



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR**



**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA ACUÍCOLA**

TESIS DE PREGRADO

**Comparación del crecimiento y supervivencia en
etapa de engorde de *Litopenaeus vannamei* con tres
frecuencias de alimentación**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO**

PRESENTADO POR:

Br. Denys Daniel Chica González

TUMBES, PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR**



**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA ACUÍCOLA**

TESIS DE PREGRADO

**Comparación del crecimiento y supervivencia en
etapa de engorde de *Litopenaeus vannamei* con tres
frecuencias de alimentación**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO**

PRESENTADO POR:

Br. Denys Daniel Chica González

TUMBES, PERÚ

2019

RESPONSABLES

Br. DENYS DANIEL CHICA GONZÁLEZ

EJECUTOR

Dr. DAVID EDILBERTO SALDARRIAGA YACILA

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Dr. AUBERTO HIDALGO MOGOLLÓN

PRESIDENTE

Mg. MARCO ANTONIO ZAPATA CRUZ

SECRETARIO

Mg. ALBERTO ORDINOLA ZAPATA

VOCAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud, sabiduría y las fuerzas necesarias para cumplir con los objetivos propuestos en mi carrera profesional.

A la Empresa Langostinera Jesús del Gran Poder S.A por prestarme sus instalaciones para la ejecución del trabajo experimental de tesis.

Agradezco al gerente y administrador Juan Coba Icaza por darme las facilidades para cumplir con los objetivos del cultivo en los estanques de langostino, de la misma manera a todo el personal de colaboradores, por ese trato amable, considerado y buen compañerismo a lo largo de la ejecución del proyecto.

A mi padre Denis Chica Muñoz, por ese apoyo incondicional a lo largo de esta carrera, a mi abuela Rosario Tomalá y a toda mi familia por inculcarme valores en todo momento y el respaldo para ir paso a paso cumpliendo con cada una de mis metas.

A cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar por su dedicación e impartir conocimientos y experiencias para mi formación profesional.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta éste punto de mi carrera profesional, con buena salud y vida, con ganas de seguir luchando por cumplir mi meta.

A mis hijos, Mathias y Amelia, quienes son el pilar fundamental en mi vida y esas ganas de levantarme cada mañana y salir adelante.

A mi familia, por su aliento, apoyo incondicional y confianza plena de poder terminar mi carrera universitaria.

A los docentes que formaron parte de éste camino de profesionalismo, compartiendo sus conocimientos a lo largo de estos años.

CONTENIDO

RESPONSABLES	iii
JURADO DICTAMINADOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. ANTECEDENTES	15
III. MATERIAL Y MÉTODOS	18
3.1. Lugar y periodo de ejecución	18
3.2. Tipo de investigación	18
3.3. Diseño de investigación	19
3.4. Acondicionamiento de los estanques	19
3.5. Siembra de la post-larva	20
3.6. Alimentación en engorde	21
3.7. Toma de parámetros	21
3.8. Determinación del peso promedio y supervivencia	21
3.9. Cosecha	22
3.10. Procesamiento y análisis de datos	22
IV. RESULTADOS	23
4.1. Crecimiento en peso promedio del langostino en las tres frecuencias alimenticias	23
4.2. Supervivencia del langostino en las tres frecuencias alimenticias	24
4.3. Rendimiento del langostino en las tres frecuencias alimenticias	24
4.4. Factor de conversión alimenticio relativo del langostino en las tres frecuencias alimenticias	25
4.5. Promedios finales de la toma de parámetros de cada semana de oxígeno disuelto y pH	27
4.6. Promedios finales de la toma de parámetros de cada semana de salinidad, transparencia y temperatura	27
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Peso promedio semanal (g) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.....	38
Tabla 2. Supervivencia semanal (%) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.....	39
Tabla 3. Rendimiento semanal (kg/ha) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.....	40
Tabla 4. Factor de conversión alimenticio relativo semanal del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias	41
Tabla 5. Análisis de varianza del peso promedio, rendimiento, factor de conversión alimenticio relativo y supervivencia finales de <i>Litopenaeus vannamei</i> por efecto de tres frecuencias alimenticias, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.....	42
Tabla 6. Prueba de Duncan al peso promedio, supervivencia, rendimiento y factor de conversión alimenticio relativo finales de <i>Litopenaeus vannamei</i> por efecto de tres frecuencias alimenticias, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.....	43
Tabla 7. Información nutricional del alimento balanceado marca ABA, especificaciones físico-químicas requeridas	44
Tabla 8. Cantidad de alimento balanceado en libras suministrado para cada estanque en el cultivo.....	44
Tabla 9. Promedios finales de cada semana de los parámetros físico-químicos tomados en los estanques de cultivo	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Foto satelital de la langostinera Jesús del Gran Poder y sus diferentes secciones.....	18
Figura 2. Crecimiento en peso promedio de <i>L. vannamei</i> alimentado en tres frecuencias	23
Figura 3. Supervivencia de <i>L. vannamei</i> alimentado en tres frecuencias	24
Figura 4. Rendimiento de <i>L. vannamei</i> alimentado en tres frecuencias.....	25
Figura 5. Factor de conversión alimenticio relativo de <i>L. vannamei</i> alimentado a tres frecuencias de alimentación	26
Figura 6. Promedios finales de los parámetros de oxígeno y pH.....	27
Figura 7. Promedios finales de los parámetros de salinidad, transparencia y temperatura	28
Figura 8. Aplicación de carbonato de calcio en los estanques a sembrar, 50 kg/ha.....	46
Figura 9. Siembra directa de post-larva en los estanques	46
Figura 10. Alimentación al voleo en etapa de engorde con balanceado peletizado con 35 % de proteína 30 días después de la siembra	47
Figura 11. Toma del peso de langostinos en un recipiente con balanza electrónica para promediar su incremento en gramos semanalmente	47

Figura 12. Muestreo de población para determinar la supervivencia utilizando una atarraya de 5,5 m ²	48
Figura 13. Muestreo de dureza, para identificar si los langostinos están o no aptos para cosechar	48
Figura 14. Cosecha de los langostinos usando una canasta artesanal con red anhovetera colocada fuera la compuerta de desagüe	49
Figura 15. Pesaje de los langostinos, embarcados y transportados en camiones con hielo para preservar la calidad	49

Comparación del crecimiento y supervivencia en etapa de engorde de *Litopenaeus vannamei* con tres frecuencias de alimentación.

Br. Denis Daniel Chica González¹

Dr. David Edilberto Saldarriaga Yacila²

RESUMEN

Se investigaron las frecuencias de alimentación una, dos y tres dosis diarias de alimento balanceado en el cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* en 6 estanques de tierra comerciales de 6 ha cada uno. Se realizó una siembra directa con post-larva procedente de un centro de producción. Esta post-larva fue sembrada a una densidad de 8,3 individuos/m². Durante todo el cultivo se proporcionó un alimento comercial con 35 % de proteína. El horario de alimentación fue: en una ración diaria a las 7:00 h, en dos raciones diarias a las 7:00 y 14:00 h y en tres raciones diarias a las 7:00, 14:00 y 18:00 h. Luego de un periodo de cultivo de 121 días, el langostino alimentado a una, dos y tres raciones diarias logró crecimiento en peso promedio de 16,1 g, 20,4 g y 19,0 g, respectivamente, supervivencia de 61,0 %, 96,1 % y 94,1 %, respectivamente, rendimiento de 818,3 kg/ha, 1635,0 kg/ha y 1489,7 kg/ha, respectivamente y factor de conversión alimenticio de 1,9, 1,0 y 1,1, respectivamente. En todos estos parámetros, hubo diferencia significativa a favor de las frecuencias alimenticias de dos y tres raciones diarias en comparación de la de una ración diaria. Se concluye que con dos y tres raciones diarias de alimento balanceado tienen el mismo efecto en los parámetros de producción y son mejores que una ración diaria.

Palabras clave: Dosis de alimento, raciones diarias, *Litopenaeus vannamei*, frecuencia de alimentación.

