



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Una revisión de las tecnologías y
rendimiento de cultivo de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*) a baja salinidad**

**CORREA VALENCIA JENNER STEEVEN
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Una revisión de las tecnologías y
rendimiento de cultivo de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*) a baja salinidad**

**CORREA VALENCIA JENNER STEEVEN
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

EXAMEN DE GRADO O FIN DE CARRERA DE CARÁCTER COMPLEXIVO

**Una revisión de las tecnologías y
rendimiento de cultivo de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*) a baja salinidad**

**CORREA VALENCIA JENNER STEEVEN
INGENIERO ACUICOLA**

VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON

**MACHALA
2022**

• • •

por Jenner Correa

Fecha de entrega: 19-sep-2022 03:12p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1903868403

Nombre del archivo: JCorrea_turnitin.pdf (519.43K)

Total de palabras: 10540

Total de caracteres: 55671

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

EN

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	M. Martin Mariscal-Lagarda, Federico Páez-Osuna, José Luis Esquer-Méndez, Ildelfonso Guerrero-Monroy et al. "Integrated culture of white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) and tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) with low salinity groundwater: Management and production", <i>Aquaculture</i> , 2012 Publicación	2%
2	cicese.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
3	link.springer.com Fuente de Internet	1%
4	baixardoc.com Fuente de Internet	1%
5	www.ifpri.org Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universiti Putra Malaysia Trabajo del estudiante	<1%
7	dergipark.org.tr Fuente de Internet	

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

El que suscribe, CORREA VALENCIA JENNER STEEVEN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Una revisión de las tecnologías y rendimiento de cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) a baja salinidad, 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 disposiciones 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 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.



CORREA VALENCIA JENNER STEEVEN

0706499134

RESUMEN

El *Litopenaeus vannamei*, es uno de los crustáceos con gran demanda, tanto a nivel nacional como internacional. En Ecuador esta especie, es una de las principales materias primas que contribuyen al movimiento económico del país en el campo de la acuicultura, todo esto se debe a las tecnologías de producción que aplican para tener una mayor rentabilidad, siendo algunas de ellas los invernaderos, sistemas de recirculación y la automatización que son los más conocidos.

Algunos productores buscan alternativas para poder cultivar tierra adentro mediante el uso de agua de pozo o de río, los cuales tienen una baja salinidad y son una buena opción para poder aplicar una tecnología como la acuaponía. Uno de los beneficios que nos dan estas tecnologías además de la mejorar la rentabilidad, es reducir la contaminación que generan los cultivos de animales acuáticos, estos desechos que se remueven pueden ser utilizados en cultivos de plantas.

A raíz de aquello, se ha realizado una revisión bibliografía con el fin de analizar el rendimiento de las diferentes tecnologías de producción en cultivos a baja salinidad, de manera que exista una mayor comprensión y sobre todo concientización en cuanto a su utilidad.

Palabras clave: *Litopenaeus vannamei*, sistemas intensivos, tecnologías de producción, supervivencia, rendimiento

ABSTRACT

Litopenaeus vannamei is one of the crustaceans in great demand, both nationally and internationally. In Ecuador this species is one of the main raw materials that contribute to the country's economic movement, all this is due to the production technologies that the specialists apply to have greater profitability, some of them being greenhouses, recirculation systems and automation that are the best known.

Some producers look for alternatives to be able to cultivate inland by using well or river water, which have low salinity and are a good option to apply a technology such as aquaponics. One of the benefits that these technologies give us, in addition to improving profitability, is to reduce the pollution generated by aquatic animal crops, this waste that is removed can be used in plant crops.

As a result of that, a literature review has been carried out in order to analyze the performance of the different production technologies in low salinity crops, so that there is a greater understanding and, above all, awareness regarding their usefulness.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, intensive systems, production technologies, survival, yield.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
1. INTRODUCCIÓN	8
2. TECNOLOGIAS DE PRODUCCIÓN EN ACUACULTURA	11
2.1. Invernaderos	11
2.2. Sistemas de recirculación (RAS).....	12
2.3. Tecnología biofloc (BFT).....	12
2.4. Automatización	13
2.5. Acuaponía.....	13
3. EL CULTIVO DE CAMARÓN A BAJA SALINIDAD	15
3.1. SUPERVIVENCIA DE ACLIMATACIÓN DEL CAMARÓN A BAJA SALINIDAD.....	18
3.2. CULTIVOS EN ESTANQUES DE TIERRA	19
3.2.1. Características del cultivo	19
3.2.2. Supervivencia	21
3.2.3. Rendimiento	21
3.3. CULTIVOS EN INVERNADERO.....	22
3.3.1. Características del cultivo	22
3.3.2. Supervivencia	24
3.3.3. Rendimiento	24
3.4. CULTIVOS EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN	26

3.4.1. Características del cultivo	26
3.4.2. Supervivencia	27
3.4.3. Rendimiento	27
3.5. CULTIVOS CON ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS	28
3.5.1. Datos del cultivo.....	28
3.5.2. Supervivencia	29
3.5.3. Rendimiento	29
3.6. CULTIVOS CON TECNOLOGIA BIOFLOC	31
3.6.1. Características del cultivo	31
3.6.2. Supervivencia	32
3.6.3. Rendimiento	32
3.7. CULTIVOS CON ACUAPONIA.....	33
3.7.1. Características del cultivo	33
3.7.2. Supervivencia	34
3.7.3. Rendimiento	34
4.CONCLUSIONES.....	37
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento del crustáceo <i>L. vannamei</i> durante el ciclo de cultivo con el uso de agua continental teniendo de 0 a 5 ppt de salinidad en el estado de Falcón, Venezuela.	22
Figura 2. Porcentaje de supervivencia del <i>L. vannamei</i> en un ciclo de cultivo con agua continental de 5 ppt de salinidad. La línea negra significa el valor estimado y los puntos de color gris son las observaciones.	24
Figura 3. Pronóstico de rendimiento de biomasa (kg) dependiendo del tiempo de cultivo tomando en consideración una unidad de producción, peso inicial en la siembra de 0,05g, densidad de 200 camarones por cada metro cuadrado desde la siembra y una salinidad de 5 ppt.	25
Figura 4. Porcentaje de recirculación en el cultivo de camarón <i>L. vannamei</i> .	26
Figura 5. Línea de crecimiento en gramos.	27
Figura 6. Medias del FCA, Boleo vs Automático.	30
Figura 7. Medias del crecimiento semanal (g), boleto vs automático.	30
Figura 8. Crecimiento promedio (\pm SD) de camarones cultivados en el sistema camarón-tomate con agua subterránea de 0,65 ups de salinidad.	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Técnicas de engorde en el camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> con sus características.....	11
Tabla II. Tipos de tecnologías de producción, con las características del sistema y algunas menciones.	14
Tabla III. Análisis comparativo de los diferentes parámetros del agua utilizada con valores recomendados para el cultivo del blanco (<i>L. vannamei</i>) en agua con 5 ups de salinidad.	19
Tabla IV. Registro de los parámetros físico-químicos del agua de 0 a 5 ppt de salinidad en el transcurso del cultivo de camarón blanco (<i>L. vannamei</i>) en el estado de Falcón, Venezuela.	20
Tabla V. Valores de producción en el cultivo del <i>L. vannamei</i> con el uso de agua continental teniendo una salinidad de 0 a 5 ups en el estado de Falcón, Venezuela.	20
Tabla VI. Datos de cultivo en invernadero con 5 ppt de salinidad.....	23
Tabla VII. Parámetros fisicoquímicos del invernadero con una salinidad de 5 ppt.	23
Tabla VIII. Promedio por fase de los valores físicos y químicos del cultivo de camarón blanco <i>L. vannamei</i> en sistema cerrado.....	26
Tabla IX. Parámetros de producción de un cultivo de camarón blanco <i>L.vannamei</i> empleando un sistema de recirculación de agua.....	27
Tabla X. Variables de la calidad del agua y desempeño del cultivo de camarón blanco con la tecnología de biofloc a salinidad media 18 ppt (TBF).	31
Tabla XI. pH y componentes químicos principales del agua subterránea con una salinidad de 0,65 g/L utilizada para llenar los tanques, y el agua utilizada en los cultivos: el agua del tanque de camarones era el nivel medio que resultó en la adición de KCL y MgNO ₃ y en las que se cultivó camarón-tomate en la semana inicial y durante el ciclo.	33

Tabla XII. Resumen de las variables de calidad agua (media \pm desviación estándar) de los tanques de camarones y el módulo de agua de salida de las plantas de tomate obtenidas durante el monitoreo semanal en una prueba de 19 semanas.	34
Tabla XIII. Tamaño de cosecha, rendimiento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, supervivencia y uso de agua (media \pm desviación estándar) en el cultivo experimental de camarón y tomate a una salinidad de 0,65 ppt.....	35
Tabla XIV. Tamaño de cosecha, rendimiento y número de tomates obtenidos durante el bicultivo camarón-tomate utilizando agua subterránea, solución nutritiva y efluente camaronero para riego con 0,65 ppt de salinidad.	36

1. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo ha crecido la demanda de productos del mar en los últimos 50 años. Esto se debe principalmente al aumento del número de habitantes y el crecimiento de los ingresos económicos, de la misma forma que los efectos de la globalización y urbanización han hecho factible los procesos de distribución de los productos marinos que se van desarrollando cada cierto tiempo (Brugère y Ridler, 2004; Hawkes, 2006; Kearney, 2010). Debido a que los productos que se obtienen de las actividades pesqueras no pueden cubrir las grandes cantidades de animales marinos que requiere la población mundial, una de las mejores opciones que ha surgido para satisfacer esa necesidad es por medio de cultivos controlados, es decir, acuicultura, además de que presenta alternativas para hacer frente a la inseguridad alimentaria, esta misma afecta alrededor de 870 millones de personas en todo el mundo (FAO et al., 2012).

El cultivo continental de camarones marinos se ha convertido en una práctica común en Tailandia y se ha extendió a países como Estado Unidos, México, Panamá, Brasil y Ecuador cuyos cultivos se han visto afectado por el virus de la mancha blanca; en muchos casos el agua sustraída debe airearse o envejecerse mediante la oxigenación para remover el excedente de dióxido de carbono y que exista un proceso de precipitación prevenir iones tóxicos en los organismos acuáticos. Para que el cultivo de camarones marinos continentales sea exitoso, las postlarvas (PLs) deben ser acondicionadas, transfiriéndolas de sistemas de crianza con un rango alto de salinidad a condiciones de engorde con salinidades bajas. Los protocolos de aclimatación varían ampliamente entre laboratorios y camaroneras; en la mayoría de casos se aplican protocolos que se han empleado en los cultivos que trabajan con agua de mar, y a menudo se fundamentan en la vivencia práctica y no en la científica. Uno de los principales problemas que se da en el proceso de aclimatación como también en la fase de engorde es la alta mortalidad vinculada a la

composición iónica del agua más que por la salinidad de la misma (Balbi, Rosas, Velásquez, Cabrera y Moneiro, 2005).

