UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN LITOPENAEUS VANNAMEI

BARROS OROZCO JONATHAN FERNANDO

MACHALA
2016

UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN LITOPENAEUS VANNAMEI

BARROS OROZCO JONATHAN FERNANDO

MACHALA
2016

UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO DE TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN LITOPENAEUS VANNAMEI

BARROS OROZCO JONATHAN FERNANDO
INGENIERO ACUACULTOR

SANCHEZ ROMERO OMAR ROGERIO

Machala, 18 de octubre de 2016

MACHALA
2016

Nota de aceptación:

Quienes suscriben SANCHEZ ROMERO OMAR ROGERIO, SANCHEZ ROMERO OMAR ROGERIO, SOLANO MOTOCHE GALO WILFRIDO y CUN JARAMILLO MILTON LUIS, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN LITOPENAEUS VANNAMEI, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

SANCHEZ ROMERO OMAR ROGERIO
0702244674
TUTOR

SANCHEZ ROMERO OMAR ROGERIO
0702244674
ESPECIALISTA 1

SOLANO MOTOCHE GALO WILFRIDO
0703062083
ESPECIALISTA 2

CUN JARAMILLO MILTON LUIS
0702124207
ESPECIALISTA 3

BRITZKE RICARDO
696140
ESPECIALISTA SUPLENTE

Machala, 18 de octubre de 2016

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Jonathan Barros Orozco.docx (D21615950)
Submitted: 2016-09-05 17:32:00
Submitted By: osanchez@utmachala.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

120024394-Phosphorus-1487854.docx (D17907024)
TESIS CARLOS TORRES IMPRIMIR.docx (D10787909)
PRISILA VERDUGO.docx (D10549351)
http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-26918.pdf
http://ageconsearch.umn.edu/handle/53116
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2015000100020
http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_5.pdf
http://www.biodiversitylibrary.org/part/148319
http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/21-3.pdf
http://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00032-7
http://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00069-3
http://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00532-4

Instances where selected sources appear:

16

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, BARROS OROZCO JONATHAN FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN LITOPENAEUS VANNAMEI, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 18 de octubre de 2016

BARROS OROZCO JONATHAN FERNANDO
0704756022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres José Barros y Olga Orozco quienes con mucho esfuerzo y sacrificio supieron brindarme todo su apoyo incondicional en todo momento tanto económico como moral y enseñarme el camino del bien y hacer de mí una persona responsable.

A mis hermanos que han sido quienes me han aconsejado en todo momento y han confiado en mí.

Se lo dedico a todas y cada una de las personas que me supieron ayudar durante mi proceso formativo y también para aquellos que no creyeron que lo lograría, pues aquí el fruto de mi esfuerzo.

*Gracias a mi **DIOS** por tenerlos con vida.*

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a DIOS por darme la vida, el que siempre me acompaña y ha hecho realidad uno de mis sueños, gracias DIOS por todo lo que me has dado y he recibido de ti.

A todos los profesores que me han acompañado desde el inicio de mi carrera universitaria hasta el final de la misma, gracias por brindarme sus conocimientos y confiar en este humilde servidor.

De manera muy especial quiero agradecer al Ing. Omar Sánchez, Ing. Galo Solano y el Blgo. Milton Cun.

A mis compañeros de curso que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas de manera especial a Jaime Rodríguez quien me brindaba su apoyo cuando más lo necesitaba.

Extiendo un cordial agradecimiento al Blgo. Miguel Carpio que me ayudo para poder realizar mi trabajo de investigación.

A toda mi familia y amigos que de una u otra manera creyeron en mí y supieron brindarme todo su apoyo.

JONATHAN FERNANDO BARROS OROZCO

¨EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LAS VARIABLES DE CULTIVO Y DE CALIDAD DE AGUA EN EL ENGORDE DEL *Litopenaeus vannamei”*

JONATHAN FERNANDO BARROS OROZCO
C.I. 0704756022
jonfer300@gmail.com

RESUMEN

En el desarrollo del presente trabajo se propone evaluar las variables de cultivo y parámetros de cultivo el agua. Para esto se procederá a recolectar los datos en el campo y con los mismos obtenidos llevar los controles. Además, se estimaría la producción de los dos sistemas de cultivo y determinar la calidad y requerimientos del oxígeno en los mismos.

Para esta investigación se tomó cuatro piscinas, las mismas que se dividen en dos con el método estándar y dos con el método recirculatorio, teniendo en cuenta su calidad de agua y producción al final de la corrida.

Para la calidad del agua se realizaron mediciones de oxígeno a cada piscina, así mismo peso de camarón para determinar su crecimiento, estas se realizaron cada semana de cultivo.

Los datos correspondientes a la salud de animal, en este caso los análisis patológicos no están expresados, pues para el presente trabajo no es relevante, ya que solo una vez durante toda la corrida se les hizo un análisis y esto fue por precaución y no habría un dato estadístico significativo con estos resultados, en lo referente a la calidad de agua van incluidos datos de oxígeno.

Así mismo los datos correspondientes para el presente análisis están dados en base al tamaño del animal, al incremento semanal y cantidad de libras producidas al final en cada método.

Hay que tener en cuenta que el sector escogido para la elaboración de la investigación tiene complicaciones en cuanto se refiere a los aspectos de calidad de agua, ya que en este lugar se tiene problemas de sólidos en suspensión, por lo que es la primera toma de agua de mar y a su vez la unión del rio Pagua con el mar, generando dificultades en las producciones.

Anteriormente, este sector tenía una producción de 1000 a 1100 libras por hectárea, para lo cual han tecnificado la camaronera, primero implementando sistemas de recirculación, segundo en otras piscinas implementado aireadores y tercero en las estándar tiempo ya determinada su capacidad de carga para cada piscina, por ellos veremos en los resultados una competencia casi igualitaria entre estándar y recirculación, teniendo en cuenta que actualmente están sobrepasando las 2000 libras por hectárea, mejorando sustancialmente y rentable para las camaroneras y propietario.

Las camaroneras de este sector tienen ventaja y desventaja a la vez, ya que por ser la primera toma de agua anteriormente explicado tienen problemas de solidos siendo su desventaja, además de eso si existía problemas de aguas contaminas o con posibles generadores de brotes de enfermedades al camarón como vibrios acumulados en el agua seria directamente afectada, pero la ventaja yace en que su afluente de agua es alta ya que al ser los primeros en recibirla su camaronera tiende a abastecerse muy bien, casi toda, por eso se implementó los sistemas de recirculación para complementar la producción para aquellas que se alcanza a abastecer.

Los resultados y las producciones salieron muy favorables y mejorados, teniendo en cuenta las producciones bajas que comúnmente tiene este sector, los cambios de agua en el sistema de recirculación estuvieron dados en porcentajes del 20 al 40 por ciento de la batimetría en cada piscina y control de calidad de las mismas.

Según los datos finales de producción pudimos observar que la sobrevivencia fue mucho mejor en el sistema de recirculación, se debe indicar que, aunque se sembró con una semana anticipada y con más densidad las libras de camarón en cosechas no asemejan mucha diferencia (cuadro 5), en donde si enmarcan una gran diferencia es en la cantidad de balanceado consumido por cada sistema.

PALABRAS CLAVE: Agua de piscinas camaroneras / Parámetros / Biomasa

Effect of two production systems variables culture and water quality in *Litopenaeus vannamei* fattening"

JONATHAN FERNANDO BARROS OROZCO
C.I. 0704756022
jonfer300@gmail.com

SUMMARY

In the development of this study it intends to evaluate variables and parameters of crop cultivation water. For this we will proceed to collect data in the field and carry the same controls obtained. Moreover, production of the two culture systems estimate and determine the quality and requirements of oxygen therein.

For this investigation took four swimming pools, they are divided into two with the standard method and two with recirculating method, considering water quality and production at the end of the run.

For water quality measurements were performed oxygen each pool so shrimp same weight to determine its growth, these were made each week of culture.

Corresponding to the health of animal, in this case the pathological analysis are not expressed, because for this work data is not relevant, since they did only once during the entire run an analysis and this was a precaution and there would a significant statistic on these results, in terms of water quality data will include oxygen.

Also, relevant data for this analysis are given based on the size of the animal, the weekly increase and quantity pounds produced at the end of each method.

Keep in mind that the choice for the development of the research sector has complications about aspects of water quality, because in this place you have problems suspended solids, so it is the first decision seawater and turn Pagua river union with the sea, creating difficulties in production.

Previously, the sector had a production of 1000-1100 pounds per hectare, for which they have modernized the shrimp, first implemented recirculation systems, second in other

pools implemented aerators and third in standard time and determined its load capacity for each pool for they will see results almost equal competition between standard and recirculation, considering currently surpassing 2000 pounds per hectare, improving substantially and profitable for shrimp and owner.

Shrimp in this sector have an advantage and disadvantage at the same time as being the first water intake explained above have problems with solids being their disadvantage and that if there problems pollute water or with potential generators of disease outbreaks to shrimp as vibrios accumulated in the water would be directly affected, but the advantage lies in its influent water is high since being the first to receive their shrimp tend to stock up well, almost all, why recirculation systems implemented to supplement production to those that supply is achieved.

The results and yields went very favorable and improved, considering the low yields commonly this sector, changes of water in the recirculation system were given in percentages from 20 to 40 percent of the bathymetry at each pool and control quality thereof.

Per the final production data, we found that survival was better in the recirculation system, it indicates that although seeded with an early week and more density pounds of shrimp harvests not resemble much difference (Table 5), wherein if a difference frame is balanced in the amount consumed by each system.