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

² Profesor 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 Acuícola
Calle Los Ceibos S/N Puerto Pizarro, Tumbes-Perú
E-mail: danielchica90@hotmail.com, dsaldarriagay@gmail.com

Comparison of growth and survival in the fattening stage of *Litopenaeus vannamei* with three feeding frequencies

Br. Denis Daniel Chica González¹

Dr. David Edilberto Saldarriaga Yacila²

ABSTRACT

The feeding frequencies one, two and three feed rations were investigated in the semi-intensive *Litopenaeus vannamei* culture in 6 commercial earthen ponds of 6 ha each. A direct seeding was carried out with post-larvae from a production center. This larva post was planted at a density of 8.3 individuals/m². A commercial feed with 35 % protein was provided throughout the culture. The feeding schedule was: in a daily ration at 7:00 a.m., in two daily rations at 7:00 and 2:00 p.m. and in the daily rations at 7:00, 14:00 and 18:00 h. After a cultivation period of 121 days, the shrimp fed one, two and three daily rations growth in average weight of 16.1 g, 20.4 g and 19.0 g, respectively, survival of 61.0 %, 96.1 % and 94.1 %, respectively, yield of 818.3 kg/ha, 1635.0 kg/ha and 1489.7 kg/ha, respectively and feed conversion factor of 1.9, 1.0 and 1.1, respectively. In all these parameters, there was a significant difference in favor of the food frequencies of two and three daily rations in the comparison of a daily ration. It is concluded that two and three daily rations of balanced feed have the same effect on production parameters and are better than a daily ration.

Keywords: Dose of food, daily rations, *Litopenaeus vannamei*, frequency of feeding

¹ Bachelor of the School of Fishing Engineering of the National University of Tumbes.

² Principal Professor of the School of Fishing Engineering of the National University of Tumbes.

Thesis presented to obtain the professional title of Fisheries Engineer

National University of Tumbes

Faculty of Fisheries Engineering and Marine Sciences

Professional Academic School of Aquaculture Fisheries Engineering

Calle Los Ceibos S / N Puerto Pizarro, Tumbes-Peru

E-mail: danielchica90@hotmail.com, dsaldarriagay@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN.

Un problema inevitable en el cultivo de langostino es el costo del alimento balanceado, que según Jiménez y Guerra (2011), supera el 50 % de los gastos operativos de la actividad langostinera; representando el mayor costo de producción, sin considerar el gasto para el suministro del alimento en el estanque. Asimismo, un manejo adecuado del alimento balanceado, podrían generar uno de los dos siguientes problemas: la sobrealimentación y la subalimentación. La primera incrementa los costos de este rubro a la vez que genera impacto ambiental por la lixiviación del alimento (Molina-Poveda, Quadros, Martínez-Córdova y Fraga, 2008). La segunda conduce a la reducción de las utilidades debido a la baja producción (Jescovitch, Ullman, Rhodes and Davis, 2018) por las bajas tasas de crecimiento del langostino y las posibles mortalidades a causa de una baja capacidad del langostino para defenderse de los agentes patógenos debido a deficiencias nutricionales.

Para enfrentar estos dos problemas de alimentación, en las langostineras aplican tablas de alimentación, muestreos semanales para determinar peso, biomasa y supervivencia, uso de bandejas de alimentación, horarios y frecuencia de alimentación. De estas últimas existe una gran controversia acerca de la hora y la frecuencia de alimentación óptimas para el langostino en cultivo. Hay frecuencias desde una vez hasta cuatro veces por día en la etapa de engorde.

Algunos productores langostineros tratan de usar la menor frecuencia de alimentación (una dosis diaria) para disminuir el costo que genera el suministro de alimento en el estanque (más personal obrero) lo que puede dar lugar a una subalimentación, desperdicio de alimento con un incremento del impacto ambiental, deterioro de calidad del agua y suelo con una consecuente mortalidad y menor consumo de alimento con una baja biomasa a cosechar.

Muchas langostineras utilizan una frecuencia de dos dosis diarias. Igualmente, la información revisada afirma que a partir de dos dosis a más se logran mejores resultados que con una dosis diaria. Sin embargo, no han sido desarrollados estudios experimentales en estanques de tierra comerciales en sistema semi-intensivo. En ese sentido, es posible que al alimentar más veces al día se pueda mejorar el crecimiento

y supervivencia del langostino en estanques de tierra a nivel comercial en sistema semi-intensivo.

Por lo manifestado y considerando la importancia de la alimentación en la etapa de engorde del langostino, en esta oportunidad se investiga con qué frecuencia de alimentación (una, dos y tres dosis diarias) se logran mejores valores de los parámetros de producción en estanques de tierra comerciales en sistema semi-intensivo.

Por lo tanto, en este trabajo se comprobará la hipótesis que el mayor crecimiento y supervivencia ocurre con dos y tres dosis de alimento por día; tomando como base la información consultada para evaluar el efecto de la frecuencia de alimentación.

La ventaja de los resultados que se obtienen al realizar esta tesis es que pueden ser utilizados para mejorar la alimentación en sistema de cultivo semi-intensivo; por lo que pueden ser aplicados en los siguientes periodos de cultivo en la empresa langostinera Jesús del Gran Poder del Ecuador (lugar donde se realizó la experimentación) y de otras empresas langostineras; por esta razón el objetivo de esta investigación fue:

Determinar con cuál de las tres frecuencias de alimentación: de una, dos y tres dosis diarias, se logra el mejor crecimiento y supervivencia de *Litopenaeus vannamei* en cultivo semi-intensivo en estanques de tierra de nivel comercial.

II. ANTECEDENTES.

Romo y Álvarez (2006) manifiestan que el alimento balanceado es una de las variables de mayor importancia en los costos de producción de las langostineras, por lo que es necesario un adecuado manejo. Asimismo, Carvalho and Nunes (2006), afirman que la administración del alimento juega un papel importante en el estado económico y ambiental de las langostineras; por lo que involucra aspectos como: cuándo, dónde y cuánto alimentar. Del mismo modo, Jescovitch et al. (2018) afirma que la falta de alimento para el langostino durante el cultivo reduce el rendimiento de producción.

Sánchez y Ching (2003) sostienen que mediante bandejas de alimentación se puede prevenir la sobre y sub alimentación del langostino, mejorando la producción. Además, manifiestan que estas bandejas son muy útiles para observar aspectos sanitarios del langostino, que pueden llevarse a cabo en cualquier momento del cultivo.

Casillas-Hernández et al. (2006) en un experimento llevado a cabo en jaula flotante alimentando *ad libitum* en un comedero por jaula, determinaron que los langostinos alimentados dos horas antes de los picos enzimáticos (08:00 h, 18:00 h y 00:00 h) tuvieron una mayor producción con respecto a los camarones alimentados durante los picos de actividad enzimática. Concluyen que conocer los horarios de alimentación antes del pico de actividad enzimática es muy beneficioso para el cultivo semi-intensivo de esta especie.

Aalimahmoudi, Reyshahri, Bavarsad and Maniat (2016) evaluaron el efecto de la frecuencia de alimentación (2, 4 y 6 veces/día) en juveniles de *Litopenaeus vannamei* de 1,5 g, aproximadamente, durante 56 días. Los pesos promedios finales obtenidos para 2 y 4 veces/día ($6,73 \pm 0,09$ g y $6,98 \pm 0,15$ g, respectivamente) fueron significativamente menores que el tratamiento 6 veces/día ($8,56 \pm 0,16$ g) ($p < 0,05$). Asimismo, determinaron una diferencia significativa ($p < 0,05$) a favor del tratamiento 6 veces/día con los tratamientos 2 y 4 veces/día respecto al factor de conversión alimenticia (FCR), la tasa de crecimiento ($3,05 \pm 0,05\%$, $p < 0,05$) y la supervivencia. La salinidad, el oxígeno disuelto y la temperatura del agua no tuvieron diferencias

($p > 0,05$) entre los tratamientos; aunque el amonio, el nitrato, el fosfato y el pH, sí ($p < 0,05$).

