



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



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DE DOS Y TRES DIAS DE AYUNO A LA
SEMANA Y EL INCREMENTO DE LA RACIÓN
POST AYUNO EN EL CRECIMIENTO DE *Litopenaeus*
vannamei

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Junior Jair Castro Morán

TUMBES, PERÚ

2017



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



TESIS DE PREGRADO

EFFECTO DE DOS Y TRES DÍAS DE AYUNO A LA
SEMANA Y EL INCREMENTO DE LA RACIÓN
POST AYUNO EN EL CRECIMIENTO DE *Litopenaeus*
vannamei

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Junior Jair Castro Morán

TUMBES, PERÚ

2017

RESPONSABLES

Bach. JUNIOR JAIR CASTRO MORÁN

EJECUTOR

Mg. ALBERTO ORDINOLA ZAPATA

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Dr. AUBERTO HIDALGO MOGOLLÓN

PRESIDENTE

Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA

SECRETARIO

Mg. JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO

VOCAL

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Mg. Alberto Ordinola Zapata, quien me ayudó a realizar todas las gestiones correspondientes en mi tesis, además de asesorarme en todo lo concerniente a ello. A la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar por haberme facilitado el uso de la infraestructura del laboratorio para ejecutar este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios que orienta mi vida y me brinda esta gran oportunidad de seguir adelante para hacer realidad todos mis proyectos.

A mi madre Jéscica Lorena Morán Castillo y a mi abnegado padre César Alejandro Castro Agurto, por su apoyo incondicional, por la fuerza moral y el reto que me impusieron para hacerme digno ante la sociedad.

A mis hermanas Aslyd y Leslie, por su apoyo incondicional, alentador y generoso en todo momento y circunstancias de la vida. A mis abuelos Teresa Castillo Girón y Teodoro Morán Cruz, quienes siempre me han enseñado cosas buenas y llenas de valores.

A todos mis profesores, compañeros de carrera y demás amistades de la Universidad Nacional de Tumbes

CONTENIDO

RESPONSABLES	iii
JURADO DICTAMINADOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. ANTECEDENTES.....	16
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
3.1. Material.....	21
3.2. Métodos.	22
3.2.1. Acondicionamiento del local y acuarios.	22
3.2.2. Transporte de juveniles de <i>L. vannamei</i>	23
3.2.3. Siembra de juveniles de <i>L. vannamei</i>	23
3.2.4. Alimentación.....	23
3.2.5. Determinación del peso promedio por individuo.	25
3.2.6. Mantenimiento de los acuarios.	25
3.2.7. Toma de parámetros de calidad de agua.	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Crecimiento en peso y supervivencia.	26
4.2. Incremento de biomasa y cantidad de alimento consumido.	27
4.3. Factor de conversión alimenticio.....	28
4.4. Temperatura, pH y salinidad del agua durante el cultivo.	29
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
Anexos.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Frecuencia e incremento de ración post ayuno de los tratamientos ensayados.	23
Tabla 2. Ajustes a la tasa de alimentación	24
Tabla 3. Peso promedio del langostino alcanzado semanalmente en cada repetición por tratamiento e incremento total de peso promedio.....	39
Tabla 4. Incremento de biomasa del langostino alcanzado semanalmente en cada repetición por tratamiento.	40
Tabla 5. Cantidad acumulada de alimento consumido por el langostino en cada repetición por tratamiento.	41
Tabla 6. Factor de conversión alimenticio del langostino en cada repetición por tratamiento.	42
Tabla 7. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.....	43
Tabla 8. Prueba post hoc HSD de Tukey ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.....	44
Tabla 9. Subgrupos según la prueba post hoc HSD de Tukey ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.	45
Tabla 10. Temperatura promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.	46
Tabla 11. pH promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.	47
Tabla 12. Salinidad promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Acuarios cubiertos con tela tul ubicados en el laboratorio de Acuicultura II de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar utilizados para el experimento.....	22
Figura 2. Pesado del langostino mediante balanza gramera digital.....	25
Figura 3. Crecimiento en peso promedio del langostino por tratamiento.	27
Figura 4. Incremento de biomasa y cantidad de alimento consumido al final del cultivo.	27
Figura 5. Factor de conversión alimenticio durante el cultivo.	28
Figura 6. Variación de la temperatura del agua de cultivo.....	29
Figura 7. Variación del pH del agua de cultivo.....	29
Figura 8. Variación de la salinidad del agua de cultivo.	30

Efecto de dos y tres días de ayuno a la semana y el incremento de la ración post ayuno en el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*.

Bach. Junior Jair Castro Morán¹
Mg. Alberto Ordinola Zapata²

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto que tienen dos y tres días consecutivos de ayuno semanales y un incremento de la ración post ayuno en el crecimiento, supervivencia y factor de conversión alimenticia de juveniles de *Litopenaeus vannamei*, La experimentación se llevó a cabo en 9 acuarios de vidrio con 90 L de capacidad de trabajo en un laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes. Se utilizaron 3 repeticiones por cada tratamiento más un control (alimentado todos los días). Se colocaron en cada acuario 8 juveniles de aproximadamente 5 g de peso provenientes de cultivo comercial de la zona. Se alimentó dos veces al día (8:00 a.m. y 2:00 p.m.) con alimento balanceado comercial al 35 % de proteína. Luego de 9 semanas de cultivo se logró un incremento total de peso promedio individual fue 7,96 g, 7,42 g y 6,43 g para los tratamientos de 0, 2 y 3 días de ayuno a la semana, respectivamente; siendo estadísticamente similares los de cero y dos días de ayuno semanales, mientras que en el de tres días, se vio afectado negativamente el crecimiento. La supervivencia obtenida al final del cultivo fue del 100 % en todos los tratamientos; no siendo afectada por los días de ayuno. El factor de conversión alimenticio promedio final del langostino fue 1,52; 1,18 y 1,11, respectivamente; siendo significativamente mejor donde se aplicaron dos y tres días de ayuno. Los factores de conversión alimenticios relativamente bajos indican recuperación del peso del langostino en los días de ayuno; demostrando crecimiento compensatorio.

Palabras clave: Langostino, camarón, biomasa, conversión alimenticia, *Litopenaeus vannamei*.

¹Bachiller de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Tumbes

²Profesor Principal de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Tumbes

Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Pesquero
Universidad Nacional de Tumbes
Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Pesquera
Calle Los Ceibos S/N Puerto Pizarro, Tumbes-Perú
e-mail: junior_24_aries@hotmail.com

Effect of two and three days of fasting per week and increase of the post-fasting ration on the growth of *Litopenaeus vannamei*.

Bach. Junior Jair Castro Morán¹
Mg. Alberto Ordinola Zapata²

ABSTRACT

In order to determine the effect of two and three consecutive fasting days per week and an increase in the post-fasting ration on growth, survival and feed conversion factor of juveniles of *Litopenaeus vannamei*, experimentation was carried out in 9 aquariums of glass with 90 L of capacity of work in a laboratory of the Faculty of Fisheries Engineering and Sciences of the Sea of the National University of Tumbes. Three replicates were used for each treatment plus one control (fed every day). Eight juveniles were placed per aquarium of approximately 5 g of weight from commercial cultivation of the area. It was fed twice a day (8:00 a.m. and 2:00 p.m.) with commercial balanced feed at 35 % protein. After 9 weeks of cultivation a total average weight increase was achieved with 7.96 g, 7.42 g and 6.43 g obtained as a result of 0, 2 and 3 days of fasting per week, respectively; Being statistically similar treatments of zero and two days of fasting per week, whereas in three days of fasting per week the growth was negatively affected; That is to say that in two and three days of fasting weekly the shrimp was adversely affected in the growth. The survival at the end of the culture was 100 % in all treatments; Not being affected by the days of fasting. The final average feed conversion factor of the shrimp was 1.52; 1.18 and 1.11, respectively; being significantly better where fasting days were applied. Relatively low feed conversion factors indicate recovery of shrimp weight on fasting days; demonstrating compensatory growth.

Key words: Shrimp, shrimp, biomass, feed conversion, *Litopenaeus vannamei*.

¹ Student of the School of Fisheries Engineering of the National University of Tumbes

² Principal Professor of the School of Fisheries Engineering, National University of Tumbes

Thesis presented to obtain the professional title of Fisheries Engineer

National University of Tumbes

Engineering Faculty of Fisheries and Marine Sciences

Academic Professional School of Fisheries Engineering

Calle Los Ceibos S / N Puerto Pizarro, Tumbes, Perú

E-mail: junior_24_aries@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los recursos hidrobiológicos son uno de los constituyentes más importantes de la dieta humana, los cuales se obtienen mediante la pesca; sin embargo, la cantidad de organismos acuáticos que son capturados en la pesca va disminuyendo cada día más; debido a ello existe la imperiosa necesidad de encontrar alternativas para seguir contando con dichos recursos y esto se puede lograr mediante una acuicultura racional y sostenible.