KEYWORDS: Water shrimp ponds / Parameters / Biomass

ÍNDICE GENERAL

Tema **Páginas**

DEDICATORIA ..... **IV**
AGRADECIMIENTO ..... **V**
RESUMEN ..... **VI**
SUMMARY ..... **VIII**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **XII**
ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **XIII**
INDICE DE ANEXOS ..... **XIV**
INTRODUCCIÓN **2**
REVISIÓN DE LITERATURA **3**
2.1 Antecedentes Históricos **3**
2.2 Producción Global **3**
2.3 Sistemas de Cultivo de Litopenaeus vannamei **4**
2.3.1 Sistema de Cultivo Extensivo 4
2.3.2 Sistema de Cultivo Semi-Intensivo 4
2.3.3 Sistema de Cultivo Intensivo 5
2.4 Calidad del Agua de Cultivo **6**
2.5 Cantidad de Agua **6**
2.6 Parámetros de Calidad de Agua en un Cultivo de Litopenaeus vannamei **7**
2.7 Otros Tipos de Cultivos **9**
2.7.1 Cultivo de camarón con recirculación 9
2.7.2 Sistema de recirculación acuícola (RAS) 10
2.8 Beneficios de los Sistemas de Recirculación de Agua para la Acuicultura **10**
2.8.1 Bajos requerimientos de agua 11
2.8.2 Control de la temperatura del agua 11
2.8.3 Protección contra los elementos y potenciales depredadores 11
2.8.4 Control de la calidad del agua 11
MATERIALES Y MÉTODOS 12
3.1. Materiales. **12**

3.1.1. Lugar de realización. 12
3.1.2. Ubicación geográfica Universal Transversal de Mercartor (UTM) . 12
3.1.3. Materiales. 13
3.1.3.1. Materiales de campo 13
3.1.3.2. Materiales de oficina 13
3.2. Métodos 13
3.2.1. Manejo de las piscinas 13
3.2.1.1. Preparación y desinfección del suelo de los estanques 13
3.2.1.2. Densidades de siembra 13
3.2.1.3. Alimentación 14
3.2.1.4. Bombeo, renovación y recirculación de agua 14
3.2.1.5. Metodología para determinar la tasa de crecimiento 14
3.2.1.6. Medición de las variables 15
RESULTADOS 16
DISCUSIONES 21
CONCLUSIONES 23
RECOMENDACIONES 24
BIBLIOGRAFÍA 25
ANEXO 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de cultivo en los dos sistemas de producción..... 16

Tabla 2. Crecimientos semanales promedio de los 2 sistemas de producción. 18

Tabla 3. Estadística descriptiva de los crecimientos semanales por piscinas en los sistemas de producción. 19

Tabla 4. Estadística comparativa de las concentraciones de oxigeno de los 2 sistemas de producción en la mañana. 20

Tabla 5. Estadística comparativa de las concentraciones de oxigeno de los 2 sistemas de producción en la tarde. 20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Imagen satelital que muestra la ubicación de las camaroneras..... 12

Figura 2: Biomasa final y consumo de balanceado en los 2 sistemas de producción..... 16

Figura 3. Peso final (g) de los camarones en los 2 sistemas de producción. 17

Figura 4. Sobrevivencia final (%) en los 2 sistemas de producción. 17

Figura 5. Factores de conversión alimenticia en los 2 sistemas de producción. 18

Figura 6. Pesos semanales de las piscinas con el sistema estándar. 19

Figura 7. Pesos semanales de las piscinas con el sistema de recirculación..... 20

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras de oxigeno diarias sistema de recirculación..... 29
Anexo 2. Toma de muestras de oxigeno diarias sistema estándar. 31
Anexo 3. Oxigenometro Psy 550A 33
Anexo 4. Balanza gramera Camry 33
Anexo 5. Revisando mallas en las compuertas 34
Anexo 6. Alimentadoras tipo cañón 34
Anexo 7. Muestreando para hacer pesos 35
Anexo 8. Atarrayando para revisar el camarón..... 35

INTRODUCCIÓN

La producción de camarón en el Ecuador se dio de manera accidental en 1968 en la provincia de El Oro, específicamente en Santa Rosa, la presencia de aguajes muy altos, hizo que se estanquen en varios salitrales y con ellos traían camarones en varios estadios de post-larvas y juvenil, los mismos que crecieron hasta tamaños comerciales con bastante facilidad y sin ninguna aplicación de aditivos o alimento externo (Impacto, Expost, Camaronera, & Gardenia, 2011)

El cultivo de *Litopenaeus vannamei* es uno de los más importante en la acuicultura ecuatoriana, el éxito de su producción se debe a la domesticación del camarón y al haber cerrado su ciclo biológico, permitiendo al camaronero generar divisas al país (Barrón-Sevilla, Buckle-Ramírez, & Hernández-Rodríguez, 2004).

Las aguas en los sistemas estándar de camarón son desechadas básicamente por la pérdida de su calidad, ya que debido a las altas concentraciones de metabolitos de los organismos vivos.

Los sistemas de recirculación de agua no son nuevos, son usados en la acuicultura desde hace mucho tiempo, pero al nivel de grandes extensiones de cultivos como el cultivo marítimo, tiene una trayectoria más corta (Galli Merino & Sal, 2007).

Un sistema de recirculación de agua (SRA) no resuelve todos los problemas, los estanques de pre-cría y engorde los grandes consumidores de aguas, alrededor de un 20 % diario del volumen total (muchas veces mal operado), los cuales necesitan se maneje y modifiquen de manera física, biológica y química su calidad para disminuir su carga orgánica y poder de algún modo reutilizar un porcentaje de la misma en el propio cultivo o en otro cultivo anexo si fuera el caso.(Carballo, 1998).

Para mejorar las producciones en las camaroneras realizan nuevos métodos de manejo, para lo cual en este proyecto se implementa el sistema de recirculación con densidad baja para ver el resultado de la misma en este sector.

Ya que es complicada la producción por sólidos presentes en el agua y por la poca agua que llega a la parte final de la camaronera donde se encuentran estas piscinas.

En la presente investigación se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo General

Analizar las variables de cultivo y de calidad de agua entre dos sistemas de producción de camarón *Litopenaeus vannamei.*

Objetivos Específicos

- Determinar la biomasa, peso y sobrevivencia finales, consumo de balanceado y factor de conversión alimenticia entre los dos sistemas de producción.
- Determinar las concentraciones de oxígenos en los dos sistemas de producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes Históricos

La producción de camarón en el Ecuador tuvo sus primeros inicios en la provincia de El Oro en el año de 1968 convirtiéndola en una fuente generadora de ingresos de nuestro país, de acuerdo a las cifras Bancarias del Ecuador.(Impacto *et al*., 2011)

Ecuador en el mundo llegó a ocupar el tercer lugar en producción y además fue reconocido por ser el único país donde se practica continuamente la acuacultura camaronera continuamente varios años exactamente treinta, así como lo indica la National Marine Fisheries Service Reports. En el continente americano Ecuador es una prioridad en la industria camaronera (Suantika *et al*., 2001)

La producción camaronera en Ecuador genera muchas divisas en el país en todas sus etapas productivas. Además, al ser resistente nuestro camarón se exporta larvas, alimentos balanceados, camarones, maquinaria, técnicos y tecnología. Podemos decir que de nuestro país se han exportado técnicos muy calificados para el mundo de la producción camaronera; estadísticos indicadas por la revista nombrada anteriormente (FAO, 2011b).

2.2 Producción Global

La producción acuícola ha continuado con un crecimiento superior a cualquier otra área productora de alimento de origen animal. A nivel país, el sector ha crecido a una tasa promedio de 8.9% desde 1970, en contraste con el 1.2% de las pesquerías y el 2.8% para sistemas terrestres de producción de carne, en el mismo periodo (Ifapa, 2008; FAO, 2010).

La producción acuícola se dice que es una de las actividades que tiene el mayor potencial para enfrentar la demanda creciente de alimento. Porque se dan proyecciones sobre el crecimiento de la población en las próximas dos décadas, estimando que al menos unas 40 millones de toneladas de alimento acuático serían necesarias para mantener el consumo *per cápita* actual, lo que se puede lograrse gracias al crecimiento de la acuacultura (FAO, 2011b).

La producción acuícola sigue en crecimiento en términos de cantidad y su contribución relativa al suministro de alimento marino para consumo humano directo. Hoy en día, la

acuacultura provee más de un cuarto del suministro mundial de alimento marino y la FAO tiene expectativas de que será del 50% para el año 2030 (FAO, 2011b).

2.3 Sistemas de Cultivo de *Litopenaeus vannamei*

El sistema de cultivo de camarón pueden ser de diferentes tipos, atendiendo a la densidad de siembra, o sea cantidad de camarón por superficie y al alimento a utilizar, determinando el tamaño del lugar de destino (FAO, 2011a).

El cultivo de camarón se puede llevar a cabo en extensivo, semi-intensivo e intensivo.

2.3.1 *Sistema de Cultivo Extensivo*

El sistema de cultivo extensivo, por lo general se desarrolla en estanques de cinco o más hectáreas, con una baja densidad poblacional de (≤5 organismos/m^2). Además, no se le administro alimento suplementario al camarón, siendo su alimentación de origen natural. En este sistema no se utiliza aireación y casi no se tiene control sobre los parámetros fisicoquímicos (Ubaldo Cervantes Freré, 2001).

2.3.2 Sistema de Cultivo Semi-Intensivo

El sistema semi-intensivos este se da en estanques de alrededor de una hectárea, con una densidad poblacional de 10 a 25 organismos/m2, aunque actualmente lo hacen en estanques de mayor capacidad, en este sistema se le proporciona alimento artificial a los camarones, también en algunos se coloca aeración para mantener las densidades características de este sistema y se le da control a las variables fisicoquímicas (Losordo, Masser, & Rakocy, 1998; Beem & Hobbs, 2003).

Para poder realizar un sistema semi-intensivo se debe tener en cuenta el suministro de insumos como semilla, fertilizantes, alimentos, la preparación de estanques y controlar su ejecución de tal forma, que permita obtener los resultados esperados (FAO, 1999).