Carvalho and Nunes (2006) evaluaron el efecto de la frecuencia de alimentación (2, 3, 4, 5 y 6 dosis/día) y los patrones de crecimiento de *Litopenaeus vannamei* en alimentación diurna. Mencionan que los langostinos de peso promedio inicial de $2,7 \pm 1,52$ g fueron alimentados con 2 dosis/día (a las 07:00 y 17:00), 3 dosis/día (a las 07:00, 11:00 y 15:00), 4 dosis/día (a las 07:00, 10:00, 13:00 y 15:00), 5 dosis/día (a las 07:00, 09:00, 12:00, 15:00 y 17:00) y 6 dosis/día (a las 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 y 17:00) y que a los 84 días de cultivo, el peso final promedio varió de $9,7 \pm 1,75$ a $10,9 \pm 1,90$ g; concluyendo que cuando las raciones de alimento se ajustan semanalmente, utilizando como único criterio la biomasa estimada de langostino, el suministro de alimento más de dos veces por día no es ventajoso en esta especie.

Atoche (2015) en una experiencia del cultivo de langostino blanco *Litopenaeus vannamei*, en el distrito de Suyo, Ayabaca, Piura, en un estanque de tierra de 262 m^2 a una densidad de 30 post-larvas/ m^2 de peso promedio 0,020 g a siembra directa alimentada con alimento balanceado al 35% con una frecuencia de alimentación de cuatro raciones diarias (06:30, 10:30, 14:30 y 18:30 horas) durante los primeros 14 días y luego a tres raciones diarias (06:00, 13:00 y 18:00 horas) utilizando comederos (80 %) y al voleo (20 %), en un periodo de 106 días, logró un peso promedio final de 17,58 g y talla promedio de 13,76 cm, el peso promedio ganado por semana fue de 0,82 g, el rendimiento fue de 2 675 kg/ha, el factor de conversión alimenticia fue de 1,66 y una supervivencia del 50,8 %.

Bayona (2013) con el objetivo de determinar el crecimiento del langostino blanco cultivado en dos estanques de tierra de 1000 m^2 , bajo un sistema de siembra directa, utilizando las aguas de regadío, con densidades de 28,4 y 29,1 individuos/ m^2 , respectivamente, de peso promedio 0,016 g, bajo una frecuencia de alimentación tres raciones diarias utilizando 8 comederos por estanque, se alcanzó un peso promedio de 22,14 g y 17,07 g durante 100 días de cultivo, con tasas de 1.70 y 1.42 g semanal, respectivamente; los rendimientos fueron de 1 851,2 kg/ha y de 1 832,60 kg/ha, con supervivencias de 35,1 % y 44,0 %, respectivamente; concluyendo que es posible alcanzar pesos superiores a los 15 g en tres meses de cultivo, bajo estas condiciones.

Pontes, De Lima and Arruda (2008) evaluaron el efecto de tres frecuencias de alimentación (3, 4 y 7 dosis/día) en el crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei* de 2 meses de edad con un peso corporal medio de $8,04 \pm 1,5$ g. Determinaron que utilizaron cinco langostinos por acuario, tres acuarios por cada tratamiento y alimento balanceado con 35 % de proteína suministrado en bandejas acrílicas de 4 x 3 x 2 cm, los resultados fueron similares y los animales alimentados con tres dosis por día obtuvieron menor ganancia de peso ($1,5 \pm 0,09$ g por semana); en tanto que los alimentados cuatro veces al día obtuvieron significativamente niveles de crecimiento similares que los alimentados siete veces al día ($1,6 \pm 0,1$ g por semana) y que la dosis de tres veces al día resultó mejor en peso final (16,3 g) que con las dosis de cuatro y siete veces al día (15,9 g).

Pontes, Marques, Andreatta, Moura and Silva (2015) evaluaron cuatro frecuencias de alimentación (1, 2, 3 y 4 dosis/día) en el crecimiento de *Farfantepenaeus paulensis* a una densidad de 5 langostinos/m² y peso promedio inicial de $4,7 \pm 0,25$ g en estanques de tierra con un alimento al 35 % de proteína y proporcionado en cantidades iguales en bandejas de alimentación para cada dosis a intervalos de 6 horas entre ellas. Determinaron que el menor crecimiento se dio en 1 dosis/día ($1,0 \pm 0,08$ g) y 4 dosis/día ($1,3 \pm 0,08$ g); en tanto que el mayor fue a 2 dosis al día ($1,8 \pm 0,09$ g); resultando similar que a 3 dosis al día ($1,9 \pm 0,09$ g). Concluyen que una dosis de alimento al día tuvo un efecto negativo en el incremento de peso, dos dosis al día es suficiente para el crecimiento de *F. paulensis* y tres o cuatro dosis al día puede aumentar el gasto de producción.

III. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Lugar y periodo de ejecución.

El trabajo experimental se desarrolló en el campo de producción de la empresa langostinera Jesús del Gran Poder, con un área de 240 ha de espejo de agua y se encuentra ubicada en Ecuador – Santa Elena, parroquia Colonche, Pueblo de Jambelí, frente a la carretera principal de la vía a Jambelí - Manglaralto, al lado del río Javita. Su ubicación geográfica se encuentra a una latitud de -2.03603319 y a una longitud de -80.71760416 La ejecución de la tesis tuvo un periodo comprendido desde el 26 de octubre de 2017 hasta el 27 de febrero de 2018.



Figura 1. Imagen satelital de la langostinera Jesús del Gran Poder y sus diferentes secciones.

3.2. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, donde se evaluó el efecto de tres frecuencias de alimentación en el crecimiento y supervivencia de *Litopenaeus vannamei* en la etapa de engorde.

3.3. Diseño de investigación.

El diseño de investigación aplicado fue estímulo creciente y se condujo a través del diseño completamente al azar.

La frecuencia de alimentación fue la variable independiente. Se ensayaron tres tratamientos, cada uno con dos repeticiones. Los tratamientos que se utilizaron fueron:

T0: Frecuencia de una ración de alimento al día (7:00 am).

T1: Frecuencia de dos raciones de alimento al día (7:00 am y 2:00 pm).

T2: Frecuencia de tres raciones de alimento al día (7:00 am, 2:00 pm y 6:00 pm).

Las cantidades suministradas son tomadas en base a referencia del alimento balanceado y la biomasa del estanque, a partir del día 30 de cultivo se alimentó con 250 lb de balanceado para cada estanque terminando con una cantidad al final del cultivo de 2 244 lb en el día 121, las dosis fueron distribuidas en base a cada horario, para el tratamiento testigo se le agregó la dosis completa mientras que para el tratamiento 1 se dividió en dos dosis con el 50 % para cada horario entre 7:00 am y 2:00 pm tomando como referencia la cantidad en libras del tratamiento testigo, es decir 125 lb para cada dosis, para el tratamiento 2 se dividió en tres dosis, 30 % a las 7:pm, 35 % a las 2:00 pm y 35 % a las 6:00 pm, esto nos refleja la cantidad de 75 lb para la primera dosis, 87.5 lb para la segunda y 87.5 lb para la tercera dosis, a medida que van pasando los días se va aumentando la cantidad de alimento balanceado (Tabla 8).

3.4. Acondicionamiento de los estanques.

Los estanques, fueron secados al sol después de la última cosecha, hasta que el suelo presentó grietas o resquebrajaduras, cada uno tiene un tamaño de 6 ha.

En el suelo de los estanques se aplicó 50 kg de carbonato de calcio por hectárea. Además, se aplicó abono orgánico (25 kg/ha). La cal fue aplicada al suelo aún con cierta humedad de éste, para mejorar la reacción neutralizadora y a la incorporación de la cal en el fondo.

Se aplicó rotenona a los charcos de agua del estanque en áreas donde no se pudo secar a fin de eliminar alevines de peces u otros organismos que puedan existir y perjudicar el cultivo. La solución de rotenona fue preparada a razón de 2 kg/20 L.

Antes de llenar los estanques se colocaron mallas filtradoras color verde (2 mm de longitud de malla) en las compuertas y monjes; asimismo, en las entradas de agua, mangas de 2,00 m de longitud confeccionada con malla filtradoras color verde, fijada a un marco de madera, para evitar el ingreso de organismos depredadores y competidores.