Uno de los puntos críticos para la acuicultura es la alimentación; pues representa entre el 45 % al 60 % del costo total de producción (Fenucci, 2003).

Entre los animales acuáticos cultivados, los crustáceos decápodos son los de mayor importancia, ya que presentan un buen crecimiento, adaptación al medio y son altamente rentables, dentro de ellos, *Litopenaeus vannamei* es una de las especies de mayor importancia acuícola dentro de este grupo.

Una buena parte de la rentabilidad del cultivo de *Litopenaeus vannamei*, depende del adecuado manejo de la alimentación (Zendejas, 2004 citado por Benites & Carrasco, 2009).

El manejo de la alimentación implica estrategias para minimizar los costos y las pérdidas de alimento en sistemas acuícolas, entre ellas se tienen: la sustitución de insumos de origen animal marino por el de origen vegetal en los alimentos balanceados, y la utilización de bandejas de alimentación o muestreadores. También se ha pretendido sustituir la harina y aceite de pescado que son caros, por la harina y aceite de soya más baratos; pero aún no se encuentra un reemplazo efectivo para la harina de pescado en la formulación de dietas balanceadas (Berger, 2000).

Otra de las estrategias es la utilización de bandejas de alimentación, con el propósito principal de minimizar las pérdidas de alimento balanceado (Clifford, 1997 citado por Jory, 2001); aunque la mayoría de empresas practican esta estrategia, aún hay ciertas pérdidas de alimento por dispersión o lixiviación, lo que origina en algunos casos un incremento en la eutrofización de los cuerpos de agua.

A parte de las estrategias antes señaladas, también se ha ensayado en cultivos acuícolas la aplicación de períodos cortos de ayuno durante la crianza, para disminuir la cantidad de

alimento aplicado, con lo que se reduce el costo de la alimentación y adicionalmente se reduce la cantidad de nutrientes que son expulsados en los efluentes, buscando no alterar la supervivencia ni el crecimiento de los organismos en cultivo.

El ayuno es la restricción de la ingesta de alimentos durante cierto periodo de tiempo; muchas especies pueden en algún período de su vida, experimentar el ayuno debido a diversas situaciones de tipo estacional, climáticas, por competencia alimentaria o migraciones reproductivas. En varios organismos se ha observado que el ayuno genera posteriormente en el momento de disponibilidad de alimento, un crecimiento compensatorio, el cual es un proceso fisiológico en donde un organismo acelera su tasa de crecimiento después de un periodo de desarrollo restringido, usualmente debido a la reducción del consumo de alimento (Hornick, Van Eenaeme, Gérard, Dufrasne, & Istasse, 2000; Vigliano, Quiroga, & Nieto, 2002). Este proceso es parcialmente responsable de la hiperfagia (tasas de consumo muy altas) con respecto a individuos que no experimentan restricción alimenticia y dependerá del estadio de desarrollo y de la severidad del ayuno al que se sometan, lo cual puede ser una razón para que los organismos busquen alimento, reduzcan los residuos de alimentos en su medio de cultivo y aumente la eficiencia de crecimiento (Ali, Nicienza & Wootton, 2003).

De acuerdo a la duración del período de ayuno, se producen dos estados fisiológicos diferentes: en el primero cuando el periodo de ayuno es corto (menor a 7 a 10 días), el organismo subsiste con sus reservas energéticas. En el segundo caso cuando el ayuno es crónico, se toman las reservas lipídicas y proteicas, con lo que se produce pérdida de peso corporal (Farbridge & Leatherland, 1992); sin embargo, en periodos cortos es posible que el organismo experimente el ayuno sin pérdida de peso corporal.

En el caso de organismos carnívoros, Bond (1996) citado por Vigliano, Quiroga & Nieto (2002), ha señalado que ingieren alimento con menor frecuencia que otras especies, y por tanto se encuentran mejor adaptadas a períodos de restricción alimentaria.

El ayuno se ha ensayado en el cultivo de algunas especies acuáticas, entre ellas el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*), al cual se ha sometido experimentalmente a periodos de uno y dos días de ayuno a la semana verificándose que tanto con uno o dos días de ayuno se logra similares tasas de crecimiento, índice de conversión y supervivencia, lo que demuestra que

el crecimiento en este organismo no está influenciado por períodos cortos de restricción alimenticia (García & Cerezo, 2004).

Asimismo, en otro estudio sobre el efecto del ayuno en *Lithodes santolla* (cangrejo rey), se encontró que los animales sometidos a periodos cortos de ayuno ingirieron una cantidad total de alimento menor a la de los que se alimentaban todos los días, lo que mejoró del índice de conversión y mantuvo la ganancia de peso, que son indicadores característicos del estado de crecimiento compensatorio (Comoglio, Goldsmit & Amin, 2008).

Este efecto del ayuno en el crecimiento de organismos acuáticos, también se ha observado en camarones peneidos; Comoglio, Goldsmit & Amin (2008) señalan que *L. vannamei* se adapta bien a tolerar la privación de alimentos durante un tiempo corto, incluso otros autores como Dall (1994), Jeffries & Wilcox (1976) citados por Comoglio, Goldsmit & Amin (2008), han encontrado que los langostinos y las langostas pueden compensar el peso perdido debido al ayuno, con la ingesta de agua de modo que no hay pérdida efectiva de peso.

Una buena parte de la rentabilidad del cultivo de *Litopenaeus vannamei*, depende del adecuado manejo de la alimentación, por ello es necesario comprender el comportamiento de este organismo en épocas de escasez de alimento, para en base a ello poder plantear estrategias que reduzcan el consumo de éste, sin alterar su calidad nutricional y sin perjudicar el crecimiento y supervivencia de los organismos en cultivo (Benites & Carrasco, 2009 citando a Zendejas, 2004).

El ayuno en cortos periodos aparte de no tener efecto negativo en el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, se ha encontrado que tiene como beneficios adicionales: menor consumo de oxígeno, mayor supervivencia, mayor capacidad de resistir y recuperarse del estrés y menor factor de conversión alimenticio (Stuck, Watts & Wang, 1996). Adicionalmente, Pascual et al. (2006), en el estudio relacionado con los cambios bioquímicos, fisiológicos e inmunológicos durante la inanición en los juveniles de *Litopenaeus vannamei*, han encontrado que en langostinos alimentados con 40 % de proteína, su estado nutricional e inmunológico se vio afectado significativamente después de 14 días de ayuno. Estos resultados, indican que el langostino bien nutrido puede tolerar hasta 14 días de ayuno sin necesidad de modificar la respuesta inmune, ya que puede adaptarse a la privación de alimentos en función de su estado nutricional previo.

En vista a lo antes señalado, el ayuno en cortos periodos sólo altera en una mínima parte, la tasa de crecimiento, la supervivencia, la resistencia al estrés, el factor de conversión y la respuesta inmune; adicionalmente puede reducir los costos de alimentación en el cultivo del langostino. Esta técnica se ha ensayado ya en muchos organismos acuáticos como el pulpo, cangrejo rey, etc., y sería conveniente estudiar su efecto en el cultivo de *Litopenaeus vannamei*.

En tal sentido, se deduce que someter a *Litopenaeus vannamei* a cortos períodos de ayuno, es una alternativa para minimizar la cantidad de alimento a suministrar, sin alterar el crecimiento y supervivencia, y por lo tanto obtener un factor de conversión alimenticio bajo; esta estrategia se ha logrado en los organismos antes mencionados con ensayos de 2 y 3 días de ayuno durante la semana y un incremento de la ración post ayuno dando esto origen a la siguiente pregunta: ¿Qué efecto tiene el ayuno de dos y tres días durante la semana y un incremento de la ración post ayuno en el crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei*?

Para lo cual se planteó como hipótesis: El crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei*, son iguales entre el tratamiento control y el tratamiento de dos días de ayuno durante la semana.

Y como objetivo de la investigación: determinar si el número de días de ayuno durante la semana y el incremento de la ración post ayuno influye sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*.

II. ANTECEDENTES.

Litopenaeus vannamei, también conocido como camarón blanco, es un crustáceo decápodo nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, que se encuentra distribuido desde Sonora, México hasta Tumbes, Perú. Vive en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. Esta especie se le encuentra en hábitats marino-tropicales, los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la poslarva migra a las costas a pasar la etapa juvenil en busca de ensenadas, estuarios, lagunas costeras y manglares, hasta alcanzar la etapa pre-adulta; luego, ya siendo adultos migran mar adentro buscando aguas profundas para su reproducción y así el ciclo se repite. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g a una edad que va entre 6 a 7 meses. El número de huevos fértiles que produce *L. vannamei* está entre 100 000 y 250 000 para hembras de 30 a 45 g (FAO, 2006).

Litopenaeus vannamei es una especie en la cual pocos trabajos se han realizado acerca de los días de ayuno, sin embargo se sabe que es una especie muy rentable económicamente, pero también posee un gasto de alimentación que oscila entre 45 a 60 % para este tipo de cultivo (Fenucci, 2003).