Para tener un buen ciclo a nivel semi-intensivo, se hace necesario tener en cuenta los elementos básicos que garanticen la obtención de resultados rentables. Para ello, la planificación debe ser cuidadosa al igual que su ejecución, por lo que es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

a. Se debe acondicionar los estanques con el propósito de minimizar las fugas de agua que se presentaron en el primer ciclo, para evitar deficiencias en el manejo de la producción.

b. La obtención de la larva debe ser de buena calidad si es posible certificada y la cantidad suficiente, de acuerdo con las hectáreas que se han programado cultivar. Es necesario llevar un control de mortalidad, para establecer con exactitud la densidad de siembra.

c. Las preparaciones del alimento serán en cantidad y volumen requerido en base a la biomasa o cantidad de animal sembrado por hectárea, debemos tener en cuenta el contenido proteico del alimento a usar para el cultivo.

   Asimismo, es necesario llevar un control y registro en los costos de producción local y cantidades suministradas diariamente.

d. Saber controlar la cantidad de fertilizantes y evaluar las necesidades según los niveles de productividad primaria de cada estanque.

e. Realizar muestreos semanales de población si es posible, a fin de evitar pérdidas de alimento y crecimientos bajos. El control de variables de temperatura, salinidad, oxígeno, pH, turbidez, nitritos y amonios, son básicos para tomar decisiones de manejo en forma oportuna.

f. Llevar un registro de datos técnicos y ser cuidadoso. La información debe ser analizada y evaluada semanalmente con el fin de realizar los ajustes necesarios y tomar las decisiones de manejo y cosecha.

g. Las pescas deben realizarse en el periodo establecido y no pasarse ese tiempo.

2.3.3 Sistema de Cultivo Intensivo

En el sistema intensivo se utilizan densidades de 30 a 100 organismos/m^2, la alimentación suplementaria es obligatoria, se da control a las variables fisicoquímicas y una revisión diario de los estanques. Este último sistema se ha implementado con mayor interés y es más complicado pero se da por la demanda del mercado mundial (Tilley, Badrinarayanan, Rosati, & Son, 2002)(FAO, 2011a).

Debido principalmente a los altos costos del agua y tierras que algunos países tienen a observar una evolución hacia sistemas de producción semi-intensivo e intensivos (Recirculacion, 2014).

Sin embargo la tendencia de la industria de cultivo de camarón de incrementar la producción aumentando la densidad puede ser causa de problemas de calidad de agua (Yanong, 2003).

2.4 Calidad del Agua de Cultivo

La calidad de agua a los camarones en cautiverio, debe ser óptima para su crecimiento. Los sistemas de producción intensiva con recirculación controlan el medio y la calidad del agua; teniendo así, un mejor crecimiento de los camarones y a su vez prevenir enfermedades (Azuay, 2009)

Los parámetros de calidad de agua no actúan solos, es más están interrelacionados, y si no se lleva un control puede nuestro sistema puede colapsar e inclusive volverse muy complejo (Vinatea, 2001;Ifapa, 2008).

Si los parámetros del agua no son conocidos, el tener experiencia no será suficiente para realizar una acción sobre los camarones y no se podrá estabilizar el sistema para que nuestras variables sean las óptimas y no superen los límites de la especie en cultivo. Si no existe un control minucioso de los parámetros nos dará como un bajo crecimiento y es más nos estaríamos exponiendo a posibles enfermedades el camarón.

Los factores biológicos, junto a los factores físicos y químicos del agua, se interrelacionan y son muy importantes ya que influyen sobre todos los aspectos del cultivo y actúan sobre la tasa de crecimiento de los camarones. Por lo tanto, es necesario que el acuicultor conozca en forma básica la química y física del agua del cultivo, para obtener éxito en este sistema de producción.

2.5 Cantidad de Agua

La cantidad de agua de abastecimiento para la producción proyectada, es importante cuando se saber dónde instalar el sistema de cultivo, y esta depende de diferentes factores, como son: la especie a cultivar, la densidad, las prácticas de manejo acuícola, la tecnología de producción a emplear y el grado de riesgo que el productor esté dispuesto a aceptar. Por eso la cantidad de agua a emplear deberá ser calculada con

precisión, aun cuando el sistema utilice la tecnología de recirculación y en este último caso, se deberá pensar en el porcentaje de recambio diario (Machala, 2015;Ifapa, 2008).

La cantidad de agua nueva dependerá exclusivamente a la cantidad de agua mínima requerida por varias razones entre ellas se mencionan la disminución en cuanto a su demanda y el volumen reducido de los efluentes a tratar. Por esto son una ventaja los sistemas de recirculación, especialmente cuando se necesita producir camarón dándole su entorno optimo(Ifapa, 2008;Sun, Keoleian, & Diana, 2009).

El factor más relevante, que limita el cultivo de camarones, se refiere a la concentración de oxígeno disponible en el agua para los animales. También están los niveles de amoníaco y de anhídrido carbónico disuelto; estando estos dos últimos parámetros interrelacionados con la toxicidad amoniacal, por ello, también es necesario controlar los niveles necesarios de oxígeno disuelto en el agua y asegurarse asimismo que las cantidades de anhídrido carbónico y los valores de pH se mantengan por debajo de los límites máximos (Menasveta *et al.*, 2001).

La calidad del agua de entrada de ser óptima y si es posible debe ser previamente analizada. Es mejor que tenga suficiente caudal por si tenemos futuras ampliaciones de piscinas con recirculación. Por otra parte, la ventaja principal de esta agua son las pruebas sobre sus contenidos en minerales y sales (Muangkeow, Ikejima, Powtongsook, & Yi, 2007).

2.6 Parámetros de Calidad de Agua en un Cultivo de *Litopenaeus vannamei*

- ***El oxígeno disuelto (OD)****:* presente en el agua se halla relacionado íntimamente con la temperatura, es decir, a mayor temperatura será menor el oxígeno disuelto y a menor temperatura, su concentración de oxígeno será mayor, esto también influirá en su alimentación y crecimiento (Ifapa, 2008; Acuicultur Chile, 2009).

- ***Temperatura*****:** es otra variable importante dentro de los cultivos. Este parámetro influye directamente sobre los procesos fisiológicos tales como: la respiración, alimentación, es decir influyen en el tamaño y tiempo de cultivo (Carbo, 2012).

  Al considerarse los camarones como animales de sangre fría, nos dan a entender que la temperatura de su cuerpo va a ser igual a la del medio en que se encuentra, es decir la tasa de crecimiento, aumentará a medida que aumente la temperatura.

Las temperaturas bajas no son óptimas, la conversión de alimento será más alta, lo que pueden llegar a ser fatal para los camarones, disminuyendo su metabolismo y su respuesta en crecimiento, y generando pérdidas en nuestra rentabilidad. Por ello las temperaturas en un sistema de recirculación, deben estar lo más cercanas posible al adecuado (Acevedo & Buriel, 2015).

- ***Amoniaco/ Nitrito/ Nitrato*:** estos son unas derivaciones del nitrógeno, siendo este muy importante dentro de la vida de un ser acuático, para lo cual deben de estar en control y siempre óptimos, sobre todo dentro de un sistema cerrado (Jimenez, 2003).

  En un sistema de recirculación de agua, se debe controlar todos estos parámetros, por su toxicidad hacia los camarones; sobre todo si es el amoníaco y los nitritos, y considerados en menor rango los nitratos (Barraza, 2009).

- ***pH**:* este influye en el estrés del camarón, a su vez controla las reacciones de equilibrio en el medio, por lo cual se ha establecido según Boyd que el rango debe de estar entre 7,5 a 8,5; este valor, expresa la concentración de iones hidrógeno (van Rijn, Tal, & Schreier, 2006).

- ***Salinidad*:** cada especie acuática posee sus propios rangos de salinidad que influyen dentro de su reproducción y crecimiento, por ello la salinidad en el cultivo de camarón dependerá del lugar donde se lo esté realizando, ya sea este continente o isla (Samocha, 2000;Summerfelt, Vinci, & Piedrahita, 2000).

- ***Anhídrido carbónico y el ciclo del carbonato***: el anhídrido carbónico es un gas muy soluble en agua, aunque su concentración pura sea baja, pero a concentraciones altas disminuye los oxígenos, teniendo en cuenta que en un sistema acuícola se encuentra con la respiración de los animales y de la materia orgánica en el medio, la cual puede producir enfermedades al camarón. Su medida se efectúa químicamente en laboratorio (Ifapa, 2008).

- ***Sólidos suspendidos: sedimentables y disueltos:*** estas se dan por la acumulación de balanceado no digerido, los finos del alimento, heces de los animales, algas e inclusive la toma de agua no adecuada, constituyendo los desechos sólidos (Maia, Gàlvez, & Otavio, 2011).

En un sistema de recirculación, los desechos pueden influir sobre todos los demás parámetros del sistema, constituyendo una fuente importante de empleo o demanda de oxígeno e incorporación de nutrientes al agua y pueden afectar la salud de los camarones actuando sobre su sistema branquial y aumentando su exposición a los patógenos(Villarroel, 2012).

- ***Monitoreo***

Hay variedad de equipos que se utilizan en las mediciones de oxígeno disuelto (denominados peachímetros), también ahí los medidores de oxígeno y pH, disponen además de registros de temperatura. En el caso de la temperatura, existen los termómetros tradicionales que también permiten un registro fácil y diario de esta variable. El resto de los parámetros no necesitan ser diariamente controlados y pueden serlo en forma semanal o periódica y por medio de kits de medición (Davis & Arnold, 1998).