Las compuertas de desagüe fueron selladas con pedazos de sacos con forma de trenzados entre dos filas de tablas verticales hasta sobrepasar los niveles de entrada de agua. También se instalaron los cercos de paño de red anchovetera con la finalidad de evitar el escape del langostino en cultivo durante los recambios. Luego se llenó de agua el estanque hasta un 60 % de tirante de agua; completándose al 100 % a los 20 días de la siembra.

3.5. Siembra de la post-larva.

Se realizó una siembra directa; es decir, se utilizó un sólo estanque para todo el proceso de crecimiento, sin necesidad de pasar por *raceway* o estanque de pre-cría. La post-larva de peso promedio 0,02 g fue transportada del laboratorio a la langostinera en un tanque de 1 500 L, cuyo recorrido fue de 7 km en camión.

El proceso de aclimatación se realizó en el mismo tanque, para lo cual se extrajo de éste 500 L de agua y se repuso la misma cantidad de agua proveniente de los estanques. La post-larva provino del laboratorio con 35 ‰ de salinidad, que fue igual a la del estanque. La descarga de la post-larva se realizó a través de una manguera conectada del tanque a los estanques. La densidad de siembra en todos los estanques fue de 8,3 individuos/m².

Se alimentó a partir del segundo día de siembra con alimento balanceado granulado al 35 % de proteína durante los primeros 30 días. La cantidad de alimento suministrado fue determinado de acuerdo a la tasa de alimentación sugerida por el proveedor del alimento.

3.6. Alimentación en engorde.

Después de 30 días de haberse sembrado el langostino, se suministró alimento balanceado peletizado, igualmente con 35 % de proteína en los estanques de engorde. La cantidad aplicada dependió de la tasa de alimentación sugerida por el proveedor del alimento balanceado y la biomasa obtenida hasta entonces. El alimento fue distribuido al voleo en todo el proceso de cultivo. El lunes de cada semana fue tomado como día de ayuno. Las características del alimento balanceado son: Humedad 11.0 %, Proteína 35.0 %, Grasa 4.0 %, Ceniza 12.0 %, Fibra 4.0 % (Tabla 7).

3.7. Toma de parámetros.

Se tomaron los parámetros una vez por semana como salinidad, transparencia y pH, el día lunes de cada semana aprovechando dicho día de ayuno, además se midió la temperatura y oxígeno todos los días en los siguientes horarios, 1:00 pm, 7:00 pm, 11:00 pm y 3:00 am. Se ingresaron los datos a Excel para calcular promedios finales de cada semana (Tabla 9).

3.8. Determinación del peso promedio y supervivencia.

El peso promedio del langostino fue determinado los días lunes a partir del día 30. El peso se determinó mediante una balanza digital. Las muestras de langostino se obtuvieron al azar con una atarraya. Se extrajo una cantidad de 150 a 170 langostinos por estanque. En un recipiente se pesó la cantidad de langostinos extraídos con la atarraya y el total del peso se dividió por el número de individuos pesados. El peso promedio final fue determinado tomando muestras del langostino cosechado.

La supervivencia fue determinada cada 3 semanas utilizando el área efectiva de la atarraya, el número de langostinos capturados y el área del estanque. Los langostinos fueron tomados de diferentes puntos del estanque con la finalidad de obtener una muestra representativa. La supervivencia final fue determinada con la población final obtenida dividiendo la biomasa cosechada entre el peso promedio final.

3.9. Cosecha.

Unos días antes de la cosecha se realizó un muestreo de dureza, que consistió en extraer 100 a 150 langostinos para observar la cantidad de ejemplares que presentaron exoesqueletos blandos y duros. Cuando más del 95 % de los langostinos extraídos por el muestreo tuvieron duro el exoesqueleto, se procedió a la cosecha.

Para el proceso de cosecha, se colocó en la compuerta de desagüe la canasta de cosecha con red anchovetera y el cubo para cosecha. Seguidamente en la parte posterior se colocaron estacas alrededor de la compuerta envuelta con otra red anchovetera para evitar alguna fuga de langostinos. Luego se bajó el nivel del agua hasta un 40 % de su volumen total.

Las tablas del monje fueron sacadas lentamente para evitar que el langostino se maltrate y que no salga con partículas de arena que merman la calidad del producto. El langostino fue cosechado durante la noche. El producto fue depositado en tinas con hielo y agua que luego fue transportado a la planta procesadora.

3.10. Procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos fueron posteriormente ingresados en hojas de cálculo del programa computacional Excel para organizarlos y elaborar las tablas y gráficos de las variables de investigación.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las frecuencias alimenticias en el crecimiento y la supervivencia se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). Finalmente se aplicó la prueba de Duncan para determinar con qué tratamiento se obtuvieron los mejores resultados. Ambas a un nivel de significancia de 5 %.

IV. RESULTADOS.

4.1. Crecimiento en peso promedio del langostino en las tres frecuencias alimenticias.

El peso promedio de *L. vannamei* luego de un periodo de cultivo de 121 días (17 semanas, aproximadamente) a partir de post-larva sembrada directamente a la densidad de 8,3 individuos/m² y alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias fue de 16,1 g, 20,4 g y 19,0 g, respectivamente (tabla 1) con tasa de crecimiento de 0,93, 1,18 y 1,10 g semanal, respectivamente. El análisis de varianza determinó que existió diferencia estadística altamente significativa ($p < 0,01$) en los pesos promedios; en tanto que la prueba de Duncan ($\alpha = 0,01$) estableció diferencia estadística significativa entre el primero y los dos últimos, pero no entre los pesos promedios de los dos últimos (tablas 5 y 6).

La diferencia entre el peso promedio de *L. vannamei* alimentado a 2 y 3 raciones diarias no fue muy marcada; sin embargo, el peso promedio a estas raciones fue mayor al de una ración diaria (figura 2). Nótese que a partir de los 65 días empieza a observarse notablemente esta diferencia hasta el final del cultivo.

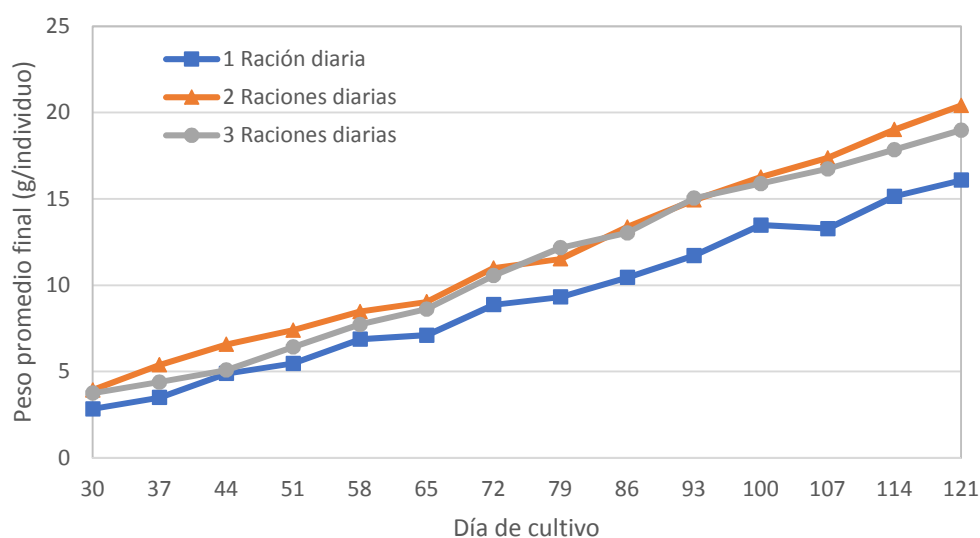


Figura 2. Crecimiento en peso promedio de *L. vannamei* alimentado en tres frecuencias.