Los organismos acuáticos normalmente contrarrestan los desequilibrios de sales a través de la presión osmótica generado por su cuerpo. Los camarones marinos usan agua salada para madurar, aparearse, desovar, incubar huevos y criar nauplios, etc. Durante su etapa juvenil, migran a ambientes con menor salinidad, pero vuelven a los medios más salinos para completar su ciclo adulto. Para la producción acuícola en una etapa de aclimatación de postlarvas se han realizados varios ensayos exitosos en aguas que contenían una salinidad de 3 PSU (Unidades Prácticas de Salinidad), dando un mejor crecimiento y desarrollo de las mismas (Valle, 2020).

Gran parte de la producción acuícola del Ecuador que es más del 95% se dedican al cultivo de camarón, especialmente del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en piscinas. A nivel mundial, es una de las operaciones acuícolas más significativas, produciendo importantes remesas a los países productores. La industria acuícola de Ecuador tiene alrededor de 30 años y es considerado como el único país en criar este crustáceo durante más de tres décadas de manera consecutiva, sus productos llegan a mercados exigentes como los Asia, Europa y América del Norte (Ormeño, 2013).

Existe una preocupación por la sobreexplotación de recursos y el deterioro ambiental que es ocasionado por la producción de alimentos está amenazando la sostenibilidad del sistema alimentario del mundo, esto se expande en especial a la producción acuícola y el cultivo de langostinos. Los impactos negativos del medio ambiente que provienen de la acuicultura están relacionados con los efectos directos de la producción como con los efectos indirectos vinculados con la obtención de recursos usados en la producción. Se ha demostrado que el manejo adecuado de los recursos en la producción, no solo hace que los recursos se mantengan en buenas condiciones, sino que también disminuye las

repercusiones del medio ambiente relacionados con la compra y aprovechamiento de recursos (Boyd et al., 2021).

En la región Costa es donde más se puede encontrar actividades enfocadas tanto a la pesca como a los cultivos controlados que se hacen en acuicultura, siendo las provincias de El Guayas y El Oro, donde podemos encontrar varias granjas acuícolas que están destinadas al cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en las cuales se pueden estar empleando tecnologías de producción para obtener una mayor rentabilidad y un menor impacto en el ambiente. Con la presente investigación, se pretende obtener información científica para que futuras investigaciones puedan determinar cuáles son las tecnologías que mejor rendimiento se obtienen al aplicarlos en los cultivos de camarón blanco a baja salinidad.

2. TECNOLOGIAS DE PRODUCCIÓN EN ACUACULTURA

En la Tabla I se resumió los diferentes tipos de cultivo con las características de cada uno.

Tabla I. Técnicas de engorde en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con sus características.

Tipo de cultivo	Superficie	Profundidad	Densidad	Rendimiento
Extensivo	5 y 10 ha (o hasta 30)	0,7 y 1,2 m	4 - 10/m ²	150-500 kg/ha/cosecha
Semi-intensivo	1-5 ha	1 y 1,2 m	10 - 30 PL/m ²	500 y 2 000 kg/ha/cosecha
Intensivo	0,1-1,0 ha	Mayor a 1,5 m	60 - 300 PL/m ²	7 y 20 000 kg/ha/cosecha hasta máximo 30 a 35 000 kg/ha/cosecha

Fuente de información (FAO, 2009).

2.1. Invernaderos

Es una estructura utilizada en cultivo de camarón a baja salinidad. Consta de una cubierta hecha de materiales que permiten que pase la luz del sol haciendo más fácil la retención de calor a lo largo del día y la liberación paulatina de calor durante la noche en el momento en que las temperaturas baje radicalmente. Por consiguiente, se impide que haya alguna pérdida en el cultivo a causa de las temperaturas bajas. El invernadero posibilita mantener el control del ambiente interno, cambiando el clima y generando condiciones para realizar cultivos en cualquier estación del año. De este modo, la temperatura dentro del invernadero por la noche siempre será más alta que en el exterior (FAO, 2012). En Ecuador se ha experimentado el uso de invernaderos en el cultivo del camarón. Esta estructura ayuda a conseguir y conservar una temperatura igual o superior a 32°C para eludir inconvenientes con los virus. De acuerdo con algunas investigaciones hechas en

Ecuador, al presentar temperaturas de 33°C no existen muertes de *L. vannamei* provocadas por el virus de la mancha blanca (Lucero, 2020).

2.2. Sistemas de recirculación (RAS)

Los sistemas de recirculación en el campo acuícola son una tecnología que ha sido exitosamente desarrollada e incorporada en la acuicultura comercial, uno de sus objetivos es eludir la contaminación de las fuentes de agua por medio de técnicas que garantizan la restauración de su calidad para su reutilización al instante. Estos sistemas se componen de algunos procesos (Timmons y Ebeling, 2010). Generalmente, en un RAS el agua circula por medio del sistema que está formado por un filtro mecánico y otro biológico, luego es oxigenada o aireada una y otra vez previo a ser regresada a la unidad de cultivo. En el filtro mecánico los residuos sólidos son retenidos y extraídos del cultivo, su propósito es el aclaramiento del agua; mientras que el filtro biológico o biofiltro, es donde se fijan las bacterias nitrificantes que reducen el NH₃ y NO₂, este es el responsable de la transformación biológica del nitrógeno amoniacal a nitratos a través del proceso de nitrificación, de este modo se puede disminuir el recambio de agua al mínimo, siendo que sea menor al 10% (Tidwell, 2012).

2.3. Tecnología biofloc (BFT)

Se puede pensar que los flóculos biológicos son como una mezcla de comunidades microbianas de rápido crecimiento en las que los desperdicios nitrogenados se reciclan en células jóvenes que son absorbidas por los animales cultivados. La tecnología biofloc es un método de producción de acuicultura intensiva que se fundamenta en las altas concentraciones de sólidos en suspensión para brindar un proceso que pueda tratar el agua y un alimento adicional para animales acuáticos (Mendoza et al., 2016). La aplicación de este principio al campo acuícola, se basa en el manejo de proporciones de carbono y nitrógeno (C:N), lo que a menudo incluye agregar una fuente de carbono al medio de

cultivo. En estas condiciones, se fomenta 1) el retiro de nutrientes del agua y el 2) aumento de la biomasa microbiana, con un contenido significativo de proteína que se puede emplear como fuente de alimento suplementaria para peces y crustáceos. La ventaja del último proceso es que reduce la cantidad de alimento que necesitan para que los animales en cultivo tengan un crecimiento óptimo (Amparo, 2019).

2.4. Automatización

Los comederos automáticos se utilizan a menudo como una herramienta que permite cuantificar la cantidad de alimento que consumen los crustáceos en una unidad de producción determinada, de este modo se puede estimar la cantidad de alimento que se debe aplicar en la siguiente alimentación. Estos comederos se están volviendo cada vez más populares porque pueden proporcionar más dosis de alimentación por día e implica menos trabajo que la alimentación tradicional (boleo). Se le pueden agregar otros componentes a estos aparatos como es la utilización de hidrófonos los cuales están monitoreando la actividad del animal en el estanque para determinar la actividad alimenticia y formular raciones basadas en estos resultados, estas novedosas tecnologías tienen la posibilidad de provocar un enorme efecto en la producción y la calidad del agua de donde están los camarones cultivados (Estrada y Muñoz, 2020).

2.5. Acuaponía

La acuaponía es una manera de agricultura que incorpora dos técnicas relevantes como son la acuicultura e hidroponía. En una unidad de producción con acuaponía que trabaja con circulación continua (RAS), del tanque sale el agua conteniendo todos los desechos metabólicos de los animales acuáticos, el alimento no consumido y las excreciones. Esta agua pasa por medio de un filtro mecánico que elimina los grandes residuos sólidos, luego pasa a un biofiltro que incluye bacterias con la capacidad de oxidar el amoníaco a nitrito

y posteriormente a nitrato, siendo esta molécula asimilable por las raíces de las plantas (Luque, 2018).

Tabla II. Tipos de tecnologías de producción, con las características del sistema y algunas menciones.

Tipo de tecnología de producción	Característica del sistema	Menciones
Invernadero	<ul style="list-style-type: none"> -Alcanza y mantiene temperaturas igual o mayor a 32°C - Representa una inversión fuerte y obliga implementar un manejo intensivo de los camarones -Aireación intensiva con estanques cubiertos de plástico 	<p>(Meyer, 2004) menciona sobre el cultivo de camarones en invernaderos.</p> <p>(Lucero, 2020) describe el sistema de invernadero con camarones.</p>
Sistemas de recirculación	<ul style="list-style-type: none"> -Uso racional del agua -Permite un control y monitoreo de los parámetros fisicoquímicos -Posee cinco procesos para mantener los parámetros fisicoquímicos del agua 	<p>(Industria acuícola, s.f.) define lo que es un RAS y sus diferentes procesos.</p> <p>(Yambay y Alvarez, 2017) muestra datos que se dan con un sistema de recirculación y un cultivo de camarones.</p>
Tecnología biofloc	<ul style="list-style-type: none"> -Saca provecho de los restos de que quedan de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos -Uso de un agregado de bacterias, algas y otro tipo de microorganismos, asociados a la materia orgánica -Utilización reducida del agua 	<p>(Avnimelech, 2015) describe lo que es el biofloc y lo que contiene.</p> <p>(Hernández et al., 2019) demuestran las razones de porque los sistemas biofloc son una estrategia eficiente para la producción acuícola.</p> <p>(Mendoza et al., 2016) indica las diferentes variables que se da en el cultivo de camarones al implementar este sistema.</p>
Automatización	<ul style="list-style-type: none"> -Dosifica correctamente la cantidad de balanceado durante 24 horas al día -Ahorro significativo en mano de obra -Monitoreo a tiempo real por ordenador 	<p>(Estrada y Muñoz, 2020) presentan datos de la eficiencia de los alimentadores automáticos en un cultivo de camarones.</p>
Acuaponía	<ul style="list-style-type: none"> -Espacio y eficiencia con el agua y la producción -Complementa fertilizantes adicionales al cultivo agrícola -Cultivo de dos especies diferentes (terrestres y acuícolas) 	<p>(Scaglione et al., 2017) explican las ventajas de un sistema acuapónico, mientras que (Mariscal et al., 2012) expone sobre un cultivo integrado de camarón blanco y tomate.</p>
Multifase	<ul style="list-style-type: none"> -Hace que sea más fácil llegar a tallas mayores de los animales acuáticos -Hace segmentación del cultivo en 2 o 3 etapas -Fomenta el uso eficiente del área del cultivo a través de la rotación de ejemplares 	<p>(Nicovita, 2021) describe la eficiencia implementando los sistemas multifásicos en los cultivos acuícolas, no se ha encontrado datos en internet sobre estos cultivos.</p>

Fuente de información: (Meyer, 2004; Lucero, 2020; Industria acuícola, s.f.; Yambay y Alvarez, 2017; Avnimelech, 2015; Hernández et al., 2019; Mendoza et al., 2016; Estrada y Muñoz, 2020; Scaglione et al., 2017; Mariscal et al., 2012; Nicovita, 2021).