2.7 Otros Tipos de Cultivos

2.7.1 *Cultivo de camarón con recirculación*

El sistema de recirculación disminuye los impactos ambientales, por la reducción de los residuos provenientes de los cultivos y especialmente, la conservación del agua, elemento de mucho cuidado en la actualidad. Los sistemas de recirculación, permite producir una mayor cantidad de camarones, dependiendo de la ubicación del sistema y el clima en el cultivo factor importante para la acuicultura (Vinatea, 2004;Ifapa, 2008).

El éxito de la producción acuícola va a depender de los sistemas de producción empleados, tales como: extensivo, semi-intensivo o intensivo; pero ciertamente, entre más se intensifica el cultivo los sistemas son más complejos por las tecnologías aplicadas, las cuales son un factor importante y se deben tener muy en cuenta al iniciarse en el cultivo (Lin, Jing, & Lee, 2003).

Los sistemas semi-intensivos e intensivos en acuicultura, deben ser controlados para mantener una óptima calidad de agua del sistema, de tal forma que el animal tenga su medio adecuado y así para producir un animal de alta calidad sin generar pérdidas y como tal obtener rentabilidad (R. Malone & Jr, 1997).

2.7.2 *Sistema de recirculación acuícola (RAS)*

Los *Sistemas de Recirculación Acuícola* (**RAS**) se presentan como una manera ecológica y exclusiva para el cultivo de camarón. A diferencia del método tradicional en estanques abiertos con flujo continuo de agua, permiten la cría de camarones en altas densidades, dentro de un ambiente de crianza controlable por el técnico de la instalación. Los filtros de los sistemas de recirculación limpian el agua y la reciclan, enviándola nuevamente a los tanques de cultivo. Sólo se le añade agua nueva a los tanques para compensar la pérdida de agua producto de las salpicaduras, la evaporación y para reemplazar la que se utiliza para eliminar los materiales de desecho (Aquafeed, 2014;Beem & Hobbs, 2003;Barrón-Sevilla et al., 2004).

Las piscinas con el sistema RAS se pueden hacer con diferentes niveles de complejidad, ya que los verdaderos diseños de recirculación de agua implican el uso de equipos y tecnologías para garantizar la reutilización del agua y mantener las condiciones de cría cerca del ambiente óptimo para las especies de camarones que se cultivan (Anaya-Rosas & Buckle Ramírez, 2012).

En muchos sistemas de cultivo antiguos, se ha utilizado los denominados sistemas abiertos o también llamados con flujo continuo, debido a que el agua pasa una sola vez a través de la piscina y luego se desecha, aunque actualmente se han realizado algunas mejoras para reducir las cantidades de agua (Fraga Castro, Jaime, & Ceballos, 2011).

2.8 Beneficios de los Sistemas de Recirculación de Agua para la Acuicultura

Las producciones con cualquier sistema se deben dar en las condiciones adecuadas y necesarias para mantener saludable al camarón y que crezcan bien. Las especies necesitan siempre un suministro de agua de buena calidad con una temperatura y oxígeno disuelto adecuado para un buen desarrollo (Bayot, Rodríguez, Arguello, Cornejo-Rodríguez, & Sonnenholzner, 2013).

Las piscinas que cuentan con recirculación de agua realizan estas tareas. Es necesario tener un sistema para limpiar el agua y eliminar o desintoxicar los desechos e alimentos no consumidos por los animales. La alimentación diaria de los camarones sobre todo en sus inicios debe ser con un alimento muy completo, la mismo que se verá reflejada en su crecimiento y en su supervivencia al final de la producción (Jimenez Montealegre, Zamora Castro, & Zuniga Calero, 2015).

2.8.1 *Bajos requerimientos de agua*

Las piscinas con el sistema RAS reciclan la mayor parte de su agua, es decir, consumen mucho menos agua que otros tipos de sistemas de cultivo, son adecuados para áreas con reservas de agua limitadas (Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., Scarpa, 1999).

Un sistema de recirculación correctamente diseñado y operado requiere una entrada mínima de agua diaria, lo suficiente como para reemplazar el agua perdida por evaporación (Alberto & Sonora, 2000).

2.8.2 *Control de la temperatura del agua*

El poco consumo de agua de los sistemas de recirculación se traduce en el control de la temperatura del agua, siendo este uno de los mayores beneficios de estos sistemas. El control de la temperatura del agua le permite al acuicultor producir que lo normalmente, no se podría cultivar en un área geográfica determinada (R. F. Malone & Beecher, 2000).

El sistema nos permite que las temperaturas del agua sean de nivel óptimo para maximizar la conversión de alimento y brindar un óptimo crecimiento. El crecimiento nos genera una mejora, ya que alcanzan su tamaño de venta requerido (Villamar Ochoa, 2004).

2.8.3 *Protección contra los elementos y potenciales depredadores*

Las piscinas con el sistema RAS en interiores están diseñadas para evitar fugas de agua, disminuyendo las posibilidades de pérdida y los posibles conflictos con las regulaciones que rigen en cada país por los cuerpos de agua (Williams, 1996).

2.8.4 *Control de la calidad del agua*

Con los sistemas de recirculación los camarones están protegidos de posibles contaminantes ambientales, que podrían dar un mal sabor, resultando en un producto de alta calidad. Además, en casos donde el agua dulce es suministrada por pozos, la probabilidad de brotes de enfermedades se reduce en gran medida y no se requieren medicamentos (Rakocy, Masser, & Losordo, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.

3.1.1. Lugar de realización.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las camaroneras Biocascajal y Pesquera San Miguel ubicada en Pagua, perteneciente a la provincia de EL ORO, la cual cuenta con 191 hectáreas (ha) distribuidas en 25 estanques y 217 hectáreas (ha) distribuidas en 20 estanques respectivamente utilizamos 2 estanques en cada sector (Figura 1).

Figura 1. Imagen satelital que muestra la ubicación de las camaroneras.

La investigación se desarrolló en el periodo comprendido entre los meses de abril a julio del 2016, en los estanques 3 y 12 se aplicó el sistema de recirculación de agua y los estanque 34 y 35, donde se empleó el método estándar.

3.1.2. Ubicación geográfica Universal Transversal de Mercartor (UTM)

Longitud: 626942.81 M E
Latitud: 9662652.80 M S

3.1.3. Materiales.

3.1.3.1. Materiales de campo.

- ✓ Balanza marca Camry
- ✓ Atarraya
- ✓ Kaveta
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Calculadora
- ✓ Oxigenometro marca YSI 550A

3.1.3.2. Materiales de oficina

- ✓ Computadora Hp.
- ✓ Impresora.
- ✓ Marcador

3.2. Métodos

3.2.1. Manejo de las piscinas

3.2.1.1. Preparación y desinfección del suelo de los estanques

Las piscinas o estanques fueron selladas en las compuertas de entradas y salida de agua, adicionándose barbasco en las zonas donde se estancaba el agua. Para regular el pH se aplicó carbonato de calcio en los préstamos de cada estanque a razón de 100 kg/ha. Luego se fertilizó con 15 kg/ha de fertilizante.

3.2.1.2. Densidades de siembra

Cada sistema tuvo una densidad de siembra diferente. En el sistema estándar se sembró a una densidad de 50000 animales/Ha y en el sistema de recirculación 30000 animales/Ha.

Las post-larvas fueron traídas de la península de Santa Elena con un peso de 0,004 g, y fueron sembradas en pre-crías, para luego de 15 días ser transferidas a las piscinas de engorde con un peso de 0,56 g.

Las piscinas con el sistema estándar fueron sembradas el 01 de abril del 2016 y cosechadas el 01 de julio del 2016; mientras que las de sistema de recirculación fueron sembradas el 09 de abril del 2016 y cosechadas el 13 de julio del 2016.

3.2.1.3. Alimentación

El método de alimentación utilizado fue el tipo “cañón”, el mismo que consiste en disparar el balanceado a los prestamos utilizando vehículos equipados con cañones especiales. La frecuencia de alimentación fue de dos veces al día, realizando el control a través del tracto digestivo después de 2 horas de haber alimentado.

Las primeras dos semanas se alimentó una sola vez al día con un balanceado de 40% de proteína en los dos sistemas, calculándose al 15% de la biomasa. Luego de esto, las alimentaciones se realizaron dos veces al día: 40% por la mañana y 60% en la tarde con un balanceado de 35% proteína.

3.2.1.4. Bombeo, renovación y recirculación de agua

En los sistemas estándares se usaron motores de 200 hp marca BMW, los cuales funcionaron durante 6 horas, que es lo que normalmente dura una marea alta. Para los sistemas de recirculación en cambio, se utilizó un motor BMW de 250 hp. Los recambios de agua para el sistema de recirculación se realizaron una sola vez durante el primer mes de cultivo.

3.2.1.5. Metodología para determinar la tasa de crecimiento

Se tomó cada semana muestras de alrededor de 100 camarones para cada tratamiento, a los cuales se los procedió a pesar y sacar el peso promedio semanal hasta el final del ciclo de cultivo esto se lo puede observar más detallado en el Cuadro1.

3.2.1.6. Medición de las variables

Las variables de cultivo: biomasa, peso y sobrevivencia finales, consumo de balanceado y factor de conversión alimenticia fueron registradas y calculadas una vez cosechados los estanques en los dos sistemas de producción, usando las siguientes fórmulas:

$$Sobrevivencia = \frac{\text{Número de animales sembrados}}{\text{Número de animales cosechados}}\ x\ 100$$

$$\textit{Factor de conversión} = \frac{\text{Kilos de balanceado}}{\text{Kilos de camarón}}$$

Las concentraciones de oxígeno disuelto fueron medidas diariamente en los siguientes horarios a las 6:00 am y 18:00 pm.