Según Fenucci (2003), el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, actualmente ya es una actividad rentable, pero debería mejorar su rentabilidad disminuyendo el costo por alimentación, ya que este rubro significa entre el 45 al 60 % en gastos de producción.

Muchas especies pueden en algún período de su vida, estar sometidas a variaciones en la disponibilidad de alimento debido a diversas situaciones de tipo estacional, climáticas, por competición alimentaria o migraciones reproductivas. Estos períodos de ayuno son condiciones frecuentes en la vida de los organismos, siendo el entorno quien influye en el desarrollo de una serie de cambios metabólicos y de comportamiento, con el fin de adaptarse a las condiciones imperantes (Vigliano, Quiroga & Nieto, 2002).

El ayuno, es una forma de restricción alimentaria que se ha ensayado en el cultivo de algunas especies acuáticas, entre ellas el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*), al cual se ha sometido experimentalmente a periodos de uno y dos días de ayuno a la semana con incremento de la tasa de alimentación post-ayuno, evaluándose su crecimiento, índice de conversión y supervivencia; se verificó que la tasa de alimentación se incrementó en al

menos 20 % luego del ayuno, así también con uno o dos días de ayuno se logró similares tasas de crecimiento, índice de conversión y supervivencia, lo que demuestra que el crecimiento no parece estar influenciado por períodos cortos de restricción alimenticia (García & Cerezo, 2004).

En el caso de los camarones peneidos, existen investigaciones relacionadas con la influencia del ayuno en el crecimiento y otros factores de la producción, así se puede mencionar a Ochoa & Velásquez (2006), quienes reportan que *Litopenaeus vannamei* sometido a un largo período de ayuno muestra una reducción en las condiciones nutricionales, fisiológicas e inmunológicas; sin embargo, otros autores como Comoglio, Goldsmit & Amin (2008) señalan que este crustáceo se adapta bien a tolerar la privación de alimentos durante algún tiempo corto, ya que es una parte natural del ciclo de vida de los mismos.

Según Farbridge & Leatherland (1992), mencionan que existen dos estados fisiológicamente diferentes en la duración del periodo de ayuno. El primero relacionado con las fases tempranas de ayuno (menor de 7 a 10 días) y es caracterizado por movilización rápida de las reservas disponibles. El segundo está vinculado a periodos crónicos de ayunos (mayor a 10 días).

Las razones fisiológicas y bioquímicas de este fenómeno de crecimiento compensatorio no se entienden claramente, pero la mayoría, o casi todos los organismos vivos lo exhiben en algún periodo de su vida. La causa principal está normalmente relacionada con la restricción nutricional, que puede correlacionarse con muchos factores ambientales tales como temperaturas bajas o altas, niveles bajos de oxígeno, parámetros químicos indeseables del agua, nutrición desequilibrada o simplemente sub-alimentación (Zeigler, 2012).

Los animales logran su crecimiento compensatorio debido a tres mecanismos: Prolongación del periodo de crecimiento, incremento en el ritmo de ganancia de peso y aumento de apetito (Bavera, Bocco, Beguet, & Petryna, 2005).

Existen investigaciones sobre la utilización de la técnica de crecimiento compensatorio en los cultivos acuícolas, así por ejemplo *L. vannamei*, como las que se muestran a continuación:

Ochoa & Velásquez (2006), cuantificaron el efecto de diferentes periodos de ayuno sobre la mortalidad y el tiempo de desarrollo del langostino *L. vannamei*. El diseño experimental consistió en 9 periodos de ayuno (H), seguidos de alimentación continua; además de una dieta control, que consistió en alimentación continua (CA). Los tratamientos de ayuno fueron sostenidos a partir de dos días hasta los 18 días (H2, H4 – H18 días). A partir del octavo día de ayuno, las poslarvas mostraron insuficientes reservas energéticas para restablecerse, alcanzando mortalidades mayores a 95 %. El control no registró mortalidades y la resistencia a la falta de alimento fue más débil a medida que los días de ayuno se prolongaron entre los 2, 4 y 6 días con mortalidades entre 35, 49 y 71 %, respectivamente. Sobre la base de la mortalidad acumulada se evaluó el efecto del ayuno estimando el punto de no retorno (PNR₅₀), momento en el cual las poslarvas no fueron capaces de recobrase a los $3,97 \pm 0,31$ días. El tiempo de desarrollo fue asumido como la capacidad de ecdisis de la poslarva. Con alimentación continua, el resultado fue $3,44 \pm 0,73$ días para efectuar la muda. Con dos días de ayuno el proceso de ecdisis duplicó el tiempo registrado en el control. Poco incremento fue observado a los 6 días de ayuno y un aumento muy significativo a los 8 días. En conclusión, las poslarvas de langostino requieren de disponibilidad de alimento inmediato y sostenido en las fases iniciales para minimizar mortalidades y optimizar su desarrollo.

Stuck, Watts & Wang (1996), llevaron a cabo un experimento con langostino *L. vannamei* en jaulas donde se expusieron a dos regímenes de alimentación. A un grupo se le sometió a un tratamiento de ayuno por 12 días y luego se le alimentó durante los 12 días siguientes. Un segundo grupo tuvo un tratamiento de alimentación durante todo el estudio que fue de 24 días. Se tomaron muestras de 4 individuos de cada uno de los dos grupos en los días 0, 1, 2, 4, 8, 12, 13, 14, 16, 20 y 24. El resultado al someter a cortos periodos de ayuno aparte de no tener efecto negativo en el crecimiento de *L. vannamei*, se ha encontrado que tiene como beneficios adicionales, el menor consumo de oxígeno, una mayor supervivencia y una mayor capacidad de resistencia y recuperación al estrés.

Pascual et al. (2006) estudiaron a juveniles de *L. vannamei* que habían sido sometidos a un ayuno y luego se les había adicionado una dieta con niveles óptimos de proteína dietética (DPL). También se abordó el efecto del nivel de proteína en la dieta sobre las reservas nutricionales del langostino y su relación con el estado inmunológico. Los juveniles de langostino fueron alimentados durante 21 días con dietas que contenían entre un 5% a un 40% de proteínas. Fueron evaluados y considerados como condición inicial los metabolitos de la hemolinfa (glucosa, colesterol, proteínas, acilgliceroles, y lactato), la hemocianina, la capacidad osmorregulatoria, glucógeno de la glándula digestiva y lípidos; así como, condiciones inmunes (caracterización de hemocitos, la actividad de fenoloxidasa, estallido respiratorio basal y activado). Después de los 21 días, el langostino se muere de inanición. Durante el tiempo de ayuno, se evaluaron los langostinos cada 7 días, observándose una reducción en todos los indicadores fisiológicos e inmunológicos. El nivel de proteína de la dieta acondicionada, tuvo un efecto significativo sobre dicha respuesta, con menor efecto en langostinos alimentados con 40 % DPL, observándose también que después de 14 días de inanición se ve afectado su peso húmedo, estado nutricional e inmunitario. En los langostinos alimentados con 5 % DPL, la tolerancia de ayuno es de 7 días y presenta como consecuencia bajas reservas de proteínas circulatorias. Todo esto demuestra que el nivel de proteína dietética influye en el estado inmunitario del langostino. En este sentido se puede concluir que el metabolismo de la proteína es muy importante para éste crustáceo.

Córdova & Cienfuegos (2012), sometieron a *L. vannamei* en condiciones de laboratorio a periodos cortos de ayuno durante la semana, empleando 3 tratamientos: un tratamiento control alimentando de lunes a domingo (T_0), otro dejando de alimentar los domingos (T_1) y un último dejando de alimentar los sábados y domingos (T_2). Se utilizaron 3 acuarios de 0,144 m³ de capacidad por cada tratamiento, sembraron juveniles de 5,20 g a 5,90 g de peso promedio, a una densidad de 8 individuos por acuario (22 ind./m²). El cultivo duró 11 semanas y se obtuvo como resultado que los tratamientos ensayados no afectaron la supervivencia de los juveniles, obteniéndose un 100 % de supervivencia en los tres tratamientos ensayados. Los organismos que fueron sometidos al T_0 y al T_1 lograron incrementos de pesos promedios finales de 8,77 g y 8,20 g, con una tasa de crecimiento promedio de 0,8 g/semana y 0,75 g/semana respectivamente, valores que resultaron ser estadísticamente similares ($p < 0,05$), pero diferentes en comparación al T_2 , cuyos valores promedios fueron de 6,57 g de incremento de peso final y 0,60 g/semana de tasa de

crecimiento. El factor de conversión alimenticio al final del cultivo fue estadísticamente similar entre los dos últimos tratamientos (T_1 y T_2), los cuales no afectaron el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei*.