4.2. Supervivencia del langostino en las tres frecuencias alimenticias.

La supervivencia final de *L. vannamei* alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias fue de 61,0 %, 96,1 % y 94,1 %, respectivamente (tabla 2). El análisis de varianza determinó que existió diferencia estadística altamente significativa ($p < 0,01$) en estos promedios y la prueba de Duncan ($\alpha = 0,01$) estableció diferencia estadística significativa entre el primero y los dos últimos pero no entre estos últimos (tablas 5 y 6).

La supervivencia de *L. vannamei* en general, fue disminuyendo conforme avanzó el cultivo. El langostino alimentado a 2 y 3 raciones diarias durante el cultivo tuvo una mayor supervivencia que el alimentado a una ración diaria (figura 3). Sin embargo, en esta figura se observa un aparente aumento de la supervivencia debido a posibles errores de medición del valor de supervivencia anterior (a los 51 días de cultivo a una ración diaria y a los 93 días de cultivo a 2 y 3 raciones diarias).

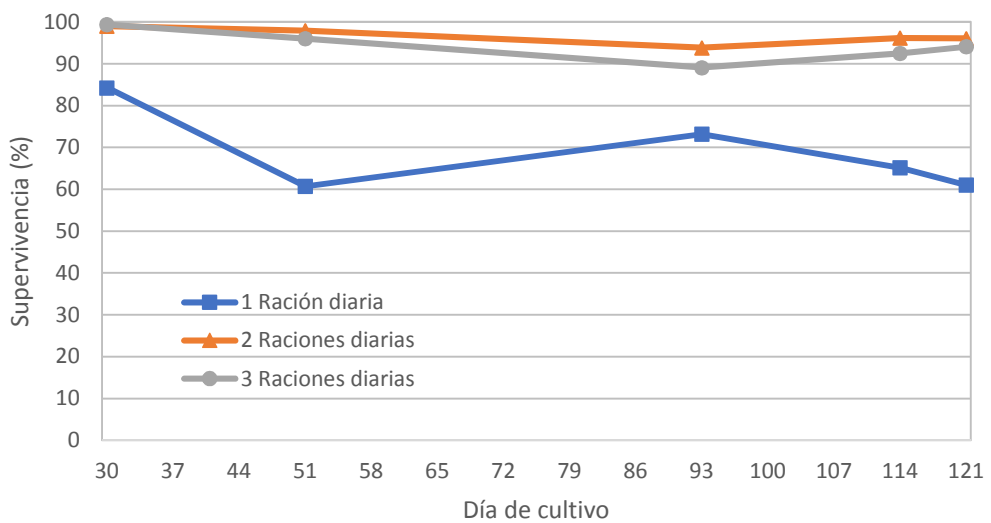


Figura 3. Supervivencia de *L. vannamei* alimentado en tres frecuencias.

4.3. Rendimiento del langostino en las tres frecuencias alimenticias.

El rendimiento final de *L. vannamei* alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias fue de 818,3 kg/ha, 1635,0 kg/ha y 1489,7 kg/ha, respectivamente (tabla 3). El análisis de varianza determinó que existió diferencia estadística altamente significativa ($p < 0,01$); en tanto que la prueba de Duncan ($\alpha = 0,01$) determinó diferencia estadística significativa a favor de los dos últimos respecto al primero y diferencia

estadística no significativa entre los rendimientos de 2 y 3 raciones diarias (tablas 5 y 6).

Al igual que en crecimiento en peso promedio, durante el cultivo rendimiento de *L. vannamei* alimentado a 2 y 3 raciones diarias fue mayor que el alimentado a una ración diaria (figura 4); siendo ligeramente superior el rendimiento a dos raciones diarias que a tres. Obsérvese que el rendimiento a 2 y 3 raciones diarias tiende a seguir aumentando; sin embargo, el de una ración diaria tiende a mantenerse constante.

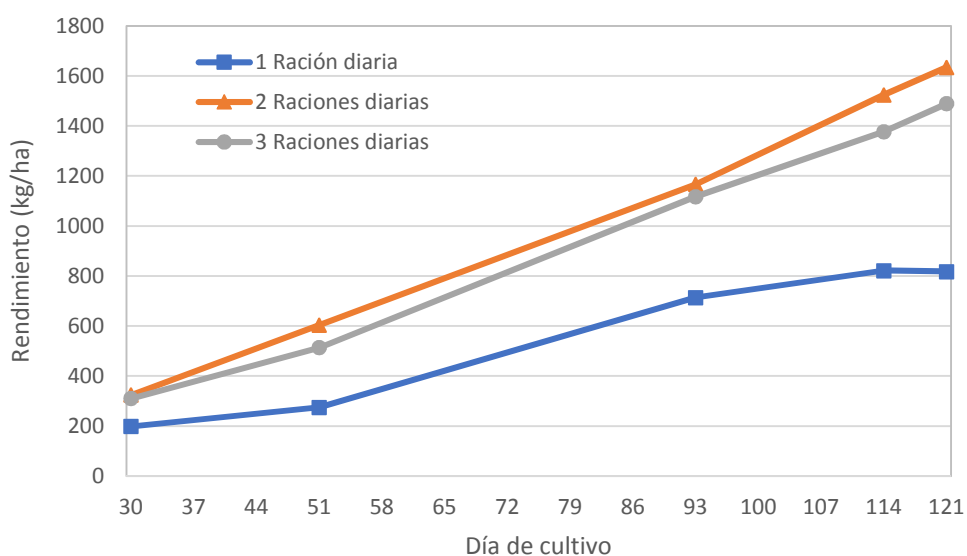


Figura 4. Rendimiento de *L. vannamei* alimentado en tres frecuencias.

4.4. Factor de conversión alimenticio relativo del langostino en las tres frecuencias alimenticias.

El factor de conversión alimenticio relativo final de *L. vannamei* fue de 1,9, 1,0 y 1,1 a 1, 2 y 3 raciones diarias, respectivamente (tabla 4). El análisis de varianza determinó que existió diferencia estadística altamente significativa ($p < 0,01$) en estos promedios; en tanto que la prueba de Duncan ($\alpha = 0,01$) determinó diferencia estadística significativa entre el primero y los dos últimos pero no entre estos últimos (tablas 5 y 6).

Durante el cultivo los factores de conversión alimenticio relativos de *L. vannamei* alimentado a 2 y 3 raciones diarias fueron menores que el alimentado a una ración diaria (figura 5); siendo muy similares a dos y tres raciones diarias.

Nótese en esta figura que el factor de conversión alimenticio relativo en una ración diaria tiende a un aumento notable en los últimos días de cultivo; en tanto que el de 2 y 3 raciones diarias tiende a mantenerse constante.

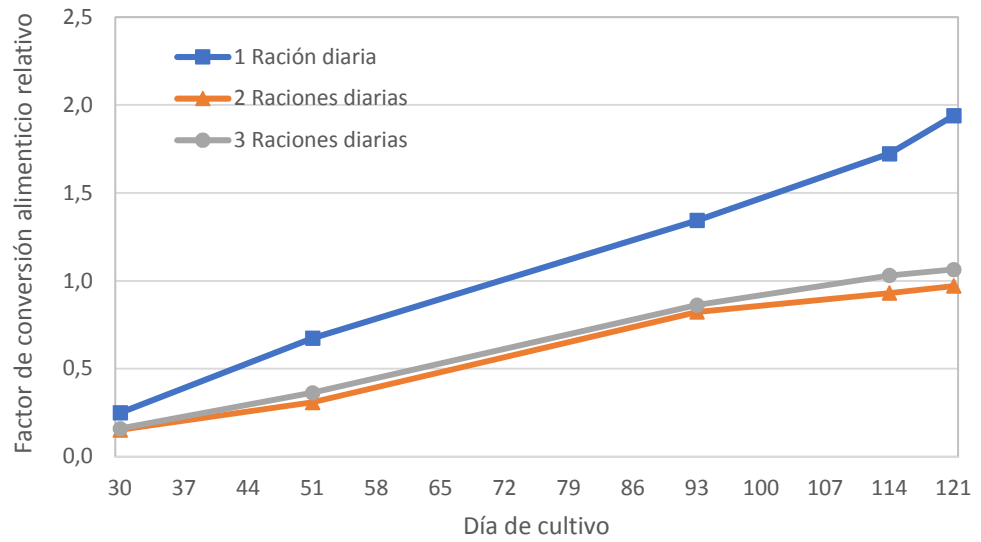


Figura 5. Factor de conversión alimenticio relativo de *L. vannamei* alimentado a tres frecuencias de alimentación.