RESULTADOS

4.1 Las variables de cultivo

En el cuadro 1 podemos observar los promedios de las variables de cultivo en el sistema estándar. La biomasa por hectárea 625 Kg/Ha. El peso final y la sobrevivencia fueron de 23,5 g y 56%, respectivamente. El consumo de balanceado fue de 17927 Kg y el factor de conversión alimenticia (FCA) de 1,41. En el sistema de recirculación los promedios de las variables de cultivo fueron: La biomasa por hectárea fluctuó entre 459 Kg/Ha. El peso final y la sobrevivencia fueron de 24,0 g y 64%, respectivamente. El consumo de balanceado fue de 13148 Kg y el factor de conversión alimenticia (FCA) de 1,36 (Fig.2, Fig. 3, Fig. 4 y Fig. 5).

Tabla 1. Variables de cultivo en los dos sistemas de producción.

Sistema de Producción	Biomasa total (Kg)	Biomasa/Ha (Kg/Ha)	Peso final (g)	Sobrevivencia (%)	Consumo de balanceado (Kg)	FCA
Estándar	12.670	625	23,5	56	17.927	1,41
Recirculación	9.648	459	24,0	64	13.148	1,36

En la figura 2 podemos observar que la biomasa final y el consumo de balanceado en los sistemas de producción.

***Figura 2*: Biomasa final y consumo de balanceado en los 2 sistemas de producción.**

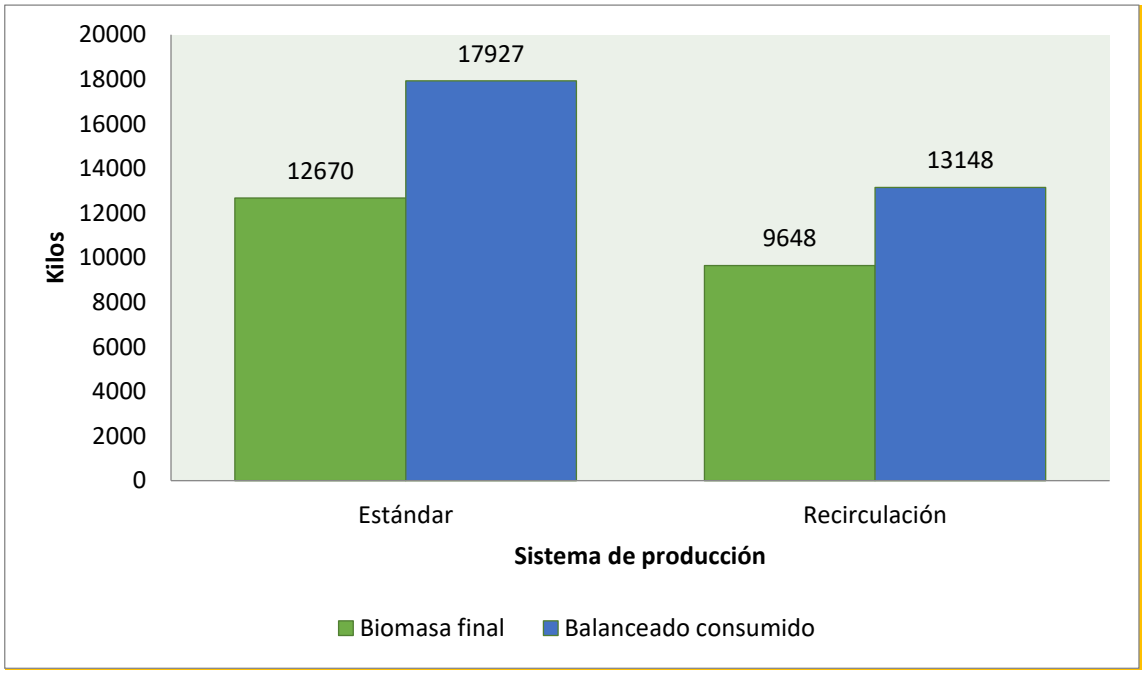


Figura 3. Peso final (g) de los camarones en los 2 sistemas de producción.

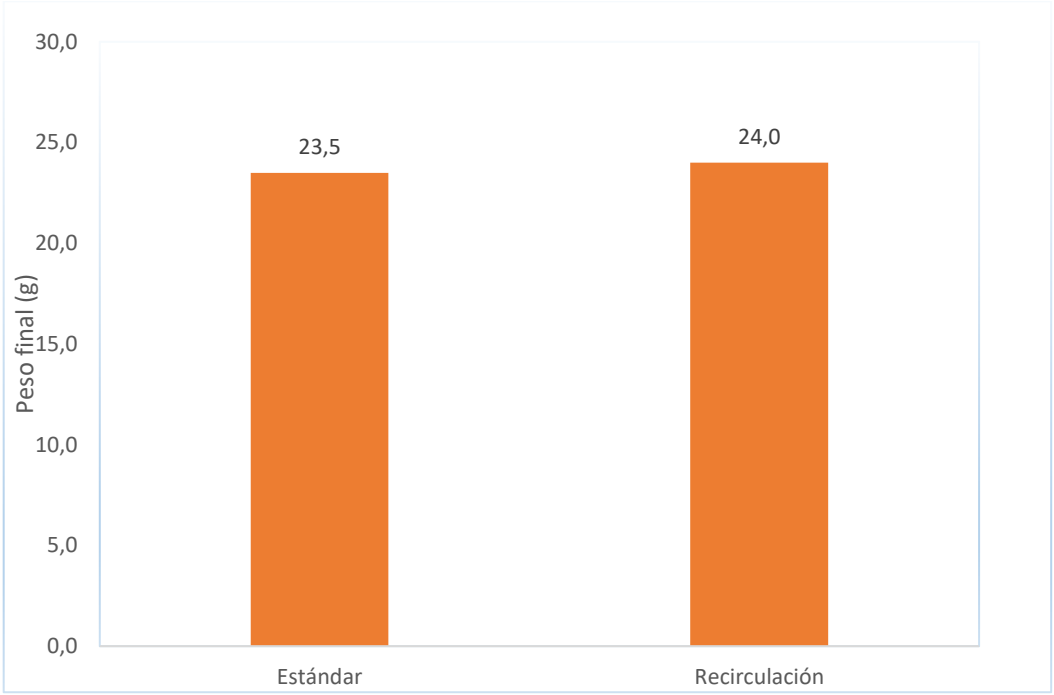


Figura 4. Sobrevivencia final (%) en los 2 sistemas de producción.

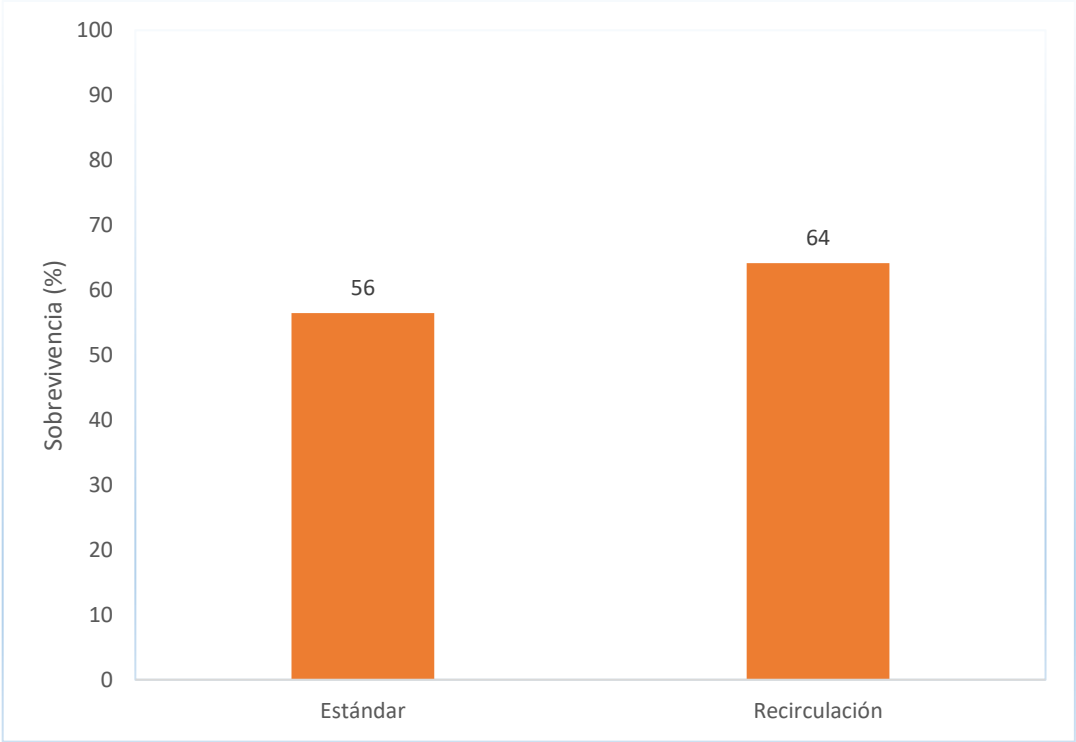


Figura 5. Factores de conversión alimenticia en los 2 sistemas de producción.