3. EL CULTIVO DE CAMARÓN A BAJA SALINIDAD

Durante la última década, la producción de camarón blanco ha crecido rápidamente de manera global, superando a cualquier otra industria de actividad pecuaria. Sin embargo, en los últimos años esta actividad se ha ralentizado debido al impacto de enfermedades virales en el sistema de abastecimiento de agua de las granjas camaroneras (Valenzuela-Quñones et al., 2010). *Litopenaeus vannamei* posee varias características fisiológicas, las cuales hacen que sea una buena elección para el cultivo, es altamente resistente a una amplia gama de factores ambientales, soportando salinidades de 0.5 a 45 ppt (partes por mil); aunque los valores adecuados es entre 7 a 34 ups (unidades prácticas de salinidad), crece bien en condiciones de baja salinidad, lo que le permite crecer en estas condiciones por su capacidad osmorreguladora, siendo este factor un determinante en el crecimiento del camarón (Lucero, 2020).

Araneda y Gasca, (2008) hacen mención de que se ha conseguido con éxito el cultivo comercial de camarón en aguas continentales, no obstante, no existen estudios con periodos prolongados sobre la actividad del camarón en agua dulce. En el estudio que realizaron estos autores, el cultivo del *L. vannamei* se llevó a cabo en agua dulce (0 ups) en diferentes densidades (90, 130 y 180 animales/m²) y se obtuvieron datos del crecimiento, longitud, los índices del factor de condición e índice de peso. Los datos indicaban un incremento de peso estadísticamente significativo en los crustáceos del cultivo, por lo que la viabilidad del sistema también disminuyó con el aumento de la densidad, como en agua salada. Su tolerancia a la salinidad permite que pueda cultivarse en nuevas granjas camaroneras que se encuentran tierra adentro, lo que en los últimos

años ha ganado prestigio en América Latina y Asia. Un ejemplo es el gran porcentaje que se produce de *L. vannamei* en China en sitios continentales de agua dulce y en comparación con la producción de especies autóctonas, la de este crustáceo es mucho mayor (FAO, 2005).

Esta nueva modalidad de cultivar del camarón en agua de baja salinidad se considera una opción para reducir el efecto de las patologías infecciosas entre otros muchos beneficios, y se está ampliando con velocidad en el hemisferio norte. Miranda et al. (2010), habían puesto en práctica un cultivo del crustáceo *L. vannamei* en agua dulce en la península de Paraguaná, está ubicada en el norte del estado Falcón, en Venezuela, el cual duró un tiempo de 94 días y se lograron parámetros productivos convenientes, demostrando la viabilidad de esta técnica modelo de cultivo para la producción acuícola de los pequeños y medianos productores. Esta diferencia de manejo permite que esta actividad se realice en tanques de diferente densidad y salinidad en el cual se saca provecho de su capacidad eurihalina siendo posible ponerlos en práctica en zonas donde las fuentes de agua son bajas en sales.

Roy et al., (2010) mencionaron que el cultivo de camarón tierra adentro en aguas de baja salinidad es una práctica que se ha vuelto común en diferentes partes del mundo, y gracias a su cualidad de poder crecer y sobrevivir en condiciones de baja salinidad, este crustáceo suele ser adecuado para cultivar en Baja California Sur. Se han perfeccionado métodos que modifican las propiedades del agua de baja salinidad usadas en el cultivo de crustáceos mediante la adición de varios fertilizantes como los de potasio y magnesio y el uso de técnicas nutricionales que permiten a los camarones que mejoren su capacidad osmorreguladora. Con base en la vivencia de dichos autores y los hallazgos principalmente en la literatura, el desarrollo larvario en medios que contienen fertilizantes de potasio y magnesio parecen ser más eficientes que los métodos de modificación

nutricional para obtener mejores resultados en el crecimiento, supervivencia y en su capacidad osmorreguladora de los organismos criados con rangos bajos de salinidad.

Algunas experiencias de México demuestran que este crustáceo se puede cultivar con éxito en aguas de baja salinidad a nivel comercial. En la Península de Yucatán, camarones aclimatados han sido cultivados experimentalmente en agua de pozo con un rango de salinidad de entre 0 a 3 ppt, abriendo la posibilidad para el cultivo de esta especie en áreas de tierra adentro (Araneda et al., 2008). Los cultivos que trabajan con agua de pozo, han hecho cultivos con densidades de 90 a 330 crustáceos por cada metro cuadrado, una sobrevivencia de 63 a 87% y tallas que se cosechan de 11,6 g en un período de 210 días (Araneda, 2010).

En los estados de Jalisco, Baja California Sur y Colima disponen de tecnología y experiencia para poder realizar cultivos intensivos con camarón blanco usando agua con baja salinidad (0.5 ppt), logrando producciones aproximadas a 10 toneladas por cada hectárea (Godínez-Siordia et al., 2011). Por otro lado, Arzola-Gonzales et al. (2008) evaluaron el crecimiento que tuvo el *L. vannamei* cultivado en un estanque rústico con una salinidad de 2 ppt en la granja de nombre “Los Álamos” que se sitúa en el margen derecho del río San Lorenzo, en Culiacán, Sinaloa, México, alcanzando resultados oportunos en la sobrevivencia y crecimiento. Quiñones, Rodríguez y Esparza (2010), llevaron adelante un cultivo experimental con una densidad alta en Guasave, Sinaloa; para establecer el potencial de las distintas fuentes de agua subterránea con salinidades bajas para el cultivo de *L. vannamei* como elección acuícola para zonas de alto aislamiento y resultados conseguidos en crecimiento y supervivencia tildando que si se puede realizar cultivos de camarón utilizando agua subterránea de baja salinidad en estos sitios, lo anterior con el propósito de aumentar el grado de poblacional de estas zonas.

3.1. SUPERVIVENCIA DE ACLIMATACIÓN DEL CAMARÓN A BAJA SALINIDAD

La aclimatación de las postlarvas es un elemento esencial para el cultivo de camarones peneidos usando agua dulce. Normalmente las larvas de este tipo de crustáceo se consiguen de los laboratorios comerciales y se transportan a criaderos en aguas con salinidad mayor a los 15 ups. Por lo tanto, para abordar el primer inconveniente, los encargados de los cultivos en agua dulce tienen que aclimatar las postlarvas a la salinidad y composición iónica que contiene el agua del estanque donde se van a desarrollar. Las etapas de tolerancia de la mayoría de Pls de camarones a los cambios en la salinidad es entre Pl10 y Pl140, lo que limita la cantidad de tiempo que los productores pueden mantener a los animales antes de aclimatarlos y después pasarlos al estanque de engorde donde se usa agua de pozo con baja salinidad (Miranda et al., 2010).

En el trabajo de Miranda et al. (2010) el tiempo que tomó el proceso de aclimatación de las Pls fue de 58,5 horas, durante la cual pasaron de estadio Pl12 a Pl15. En el transcurso de este período se consiguió bajar el rango de salinidad de 24 a 4 ups, cada 1 ups era reducido cada 3 horas. Ellos mencionan que se han dado períodos con más largos en México donde el *L. vannamei* puede demorar en adaptarse al agua dulce entre un lapso de 8 hasta 10 días. La sobrevivencia que obtiene Miranda et al. (2010) en su estudio desde el traslado hasta terminar la aclimatación fue de un 80%, siendo clasificado como muy bueno teniendo en cuenta que la duración del traslado a partir de la fuente de procedencia ha sido de larga duración (12 horas). Cobo et al. (como se citó en Miranda et al., 2010) enfatizaron que, por lo general, el tiempo dedicado al transporte y la densidad no parece perjudicar la sobrevivencia de Pl 12 luego de la aclimatación y que la edad de las Pls si parecen ser significativas, puesto que en general Pls 26 presentaron un mayor porcentaje de supervivencia que Pls 12 de 80 y 60% respectivamente.

3.2. CULTIVOS EN ESTANQUES DE TIERRA

3.2.1. Características del cultivo

Davis et al. (como se citó en Miranda et al., 2010) establecen que las técnicas del cultivo de camarón en condiciones marinas son muy conocidas, pero no son aplicables precisamente al cultivo en agua dulce que proceden de pozo y que se deben tener en cuenta dos aspectos para para que los cultivos rindan bien: 1) identificar fuentes de agua que tengan una composición iónica apropiada y 2) desarrollar técnicas apropiadas para aclimatar las postlarvas. En la tabla III se puede observar los datos de calidad de agua obtenidos en el proyecto de cultivo de *L. vannamei* en agua dulce en el estado de Falcón, Venezuela y la comparación de los valores recomendados para el cultivo de este crustáceo en agua dulce.

Boyd et al. (como se citó en Miranda et al., 2010) determinan que, el camarón necesita concentraciones explícitas de los primordiales aniones: bicarbonatos, sulfatos y cloruros, así como también de los cationes: calcio, magnesio, sodio y potasio. Dichos autores recomiendan establecer la concentración de iones y más adelante hacer una comparación con perfiles de agua que triunfaron en esta clase de cultivo. La dureza alta suplirá la deficiencia de del agua de mar sustituyendo las sales marinas, lo que ayudará a que no se debilite el organismo del animal.

Tabla III. Análisis comparativo de los diferentes parámetros del agua utilizada con valores recomendados para el cultivo del blanco (*L. vannamei*) en agua con 5 ups de salinidad.