4.5. Promedios finales de la toma de parámetros de cada semana de oxígeno disuelto y pH.

Los resultados de los parámetros de oxígeno se mantuvieron en un rango de 4,6 y 7,6 mg/l, mientras que el pH se mantuvo en un rango de 6,8 y 8 a lo largo del cultivo (Tabla 9).

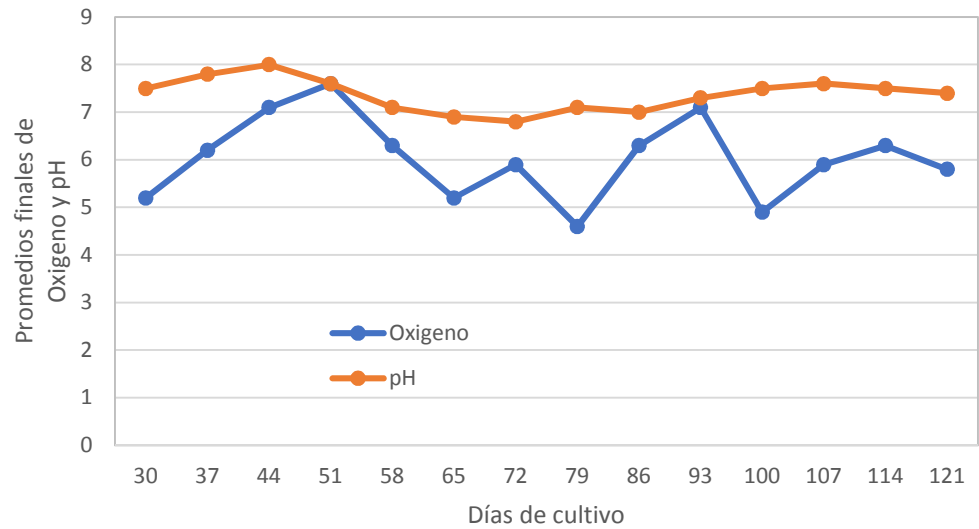


Figura 6. Promedios finales de los parámetros de oxígeno y pH.

4.6. Promedios finales de la toma de parámetros de cada semana de salinidad, transparencia y temperatura.

Los resultados de los parámetros de salinidad se mantuvieron en un rango de 30 a 35 ups, los resultados de temperatura se mantuvieron en un rango de 28,9 y 33,2 °C, mientras que los resultados de transparencia se mantuvieron entre 37,2 y 45,3 cm respectivamente (Tabla 9).

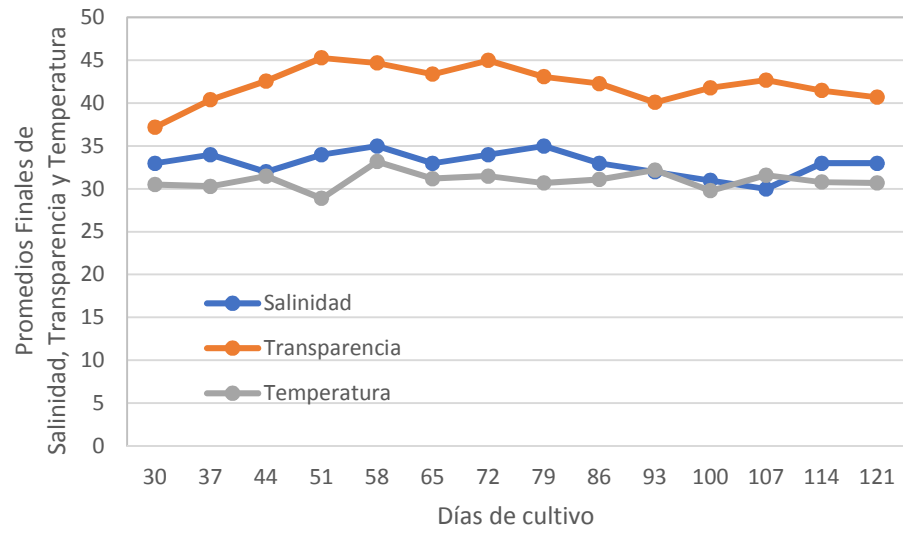


Figura 7. Promedios finales de los parámetros de salinidad, transparencia y temperatura.

V. DISCUSIÓN.

Los resultados de esta investigación muestran que al final del cultivo, el crecimiento (peso promedio final), la supervivencia, el rendimiento y el factor de conversión alimenticio relativo del langostino *Litopenaeus vannamei*, se dio a favor de las frecuencias de alimentación de dos y tres raciones alimenticias diarias respecto a una sola ración diaria. La tasa de crecimiento obtenida en uno, dos y tres raciones diarias (0,93, 1,18 y 1,10 g semanal, respectivamente) fue menor a la alcanzada por Bayona (2013) (1,70 y 1,42 g semanal) alimentando en comederos a tres raciones diarias en dos estanques de tierra a las densidades de siembra directa de 28,4 y 29,1 individuos/m². Sin embargo, fue mayor que la obtenida por Atoche (2015) (0,82 g semanal) alimentando en comederos y al voleo a tres raciones diarias y a la densidad de siembra directa de 30 individuos/m². Estas diferencias pueden deberse a variaciones ecológicas de los estanques (Molina-Poveda et al. 2008); así como también al manejo del cultivo.

La supervivencia final de *L. vannamei* alimentado a uno, dos y tres raciones diarias (61,0 %, 96,1 % y 94,1 %, respectivamente) fue muy superior a las mencionadas por Bayona (2013) quien obtuvo supervivencias de 35,1 % y 44,0 % a tres raciones; así como también fue mayor que la obtenida por Atoche (2015) quien logró supervivencia de 50,8 % a tres raciones. Como se puede notar, al igual que en el crecimiento, estas diferencias pueden deberse a variaciones de calidad de agua, suelo, post-larva o manejo del cultivo.

El rendimiento final de *L. vannamei* alimentado a uno, dos y tres raciones diarias fue de 818,3 kg/ha, 1 635,0 kg/ha y 1 489,7 kg/ha, respectivamente. Este fue relativamente bajo respecto a los reportados por Bayona (2013) (1 851,2 y 1 832,6 kg/ha) y mucho más bajo que el obtenido por Atoche (2015) (2 675 kg/ha). Estas diferencias no se pueden atribuir a la frecuencia sino a la densidad de siembra; pues en este trabajo la densidad fue relativamente baja (8,3 individuos/m²). Las diferencias pudieron haber sido mayores si no es porque las supervivencias obtenidas fueron relativamente altas.

El factor de conversión alimenticio relativo final fue de 1,9, 1,0 y 1,1 a uno, dos y tres raciones diarias, respectivamente. Los valores a dos y tres raciones diarias fueron

bajos comparados con el indicado por Atoche (2015), quien obtuvo un factor de 1,66. Esta diferencia es debida la baja densidad de siembra que se ha utilizado en este trabajo que permiten una mayor disposición del alimento natural; lo que hace reducir el consumo de alimento y por ende, el factor de conversión alimenticio relativo.

Son muy escasos los estudios experimentales, sobre todo correspondientes a los últimos años, donde se haya determinado el efecto de la frecuencia de alimentación en la especie *L. vannamei* cultivado en estanques de tierra de forma semi-intensiva sobre el crecimiento y otros parámetros de producción. Al respecto, la información que existe está basada en las experiencias del cultivo comercial de esta especie. Esta información establece de forma general que un aumento de la frecuencia alimenticia (por ejemplo que 1 a 2 raciones diarias) mejora los parámetros de producción y que es necesario 4 o más raciones cuando se intensifica el cultivo y/o hay escasa productividad natural (Molina-Poveda et al. 2008). Esto está acorde con los resultados obtenidos en esta investigación; pues dos o tres raciones diarias fueron suficientes para lograr buenos resultados.