El ayuno se ha ensayado en el cultivo de algunas otras especies acuáticas, entre ellas el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*), al cual se ha sometido experimentalmente ha periodos de uno y dos días de ayuno a la semana evaluándose su crecimiento, índice de conversión y supervivencia; se verificó que tanto con cero, uno o dos días de ayuno se logra similares tasas de crecimiento, y supervivencia, lo que demuestra que el crecimiento no parece estar influenciado por períodos cortos de restricción alimenticia; el índice de conversión fue significativamente mejor en dos días de ayuno (García & Cerezo, 2004).

Otro estudio sobre el efecto del ayuno, se ha realizado en *Lithodes santolla* (cangrejo rey) (Comoglio, Goldsmit & Amin, 2008), cuyos resultados mostraron que los animales sometidos a periodos cortos de ayuno ingirieron una cantidad total de alimento menor a la de los animales que se alimentaban todos los días, lo que supuso una mejora del índice de conversión y ganancia de peso similar, que son indicadores característicos del estado de crecimiento compensatorio.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material.

Material biológico

- 100 juveniles de *Litopenaeus vannamei*

Material de laboratorio

- 9 acuarios de 120 L (40 cm x 75 cm x 40 cm).
- 5 baldes de 20 L.
- 1 probeta graduada de 100 ml.
- 2 chayos de tul rojo.
- 3 m de manguera plástica de 0,25 pulgadas de diámetro.
- 10 m de manguera plástica de 0,50 cm de diámetro.
- 2 franelas.
- 1 escoba.
- 2 esponjas de dunlopillo.
- 9 piedras difusoras.
- 1 tanque con capacidad de 140 L
- 9 m de tul rojo
- 2 escobillas

Insumos

- 3 kg de alimento balanceado con 35 % de proteína

Reactivos

- 1 L de ácido muriático
- 1 L de solución de vitamina C al 40 %
- 1 L de hipoclorito de sodio al 5 %
- 1 kg de detergente

Equipos

- 1 termómetro de mercurio
- 1 refractómetro
- 1 potenciómetro
- 1 balanza gramera con precisión de 0,1 g.
- 1 cámara digital.

3.2. Métodos.

3.2.1. Acondicionamiento del local y acuarios.

El experimento se realizó en el Laboratorio de Acuicultura II de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes. Éste se limpió y desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm. Este proceso se repitió para los acuarios y materiales que se utilizaron en la investigación.

Se añadieron 90 L de agua salobre a los acuarios de 120 L, se les colocó aireación con piedras difusoras y se cubrieron con tela tul de 1 mm de abertura, para evitar el escape de los langostinos y la caída de insectos dentro del acuario (figura 1).



Figura 1. Acuarios cubiertos con tela tul ubicados en el laboratorio de Acuicultura II de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar utilizados para el experimento.

3.2.2. Transporte de juveniles de *L. vannamei*.

Se adquirieron 100 juveniles de *L. vannamei* de 5 g de peso provenientes de cultivo comercial. Éstos fueron colocados en 5 baldes de 20 L de capacidad para su transporte hasta el Laboratorio de Acuicultura II.

3.2.3. Siembra de juveniles de *L. vannamei*.

Se tomaron 2 acuarios de 120 L cada uno para recepcionar a los juveniles. Éstos tuvieron agua salobre a temperatura ambiente. Los juveniles fueron pasados a bolsas plásticas con agua de su balde y colocados dentro del acuario para que las temperaturas de la bolsa y el acuario se igualen, una vez ocurrido esto, se procedió a pasar los juveniles de la bolsa al acuario con un calcalillo.

Luego de la aclimatación, se fue pasando 8 juveniles a cada uno de los acuarios restantes (esta cantidad fue equivalente a una densidad de 24 langostinos/m²). Después de ello se realizó la asignación al azar de cada tratamiento a cada uno de los acuarios.

3.2.4. Alimentación.

Se alimentó dos veces al día (8:00 a.m. y 2:00 p.m.) con alimento balanceado comercial al 35 % de proteínas con un diámetro de *pellet* de 2,5 mm. El régimen de alimentación semanal se realizó como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia e incremento de ración post ayuno de los tratamientos ensayados.

Tratamiento	Frecuencia	Incremento de ración post-ayuno
T0	Todos los días	0 %
T1	2 días de ayuno (sábado y domingo)	20 %
T2	3 días de ayuno (miércoles, sábado y domingo)	20 %

La cantidad de alimento balanceado se calculó al inicio de cada semana en base al peso promedio del langostino y el número de los mismos, el cual se

multiplicó por la tasa de alimentación establecida en base a la tabla recomendada por Talavera, Sánchez, & Zapata (1998).

La cantidad de alimento administrado se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q_A = TA * W * N * S$$

Donde: QA = Cantidad de alimento a utilizar, por unidad experimental.
 TA = Tasa de alimentación tabular.
 W = Peso medio de los individuos, por unidad experimental.
 N = Población inicial de individuos, por unidad experimental;
 y
 S = Supervivencia existente, por unidad experimental.

Posteriormente se ajustó la tasa diaria de alimentación en base a los residuos de alimento que dejaron los langostinos en cada acuario. Tomando como referencia la tabla 2, basada en las tablas de ajuste de alimentación de Talavera, Sánchez & Zapata (1998) con modificaciones específicas para esta investigación:

Tabla 2. Ajustes a la tasa de alimentación

Cantidad de alimento remanente	Ajuste a la tasa de alimentación
Mayor a 25 %	Reducir la tasa de alimentación en 30 %
Entre 25 % y 10 %	Reducir la tasa de alimentación en 20 %
Menor a 10 %	Mantener la tasa de alimentación
0 %	Incrementar tasa de alimentación en 10 %

La cantidad de alimento balanceado suministrado en los tratamientos en los que se ensayó el ayuno, fue incrementado cada primer día post-ayuno en un 20 % respecto a la tasa de consumo, posteriormente fue ajustada de acuerdo al consumo, teniendo como referencia la tabla 2.

3.2.5. Determinación del peso promedio por individuo.

Utilizando una balanza gramera digital se pesaron los individuos (figura 2) uno por uno y se calculó el promedio, el cual representa el peso promedio individual de cada acuario (unidad experimental). Este peso fue determinado semanalmente.



Figura 2. Pesado del langostino mediante balanza gramera digital.

3.2.6. Mantenimiento de los acuarios.

Los acuarios fueron sifoneados a diario para tener mayor limpieza, retirar los restos de comida y heces de los langostinos, luego de esto se compensó el nivel de agua en el acuario.

Se controló a diario la salinidad del agua del acuario, utilizando un refractómetro y se trató de mantener la salinidad en un rango estable añadiendo agua dulce o salada según fuera necesario.

3.2.7. Toma de parámetros de calidad de agua.

La temperatura, pH y salinidad fueron registradas una vez a la semana en todos los acuarios. Para ellos se empleó un termómetro, potenciómetro y refractómetro, respectivamente.

IV. RESULTADOS

4.1. Crecimiento en peso y supervivencia.

El peso promedio del langostino en 9 semanas de cultivo a partir de 5,47 g de peso promedio inicial fue 13,39 g; 12,97 g y 11,93 g; en tanto que el incremento total de peso promedio individual fue 7,96 g, 7,42 g y 6,43 g obtenidos por efecto de los 0, 2 y 3 días de ayuno a la semana, respectivamente (tabla 3).

El análisis de varianza determinó que no hubo diferencia significativa entre los pesos promedios de los tratamientos al inicio del cultivo ($\alpha > 0,05$); pero sí entre pesos promedios finales y entre los incrementos totales de peso promedio individual ($\alpha < 0,05$) (tabla 7). La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que el peso promedio final obtenido con 0 y 2 días de ayuno fue mayor y homogéneo que con 3 días de ayuno (tablas 8 y 9). Sin embargo, en el incremento total de peso promedio individual se formaron tres grupos homogéneos; es decir, fueron diferentes entre sí, siendo de mayor a menor: 0, 2 y 3 días de ayuno, respectivamente (tablas 8 y 9).

En la figura 3, se puede ver que conforme avanza el cultivo los pesos promedios individuales a los 0 y 2 días de ayuno se elevan por encima del obtenido a los 3 días de ayuno. Asimismo, se observa una ligera diferencia entre los pesos promedios a los 0 y 2 días de ayuno, siendo mayor a los 0 días de ayuno.

La supervivencia obtenida al final del cultivo fue del 100 % en todos los tratamientos. Es decir que los días de ayuno no tuvieron ningún efecto sobre la supervivencia del langostino.