Parámetros	Este estudio	Valores Recomendados (1)	Valores Recomendados (2)
pH	7,0 – 8,3	7,0 – 8,3	7,0 – 8,0
Dureza Total (como CaCO3)	600	>150	
Alcalinidad (mg/L)	450	<100	70
Cloruros (mg/L)	625	>300	389 – 4.009
Calcio (mg/L)	158	>100	11 – 296
Magnesio (mg/L)	50	>50	3 – 64
Sodio (mg/L)	352	>200	401 – 2.210
Potasio (mg/L)	9,3	-	4 – 12,4
Hierro (mg/L)	<0,1	<1,0	
Cadmio (mg/L)	<0,1	<10 ppb	
Cobre (mg/L)	<0,02	< 25 ppb	

Plomo (mg/L)	<0,01	<100 ppb
Cromo (mg/L)	0,4	<100 ppb
Zinc (mg/L)	<0,1	<100 ppb

Fuente de información: (Miranda et al., 2010).

La tabla IV muestra los registros sobre el monitoreo diario de parámetros físico-químicos de la experiencia de Miranda et al. en 2010, indicando que la salinidad varía entre 0 a 5 ups, oxígeno disuelto desde 1,8 hasta 13,8 mg/L y una temperatura que va de 26 a 32°C. Los valores adecuados para el cultivo de camarones en agua dulce son de 5 a 9 mg/L de OD y 28 a 32°C de temperatura. En la tabla V se muestran los valores de producción que se obtuvieron en un periodo de 94 días del cultivo de *L. vannamei* haciendo uso de agua dulce proveniente de un pozo.

Tabla IV. Registro de los parámetros físico-químicos del agua de 0 a 5 ppt de salinidad en el transcurso del cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*) en el estado de Falcón, Venezuela.

Hora	Salinidad (ups)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)
7:00 am	0 – 2,5	1,8 – 11,5	26 – 29,7
	1,11 ± 0,48	5,69 ± 2,04	28,0 ± 0,68
13:00 pm	0 – 5	2,7 – 13,8	28 – 32
	1,11 ± 0,71	9,29 ± 2,85	30,39 ± 0,82
19:00 pm	0 – 3	2,8 – 13,5	28 – 31,5
	1,14 ± 0,54	9,19 ± 2,49	30,03 ± 0,65

Fuente de información: (Miranda et al., 2010).

Tabla V. Valores de producción en el cultivo del *L. vannamei* con el uso de agua continental teniendo una salinidad de 0 a 5 ups en el estado de Falcón, Venezuela.

Parámetros	Valores
Espacio del estanque (ha)	0.0969
Densidad de siembra promedio (PLs/m²)	42 ± 12,20
Tiempo del ciclo (días)	94
Supervivencia promedio (%)	65,19 ± 14,2
Peso promedio (g)	10,66 ± 0,42
Talla promedio (cm)	11,530 ± 0,41

Crecimiento semanal promedio (g/sem)	0,95 ± 0,23
Factor de conversión alimentaria (FCA)	1,01:1
Productividad (kg/ha/ciclo)	2.579,98

Fuente de información: (Miranda et al., 2010).

3.2.2. Supervivencia

Miranda et al. (2010) menciona que la supervivencia final obtenida fue de $65,19 \pm 14,2\%$ con una salinidad de entre 0 a 5 ups. Laramore et al. (como se citó en Miranda et al., 2010) señala Lester y Pante (como se citó en Miranda et al., 2010) señalan que la especie *L. vannamei* puede ser cultivada en unidades de producción con una salinidad de 4 ups sin provocar diferencias en el crecimiento y la supervivencia comparados a los cultivos que se dan con una salinidad de 30 ups.

3.2.3. Rendimiento

Miranda et al. (2010) luego de los 94 días de cultivo obtuvo los resultados de los pesos finales que fue de $10,66 \pm 0,42$ g siendo cultivados en 0 a 5 ups de salinidad. Señalando que estos resultados son comparables a los que se alcanzaron en Panamá con ejemplares de *L. vannamei* siendo los pesos de 13 g a los 93 días de cultivo usando agua proveniente de un río. Aunque en Ecuador han alcanzado mejores resultados con animales de 15 g después de 3 meses de cultivo.

En la figura 1 se presenta el registro de tallas conseguidas en el trabajo de Miranda et al. (2010) en el que muestra una talla final promedio de $11,530 \pm 0,41$ cm con la salinidad de entre 0 a 5 ups. Los datos revelan que el incremento semanal con un promedio que varía entre 0,75 a 1,16 g/semana es inversamente proporcional a la talla, comprobando lo que menciona Molina et al. (como se citó en Miranda et al., 2010) que, en el transcurso de las primeras fases de desarrollo, el crecimiento es acelerado y se reduce drásticamente

a medida que el animal llega a una etapa adulta. Afirmando que el crecimiento de los camarones peneidos a lo largo de los primeros días después de haber sembrado, consiguen alcanzar entre un 12 a 15% diario y reduciéndose a 1-2% en las etapas finales con salinidades de 0 a 5 ups.

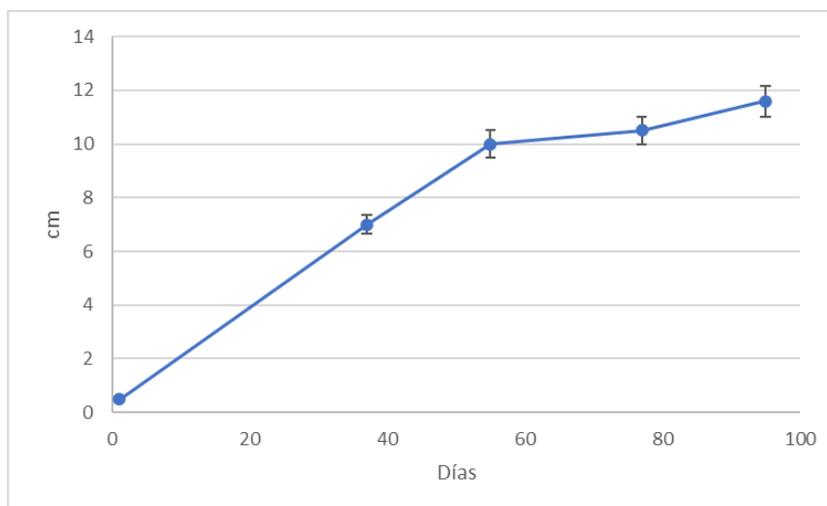


Figura 1. Crecimiento del crustáceo *L. vannamei* durante el ciclo de cultivo con el uso de agua continental teniendo de 0 a 5 ppt de salinidad en el estado de Falcón, Venezuela.

Fuente de información: (Miranda et al., 2010).

El rendimiento alcanzado en el trabajo de Miranda et al. (2010) en salinidades de 0 a 5 ppt fue de 2.579, 98 kg/ha, lo que equivale a la media nacional de unos 2.700 kg/ha en cultivos con salinidades de 30 a 35 ups. Lester y Pante (como se citó en Miranda et al., 2010) aluden a que cultivos en condiciones de baja salinidad puede beneficiar el crecimiento de los crustáceos conservados a temperaturas altas (como la del trabajo de Miranda et al., 2010) y altas tasas de alimentación, además de que el crecimiento de los animales en la etapa de postlarva pudiese ser más perjudicado con salinidades superiores a 40 ups que a salinidades entre 2 y 10 ups.

3.3. CULTIVOS EN INVERNADERO

3.3.1. Características del cultivo

Lucero (2020) realizó un cultivo super intensivo con una densidad de 200 animales por m². El plan de producción es mediante ciclos con tiempo de 4 meses con cosechas

parciales. El peso inicial, es decir, en la siembra es de 0,05g. Con respecto al nivel de tecnificación, este cultivo es llevado a cabo con agua de pozo con una salinidad de 5,0 ppm. El suministro de aireación se obtiene con un blower de 10 caballos de fuerza en cada dos estanques. Las unidades de producción están cubiertas con un domo de plástico que actúa a modo de invernadero, el agua es extraída mediante bombas sumergibles conectadas al pozo, la eliminación de los sólidos en suspensión del agua que se encuentra en los cultivos se efectúa mediante un tanque donde ocurra la sedimentación. Se proporcionaba dos raciones de alimento al día, los aspectos biométricos de crecimiento y de sobrevivencia, son comprobados cada semana a lo largo del cultivo.

Tabla VI. Datos de cultivo en invernadero con 5 ppt de salinidad

Características	Descripción
Fuente de agua	Agua de pozo profundo
Sistema de cultivo	Intensivo e hiperintensivo
Unidad de cultivo	Estanques de forma circular con geomembrana
Porcentaje de Recambio de agua	>20
Peso de siembra en gramos	0.05
Peso de cosecha en gramos	12,16 y 20
Tiempo de cultivo en meses	4
Salinidad	5.0 ppt
Abastecimiento de agua	Red hidráulica
Abastecimiento de oxígeno	Aireación mecánica
Remoción de sólidos en suspensión	Filtración mecánica (sedimentador)

Fuente de información: (Lucero, 2020).

Tabla VII. Parámetros fisicoquímicos del invernadero con una salinidad de 5 ppt.

Parámetros fisicoquímicos	Min	Max	Promedio
Salinidad (ppm)	5.0		

Temperatura (°C)	13.0	34.0	27.0
pH (Rango)	7.0	9.0	
Salinidad (ppm)	5.0		

Fuente de información: (Lucero, 2020).

3.3.2. Supervivencia

Lucero (2020) mediante el modelo de extinción exponencial tuvo un resultado en la tasa de mortalidad del 40% en los 90 días de cultivo con 5 ppm de salinidad como se puede observar en la Figura 2.

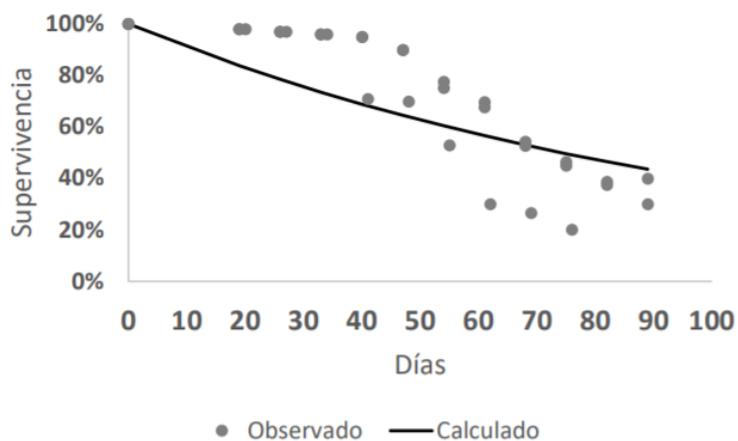


Figura 2. Porcentaje de supervivencia del *L. vannamei* en un ciclo de cultivo con agua continental de 5 ppt de salinidad. La línea negra significa el valor estimado y los puntos de color gris son las observaciones.