Un estudio experimental bajo condiciones muy similares a esta investigación, pero en otra especie de langostino (*Farfantepenaeus paulensis*), logró los mismos resultados en cuanto a las mejores frecuencias de alimentación (Pontes et al. 2015). Esto reafirma que dos o tres raciones diarias son mejores que una y suficientes para lograr los mejores resultados que por encima o por debajo de estas frecuencias.

Aunque en sistemas semi-intensivos dos y tres raciones diarias son las mejores frecuencias de alimentación, estudios experimentales en sistemas intensivos han demostrado que el aumento de la frecuencia por encima de cuatro raciones diarias producen buenos resultados (Aalimahmoudi et al. 2016), tres y cuatro raciones diarias mejores que siete (Pontes et al. 2008) y sin ninguna diferencia a favor entre dos, tres, cuatro, cinco y seis raciones diarias (Carvalho and Nunes 2006).

Sin embargo, las mejores frecuencias de alimentación en un sistema semi-intensivo pueden lograr mejores resultados; como por ejemplo teniendo en cuenta el comportamiento del langostino en las fases lunares que tienen relación directa con la muda como lo manifiestan Molina-Poveda et al. (2008), quienes establecen los días en los que la mayoría del langostino se encuentra fuera de muda y consume mayor cantidad. Mejor aún, los ritmos circadianos de las enzimas digestivas, que determinan

las horas del día de mayor actividad enzimática para un óptimo aprovechamiento del alimento balanceado; así Casillas-Hernández et al. (2006) determinaron que alimentando dos horas antes del pico enzimático (08:00, 18:00 y 00:00 h) se logra significativamente mayor tasa de crecimiento, tamaño final, supervivencia y biomasa, con respecto a alimentar durante los picos de actividad enzimática.

En esta investigación los horarios (una ración diaria: 7:00 h, dos raciones diarias: 7:00 y 14:00 h y tres raciones diarias: 7:00, 14:00 y 18 h) no coincidieron con los que obtuvieron mejores resultados (Casillas-Hernández et al. 2006); excepto el último en tres raciones diarias (18:00 h). Sin embargo, el tan sólo hecho de administrar más de una ración diaria mejora el crecimiento, la supervivencia y el factor de conversión alimenticio relativo; siempre y cuando la dosis total diaria de alimento balanceado sea ajustada diariamente a través de comederos (Sánchez y Ching, 2003) y no semanalmente como lo desestima Carvalho and Nunes (2006).

VI. CONCLUSIONES.

1. El peso promedio final de *L. vannamei* alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias fue de 16,1 g, 20,4 g y 19,0 g, respectivamente; siendo significativamente mayores los dos últimos.
2. La supervivencia final de *L. vannamei* alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias fue de 61,0 %, 96,1 % y 94,1 %, respectivamente; existiendo diferencia significativa a favor de las dos últimas.
3. Los rendimientos finales de *L. vannamei* alimentado a 2 y 3 raciones diarias (1635,0 kg/ha y 1489,7 kg/ha, respectivamente) fueron significativamente mayores que el alimentado a una ración diaria (818,3 kg/ha).
4. Los factores de conversión alimenticio relativo finales obtenidos en 2 y 3 raciones diarias (1,0 y 1,1, respectivamente) fueron significativamente menores que a una ración diaria (1,9).
5. Las frecuencias de alimentación de dos y tres raciones diarias tuvieron el mismo efecto en los parámetros de producción y fueron mejores que una ración diaria.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Experimentar en estanques de cultivo semi-intensivo comercial dos y tres raciones diarias en los horarios: dos horas antes de los picos de actividad enzimática digestiva.
2. Sabiendo que los picos de actividad enzimática digestiva son de diferente intensidad; probar cantidades proporcionales de alimento balanceado de acuerdo a la intensidad de estos picos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aalimahmoudi, M., Reyshahri, A., Bavarsad, S. and Maniat, M. (2016). Effects of feeding frequency on growth, feed conversion ratio, survival rate and water quality of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(3), 293-297. Recuperado de <http://www.fisheriesjournal.com/archives/2016/vol4issue3/PartD/4-2-88.pdf>
- Atoche, L. M. 2015. *Cultivo de langostino blanco Litopenaeus vannamei, (BOONE, 1931), en estanques de tierra mediante siembra directa en el distrito Suyo - Ayabaca 2013* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/992>
- Bayona, D. A. 2013. *Crecimiento del langostino blanco Litopenaeus vannamei (BOONE, 1931), cultivado bajo un sistema de siembra directa, en estanques de tierra, abastecidos con aguas de regadío, en el distrito de Bellavista de la Unión, Sechura, Piura - 2012* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/995>
- Carvalho, E. and Nunes, A. (2006). Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. *Aquaculture*, 252(2-4), 494-502. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.07.013
- Casillas-Hernández, R., Nolasco-Soria, H., Lares-Villa, F., García-Galano, T., Carrillo-Farnes, O. y Vega-Villasante, F. (2006). Ritmo circadiano de la actividad enzimática digestiva del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y su efecto en el horario de alimentación. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 2, 53-62. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Vega-Villasante/publication/259826993_Casillas-Hernandez_et_al_Circadian_Rhythm_of_digestive_enzymes_and_feeding_schedules_of_white_shrimp_Litopenaeus_vannamei/links/0046352e0abab51dd8000000/Casillas-Hernandez-et-al-Circadian-Rhythm-of-digestive-enzymes-and-feeding-schedules-of-white-shrimp-Litopenaeus-vannamei.pdf

- Jescovitch, L., Ullman, C., Rhodes, M. and Davis, D. (2018). Effects of different feed management treatments on water quality for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 49(1), 526-531. Doi: 10.1111/are.13483
- Jiménez, R. y Guerra, M. (2011). Optimización del procedimiento del cálculo del alimento en estanques de engorde para la eficiencia del cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Cuba. *Rev. Electrón. Vet.*, 12(4), 1-2. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040411/041102.pdf>
- Molina-Poveda, C., Nolasco-Soria, H., Vega, F., Casillas-Hernández, R., Carrillo, O. y García-Galano, T. et al. (2008). Factores que afectan el consumo. En: C. Molina-Poveda y H. Villarreal-Colmenares (Editores). *Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón*. (pp. 62-65). La Paz, México: PRONACA. Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf
- Molina-Poveda, C., Quadros, W., Martínez-Córdova, L. y Fraga, I. (2008). Dosificación y distribución del balanceado en granja. En: C. Molina-Poveda y H. Villarreal-Colmenares (Editores). *Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón*. (pp. 82-83). La Paz, México: PRONACA. Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf
- Pontes, C., De Lima, P. and Arruda, M. (2008). Feeding responses of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed at different frequencies under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 39, 1416-1422. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02011.x
- Pontes, C., Marques, L., Andreatta, E., Moura, R. and Silva, G. (2015). Feeding frequency and growth performance of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 67(5), 1-5. doi:10.1590/1678-4162-8193

Romo, J. y Álvarez, M. (2006). *Evaluación técnica y económica del uso de bandejas en la alimentación en piscinas camaroneras* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Sánchez, D. y Ching, C. (2003). Alimentación con “muestreadores” o “bandejas testigo”. *Boletín Nicovita*, 8(1), 1-4. Recuperado de https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/jul_set_2003.pdf

ANEXOS

Tabla 1. Peso promedio semanal (g) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.