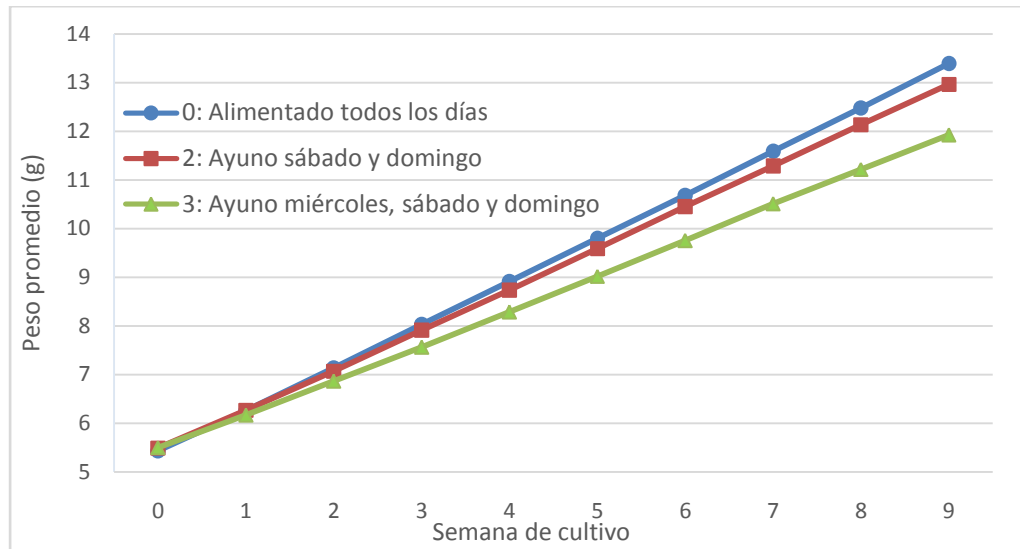


Figura 3. Crecimiento en peso promedio del langostino por tratamiento.

4.2. Incremento de biomasa y cantidad de alimento consumido.

El incremento de biomasa refleja los mismos resultados que los obtenidos por el incremento de peso promedio individual; pues a partir de éste se calculó el primero (tabla 4). En la figura 4, se puede apreciar que a medida que aumentan los días de ayuno semanales, el incremento de biomasa del langostino disminuye. Igualmente, en esta misma figura se puede ver que la cantidad total de alimento consumido disminuye al aumentar los días de ayuno; así como también el consumo de alimento semanal (tabla 5).

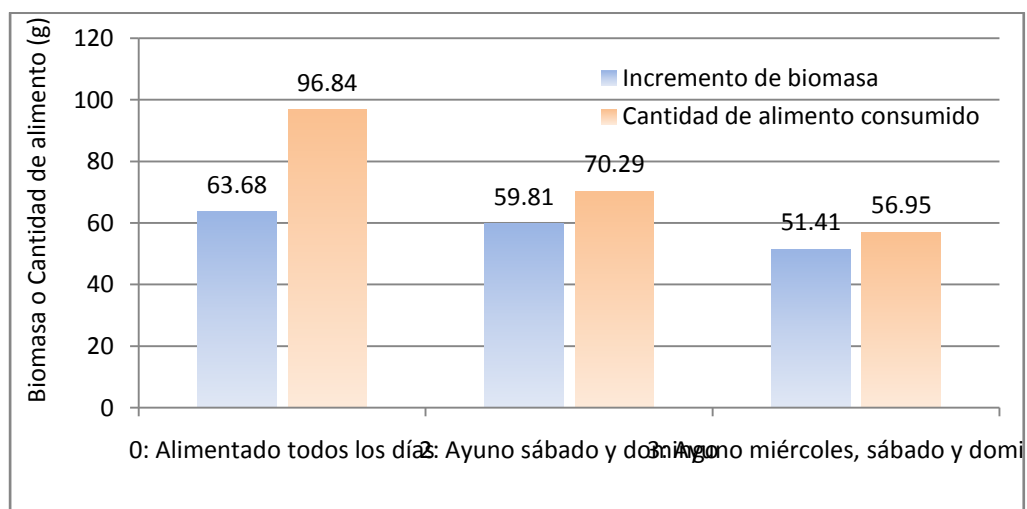


Figura 4. Incremento de biomasa y cantidad de alimento consumido al final del cultivo.

El análisis de varianza determinó que hubo diferencia significativa entre las cantidades promedios de alimento balanceado consumido de los tratamientos ($\alpha < 0,05$) (tabla 7). La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) determinó la formación tres grupos homogéneos; es decir, son diferentes entre sí, siendo de mayor a menor: 0, 2 y 3 días de ayuno, respectivamente (tablas 8 y 9).

4.3. Factor de conversión alimenticio.

El factor de conversión alimenticio (FCA) promedio final del langostino fue 1,52; 1,18 y 1,11 por efecto de los 0, 2 y 3 días de ayuno a la semana, respectivamente (tabla 6). El análisis de varianza determinó que hubo diferencia significativa entre los factores de conversión alimenticio de los tratamientos ($\alpha < 0,05$) (tabla 7). La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que el FCA obtenido con 2 y 3 días de ayuno fue mayor y homogéneo que con 0 días de ayuno (tablas 8 y 9). La diferencia entre los factores de conversión alimenticios promedios se observa desde la primera semana de cultivo y se mantiene hasta el final (figura 5). Sin embargo, aumentan ligeramente los valores en todos los casos conforme avanza el cultivo a partir de la semana 5. Nótese que no hay mucha diferencia entre 2 y 3 días de ayuno.

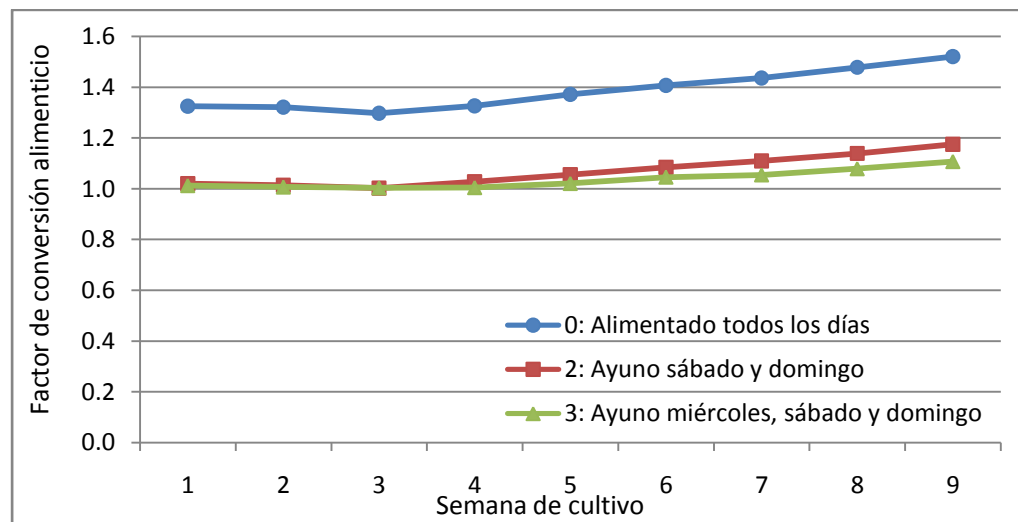


Figura 5. Factor de conversión alimenticio durante el cultivo.

4.4. Temperatura, pH y salinidad del agua durante el cultivo.

Como se muestra en la figura 6 y tabla 10, la temperatura se mantuvo mayormente en el rango de 28 a 29 °C en todos los tratamientos; no mostrándose diferencias notables entre éstos.

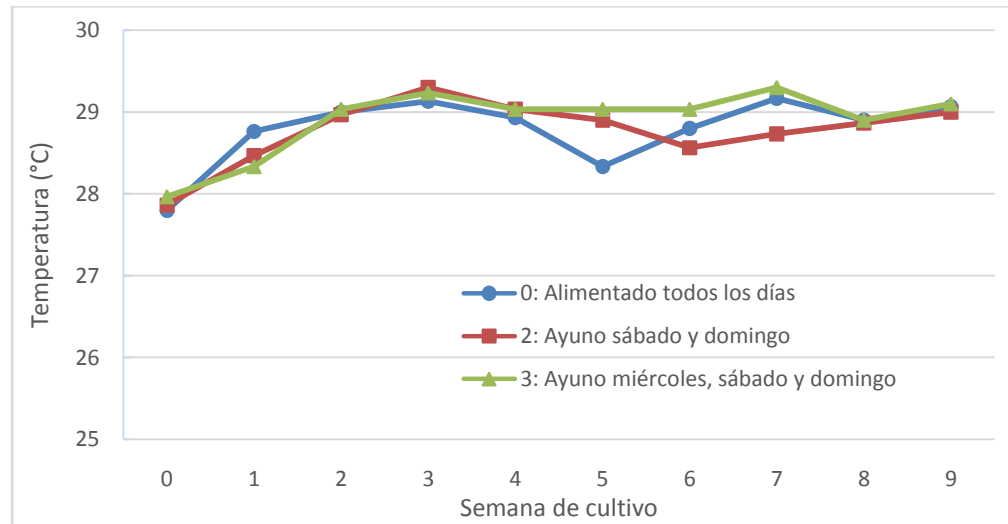


Figura 6. Variación de la temperatura del agua de cultivo.

Los valores de pH se mantuvieron mayormente en el rango de 7,6 a 8,0 en todos los tratamientos; no mostrándose diferencias notables entre los tratamientos (figura 7 y tabla 11).