Fuente de información: (Lucero, 2020).

3.3.3. Rendimiento

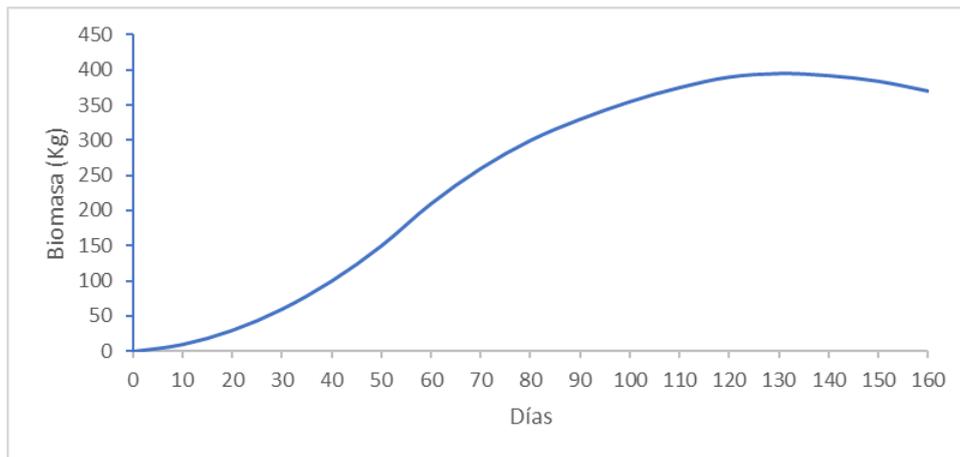


Figura 3. Pronóstico de rendimiento de biomasa (kg) dependiendo del tiempo de cultivo tomando en consideración una unidad de producción, peso inicial en la siembra de 0,05g, densidad de 200 camarones por cada metro cuadrado desde la siembra y una salinidad de 5 ppt.

Fuente de información: (Lucero, 2020).

Se puede realizar una estimación de la biomasa de los animales en el sistema a lo largo de un ciclo de cultivo en una simulación por medio de la función de crecimiento aislado y la sobrevivencia (Figura 3). Lucero en 2020 procedió a hacer un análisis para calcular el peso (g) y el tiempo idóneo de cosecha (t) en el que se optimiza la rentabilidad en 12 estanques con un diámetro de 16 metros, una densidad de siembra de 200 animales por m², utilizando como variables de decisión el peso de siembra 0,05g, la fecha de siembra que fue el día 30 de abril en el año 2019 y con una supervivencia previsible de 80%. Esta supervivencia es un valor que espera la industria y fijado de manera arbitraria configurando el parámetro en la estimación puesto que las supervivencias que se obtuvo de los datos de la granja analizada fueron de 40% y no son del todo reales debido a que se atribuye a que la unidad de producción todavía está estandarizando los procedimientos de operación y producción. Los datos de la simulación dieron resultado a que es posible producir un ciclo de cultivo con una rentabilidad de 1.1 millones de peso (alrededor de 55 mil dólares) cosechando al completar 153 días a un peso ideal de 35,29 g y cosechando 13 toneladas teniendo una supervivencia de 80%.

3.4. CULTIVOS EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

3.4.1. Características del cultivo

Los valores físicos y químicos que se dieron en el cultivo de Yambay y Alvarez (2017) se muestran en la tabla VIII, manejados a lo largo del experimento para que existan condiciones apropiadas al cultivo de juveniles de *L. vannamei* en los raceways con una salinidad de 5 ups. La recirculación se realizó mediante una bomba mecánica y un blower de 2.5 Hp para las tuberías, así obteniendo niveles de oxígeno encima de 5 mg/L. Las fases que se describen en las siguientes tablas se refiere a las etapas postlarvas, juveniles y adultos de los camarones. En la figura 4 se puede ver la recirculación diaria del agua que se dio en el cultivo por efecto que se daba en filtración.

Tabla VIII. Promedio por fase de los valores físicos y químicos del cultivo de camarón blanco *L. vannamei* en sistema cerrado.

FASE	Oxígeno (mg/L)	DE	Temperatura (°C)	DE	pH	DE	UPS	DE	TAN (mg/L)	DE
1	7,16	0,23	28,64	0,75	8,37	0,18	5	0	0,15	0,075
2	6,48	0,83	27,68	0,89	8,15	0,43	5	0	1,12	0,79
3	7,23	0,69	26,89	0,75	7,89	0,45	5	0	0,13	0,14

TAN = Total de Nitrógeno Amoniacal; DE = Desviación estándar

Fuente de información: (Yambay y Alvarez, 2017).

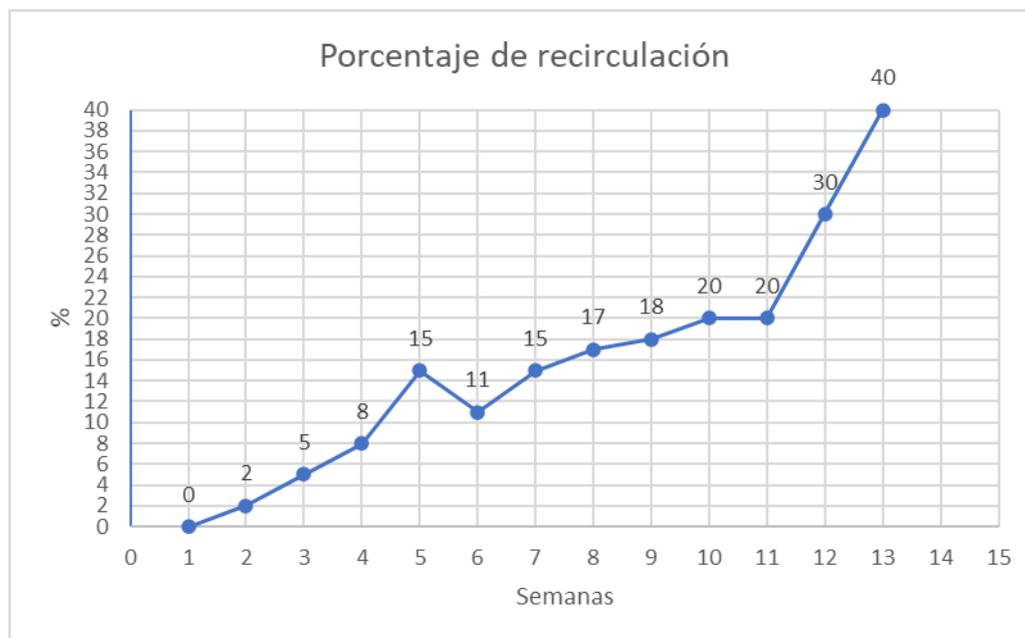


Figura 4. Porcentaje de recirculación en el cultivo de camarón *L. vannamei*.

Fuente de información: (Yambay y Alvarez, 2017).

3.4.2. Supervivencia

En el trabajo de Yambay y Alvarez (2017) con una salinidad de 5 ups la supervivencia fue de alrededor de 97% en la fase uno siendo la más alta que se registró y la más baja de 84% en la fase tres. Siendo estos resultados adecuados, dado que a nivel intensivo en los cultivos con condiciones marinas el *L. vannamei* se mantiene una supervivencia promedio de 80%.

3.4.3. Rendimiento

Yambay y Alvarez (2017) cultivaron a este crustáceo con salinidades de 5 UPS, consiguiendo tasas de crecimiento de 0,57 g por semana. La figura 5 se puede observar los pesos que se alcanzaron durante el cultivo, registrando un peso final de 7,9g.

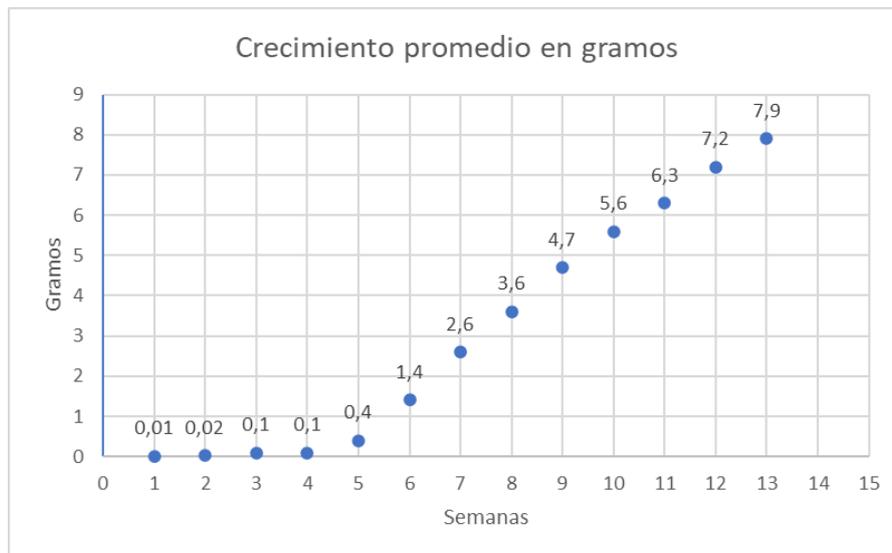


Figura 5. Línea de crecimiento en gramos.

Fuente de información: (Yambay y Alvarez, 2017).

Sobre el rendimiento de este trabajo no se menciona las lb/ha, pero se puede deducir que teniendo un FCA de 1,4 y una alta supervivencia con un sistema de recirculación como se presenta en la Tabla IX se puede tener una buena productividad.

Tabla IX. Parámetros de producción de un cultivo de camarón blanco *L.vannamei* empleando un sistema de recirculación de agua.

	Peso (g)	%Sob.	Biomasa (g)	F.C.A.	Área (m3)	Densidad
Fase 1	0.05	97	715	1.3	8 ton	2000 pl
Fase 2	1	90	5700	1.3	8 ton	800 juveniles
Fase 3	8.2	84	18181	1.4	8 ton	300 camarones

Fuente de información: (Yambay y Alvarez, 2017).