Día de cultivo	1 Ración diaria			2 Raciones diarias			3 Raciones diarias		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
30	2,77	2,90	2,84	3,97	3,89	3,93	3,78	3,72	3,75
37	3,76	3,23	3,50	5,50	5,28	5,39	3,98	4,81	4,40
44	4,80	4,98	4,89	7,00	6,14	6,57	4,45	5,72	5,09
51	5,84	5,10	5,47	8,00	6,80	7,40	5,87	6,98	6,43
58	6,96	6,78	6,87	8,95	8,00	8,48	6,65	8,81	7,73
65	7,18	7,02	7,10	9,25	8,83	9,04	7,00	10,25	8,63
72	8,85	8,90	8,88	11,00	11,00	11,00	9,81	11,32	10,57
79	9,37	9,27	9,32	12,00	11,05	11,53	10,48	13,87	12,18
86	10,01	10,90	10,46	13,42	13,33	13,38	11,99	14,08	13,04
93	11,35	12,10	11,73	14,22	15,66	14,94	14,23	15,87	15,05
100	12,98	13,98	13,48	16,54	16,00	16,27	15,78	16,01	15,90
107	12,81	13,74	13,28	17,23	17,52	17,38	16,00	17,50	16,75
114	14,59	15,72	15,16	19,94	18,11	19,03	17,06	18,67	17,87
121	15,98	16,20	16,09 b	21,00	19,85	20,43 a	18,98	19,01	19,00 a

a y b : Promedios con letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0,01$).

Tabla 2. Supervivencia semanal (%) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.

Día de cultivo	1 Ración diaria			2 Raciones diarias			3 Raciones diarias		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
30	80,18	88,40	84,3	99,98	98,00	99,0	98,98	99,78	99,4
51	55,66	65,84	60,7	98,03	97,87	98,0	95,82	96,24	96,0
72	*	*	*	*	*	*	*	*	*
93	76,02	70,38	73,2	96,33	91,34	93,8	88,39	89,79	89,1
114	67,80	62,56	65,2	96,33	96,02	96,2	91,80	93,19	92,5
121	62,03	60,04	61,0 b	96,14	95,98	96,1 a	93,98	94,24	94,1 a

* : No se tomó este dato debido a problemas logísticos.

a y b : Promedios con letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0,01$).

Tabla 3. Rendimiento semanal (kg/ha) del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.

Día de cultivo	1 Ración diaria			2 Raciones diarias			3 Raciones diarias		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
30	185,1	213,6	199,4	330,8	317,7	324,2	311,8	309,3	310,5
51	270,9	279,8	275,3	653,5	554,6	604,1	468,7	559,8	514,2
72	*	*	*	*	*	*	*	*	*
93	719,0	709,7	714,4	1141,5	1192,0	1166,8	1048,2	1187,5	1117,9
114	824,3	819,6	821,9	1600,7	1449,1	1524,9	1305,1	1449,8	1377,5
121	826,1	810,5	818,3 b	1682,5	1587,6	1635,0 a	1486,4	1493,0	1489,7 a

* : No se tomó este dato debido a problemas logísticos.

a y b : Promedios con letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0,01$).

Tabla 4. Factor de conversión alimenticio relativo semanal del langostino alimentado a 1, 2 y 3 raciones diarias.

Día de cultivo	1 Ración diaria			2 Raciones diarias			3 Raciones diarias		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
30	0,27	0,23	0,3	0,15	0,16	0,2	0,16	0,16	0,2
51	0,69	0,66	0,7	0,28	0,33	0,3	0,40	0,33	0,4
72	*	*	*	*	*	*	*	*	*
93	1,34	1,35	1,3	0,84	0,81	0,8	0,92	0,81	0,9
114	1,72	1,73	1,7	0,89	0,98	0,9	1,09	0,98	1,0
121	1,92	1,96	1,9 a	0,94	1,00	1,0 b	1,07	1,06	1,1 b

* : No se tomó este dato debido a problemas logísticos.

a y b : Promedios con letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0,01$).

Tabla 5. Análisis de varianza del peso promedio, rendimiento, factor de conversión alimenticio relativo y supervivencia finales de *Litopenaeus vannamei* por efecto de tres frecuencias alimenticias, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso promedio final	Entre grupos	19,623	2	9,812	47,096	,005
	Dentro de grupos	,625	3	,208		
	Total	20,248	5			
Rendimiento	Entre grupos	759323,430	2	379661,715	245,129	,000
	Dentro de grupos	4646,465	3	1548,822		
	Total	763969,895	5			
Factor de conversión alimenticio relativo	Entre grupos	1,144	2	,572	647,377	,000
	Dentro de grupos	,003	3	,001		
	Total	1,146	5			
Supervivencia	Entre grupos	1551,943	2	775,972	1149,588	,000
	Dentro de grupos	2,025	3	,675		
	Total	1553,968	5			

Tabla 6. Prueba de Duncan al peso promedio, supervivencia, rendimiento y factor de conversión alimenticio relativo finales de *Litopenaeus vannamei* por efecto de tres frecuencias alimenticias, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

Peso promedio final (g)			
Frecuencia alimenticia	N	Subconjunto para alfa = 0,01	
		1	2
1	2	16,1000	
3	2		19,0000
2	2		20,4500
Sig.		1,000	,050
Supervivencia final (%)			
Frecuencia alimenticia	N	Subconjunto para alfa = 0,01	
		1	2
1	2	61,0000	
3	2		94,1000
2	2		96,0500
Sig.		1,000	,098
Rendimiento final (kg/ha)			
Frecuencia alimenticia	N	Subconjunto para alfa = 0,01	
		1	2
1	2	818,3000	
3	2		1489,7000
2	2		1635,0500
Sig.		1,000	0,034
Factor de conversión alimenticio relativo final			
Frecuencia alimenticia	N	Subconjunto para alfa = 0,01	
		1	2
2	2	,9700	
3	2	1,0650	
1	2		1,9400
Sig.		0,049	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.			

Tabla 7. Información nutricional del alimento balanceado marca ABA, especificaciones físico-químicas requeridas.

35 % Mega Plus	
PRODUCTO TERMINADO	
ESPECIFICACIONES FISICAS	
Color	Café claro o café oscuro
Apariencia	Libre de contaminación con insectos, hogos, materiales extraños y olores desagradables
Diámetro Pellet	3/32 (2,4 mm)
Longitud Pellet	3-6 mm
Absorción	Máx. 80%
Finos	Máx. 0,5%
Olor	Característico
ESPECIFICACIONES QUIMICAS	
Humedad (máx.)	11.0
Proteína (mín.)	35.0
Grasa (mín.)	4.0
Ceniza (máx.)	12.0
Fibra (máx.)	4.0

Tabla 8. Cantidad de alimento balanceado en libras suministrado para cada estanque en el cultivo.

Días	Consumo Semanal en lb	
	35% de Proteína	Balanc Acumulado
2	15	15
9	90	105
16	120	225
23	180	405
30	250	655
37	360	1015
44	550	1565
51	885	2450
58	1210	3660
65	1320	4980
72	1320	6300
79	2112	8412
86	2156	10568
93	2112	12680
100	1804	14484
107	2112	16596
114	2112	18708
121	2244	20952

Tabla 9. Promedios finales de cada semana de los parámetros físico-químicos tomados en los estanques de cultivo.

Promedio Semanal de Parámetros					
Día de Cultivo	Oxígeno	Temperatura	Salinidad	Transparencia	pH
30	5,2	30,5	33	37,2	7,5
37	6,2	30,3	34	40,4	7,8
44	7,1	31,5	32	42,6	8
51	7,6	28,9	34	45,3	7,6
58	6,3	33,2	35	44,7	7,1
65	5,2	31,2	33	43,4	6,9
72	5,9	31,5	34	45	6,8
79	4,6	30,7	35	43,1	7,1
86	6,3	31,1	33	42,3	7
93	7,1	32,2	32	40,1	7,3
100	4,9	29,8	31	41,8	7,5
107	5,9	31,6	30	42,7	7,6
114	6,3	30,8	33	41,5	7,5
121	5,8	30,7	33	40,7	7,4



Figura 8. Aplicación de carbonato de calcio en los estanques a sembrar, 50 kg/ ha.



Figura 9. Siembra directa de post-larva en los estanques.



Figura 10. Alimentación al voleo en etapa de engorde con balanceado marca ABA peletizado con 35 % de proteína 30 días después de la siembra.



Figura 11. Toma del peso de langostinos en un recipiente con balanza electrónica para promediar su incremento en gramos semanalmente.



Figura 12. