de la productividad natural en el cultivo del langostino. *En avances en nutrición acuícola VII*. Ed. Cruz, E., D. Ricque, G. Nieto, D. Villareal, U. Scholz y M. González. 671-694. Hermosillo, México: Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.
- Otoshi, C., A. Montgomery, E. Matsuda and S. Moss. 2006. Effects of artificial substrate and water source on grow of juvenile Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society Brazil* 37 (2): 210-213.
- Ringuelet, R. 1962. *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA, 138.
- Saldarriaga, D. 1995. Acondicionamiento y manejo de estanques de langostino. Separata instructiva. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes. Facultad de Ingeniería Pesquera. Departamento Académico de Acuicultura.

Saldarriaga, D. 2000. Nutrición natural de crustáceos. Materia: Nutrición II. Guayaquil Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Sistema de Posgrado. Maestría en Camarones.

Saldarriaga, D., y A. Alvarado. 2008. Efecto del perifiton adherido a substratos artificiales sobre el cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei*. Tumbes, Perú. 15-19

Anexo

Anexo 1. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 01.

SEMANA	FECHA MUESTREO	DIAS CULTIVO	PESO (g)	INCREM. (g)	RITMO CRECIM.	NUMERO INDIV.	DENSIDAD PL/m2	BIOMASA (kg)	RENDIMIENTO gr/m2	SUPERV. (%)	ALIMENTO BALANCEADO	
											SEMANAL	ACUMULADO
0	04/05/2013	0.00	0.0018	0.0018	0	5,000.00	25.00	0.01	0	100.00%	0.00	0.00
1	11/05/2013	7.00	0.24	0.24	0.24	4850.00	24.25	1.16	6	97.00%	0.56	0.56
2	18/05/2013	14.00	0.70	0.46	0.35	4700.00	23.50	3.29	16	94.00%	1.58	2.14
3	25/05/2013	21.00	1.00	0.30	0.33	4550.00	22.75	4.55	23	91.00%	2.18	4.32
4	01/06/2013	28.00	1.50	0.50	0.38	4400.00	22.00	6.60	33	88.00%	2.00	6.32
5	08/06/2013	35.00	2.10	0.60	0.42	4250.00	21.25	8.93	45	85.00%	2.84	9.16
6	15/06/2013	42.00	3.40	1.30	0.57	4100.00	20.50	13.94	70	82.00%	3.00	12.16
7	22/06/2013	49.00	4.40	1.00	0.63	3950.00	19.75	17.38	87	79.00%	3.00	15.16
8	29/06/2013	56.00	5.80	1.40	0.73	3800.00	19.00	22.04	110	76.00%	4.00	19.16
9	06/07/2013	63.00	6.60	0.80	0.73	3650.00	18.25	24.09	120	73.00%	4.00	23.16
10	13/07/2013	70.00	7.50	0.90	0.75	3500.00	17.50	26.25	131	70.00%	4.50	27.66
11	20/07/2013	77.00	8.60	1.10	0.78	3350.00	16.75	28.81	144	67.00%	5.01	32.67
12	27/07/2013	84.00	9.50	0.90	0.79	3200.00	16.00	30.40	152	64.00%	5.00	37.67
13	01/08/2013	89.00	10.00	0.50	0.77	3000.00	15.00	30.00	150	60.00%	2.88	40.55

. Anexo 2. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 2.

SEMANA	FECHA MUESTREO	DIAS CULTIVO	PESO (g)	INCREM. (g)	RITMO CRECIM.	NUMERO INDIV.	DENSIDAD PL/m2	BIOMASA (kg)	RENDIMIENTO gr/m2	SUPERV. (%)	ALIMENTO BALANCEADO	
											SEMANAL	ACUMULADO
0	04/05/2013	0.00	0.0018	0.0018	0	5,000.00	25.00	0.01	0	100.00%	0.00	0.00
1	11/05/2013	7.00	0.24	0.24	0.24	4750.00	23.75	1.14	6	95.00%	1.00	1.00
2	18/05/2013	14.00	0.90	0.66	0.45	4500.00	22.50	4.05	20	90.00%	1.50	2.50
3	25/05/2013	21.00	2.00	1.10	0.67	4400.00	22.00	8.80	44	88.00%	1.50	4.00
4	01/06/2013	28.00	3.00	1.00	0.75	4300.00	21.50	12.90	65	86.00%	1.50	5.50
5	08/06/2013	35.00	4.03	1.03	0.81	4200.00	21.00	16.93	85	84.00%	2.00	7.50
6	15/06/2013	42.00	5.20	1.17	0.87	4100.00	20.50	21.32	107	82.00%	2.50	10.00
7	22/06/2013	49.00	6.60	1.40	0.94	4000.00	20.00	26.40	132	80.00%	2.50	12.50
8	29/06/2013	56.00	7.53	0.93	0.94	3900.00	19.50	29.37	147	78.00%	3.00	15.50
9	06/07/2013	63.00	8.10	0.57	0.90	3800.00	19.00	30.78	154	76.00%	3.00	18.50
10	13/07/2013	70.00	9.00	0.90	0.90	3700.00	18.50	33.30	167	74.00%	3.00	21.50
11	20/07/2013	77.00	10.10	1.10	0.92	3600.00	18.00	36.36	182	72.00%	3.00	24.50
12	27/07/2013	84.00	10.65	0.55	0.89	3500.00	17.50	37.28	186	70.00%	3.00	27.50
13	01/08/2013	89.00	10.90	0.25	0.84	3375.00	16.88	36.79	184	67.50%	1.50	29.00