3.5. CULTIVOS CON ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS

3.5.1. Datos del cultivo

Estrada y Muñoz (2020) obtuvo muestras de varias piscinas desde el mes de enero hasta septiembre donde aplicaron un método de alimentación automatizada en 51 piscinas mediante el uso de alimentadores de la marca Biofeeder, la suministración del alimento se hacía de forma remota utilizando el software que incluía el alimentador automático, mientras que las demás piscinas que eran 144 se usó el método tradicional al boleó. Los equipos de alimentación poseían un dosificador y sensores para tener un control de los parámetros como el oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, e inclusive la actividad sonora para poder detectar y darle un seguimiento a la actividad de los camarones, sin embargo, los valores de estos parámetros no fueron mencionados. Según Biofeeder (2020) la capacidad del alimentador es de 250 kg para abastecer las diferentes dosis que se hayan programado en el día, este esparce el alimento mediante un sistema giratorio que lanza a los pelles en un radio de 12 a 15 metros el cual cuenta con una configuración ajustable, poseyendo así dos motores: uno siendo el dosificador y el otro un dispensador de grado industrial (Biofeeder, 2020).

3.5.2. Supervivencia

Los resultados del proyecto que presenta Estrada y Muñoz (2020) hicieron uso de dos niveles (alimentación al boleó y automática) y distintas variables como el FCA, supervivencia y el crecimiento de cada semana comprueban que al aplicar un protocolo de alimentación elaborado explícitamente para alimentadores automatizados que dispongan de un temporizador, puede beneficiar con una mejora tanto en el FCA como en la supervivencia de los camarones. La supervivencia fue de 52,06% en cultivos alimentado al boleó, mientras que alimentados de forma automática fue de 67%, pero los valores de salinidad no fueron indicados.

3.5.3. Rendimiento

Luego de que Estrada y Muñoz (2020) realizaron la recopilación de datos de las semanas durante todo el cultivo, se obtuvo los resultados de las medias del FCA de las 194 piscinas con los animales sin hacer mención de los valores de salinidad. La alimentación que se dio de manera tradicional y la automatizada, dieron como resultado una media en el FCA de 1,48 a 1,32, para establecer si presentan diferencias relevantes entre los dos tratamientos se comenzaron a hacer un estudio de varianza de un solo factor, adicionalmente llevaron a cabo diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas para verificar los resultados. Los análisis estadísticos indicaron que en las piscinas con alimentación tradicional existía un crecimiento semanal superior, pero esto posiblemente era por la baja supervivencia, la cual es más baja que en las piscinas con la alimentación automática, este acontecimiento apunta a que mientras mayor sea el espacio que tengan los animales, la competencia por el alimento será menor, dando como resultado tallas y pesos mayores en aquellas que tuvieron una tasa de supervivencia baja.

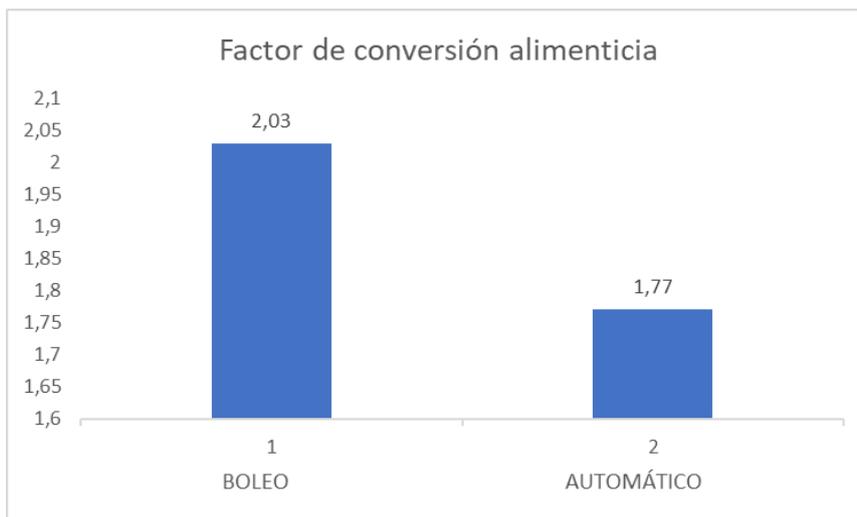


Figura 6. Medias del FCA, Boleo vs Automático.

Fuente de información: (Estrada y Muñoz, 2020).

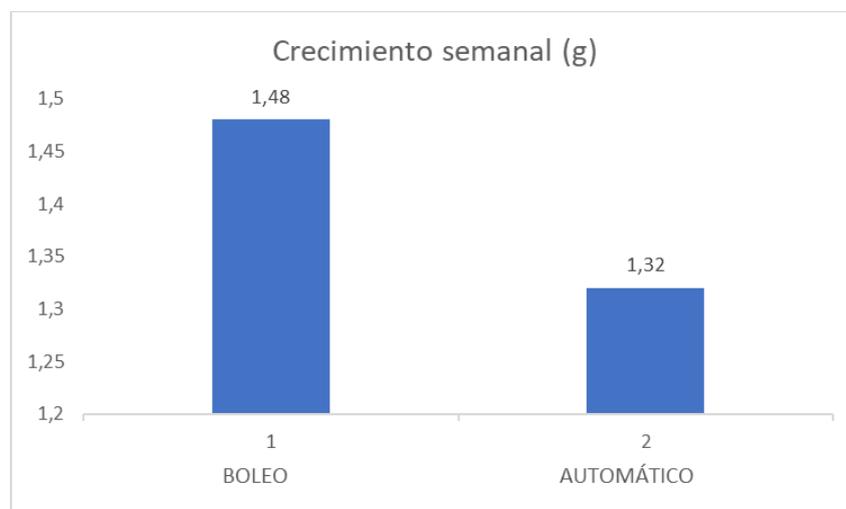


Figura 7. Medias del crecimiento semanal (g), boleo vs automático.

Fuente de información: (Estrada y Muñoz, 2020).

Los análisis realizados por Estrada y Muñoz (2020) sugieren que los animales tienen un mayor beneficio con los alimentadores automáticos puesto que el camarón se mantiene activo y que gran parte de su tiempo pastorea, por lo que necesita una cantidad sustancial de alimento cada día y la alimentación tradicional no puede satisfacer esa necesidad por completo al tener un escaso número de raciones y una cantidad excesiva en cada ración.

3.6. CULTIVOS CON TECNOLOGIA BIOFLOC

3.6.1. Características del cultivo

Según Mendoza et al. (2016) al hacer una revisión de la tecnología del biofloc en cultivos con diferentes parámetros, las variables de calidad del agua más usadas en estos sistemas en el cultivo de *L. vannamei* son temperatura en 26,5 °C, salinidad en 18,6 g/L, oxígeno disuelto en 7,5 mg/L, sólidos suspendidos totales en 465,5 mg/L, alcalinidad en 261,2 mg CaCO₃/L y una proporción de 14,5:1 de C:N.

Tabla X. Variables de la calidad del agua y desempeño del cultivo de camarón blanco con la tecnología de biofloc a salinidad media 18 ppt (TBF).

Parámetro	Medio	Min-Max	Desviación estándar	Valores recomendados
Temperatura (°C)	26.4	19.1 – 33.8	10.3	25.0 - 33.0
Salinidad (g/L)	18.6	1.0 – 36.2	24.9	7.0 – 35.0
Ph	7.8	6.3 – 9.3	2.1	7.0 – 8.0
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.45	4.2 – 10.7	4.6	6.0 – 8.0
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	465.5	8.0 – 9.0	647.0	200.0 – 600.0
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	261.1	51.3 – 400.0	296.7	200.0
Nitrógeno amoniacal total (mg/L)	7.50	0.0 – 15.0	10.6	1.0
NO ₂ (mg/L)	5.06	0.01 – 10.1	7.1	0.6
NO ₃ (mg/L)	56.90	0.6 – 113.2	79.6	3.0
PO ₄ (mg/L)	66.10	0.3 – 131.9	93.0	2.0
C/N	14.4:1	8.9 – 20.0:1	7.8	15.0 – 20.0: 1
Clorofila-a (mg/m ³)	0.25	0.01 – 0.49	0.34	0.30
Peso inicial (g)	3.8	0.3 – 7.4	5.0	-
Peso final (g)	12.6	3.1 – 22.1	13.4	-
SGR: Tasa específica de	3.53	1.1 – 5.9	3.3	>2.5

crecimiento (%/día)				
FCR: Índice de conversión de alimento	3.0	1.2 – 4.8	2.5	1.7
Supervivencia (%)	48.7	0.0 – 97.4	68.8	>60.0

Fuente de información: (Mendoza et al., 2016)

3.6.2. Supervivencia

Mendoza et al. (2016) menciona que se han dado resultados de supervivencia desde 0,0 % hasta 97,4 % en diferentes salinidades (desde 1 a 36 ups de salinidad) con pesos finales del crustáceo de 3,12 g hasta 22,1 g teniendo un FCA de hasta 4,8 (Tabla X). Rajkumar *et al.* (como se citó en Mendoza et al., 2016) indica que, al emplear melaza, harina de tapioca y trigo para conservar el biofloc, encontró que con harina de trigo disminuía el amonio total, se mantenía una buena calidad del agua (484.94 ± 65.46 mg/L de SST), una mejor tasa de crecimiento de *L. vannamei* (4.57 ± 0.03) y una supervivencia del 90,3%

3.6.3. Rendimiento

Ray *et al.* (como se citó en Mendoza et al., 2016) alude que al tener un manejo apropiado de la concentración de biofloc pueden mejorar varios parámetros como el factor de conversión alimenticia, el comportamiento producto del crustáceo y la calidad del agua. Esparza-Leal et al. (como se citó en Mendoza et al., 2016) encontraron que un cultivo con un intervalo de 2 a 35 g/L de salinidad no tenía incidencia sobre las variables de oxígeno disuelto, temperatura y pH del agua teniendo en cuenta que la TBF era de 370 a 1.100 mg/L, pero registraron un aumento de la concentración de amonio y nitritos en salinidades de 2 a 4 g/L, llegando hasta un punto crítico de 4 mg/L siendo esta la causa de que el camarón tenga una alta mortalidad. Schweitzer *et al.* (como se citó en Mendoza et al., 2016) determina que el amonio y fosfatos son mayores y los nitritos y nitratos son

menores en las concentraciones de 200mg/L de SST comparando las concentraciones de 300 mg/L de SST. Por otro lado, también hubo una mejor tasa de crecimiento en 200 mg/L (1,7g/semana) que en 300 mg/L (1,3g/semana). Cuando se alcanzan volúmenes mayores de biofloc (800 a 1,000 mg/L de SST) los crustáceos comienzan a presentar obstrucciones en las branquias, por lo que se sugiere que esta variable se mantenga entre los 200 a 600 mg/L de SST. En el trabajo de Mendoza et al. (2016) no indica el rendimiento lb/ha del cultivo de camarones, por lo que solo se puede establecer que al aplicar este sistema manteniendo sus variables en cantidades correctas se puede tener una buena productividad.

3.7. CULTIVOS CON ACUAPONIA

3.7.1. Características del cultivo

El estudio realizado por (Mariscal et al., 2012) fue con el uso de tres tanques circulares con un diámetro de 6m, una profundidad de 1,1 m y un volumen de 31 m³ en cada uno de ellos. Calcularon el volumen de agua en base a las dimensiones de los tanques en donde estaban los camarones, el suministro total inicial y el añadido. Cerca del 1% equiparable al volumen del tanque fue del agua añadida. Evaluaron tres tipos de agua diferentes, el primer tratamiento es con aguas residuales de tanques de cultivo de camarones, el segundo es con solución nutritiva hidropónica elaborada para los tomates y el tercero es agua que viene directamente del pozo, todas están tenían una salinidad de 0,65 g/L.

Tabla XI. pH y componentes químicos principales del agua subterránea con una salinidad de 0,65 g/L utilizada para llenar los tanques, y el agua utilizada en los cultivos: el agua del tanque de camarones era el nivel medio que resultó en la adición de KCL y MgNO₃ y en las que se cultivó camarón-tomate en la semana inicial y durante el ciclo.

Variable	Agua subterránea	Agua de tanques de camarones (inicial)	Agua de tanques de camarones en el ciclo
pH	7.9	9.0 ± 0.4	8.6 ± 1.2 ^a
Cl ⁻	50	-	-
Mg ⁺²	5.7	24.6 ± 2.0	18.6 ± 2.6
K ⁺	7.8	11.0 ± 2.3	27.3 ± 3.9
Ca ⁺²	73	67.5 ± 3.9	70.0 ± 2.2
Na ⁺	175	169.7 ± 3.4	175.0 ± 2.4
Alcalinidad	75 ^b	75 ^b	75 ^b

CE	1074 ^c	1285 ± 31 ^c	1334 ± 73 ^c
Proporciones			
Na:K	22.4:1	15.4:1	6.4:1
Ca:K	9.4:1	6.1:1	2.6:1
Mg:Ca	1:12.8	1:2.7	1:3.8
^a en unidades de pH			
^b como CaCO ₃			
^c en µS/cm			

Fuente de información: (Mariscal et al., 2012)

Tabla XII. Resumen de las variables de calidad agua (media ± desviación estándar) de los tanques de camarones y el módulo de agua de salida de las plantas de tomate obtenidas durante el monitoreo semanal en una prueba de 19 semanas.

Variables del agua	Media ± DE	Media ± DE
	Tanques de camarones	Salida de las plantas
Temperatura (°C)	27.9 ± 2.8	-
Oxígeno disuelto (mg/L)	8.8 ± 0.4	-
Fosfato (mg/L)	0.11 ± 0.16	0.05 ± 0.01
Amoníaco total (mg/L)	0.20 ± 0.15	0.05 ± 0.02
Amoníaco no ionizado (mg/L)	0.08 ± 0.06	0.02 ± 0.01
Nitrito (mg/L)	0.58 ± 0.89	0.14 ± 0.03
Nitrato (mg/L)	419.4 ± 77.5	328.7 ± 48.4
-	No determinado.	

Fuente de información: (Mariscal et al., 2012)

3.7.2. Supervivencia

Según Mariscal et al. (2012) la supervivencia con una salinidad de 0,65 g/L fue ligeramente similar entre los tres tanques, en el tanque 1, 55,0%; tanque 2, 57,0%; y en el tanque 3, 57,0%. Los resultados de las tasas de crecimiento promedio que se calculó fueron de 0,76 g/semana en el 1; 0,72 g/semana en el segundo y 0,71 g/semana en el último. En cuanto al consumo total de agua que se dio en el cultivo integrado fue de 4,7 m³ por kg de camarón cosechado, estos datos se pueden visualizar en la tabla XIII.

3.7.3. Rendimiento

La Tabla XIII basada en el trabajo de Mariscal et al. (2012) que fue hecho a una salinidad de 0,65 g/L presenta el tamaño de la cosecha, la tasa de conversión alimenticia, la supervivencia, el rendimiento y el uso de agua para el cultivo de camarones. En el primer tanque se produjo, 11,3 kg, el siguiente 11,1 kg y y el último 11,0 kg de camarones,

respectivamente, lo que correspondía a un FCR de 1,58 a 1,65 (1,61±0,03). Dicha producción equivale a un promedio de 0.393±0.020 kg/m² 3932± 204 kg/ha.

Tabla XIII. Tamaño de cosecha, rendimiento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, supervivencia y uso de agua (media ± desviación estándar) en el cultivo experimental de camarón y tomate a una salinidad de 0,65 ppt.

Datos de producción	Media ± DE
Tamaño de cosecha (g)	13.9 ± 0.4
Rendimiento (kg/ha)	3932 ± 204
FCR	1.61 ± 0.03
Tasa de crecimiento (g/semana)	0.73 ± 0.04
Supervivencia (%)	56.3 ± 1.1
Uso de agua (m³/kg camarones)	4.7 ± 0.3
Uso de agua /m³/kg camarones + tomates)	2.1 ± 0.1

Fuente de información: (Mariscal et al., 2012).

Se resume la información de Mariscal et al. (2012) en la tabla XIV sobre la producción de tomates durante el ciclo de cultivo del sistema de cultivo camarón-tomate utilizando agua subterránea, solución nutritiva y efluente de camarón para riego con una salinidad de 0,65 g/L. El rendimiento de tomates regados con efluente de camarón fue de 11,1 kg por línea, lo que equivale a 3,61 kg por m² 36,1 t/ha un peso medio de fruto individual de 110,6 g. Los mayores rendimientos se obtuvieron de las plantas de tomate regadas con la solución nutritiva y el efluente de camarón. Al comparar los parámetros de producción (número de frutos, rendimiento por planta y peso individual medio de fruto), con excepción del rendimiento, no existía diferencia considerable (P>0.05); los rendimientos obtenidos de las plantas de tomate regadas con la solución nutritiva y las regadas con el agua residual de los camarones fueron significativamente (p<0,05) superior al rendimiento obtenido de las plantas de tomate regadas con agua subterránea. En la figura 9 se puede ver el crecimiento promedio de camarones cultivados en el sistema camarón-tomate con agua subterránea de baja salinidad.

Tabla XIV. Tamaño de cosecha, rendimiento y número de tomates obtenidos durante el bicultivo camarón-tomate utilizando agua subterránea, solución nutritiva y efluente camaronero para riego con 0,65 ppt de salinidad.

Datos de producción	Plantas regadas con efluentes de camarón	Plantas regadas con solución nutritiva	Plantas regadas con agua subterránea
Número de tomate por planta	7.0 ± 1.0	7.5 ± 0.9	6.0 ± 1.5
Kg por planta	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.1	0.6 ± 0.2
Peso individual (g)	110.6 ± 22.5	105.1 ± 27.7	94.8 ± 25.8
Rendimiento (ton/ha)	36.1 ± 2.3 ^a	38.7 ± 1.9 ^a	27.6 ± 2.6 ^b

Letras diferentes entre medias son significativamente diferentes (P<0.05)

Fuente de información: (Mariscal et al., 2012).

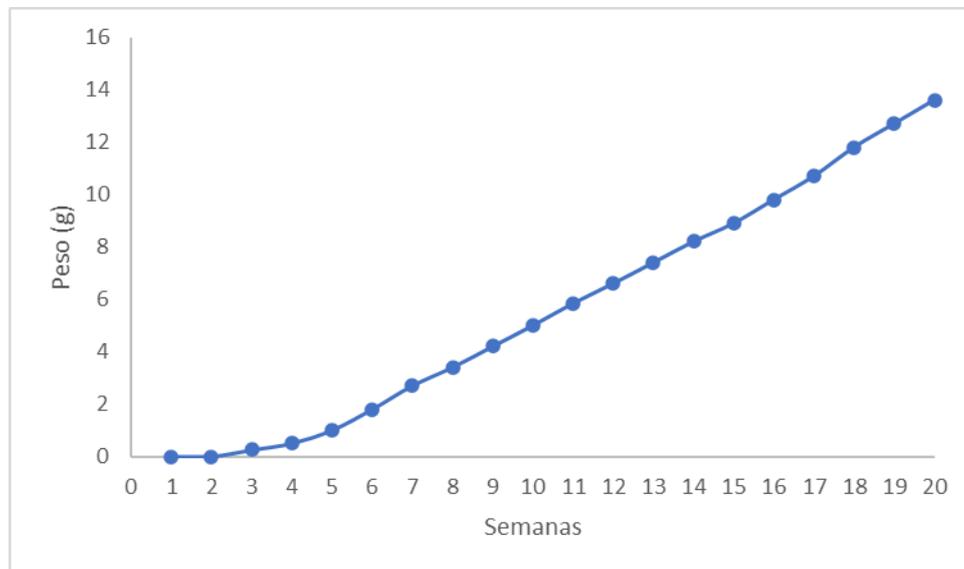


Figura 8. Crecimiento promedio (\pm SD) de camarones cultivados en el sistema camarón-tomate con agua subterránea de 0,65 ups de salinidad.

Fuente de información: (Mariscal et al., 2012).

4.CONCLUSIONES

Existe información sobre varias tecnologías de producción aplicados en cultivos a baja salinidad para poder tener un mejor rendimiento del cultivo, de esta manera se puede conseguir un uso óptimo de todos los productos y recursos naturales en los cultivos aumentando el crecimiento semanal, porcentaje de supervivencia y disminuir el factor de conversión alimenticia, puesto que nos permiten tener un mayor control de factores que intervienen en los sistemas de cultivo como son los parámetros físico-químicos, dietas balanceadas y los desechos de los animales.

Algunas de estas tecnologías son los invernaderos, sistemas de recirculación, alimentadores automáticos, tecnología biofloc y acuaponía, sin embargo, no se ha encontrado información sobre cultivos con sistemas multifases en cultivos de camarón, aunque si existe dado que en algunos lugares de Ecuador y otros países lo han aplicado. La gran mayoría de información que se ha encontrado sobre los cultivos de camarón a baja salinidad con tecnologías de producción es en varios países de Latinoamérica y Asia, donde normalmente lo aplican en los cultivos intensivos, además de que en algunos estudios aplicando las mismas tecnologías se han obtenido diferentes supervivencias y rendimientos, por lo que son varios los factores que afectan a los animales.