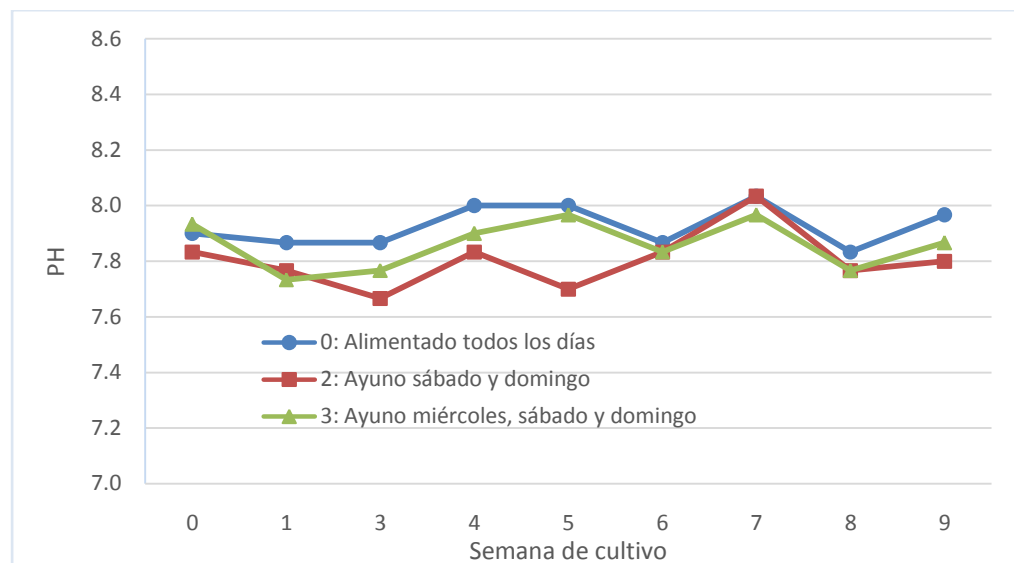


Figura 7. Variación del pH del agua de cultivo.

La salinidad del agua de cultivo se mantuvo entre 28 y 31 ‰ en todos los tratamientos; no mostrándose diferencias notables entre los tratamientos con una tendencia a subir conforme avanzó el cultivo (figura 8 y tabla 12).

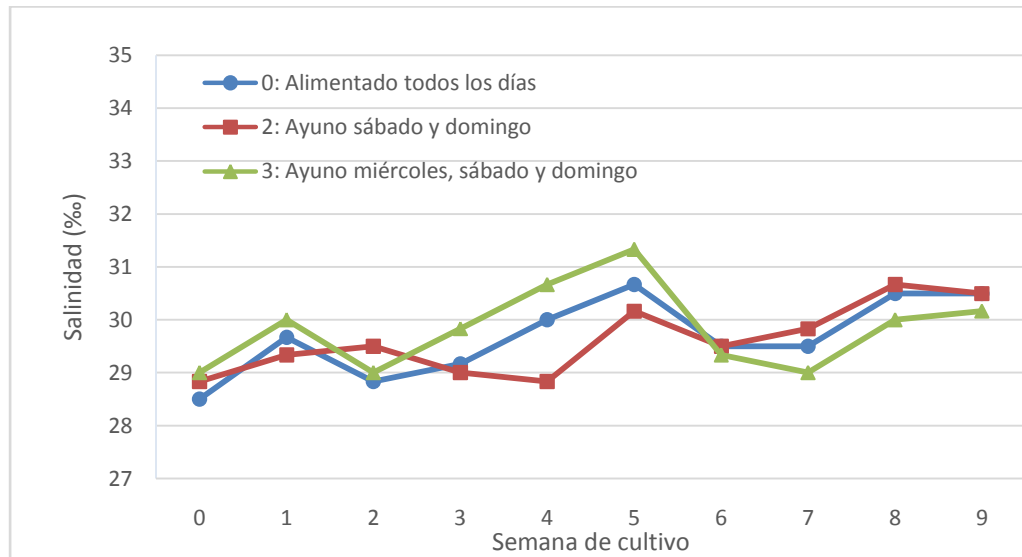


Figura 8. Variación de la salinidad del agua de cultivo.

V. DISCUSIÓN

Se observó que hubo similitud entre los pesos promedios finales en 0 y 2 días de ayuno siendo mayores al obtenido a 3 días de ayuno. Sin embargo, los incrementos de peso promedio individual no fueron similares entre sí. Esto se debió seguramente, a que los pesos promedios iniciales no fueron muy similares. Por tanto, este último parámetro representa mejor el crecimiento. En ese sentido, cabe mencionar que a partir de dos días de ayuno el langostino se ve afectado negativamente en el crecimiento tal como lo obtuvo Córdova & Cienfuegos (2012), quienes sometiendo a *L. vannamei* en condiciones de laboratorio a periodos cortos de ayuno de 0, 1 y 2 días por semana, logró mayores y similares incrementos de peso individuales en los dos primeros y menores en el último caso. Similares resultados obtuvieron Stuck, Watts & Wang (1996), quienes llevaron a cabo un experimento con langostino *L. vannamei* en jaulas donde se expusieron a dos regímenes de alimentación, con y sin ayuno, indicando que no se observaron efectos negativos en el crecimiento al someter a cortos periodos de ayuno, debido al crecimiento compensatorio (Bavera et al., 2005; Zeigler, 2012).

Sin embargo, la calidad de la dieta post ayuno es de suma importancia para el crecimiento compensatorio; pues alimentos con alto nivel y mejor calidad de proteína permiten recuperar el peso del langostino como lo ha demostrado Pascual et al. (2006), quienes consideran hasta un 40 % de proteína en la dieta; así, niveles de proteína similares fueron utilizados en este experimento (35 %).

La supervivencia (100 % en todas las unidades experimentales) es el parámetro que no ha sido influenciado por los 0, 2 y 3 días de ayuno semanales experimentados; iguales resultados fueron logrados por Córdova & Cienfuegos (2012) en juveniles de langostino, así como en el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*), al cual se ha sometido experimentalmente a periodos de uno y dos días de ayuno a la semana llegándose a obtener la misma supervivencia (García & Cerezo, 2004). Tal vez esto se deba al estado fisiológico de las fases tempranas de ayuno (menor de 7 a 10 días) que es caracterizado por movilización rápida de las reservas disponibles (Farbridge & Leatherland, 1992). Sin embargo, a nivel de poslarva de *Litopenaeus vannamei* no se evidencia este fenómeno, tal como lo indican Ochoa & Velásquez (2006), quienes concluyen que las poslarvas de langostino requieren

de disponibilidad de alimento inmediato y sostenido en las fases iniciales para minimizar mortalidades y optimizar su desarrollo.

Los resultados demostraron que los mejores factores de conversión se lograron con 2 y 3 días de ayuno semanales respecto al de 0 días de ayuno; los mismos resultados encontraron Córdova & Cienfuegos (2012) con uno y dos días de ayuno respecto a 0 días de ayuno; al parecer, los consumos relativamente bajos de alimento balanceado debido a los días de ayuno, reducen el factor de conversión alimenticio; aunque debería reducir su peso en los días de ayuno por el no consumo de alimento, el peso es recuperado; esto demuestra crecimiento compensatorio. Similares resultados se obtuvo en *Octopus vulgaris* (García & Cerezo, 2004).

Aunque se espera que el pH del agua de cultivo sea afectado positivamente a favor de los tratamientos con días de ayuno por cuanto hay una reducción de la cantidad de alimento suministrado, principal fuente de impacto ambiental, no se ha visto favorecido, por lo menos no notablemente.

VI. CONCLUSIONES

1. El incremento total de peso promedio individual fue 7,96 g, 7,42 g y 6,43 g obtenidos por efecto de los 0, 2 y 3 días de ayuno a la semana, respectivamente; siendo diferentes entre sí.
2. En dos y tres días de ayuno el langostino se vio afectado negativamente en el crecimiento.
3. La supervivencia obtenida al final del cultivo fue del 100 % en todos los tratamientos; no siendo afectada por los días de ayuno.
4. El factor de conversión alimenticio (FCA) promedio final del langostino fue 1,52; 1,18 y 1,11 por efecto de los 0, 2 y 3 días de ayuno a la semana, respectivamente; siendo significativamente mejores en 2 y 3 días de ayuno.
5. Los factores de conversión alimenticios relativamente bajos indican recuperación del peso del langostino en los días de ayuno; demostrando crecimiento compensatorio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se han probado dos a más días consecutivos semanales de ayuno, se sugiere experimentar dos días de ayuno semanales alternados para permitir una recuperación pronta del crecimiento del langostino después de cada día de ayuno.
2. Elevar el nivel y calidad de la proteína del alimento balanceada a utilizar para mejorar la recuperación del crecimiento del langostino.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M., Nicieza, A., & Wootton, R. J. (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and fisheries*, 4(2), 147-190. DOI: 10.1046/j.1467-2979.2003.00120.x
- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). *Crecimiento y desarrollo compensatorios. Cursos Producción Bovina de Carne, F.A.V.* Buenos Aires, Argentina: Editorial Argentina de Producción Animal. Recuperado de http://www.produccion_animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/11-crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf
- Benites, S. P., & Carrasco, A. J. (2009). Efecto de cuatro dietas alimenticias sobre el crecimiento y supervivencia del *Penaeus vannamei* (Tesis de Ingeniero Pesquero). Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.
- Berger, C. (2000). Aportes de la Bio-Tecnología a la Alimentación y a la Inmunostimulación de Camarones peneidos. In L. E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. A. Olvera-Novoa, & R. Civera-Cerecedo (Eds.), *Avances en Nutrición Acuícola. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. (Pp. 102-110). Mérida, México: V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Recuperado de http://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/V/archivos/berger.pdf
- Comoglio, L., Goldsmit, J., & Amin, O. (2008). Starvation effects on physiological parameters and biochemical composition of the hepatopáncreas of the southern king crab *Lithodes santolla* (Molina 1782). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(2), 345-353. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572008000200012>
- Córdova, C., & Cienfuegos, J. (2012). *Efecto del número de días de ayuno durante la semana sobre el crecimiento y supervivencia de Litopenaeus vannamei* (Tesis de Ingeniero Pesquero). Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2006). *Programa de información de especies acuáticas*. Roma,