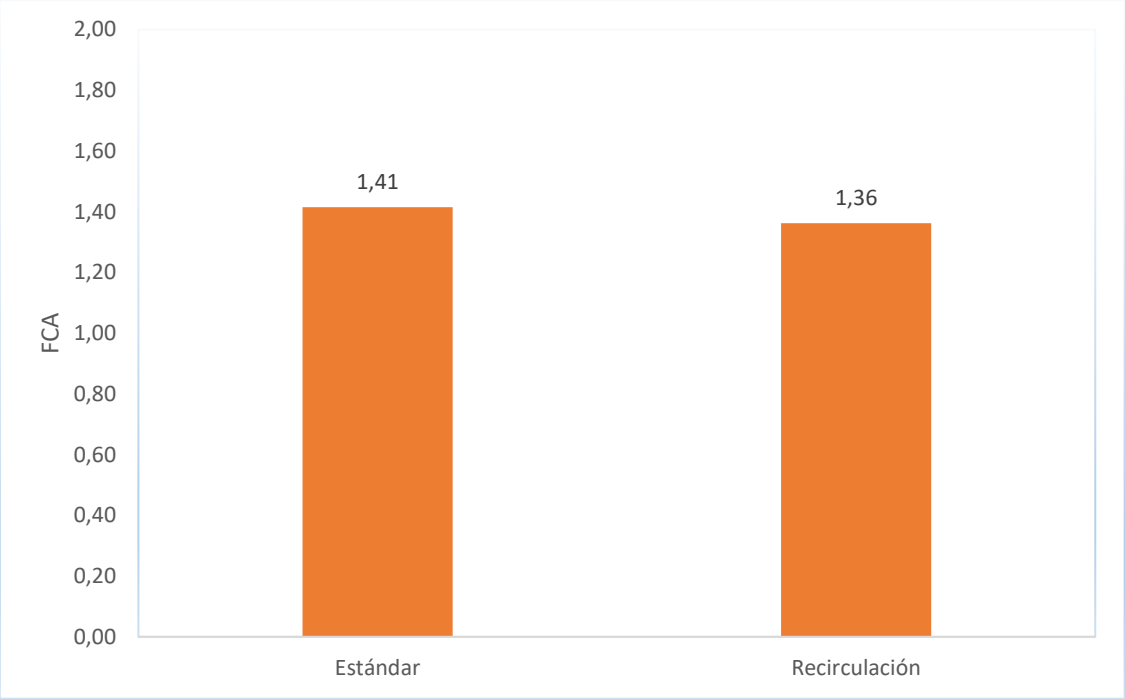


Tabla 2. Crecimientos semanales promedio de los 2 sistemas de producción.

Días	Sistema de producción	
	Estándar	Recirculación
11	4,2	3,7
18	6,3	6,3
25	8,5	9,3
32	10,1	11,0
39	11,1	12,7
46	12,8	14,3
53	14,5	16,4
60	16,6	16,6
67	17,7	17,9
74	20,2	19,6
81	21,9	21,6
88	23,5	24,0

Los crecimientos de las piscinas de cada sistema de producción fueron registrados semanalmente de los 11 a los 81 días después de la transferencia. En el cuadro 2, en el sistema estándar inicia con un peso de 4,2 g y termina con 23,5 g (Fig. 6). En el sistema de recirculación el primer peso registrado fue de 3,7 g y el ultimo 24 g (Fig. 7). Los crecimientos semanales promedio de los 2 sistemas de producción, son resumidos (cuadro 2). El crecimiento lineal en el sistema de producción estándar fue de 1,24 y 1,08 para las piscinas 3 y 12, respectivamente. En los sistemas de producción de recirculación el crecimiento lineal de las piscinas 34 y 35 fue de 1,23 en ambos casos (cuadro 3).

Tabla 3. Estadística descriptiva de los crecimientos semanales por piscinas en los sistemas de producción.

	Sistema de producción			
	Estándar		Recirculación	
Crecimientos Semanales	*PSC#03*	*PSC#12*	*PSC#34*	*PSC#35*
Crecimiento Lineal	1,24	1,08	1,23	1,23
Media	15	13	14	14
Mediana	14,21	13,05	14,00	14,50
Desviación estándar	6,66	5,78	5,41	5,80
Coeficiente de variación	0,45	0,45	0,40	0,43
Rango	20,70	18,00	17,20	18,60
Mínimo	4,30	4,00	4,00	3,40
Máximo	25,00	22,00	21,20	22,00
Suma	178,62	155,70	148,88	149,40
Cuenta	12,00	12,00	11,00	11,00

Figura 6. Pesos semanales de las piscinas con el sistema estándar.

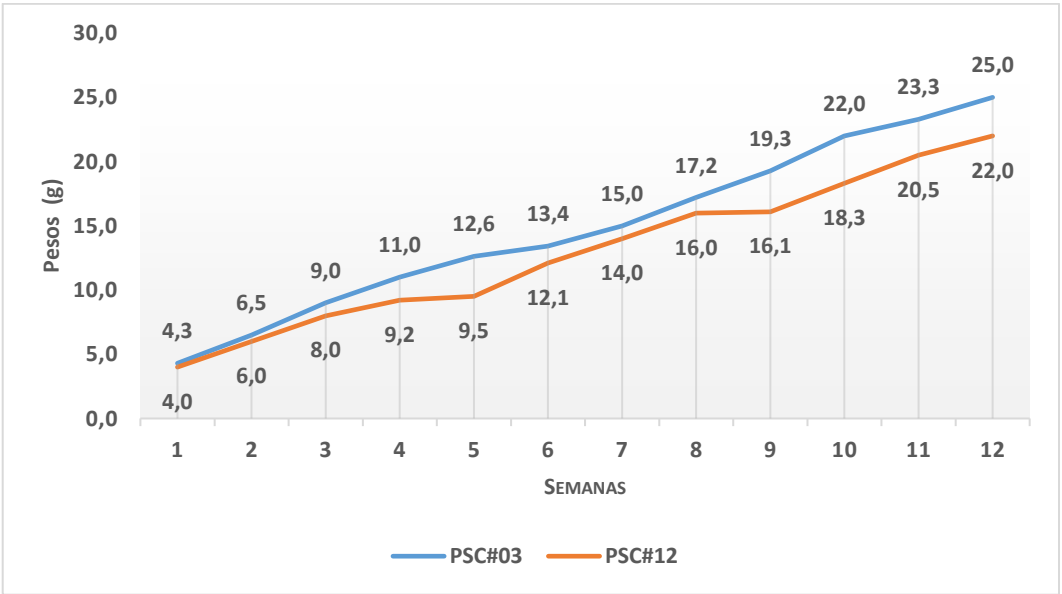
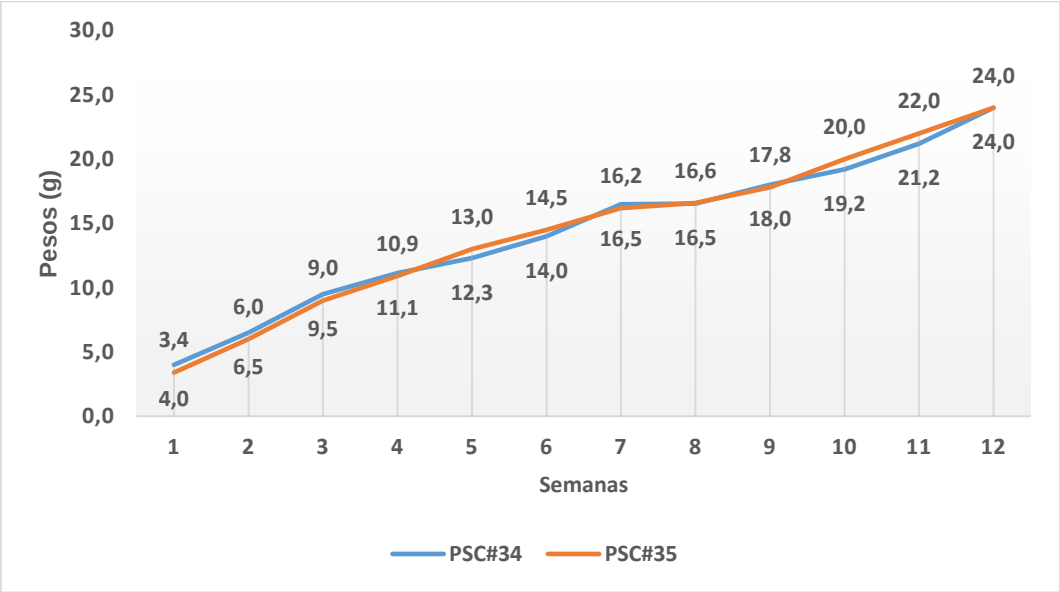


Figura 7. Pesos semanales de las piscinas con el sistema de recirculación.



4.2 Calidad de agua

Las concentraciones de oxígeno en las mañanas no presentaron diferencias significativas entre los sistemas de producción (cuadro 6), sin embargo, durante la tarde si fueron observadas diferencias (cuadro 7).

Tabla 4. Estadística comparativa de las concentraciones de oxigeno de los 2 sistemas de producción en la mañana.

Sistema de Cultivo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Estándar	134	4,8825	1,37966	,11918
Recirculación	134	4,6499	1,30346	,11260

Tabla 5. Estadística comparativa de las concentraciones de oxigeno de los 2 sistemas de producción en la tarde.

Sistema de Cultivo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Estándar	132	9,9733	2,36597	,20593
Recirculación	133	9,2141	2,00092	,17350

DISCUSIONES

Bonne,2012 indica que los cultivos con agua salada tienen un mejor rendimiento al tener concentraciones promedio de 7,5 mg/L con una densidad de siembra de 80000 animales/Ha; mientras que nosotros tenemos como promedio 8,5 mg/L con 30000 animales/Ha, por ello el animal no tuvo muchos inconvenientes en su desarrollo.

Bonne,2012 nos indica que su producción la realiza en 128 días de cultivo con un peso de 22 g, mientras que en los 2 sistemas los realizamos en 90 y con un peso de 24 g, respectivamente.

Fraga, 2011 indica que la proteína adecuada en los sistemas de cultivo es de 30% en el engorde, nosotros adicionamos un balanceado con proteína 35%, debido a que el sector es muy complicado y se desea que el camarón asimile una buena proteína para evitar que se enferme. Hay que aclarar que no todos los ecosistemas son iguales, en este caso no se puede usar.

Se aplicó los recambios tal como lo indica Alberto, 2000, la cual en un inicio se realizó recambios mínimos del 10% y a medida que se lleva la producción se aumenta hasta un 40% de recambio de agua, esto también cuando se podía hacer este tipo de recambio, básicamente cuando era necesario o era posible.