En comparación con los métodos tradicionales que se dan en camaronicultura, estas tecnologías nos dan una mayor rentabilidad para poder seguir cultivando, se debe tener en cuenta el capital y recursos naturales que se tiene disponible para saber cuál es posible aplicar, por lo que cada tecnología presentada en este trabajo puede ser un complemento para los cultivos tradicionales y de esta forma, además de obtener beneficios en la productividad también se pueden obtener en las fuentes de agua que se utilizan aprovechando sus nutrientes o dándoles un tratamiento por medio de filtros.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahmad, I., Babitha Rani, A., Verma, A. y Maqsood, M. (2017). Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. *Aquaculture International*, 25(3), 1215–1226. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0108-8>
- Amparo, A. (2019). Aplicación de la tecnología de biofloc (BFT) al cultivo de *Totaba macdonaldi*. Maestría en Ciencias en Acuicultura. Repositorio del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Obtenido de: https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2762/3/Tesis_Amparo_Venegas_Andre%CC%81s_30_ene_2019.pdf
- Arzola, J.F, Flores, L.M., Izabal, A. y Gutiérrez, Y. (2008). Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. *AquaTIC*, , 28, 8-15.
- Araneda M.E. (2010). Análisis de la producción intensiva del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en agua dulce: enfoque bioeconómico. Tesis de doctorado en ciencias. Universidad Marista. Mérida, Yucatán, México.
- Araneda M.E. y Gasca-Leyva. E. (2008). White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight. *Aquaculture*, 283,13-18.
- Avnimelech Y. (2009). Biofloc Technology – A practical Guide Book. *The World Aquaculture Society*. 272 pp.
- Avnimelech, Y. (2015). Biofloc Technology – A Practical Guide Book. 3rd Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States
- Balbi, F., Rosas, J., Velásquez, A., Cabrera, T. y Maneiro, C. (2005). Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/28101495_Aclimatacion_a_baja_salinidad

ad_de_postlarvas_del_camaron_marino_Litopenaeus_vannamei_Boone_1931_pr
ovenientes_de_dos_criaderos_comerciales_Articulo_en_espanol

- Biofeeder. (2020). Biofeeder. Obtenido de Biofeeder: <https://www.biofeeder.net/>
- Boyd., C.E., Thunjai, T. y Boonyaratpalin, M. (2002). Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. *Global Aquacult. Advocate*, 5 (3), 40 – 45.
- Boyd, C., Davis, R., Wilson, A., Marcillo, F., Brian, S., y McNevin, A. (2021). Uso de recursos en la cría de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Ecuador. *Journal of the World Aquaculture*, 1(17).
- Braga, S., de Paula, P., de Lyra, C., Figueiroa, C., y Vilar, J. (2009). Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. 44(10). Obtenido de Scielo: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pthZ6QcDDKSzgZdyPckgvyp/?lang=pt>
- Briggs, M., Funge, S., Subasingh, R. y Phillips, M. (2004). Introductions and Movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. *FAO Fisheries Technical Paper*, 476.
- Brú-Cordero, S. B. (2016). Cultivo en suspensión activa (Bioflocs): una alternativa para la piscicultura urbana, 79. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/54396/>
- Brugère, C. y N. Ridler. 2004. Global aquaculture outlook in the next decades: an analysis of national aquaculture production forecasts to 2030. *FAO Fisheries Circular*, 1001 (47).
- Calderón, J. y Sonnenholzner, S. (2003). Cultivo de camaron: experiencias y desafios en el uso de invernadero. Centro Nacional de Acuicultura y Investigaciones Marinas. Artículo científico, 9(1). Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Stanislaus-Sonnenholzner/publication/40902327_CULTIVO_DE_CAMARON_EXPERIEN

CIAS_Y_DESAFIOS_EN_EL_USO_DE_INVERNADEROS/links/0046352f2f21d69904000000/CULTIVO-DE-CAMARON-EXPERIENCIAS-Y-DESAFIOS-EN-EL-USO-DE-INVERNADEROS.pdf

Cevallos, A. (2018). Software a medida para acuicultura en la camaronera “Santa María” San Vicente Manabí. Trabajo de investigación. Repositorio digital de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. Obtenido de: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2667/1/ULEAM-INFOR-0083.pdf>

Cobo, M.L., Heise, C. y Santacruz, J. (2003). Effect of transport and acclimation on the survival of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. World Aquaculture 2003. World Aquaculture Society. Salvador, Bahia. 05/19-23. Brasil. 858

Davis, D. A., Saoud, I. P., Mcgraw, W. J. y Rouse, D. B. (2002). Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. Avances en Nutrición Acuícola VI. *Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 73-90.

Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S. H., Bachtiar, T., Surawidjaja, E. H., Bossier, P., De Schryver, P. (2014). The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426–427.

Estrada, M., y Muñoz, P. (2020). Comparación de la eficiencia de alimentación al boleo versus alimentadores automáticos en el cultivo del *Litopenaeus vannamei*. Repositorio de Escuela Superior Politécnica del Litoral, 52. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51466/1/T-76745.pdf>

FAO. (2005). Documento Técnica de Pesca. (476), 86. Obtenido de <https://www.fao.org/3/a0086s/a0086s.pdf>

- FAO. (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura - 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 209 p.
- FAO. (2012). Guía para la construcción de invernadero o fitotoldos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de: https://issuu.com/ucerbolivia/docs/guia_fitotoldo_invernaderos/12
- FAO. (2009). *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) [Penaeidae]. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Briggs, M. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. Obtenido de: https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegshrimp.htm
- Figueiredo, M.C.B., Araújo, L.F.P., Rosa, M.F., Morais, L.F.S, Paulino, W.D. y Gomes, R.B. (2006). Impactos ambientales de la camaronicultura continental. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 11, 231-240.
- Gao, Z., Wanyama, T., Singh, I., Gadhri, A., y Schmidt, R. (2020). From Industry 4.0 to Robotics 4.0-A Conceptual Framework for Collaborative and Intelligent Robotic Systems. *Procedia Manufacturing*, 46, 591-599.
- Godínez-Siordia, D.E., Chávez-Sánchez, M.C. y Gómez-Jiménez S. (2011). Acuicultura epicontinental del camarón blanco del pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 55-62.
- Hawkes, C. (2006). Uneven dietary development: linking the policies and processes of globalization with the nutrition transition, obesity and diet-related chronic diseases. *Globalization and Health*. 2-4.
- Hernández, L., Londoño, J., Hernández, K., & Torres, L. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99.

- Industria acuícola (s.f.). Sistemas de recirculación en acuicultura: una visión y retos diversos para Latinoamérica. Investigación. Obtenido de: http://www.industriaacuicola.com/PDFs/Sistemas_de_recirculacion.pdf
- Kearney, J. (2010). Food consumption trends and drivers. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B Biological Sciences*. 365(1554), 2793-2807.
- Lucero, F. (2020). Optimización bioeconómica del cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en aguas de baja salinidad en Baja California Sur, México. Repositorio digital del Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26248/1/luceroBur1.pdf>
- Mariscal, M., Páez, F., Esquer, J., Guerrero, I., Romo, A., y Félix, R. (2012). Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: Management and production. *Aquaculture*, 366(367), 76-84. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848612005376>
- Mendoza, D., Castañeda, M., Lango, F., Galaviz, I., Montoya, J., Ponce, J. y Arenas, V. (2016). El efecto de la tecnología de biofloc (TBF) sobre la calidad del agua en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*: Una revisión. *Revista Bio Ciencias*, 4(4), 15. Obtenido de <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/271/286>
- Meyer, D. (2004). Introducción a la acuicultura. Repositorio de la Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2490/1/208986_0363%20-%20Copy.pdf

- Miranda, I., Valles, J.L., Sánchez R. y Álvarez. Z. (2010). Cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en agua dulce. Universidad del Zulia; Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica*, 4 (1), 339-346.
- Molina, C., Martínez, L. y Quadros, W. (2006). Alimentación suplementaria y manejo de la alimentación natural. En: Estado Actual y Perspectivas de la Nutrición de los Camarones Peneidos Cultivados en Iberoamérica. Rosas, C.; Carrillo, O.; Wilson, R.; Andreatta, E.R. (Eds). Programa CYTED-Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- Nicovita (2021). Máxima eficiencia implementando los sistemas multifásicos. *Nicovita* <https://nicovita.com/noticias/maxima-eficiencia-implementando-los-sistemas-multifasicos/>
- Ormeño, A. (2013). Diseño organizacional para la empresa mueblería y transportes Toledo del cantón la libertad, provincia de Santa Elena, año 2013. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/bitstream/123456789/1321/1/DISE%20ORGANIZACIONAL%20PARA%20LOS%20LABORATORIOS%20DE%20LARVAS%20DE%20CAMAR%20MARI%20NO%20DEL%20CANT%20SALINAS,%20PROVINCIA%20DE%20SANT.pdf>
- Oviedo, J., Oviedo, A., Carmona, C., Velez, G. y Reina, J. (2020). Diseño de un sistema acuapónico monitoreado mediante internet de las cosas e inteligencia artificial. *Revista científica*, 41(47). Obtenido de: <http://www.revistaespacios.com/a20v41n47/a20v41n47p05.pdf>
- Roy, L., Allen, D., Saoud, I., Boyd, C.A, Pine, H.J. y Boyd, C. E.. (2010). Shrimp culture in inland low salinity waters. *Reviews in Aquaculture*, 2, 191–208.

- Scaglione, M., Ferrero, G., Pergazere, M., Bugnon, M., Sciara, A. y Cerutti, R. (2017). Acuaponia, nueva tecnología de producción agropecuaria. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de:https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_SCAGLIONE_C_ACUAPONIA.pdf
- Tidwell, J. H. (2012). Aquaculture Production Systems. Recirculating Aquaculture Systems. John Wiley & Sons, Inc. 245-277.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M. 2010. Recirculating Aquaculture (2nd ed.), Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY.
- Valenzuela, W., Rodríguez, G. y Esparza, H. (2010). Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. *Ra Ximbai* 6(1), 1-8.
- Valle Sotomayor, C. (2020). Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro. Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 56. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15500/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-173.pdf>
- Yambay, R. y Alvarez, M. (2017). CULTIVO INTENSIVO DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei* EN SISTEMAS CERRADOS DE RECIRCULACION. Repositorio de Universidad de Guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21008/1/TESIS%20FINAL%20RODRIGO%20YAMBAY.pdf>