Italia: FAO. Recuperado de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es

Farbridge, K., & Leatherland, J. (1992). Temporal changes in plasma thyroid hormone, growth hormone and free fatty acid concentrations, and hepatic monodeiodinase activity, lipid and protein content during chronic fasting and re-feeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 10(3), 245 – 257. DOI: 10.1007/BF00004518

Fenucci, G. (2003). *Manual para la cría de camarones peneidos*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S00.htm#TOC>

García, B., & Cerezo, J. (2004). Influencia del número de días de ayuno a la semana sobre el crecimiento, el índice de conversión y la supervivencia en el Pulpo de Roca (*Octopus vulgari*, Cuvier. 1797). *Revista Aquatic*. 21: 34-41. Recuperado de <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=177>

Hornick, J., Van Eenaeme, C., Gérard, O., Dufrasne, I., & Istasse, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 19(2), 121–132. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(00\)00072-2](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(00)00072-2)

Jory, D. R. (2001). *Manejo integral del alimento de Camarón, de estanques de producción camaroneros, y principios de bioseguridad*. Monterrey, México: Curso lance en acuicultura.

Ochoa, P., & Velásquez, P. (2006). *Efectos del ayuno sobre la supervivencia y el tiempo de desarrollo de post-larvas de Camarón Litopenaeus vannamei*. Zaragoza, España: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2006. Recuperado de <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=134>.

Pascual, C., Sánchez, A., Zenteno, E., Cuzon, G., Gabriela, G., Brito, R., ... Rosas, C. (2006). Biochemical, physiological, and immunological changes during starvation in juveniles of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 251(2–4), 416–429. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.06.001>

- Stuck, K., Watts, S. & Wang, S. (1996). Biochemical responses during starvation and subsequent recovery in postlarval Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Marine Biology*, 125(1), 33-45. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/r06610817j167727>
- Talavera, V., Sánchez, D., & Zapata, L. M. (1998). Métodos de alimentación. *Boletín Nicovita Camarón de Mar*, 3(5), 1-6. Recuperado de http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9805_01.pdf
- Vigliano, F., Quiroga, M., & Nieto, J. (2002). Adaptaciones metabólicas al ayuno y realimentación en peces. *Rev. Ictiog*, 10(1-2), 79-108. Recuperado de <http://vet.unne.edu.ar/inicne/revictiol/6%20vigliano/6vigliano.pdf>
- Zeigler, T. (2012). Crecimiento compensatorio genera ganancias ocultas. *Global Aquaculture Advocate*, mayo/junio de 2012, 18 – 19. Recuperado de <http://www.gaalliance.org/mag/2012/SP-May-Jun/download.pdf>

Anexos

Tabla 3. Peso promedio del langostino alcanzado semanalmente en cada repetición por tratamiento e incremento total de peso promedio.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	5,71	5,17	5,42	5,43	5,38	5,23	5,87	5,49	5,56	5,63	5,31	5,50
1	6,49	5,99	6,31	6,26	6,14	6,01	6,66	6,27	6,23	6,29	5,99	6,17
2	7,36	6,87	7,17	7,13	6,89	6,82	7,51	7,07	6,92	6,97	6,7	6,86
3	8,27	7,73	8,09	8,03	7,74	7,67	8,32	7,91	7,61	7,66	7,42	7,56
4	9,13	8,64	8,97	8,91	8,61	8,48	9,11	8,73	8,33	8,38	8,15	8,29
5	10,01	9,53	9,86	9,80	9,5	9,33	9,95	9,59	9,06	9,09	8,91	9,02
6	10,86	10,42	10,77	10,68	10,41	10,14	10,81	10,45	9,82	9,83	9,62	9,76
7	11,78	11,34	11,65	11,59	11,25	10,99	11,63	11,29	10,57	10,59	10,37	10,51
8	12,67	12,23	12,54	12,48	12,07	11,87	12,48	12,14	11,28	11,31	11,07	11,22
9	13,58	13,15	13,45	13,39	12,89	12,73	13,29	12,97	11,94	12,05	11,79	11,93
Incremento total	7,87	7,98	8,03	7,96	7,51	7,50	7,42	7,48	6,38	6,42	6,48	6,43

Tabla 4. Incremento de biomasa del langostino alcanzado semanalmente en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	6,24	6,56	7,12	6,64	6,08	6,24	6,32	6,21	5,36	5,28	5,44	5,36
2	13,20	13,60	14,00	13,60	12,08	12,72	13,12	12,64	10,88	10,72	11,12	10,91
3	20,48	20,48	21,36	20,77	18,88	19,52	19,60	19,33	16,40	16,24	16,88	16,51
4	27,36	27,76	28,40	27,84	25,84	26,00	25,92	25,92	22,16	22,00	22,72	22,29
5	34,40	34,88	35,52	34,93	32,96	32,80	32,64	32,80	28,00	27,68	28,80	28,16
6	41,20	42,00	42,80	42,00	40,24	39,28	39,52	39,68	34,08	33,60	34,48	34,05
7	48,56	49,36	49,84	49,25	46,96	46,08	46,08	46,37	40,08	39,68	40,48	40,08
8	55,68	56,48	56,96	56,37	53,52	53,12	52,88	53,17	45,76	45,44	46,08	45,76
9	62,96	63,84	64,24	63,68	60,08	60,00	59,36	59,81	51,04	51,36	51,84	51,41

Tabla 5. Cantidad acumulada de alimento consumido por el langostino en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	9,09	8,39	8,83	8,77	6,39	6,25	6,38	6,34	5,48	5,53	5,27	5,43
2	18,57	17,24	18,07	17,96	12,98	12,78	12,63	12,80	11,08	11,17	10,69	10,98
3	27,83	25,90	27,13	26,95	19,42	19,17	19,56	19,38	16,44	16,56	16,7	16,57
4	38,06	35,58	37,18	36,94	26,59	26,22	27,14	26,65	22,3	22,46	22,44	22,40
5	49,27	46,25	48,22	47,91	34,49	33,98	35,42	34,63	28,68	28,86	28,71	28,75
6	60,22	57,92	59,08	59,07	43,15	42,42	43,51	43,03	35,6	35,78	35,49	35,62
7	72,09	69,35	70,82	70,75	51,57	50,65	52,22	51,48	42,3	42,49	42,06	42,28
8	84,86	81,68	83,46	83,33	60,61	59,54	61,57	60,57	49,45	49,65	49,07	49,39
9	98,55	94,94	97,02	96,84	70,26	69,08	71,52	70,29	57,02	57,28	56,54	56,95

Tabla 6. Factor de conversión alimenticio del langostino en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,46	1,28	1,24	1,33	1,05	1,00	1,01	1,02	1,02	1,05	0,97	1,01
2	1,41	1,27	1,29	1,32	1,07	1,00	0,96	1,01	1,02	1,04	0,96	1,01
3	1,36	1,26	1,27	1,30	1,03	0,98	1,00	1,00	1,00	1,02	0,99	1,00
4	1,39	1,28	1,31	1,33	1,03	1,01	1,05	1,03	1,01	1,02	0,99	1,00
5	1,43	1,33	1,36	1,37	1,05	1,04	1,09	1,06	1,02	1,04	1,00	1,02
6	1,46	1,38	1,38	1,41	1,07	1,08	1,10	1,08	1,04	1,06	1,03	1,05
7	1,48	1,40	1,42	1,44	1,10	1,10	1,13	1,11	1,06	1,07	1,04	1,06
8	1,52	1,45	1,47	1,48	1,13	1,12	1,16	1,14	1,08	1,09	1,06	1,08
9	1,57	1,49	1,51	1,52	1,17	1,15	1,20	1,18	1,12	1,12	1,09	1,11