A nivel de crecimiento básicamente por pesos en los dos sistemas de cultivo cuadro 2, nos dan datos muy similares, los mismo que dan a notar que el sistema de recirculación aplicado en este sector generó un crecimiento muy factible a la producción del sector, por, lo cual actualmente se está implementando este sistema en esta camaronera, y las producciones han mejorado mucho.

Los resultados de la investigación Tabla 1, en base a sobrevivencia el sistema de recirculación presento más alta, teniendo en cuenta que en el sistema estándar se sembró más animales.

En la figura 2, podemos observar como la cantidad de balanceado para la producción en el sistema estándar es mucho mayor, pero se puede atribuir a la densidad de siembra.

En el Tabla 4 y Tabla 5, observamos como los oxígenos son muy similares por la mañana, pero por las tardes la mejoría en el sistema de recirculación tal como reflejan es mucho mejor.

En el Anexo 1 y Anexo 2, podemos observar con coloración rojas unos valores esos días es donde se le considera bajones, tenían más presencia en el sistema estándar.

CONCLUSIONES

La biomasa por hectárea fue de 625 Kg/Ha en el sistema estándar y de 459 Kg/Ha en el sistema de recirculación, pero hay que destacar que las densidades de siembra fueron diferentes.

Los pesos finales fueron 23,5 g y 24 g en los sistemas estándar y de recirculación, respectivamente.

Sobrevivencias de 56% fueron obtenidas en el sistema estándar y 64% en el sistema de recirculación.

El consumo de balanceado en los sistemas estándar y recirculación fueron de 17927 kg y 13148 Kg, respectivamente.

Factor de conversión alimenticia en el sistema estándar fue de 1,41 y 1,36 en el sistema de recirculación.

Las concentraciones de oxígeno en la mañana no presentan diferencias significativas entre los dos sistemas de producción.

Las concentraciones de oxígeno en la tarde fueron significativamente diferentes entre los dos sistemas de producción.

RECOMENDACIONES

Realizar una investigación desde el punto de vista económico, que abarque menores o mayores porcentajes de rentabilidad en el sistema estándar y recirculación de agua en relación con lo evaluado en este trabajo.

Esta tesis debe de realizarse con mayores densidades de siembra ya que ahora solo fue efectuada con poco animal para ver si el sistema de recirculación servía en este sector.

Para un futuro proyecto sería bueno tomar otros parámetros para evaluar mejor el funcionamiento del sistema de recirculación.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, N. F., & Buriel, F. V. (2015). Sistema hidráulico impulsado por aire a presión para el mantenimiento de Octopus bimaculoides y O. bimaculatus Hydraulic system impelled by air pressure for Octopus bimaculoides and O. bimaculatus maintenance. *Dialogos En La Sociedad Del Conocimiento*, *3*, 1–8.

Acuicultur Chile. (2009). Sistema de Recirculacion.

Alberto, E., & Sonora, M. De. (2006). Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul. *Ciencia Pesquera*, (14), 39–46.

Anaya-Rosas, R. E., & Buckle Ramírez, L. F. (2012). Cultivo de Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) En un sistema con agua de mar recirculada, como alternativa a los cultivos semi-intensivos tradicionales. *Revista de Ciencias Biologicas Y de La Salud*, 16–24. Retrieved from http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/21-3.pdf

Aquafeed, I. (2014). RAS-Sistemas de Recirculación Acuícola.

Azuay, U. D. E. L. (2009). *Efecto de la reutilización del agua en la crianza y producción*.

Barraza. (2009). Recirculación de agua para la región norte, Aquaculture production systems with recirculation system in the North , Northeast and Northwest of Mexico. *Volumen, I*, 117–130.

Barrón-Sevilla, B., Buckle-Ramírez, L. F., & Hernández-Rodríguez, M. (2004). Intensive culture of Litopenaeus vannamei Boone 1931, in a recirculating seawater system. *Ciencias Marinas*, *30*, 179–188. Retrieved from http://estudiosterritoriales.org/articulo.oa?id=48003003

Bayot, B., Rodríguez, J., Arguello, W., Cornejo-Rodríguez, M. H., & Sonnenholzner, S. (2013). An evaluation of intraspecific competition for Pacific white shrimp Penaeus vannamei (Boone) in extensive/semi-intensive ponds. *Aquaculture International*, 1–15. http://doi.org/10.1007/s10499-013-9724-8

Beem, M., & Hobbs, J. (2008). Recirculating Aquaculture Systems: Questions to Ask Before You Invest. *Marley Beem*. Retrieved from http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Recirculating+Aquaculture+Systems+:+Questions+to+Ask+Before+You+Invest#0

Carballo, G. A. (1998). Recambios de agua en el cultivo de camarón.

Carbo, R. (2012). Integración de la técnica de depuración de aguas residuales mediante humedales con los sistemas de recirculación para la Introducción Sistema (FWS). *Revista AquaTIC*, *37*, 25–31.

Davis, D. A., & Arnold, C. . (1998). The design, management and production of a recirculating raceway system for the production of marine shrimp. *Aquacultural*

Engineering, *17*(3), 193–211. http://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00015-6

FAO. (1999). FAO.

FAO. (2010). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010*.

FAO. (2011a). Capitulo1.

FAO. (2011b). *World aquaculture 2010*. *FAO Fisheries and Aquaculture Department. Technical paper* (Vol. No. 500/1.). Retrieved from http://www.fao.org/docrep/014/ba0132e/ba0132e.pdf

Fraga Castro, I., Jaime, & Ceballos, B. J. (2011). Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe Litopenaeus schmitti. *Revista AquaTIC*, *2011*(35), 20–34.

Galli Merino, O., & Sal, F. M. (2007). Sistemas de Recirculación y Tratamiento de agua, 37.

Ifapa. (2008). Sistemas de Recirculación en Acuicultura. *Instituto de Investigación Y Formación Agraria Y Pesquera*, (1), 85.

Impacto, E. D. E., Expost, A., Camaronera, D. E. L. A., & Gardenia, O. (2011). Estudio de impacto ambiental expost de la camaronera olga gardenia. *Actividad Camaronera, Su Principal Actividad Es El Cultivo de Camarón.*, 1–112.

Jimenez Montealegre, R., Zamora Castro, J., & Zuniga Calero, G. (2015). Determinacion del flujo de agua para la biorremediacion en sistemas recirculados acuaculturales utilizando tapetes microbianos construidos. *Latin American Journal of Aquatic Research*, *43*(1), 234–247. http://doi.org/10.3856/vol43-issue1-fulltext-20

Jimenez, M. (2003). Uso de filtros biologicos en larvicultura del Litopenaeus vannamei. *Revista AquaTIC*, *18*, 11–14.

Lin, Y.-F., Jing, S.-R., & Lee, D.-Y. (2003). The potential use of constructed wetlands in a recirculating aquaculture system for shrimp culture. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, *123*(1), 107–113. http://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00338-X

Losordo, T. M., Masser, M. P., & Rakocy, J. (1998). Recirculating aquaculture tank production systems: An overview of critical considerations. *SRAC No. 451*, *451*(1), 18–31.

Machala, U. tecnica de. (2015). Universidad técnica de machala, 1–6.

Maia, E. D. P., Gàlvez, A. O., & Otavio, L. (2011). Brazilian shrimp farms for Litopenaeus vannamei with partial and total recirculation systems species. *International Journal*, *2*(1).

Malone, R. F., & Beecher, L. E. (2000). Use of oating bead lters to recondition recirculating waters in warmwater aquaculture production systems. *Aquacult. Eng.*, *22*, 57–74. http://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00032-7

Malone, R., & Jr, A. D. (1997). Categories of recirculating aquaculture systems. *… on Tilapia in Aquaculture, …*. Retrieved from http://nsgl.gso.uri.edu/lsu/lsur97025.pdf

Menasveta, P., Panritdam, T., Sihanonth, P., Powtongsook, S., Chuntapa, B., & Lee, P. (2001). Design and function of a closed, recirculating seawater system with denitrification for the culture of black tiger shrimp broodstock. *Aquacultural Engineering*, *25*(1), 35–49. http://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00069-3

Muangkeow, B., Ikejima, K., Powtongsook, S., & Yi, Y. (2007). Effects of white shrimp, Litopenaeus vannamei (Boone), and Nile tilapia, Oreochromis niloticus L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. *Aquaculture*, *269*(1-4), 363–376. http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.002

Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics- integrating fish and plant culture. *SRAC Publication - Southern Regional Aquaculture Center*, (454), 16. http://doi.org/454

Recirculacion, S. U. N. I. (2014). Recirculación Líder Global en tecnología de recirculacion. *Aquafeed*, 33.

Samocha. (2000). in Low Salinity Water in a Semi-Closed Recirculating System. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 55–59.

Suantika, G., Dhert, P., Rombaut, G., Vandenberghe, J., De Wolf, T., & Sorgeloos, P. (2001). The use of ozone in a high density recirculation system for rotifers. *Aquaculture*, *201*(1-2), 35–49. http://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00532-4

Summerfelt, S. T., Vinci, B. J., & Piedrahita, R. H. (2000). Oxygenation and carbon dioxide control in water reuse systems. *Aquacultural Engineering*, *22*(1-2), 87–108. http://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00034-0

Sun, W., Keoleian, P. G., & Diana, A. P. J. (2009). Life Cycle Assessment of Indoor Recirculating Shrimp Aquaculture System. *School of Natural Resources and Environment*, *Master of* , 34. Retrieved from http://css.snre.umich.edu

Tilley, D. R., Badrinarayanan, H., Rosati, R., & Son, J. (2002). Constructed wetlands as recirculation filters in large-scale shrimp aquaculture. *Aquacultural Engineering*, *26*(2), 81–109. http://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00010-9

Ubaldo Cervantes Freré. (2001). Diseño de un sistema de tratamiento de agua para su recirculación en laboratorios de larvas de camarón, *1*, 97.

van Rijn, J., Tal, Y., & Schreier, H. J. (2006). Denitrification in recirculating systems: Theory and applications. *Aquacultural Engineering*, *34*(3), 364–376. http://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.004

Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J., Scarpa, J. (1999). Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. *Prepared by*

Harbor Branch Oceanographic Institution, (4520).