Anexo 3. Control y crecimiento de *Penaeus vannamei* – Estanque 3.

SEMANA	FECHA MUESTREO	DIAS CULTIVO	PESO (g)	INCREM. (g)	RITMO CRECIM.	NUMERO INDIV.	DENSIDAD PL/m2	BIOMASA (kg)	RENDIMIENTO gr/m2	SUPERV. (%)	ALIMENTO BALANCEADO	
											SEMANAL	ACUMULADO
0	04/05/2013	0.00	0.0018	0.0018	0	5,000.00	25.00	0.01	0	100.00%	0.00	0.00
1	11/05/2013	7.00	0.30	0.30	0.30	4850.00	24.25	1.46	7	97.00%	0.00	0.00
2	18/05/2013	14.00	0.57	0.27	0.29	4600.00	23.00	2.62	13	92.00%	0.00	0.00
3	25/05/2013	21.00	0.80	0.23	0.27	4400.00	22.00	3.52	18	88.00%	0.00	0.00
4	01/06/2013	28.00	1.00	0.20	0.25	4150.00	20.75	4.15	21	83.00%	0.00	0.00
5	08/06/2013	35.00	1.25	0.25	0.25	3900.00	19.50	4.88	24	78.00%	0.00	0.00
6	15/06/2013	42.00	1.55	0.30	0.26	3650.00	18.25	5.66	28	73.00%	0.00	0.00
7	22/06/2013	49.00	1.78	0.23	0.25	3400.00	17.00	6.05	30	68.00%	0.00	0.00
8	29/06/2013	56.00	1.98	0.20	0.25	3200.00	16.00	6.34	32	64.00%	0.00	0.00
9	06/07/2013	63.00	2.30	0.32	0.26	2950.00	14.75	6.79	34	59.00%	0.00	0.00
10	13/07/2013	70.00	2.65	0.35	0.27	2700.00	13.50	7.16	36	54.00%	0.00	0.00
11	20/07/2013	77.00	2.95	0.30	0.27	2450.00	12.25	7.23	36	49.00%	0.00	0.00
12	27/07/2013	84.00	3.22	0.27	0.27	2200.00	11.00	7.08	35	44.00%	0.00	0.00
13	01/08/2013	89.00	3.38	0.16	0.26	2000.00	10.00	6.76	34	40.00%	0.00	0.00

Anexo 4. Análisis cuantitativo del perifiton en el cultivo de *Penaeus vannamei* – Estanque 2.

FECHA	SEMANAS	Cél./ml del fitoplancton							
		<i>Navícula</i>	<i>Dictyocha</i>	<i>Pleurosigma</i>	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Chaetoceros</i>	<i>Anabaena</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Oscillatoria</i>
18/05/2013	2	33000	10000	11000	40000	16000	110000	60000	75000
01/06/2013	4	42000	15000	15000	60000	23000	100000	40000	80000
15/06/2013	6	37000	12000	16000	50000	18000	120000	50000	63000
29/06/2013	8	34000	14000	14000	70000	19000	121000	40000	74000
13/07/2013	10	46000	11000	27000	60000	10000	113000	60000	68000
27/07/2013	12	43000	10000	12000	70000	12000	100000	40000	57000
TOTAL		235000	72000	95000	350000	98000	664000	290000	417000

Anexo 5. Análisis cuantitativo del perifiton en el cultivo de *Penaeus vannamei* – Estanque 3.

FECHA	SEMANAS	Cél./ml del fitoplancton							
		<i>Navícula</i>	<i>Dictyocha</i>	<i>Pleurosigma</i>	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Chaetoceros</i>	<i>Anabaena</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Oscillatoria</i>
18/05/2013	2	10000	20000	30000	56000	30000	40000	50000	84000
01/06/2013	4	18000	25000	20000	50000	20000	60000	60000	87000
15/06/2013	6	30000	16000	18000	71000	50000	39000	50000	71000
29/06/2013	8	40000	13000	22000	65000	30000	56000	60000	78000
13/07/2013	10	20000	26000	25000	34000	40000	34000	70000	70000
27/07/2013	12	15000	10000	40000	56000	20000	55000	50000	64000
TOTAL		133000	110000	155000	332000	190000	284000	340000	454000