Tabla 7. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significació n
Peso promedio individual inicial (g)	Inter-grupos	0,008	2	0,004	0,057	0,945
	Intra-grupos	0,427	6	0,071		
	Total	0,435	8			
Peso promedio individual final (g)	Inter-grupos	3,419	2	1,709	34,449	0,001
	Intra-grupos	0,298	6	0,050		
	Total	3,717	8			
Incremento de peso promedio individual (g)	Inter-grupos	3,687	2	1,844	474,071	0,000
	Intra-grupos	0,023	6	0,004		
	Total	3,711	8			
Cantidad de alimento consumido (g)	Inter-grupos	2474,070	2	1237,035	755,349	0,000
	Intra-grupos	9,826	6	1,638		
	Total	2483,896	8			
Factor de conversión alimenticio	Inter-grupos	0,297	2	0,149	167,262	0,000
	Intra-grupos	0,005	6	0,001		
	Total	0,303	8			

Tabla 8. Prueba post hoc HSD de Tukey ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

Variable dependiente	(I) Días de ayuno	(J) Días de ayuno	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Peso promedio individual inicial (g)	0	2	-0,06000	0,21775	0,959	-0,7281	0,6081
		3	-0,06667	0,21775	0,950	-0,7348	0,6014
	2	0	0,06000	0,21775	0,959	-0,6081	0,7281
		3	-0,00667	0,21775	0,999	-0,6748	0,6614
	3	0	0,06667	0,21775	0,950	-0,6014	0,7348
		2	0,00667	0,21775	0,999	-0,6614	0,6748
Peso promedio individual final (g)	0	2	0,42333	0,18188	0,127	-0,1347	0,9814
		3	1,46667*	0,18188	0,000	0,9086	2,0247
	2	0	-0,42333	0,18188	0,127	-0,9814	0,1347
		3	1,04333*	0,18188	0,003	0,4853	1,6014
	3	0	-1,46667*	,18188	0,000	-2,0247	-0,9086
		2	-1,04333*	,18188	0,003	-1,6014	-0,4853
Incremento de peso promedio individual (g)	0	2	0,48333*	,05092	0,000	0,3271	0,6396
		3	1,53333*	,05092	0,000	1,3771	1,6896
	2	0	-0,48333*	,05092	0,000	-0,6396	-0,3271
		3	1,05000*	,05092	0,000	0,8938	1,2062
	3	0	-1,53333*	,05092	0,000	-1,6896	-1,3771
		2	-1,05000*	,05092	0,000	-1,2062	-0,8938
Cantidad de alimento consumido (g)	0	2	26,55000*	1,04489	0,000	23,3440	29,7560
		3	39,89000*	1,04489	0,000	36,6840	43,0960
	2	0	-26,55000*	1,04489	0,000	-29,7560	-23,3440
		3	13,34000*	1,04489	0,000	10,1340	16,5460
	3	0	-39,89000*	1,04489	0,000	-43,0960	-36,6840
		2	-13,34000*	1,04489	0,000	-16,5460	-10,1340
Factor de conversión alimenticio	0	2	0,35000*	0,02434	0,000	0,2753	0,4247
		3	0,41333*	0,02434	0,000	0,3386	0,4880
	2	0	-0,35000*	0,02434	0,000	-0,4247	-0,2753
		3	0,06333	0,02434	0,090	-0,0114	0,1380
	3	0	-0,41333*	0,02434	0,000	-0,4880	-0,3386
		2	-0,06333	0,02434	0,090	-0,1380	0,0114

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

Tabla 9. Subgrupos según la prueba post hoc HSD de Tukey^a ($\alpha=0,05$) de las variables que se indican utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

Variable	Días de ayuno	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
			1	2	3
Peso promedio individual inicial (g)	0	3	5,4333		
	2	3	5,4933		
	3	3	5,5000		
	Significación		0,950		
Peso promedio individual final (g)	3	3	11,9267		
	2	3		12,9700	
	0	3		13,3933	
	Significación		1,000	0,127	
Incremento de peso promedio individual (g)	3	3	6,4267		
	2	3		7,4767	
	0	3			7,9600
	Significación		1,000	1,000	1,000
Cantidad de alimento consumido (g)	3	3	56,9467		
	2	3		70,2867	
	0	3			96,8367
	Significación		1,000	1,000	1,000
Factor de conversión alimenticio	3	3	1,1100		
	2	3	1,1733		
	0	3		1,5233	
	Significación		0,090	1,000	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Tabla 10. Temperatura promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	27,3	27,8	28,3	27,8	27,7	28,1	27,8	27,9	27,9	28,1	27,9	28,0
1	28,5	29,1	28,7	28,8	27,6	29,3	28,5	28,5	28,3	28,6	28,1	28,3
2	29,5	28,5	29,0	29,0	29,0	29,0	28,9	29,0	29,2	29,2	28,7	29,0
3	29,4	29,2	28,8	29,1	29,8	29,1	29,0	29,3	28,9	29,5	29,3	29,2
4	28,6	29,0	29,2	28,9	29,5	28,9	28,7	29,0	29,4	28,6	29,1	29,0
5	27,9	28,6	28,5	28,3	29,1	28,5	29,1	28,9	28,7	29,5	28,9	29,0
6	28,2	28,8	29,4	28,8	27,9	28,4	29,4	28,6	29,0	28,8	29,3	29,0
7	29,0	29,3	29,2	29,2	28,0	28,7	29,5	28,7	29,2	29,2	29,5	29,3
8	29,2	28,6	28,9	28,9	28,8	28,9	28,9	28,9	28,9	28,7	29,1	28,9
9	28,9	29,0	29,3	29,1	29,2	28,6	29,2	29,0	28,9	29,5	28,9	29,1
Promedio	28,7±0,7	28,8±0,4	28,9±0,4	28,8±0,4	28,7±0,8	28,8±0,4	28,9±0,5	28,8±0,4	28,8±0,5	29,0±0,5	28,9±0,5	28,9±0,4

Tabla 11. PH promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	8,0	8,0	7,9
1	7,8	8,1	7,7	7,9	7,6	8,0	7,7	7,8	7,6	7,8	7,8	7,7
2	8,0	8,0	7,6	7,9	8,0	7,9	8,0	8,0	7,9	7,9	8,0	7,9
3	7,8	7,9	7,9	7,9	7,7	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,9	7,8
4	8,0	8,1	7,9	8,0	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8	7,9	8,0	7,9
5	8,1	8,2	7,7	8,0	7,6	7,6	7,9	7,7	7,8	8,0	8,1	8,0
6	7,9	7,9	7,8	7,9	7,8	8,0	7,7	7,8	7,9	7,7	7,9	7,8
7	8,1	8,0	8,0	8,0	8,0	7,9	8,2	8,0	8,0	7,9	8,0	8,0
8	7,9	7,9	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8
9	8,1	7,9	7,9	8,0	7,8	7,9	7,7	7,8	7,8	7,8	8,0	7,9
Promedio	8,0±0,1	8,0±0,1	7,8±0,1	7,9±0,1	7,8±0,1	7,8±0,1	7,8±0,2	7,8±0,1	7,8±0,1	7,9±0,1	8,0±0,1	7,9±0,1

Tabla 12. Salinidad promedio semanal del agua de cultivo en cada repetición por tratamiento.

Semana de cultivo	Alimentado todos los días				Ayuno sábado y domingo				Ayuno miércoles, sábado y domingo			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0	28,5	28,0	29,0	28,5	29,0	28,5	29,0	28,8	29,0	29,5	28,5	29,0
1	29,5	29,0	30,5	29,7	29,5	29,0	29,5	29,3	30,5	30,0	29,5	30,0
2	28,0	29,5	29,0	28,8	30,0	30,5	28,0	29,5	28,0	28,0	31,0	29,0
3	28,5	29,0	30,0	29,2	28,5	28,0	30,5	29,0	29,5	29,5	30,5	29,8
4	30,0	29,5	30,5	30,0	29,0	29,5	28,0	28,8	30,0	31,0	31,0	30,7
5	29,5	31,0	31,5	30,7	31,0	30,0	29,5	30,2	31,5	30,5	32,0	31,3
6	30,0	29,0	29,5	29,5	30,5	28,0	30,0	29,5	28,5	29,0	30,5	29,3
7	29,0	30,5	29,0	29,5	32,0	29,5	28,0	29,8	29,0	29,5	28,5	29,0
8	30,5	31,0	30,0	30,5	30,5	31,0	30,5	30,7	30,0	30,5	29,5	30,0
9	30,0	30,5	31,0	30,5	29,5	31,5	30,5	30,5	30,5	30,0	30,0	30,2
Promedio	29,4±0,8	29,7±1,0	30,0±0,9	29,7±0,7	30,0±1,1	29,6±1,2	29,4±1,1	29,6±0,7	29,7±1,1	29,8±0,9	30,1±1,1	29,8±0,8