Villamar Ochoa, C. a. (2004). Programa de bioseguridad para la cría de camarón orgánico Litopenaeus vannamei en cautiverio. *AquaTIC*, *21*, 42–51.

Villarroel, M. (2012). Bienestar animal en peces: indicadores operativos Introducción Indicadores operativos de bienestar animal. *Revista AquaTIC*, *37*(2007), 107–112.

Vinatea, L. (2001). Calidad de agua en acuicultura, 1–18.

Vinatea, L. (2004). Principios quimicos de calidad del agua, 1–24.

Williams. (1996). Williams etal 96.pdf. *World Aquaculture Society*, *27*, 1–6.

Yanong, R. P. E. (2008). Fish Health Management Considerations in Recirculating Aquaculture Systems – Part 2 : Pathogens 1. *University of Florida*, 1–8.

ANEXO

Parámetros de oxígenos de las 2 piscinas con el sistema de recirculación

Anexo 1. Toma de muestras de oxigeno diarias sistema de recirculación

	OXIGENOS SISTEMA RECIRCULACION			
	#34		**#35**	
	AM	PM	AM	PM
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
21-Apr-16	2,50	7,00	2,65	12,30
22-Apr-16	2,60	7,90	2,73	9,40
23-Apr-16	4,34	8,42	3,20	9,40
24-Apr-16	4,15	7,34	4,68	8,92
25-Apr-16	4,50	8,68	3,80	9,73
26-Apr-16	5,91	9,30	4,17	10,00
27-Apr-16	6,00	7,30	5,00	12,00
28-Apr-16	4,50	8,00	4,40	10,60
29-Apr-16	4,50	7,00	4,30	9,30
30-Apr-16	3,50	10,30	4,40	9,15
1-May-16	6,30	7,20	5,10	7,45
2-May-16	3,80	8,80	3,30	10,15
3-May-16	5,82	8,24	5,15	9,00
4-May-16	4,34	8,92	4,10	9,70
5-May-16	3,57	9,22	3,07	7,00
6-May-16	5,10	9,24	3,15	7,40
7-May-16	6,15	9,75	3,85	8,30
8-May-16	4,33	9,86	3,72	7,22
9-May-16	3,66	8,45	3,82	7,86
10-May-16	3,68	7,60	3,44	9,61
11-May-16	4,92	9,87	3,72	8,75
12-May-16	5,36	8,37	5,44	7,20
13-May-16	5,63	8,30	5,40	8,60
14-May-16	5,70	6,50	5,30	7,00
15-May-16	4,70	6,25	4,50	8,00
16-May-16	4,30	8,30	5,00	7,80
17-May-16	4,32	9,00	4,70	9,48
18-May-16	5,72	9,15	6,70	7,70
19-May-16	3,92	7,80	5,10	8,10
20-May-16	3,82	7,82	4,40	9,10
21-May-16	3,84	12,00	3,90	8,00
22-May-16	4,95	9,16	3,52	7,40
23-May-16	3,50	6,40	3,65	5,60
24-May-16	2,70	10,15	3,47	6,50
25-May-16	6,10	8,50	6,40	9,20
26-May-16	2,70	9,00	5,40	12,60

27-May-16	3,00	12,30	5,30	13,00
28-May-16	3,90	7,30	6,00	8,00
29-May-16	3,00	6,10	5,50	8,60
30-May-16	2,60	7,00	4,10	9,62
31-May-16	3,05	9,30	4,00	12,60
1-Jun-16	5,20	8,42	4,80	12,00
2-Jun-16	4,60	10,90	4,37	6,00
3-Jun-16	3,17	5,23	2,80	5,42
4-Jun-16	4,72	11,53	5,00	12,00
5-Jun-16	5,35	10,53	5,52	11,55
6-Jun-16	3,90	7,55	4,88	8,58
7-Jun-16	3,00	12,21	3,10	9,65
8-Jun-16	8,35	12,73	6,78	11,45
9-Jun-16	7,10	12,72	7,10	11,13
10-Jun-16	7,95	12,70	7,68	13,30
11-Jun-16	6,20	13,40	7,50	8,70
12-Jun-16	7,20	13,50	6,60	11,50
13-Jun-16	5,60	12,00	3,85	5,30
14-Jun-16	6,70	9,60	3,00	9,90
15-Jun-16	5,80	8,00	3,00	7,00
16-Jun-16	4,80	7,20	2,85	7,00
17-Jun-16	3,50	9,17	3,70	8,80
18-Jun-16	3,90	7,00	3,00	7,60
19-Jun-16	5,20	9,72	3,90	11,80
20-Jun-16	6,40	10,00	7,00	11,62
21-Jun-16	6,27	12,70	5,00	12,00
22-Jun-16	5,82	11,65	4,95	10,00
23-Jun-16	5,43	10,22	4,38	6,72
24-Jun-16	4,52	12,13	3,43	7,61
25-Jun-16	6,60	12,00	4,70	9,60
26-Jun-16	6,80		3,60	

Parámetros de oxígenos de las 2 piscinas con el sistema de estándar

Anexo 2. Toma de muestras de oxigeno diarias sistema estándar.

	OXIGENOS SISTEMA ESTANDAR			
	Psc #3		**Psc #12**	
	AM	PM	AM	PM
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
21-Apr-16	4,90	10,50	3,00	7,70
22-Apr-16	6,20	11,38	2,70	6,40
23-Apr-16	2,80	9,52	2,74	11,45
24-Apr-16	5,20	10,95	4,30	9,50
25-Apr-16	6,65	12,46	3,35	7,41
26-Apr-16	5,65	10,46	3,00	9,56
27-Apr-16	5,71	9,40	3,81	11,30
28-Apr-16	4,10	7,50	3,90	11,30
29-Apr-16	5,90	10,60	4,50	9,00
30-Apr-16	6,40	9,40	4,00	10,50
1-May-16	6,40	7,80	4,00	10,30
2-May-16	3,80	8,64	4,20	10,52
3-May-16	4,55	9,82	3,81	10,15
4-May-16	4,61	8,10	3,38	9,81
5-May-16	3,95	8,75	3,10	10,30
6-May-16	4,12	11,00	2,90	11,20
7-May-16	4,63	8,58	3,60	8,23
8-May-16	3,40	8,15	4,16	9,30
9-May-16	3,64	10,55	4,65	11,20
10-May-16	3,96	5,00	3,75	8,44
11-May-16	6,81	14,46	3,00	8,20
12-May-16	4,45	10,00	5,66	7,00
13-May-16	5,93	9,50	5,73	7,80
14-May-16	3,70	9,00	4,30	10,70
15-May-16	3,40	7,80	4,50	8,50
16-May-16	3,30	7,00	4,00	9,40
17-May-16	4,27	7,00	3,10	8,10
18-May-16	5,65	7,82	4,05	8,74
19-May-16	5,81	10,48	3,44	13,00
20-May-16	4,63	7,90	4,80	12,42
21-May-16	5,56	8,86	3,35	10,00
22-May-16	4,82	9,27	3,37	6,72
23-May-16	3,27	7,00	3,75	5,50
24-May-16	5,17	9,52	2,80	13,00
25-May-16	4,60	9,45	4,15	15,00
26-May-16	6,38	13,00	5,30	15,00
27-May-16	5,60	11,60	5,00	13,20

28-May-16	4,10	9,40	4,85	10,50
29-May-16	5,80	9,50	5,70	8,50
30-May-16	5,40	7,22	4,80	8,31
31-May-16	4,60	8,00	4,30	14,30
1-Jun-16	4,90	6,80	4,70	14,51
2-Jun-16	3,42	7,25	3,68	7,00
3-Jun-16	2,50	7,88	4,12	7,10
4-Jun-16	6,48	10,82	4,10	7,70
5-Jun-16	4,87	7,83	5,64	10,68
6-Jun-16	4,54	9,90	5,18	11,77
7-Jun-16	5,53	10,55	5,70	12,87
8-Jun-16	7,90	10,74	7,52	15,33
9-Jun-16	8,12	12,15	8,52	12,00
10-Jun-16	7,84	9,90	6,30	9,80
11-Jun-16	6,60	11,00	6,60	10,80
12-Jun-16	8,00	11,80	6,43	13,10
13-Jun-16	6,70	13,70	6,47	14,30
14-Jun-16	6,46	11,00	5,00	13,80
15-Jun-16	6,58	8,20	4,00	7,77
16-Jun-16	5,60	9,00	5,14	7,40
17-Jun-16	5,70	7,20	4,20	8,70
18-Jun-16	4,35	6,80	4,80	8,00
19-Jun-16	6,60	14,55	4,90	15,24
20-Jun-16	8,95	11,20	5,30	12,70
21-Jun-16	7,00	9,38	4,43	16,10
22-Jun-16	7,85	10,71	4,00	9,40
23-Jun-16	6,71	8,10	3,10	7,00
24-Jun-16	3,15	8,10	3,25	12,90
25-Jun-16	6,00	10,15	6,20	16,00
26-Jun-16	5,00		5,00	

Anexo 3. Oxigenometro Psy 550A

Anexo 4. Balanza gramera Camry

Anexo 5. Revisando mallas en las compuertas

Anexo 6. Alimentadoras tipo cañón

Anexo 7. Muestreando para hacer pesos

Anexo 8. Atarrayando para revisar el camarón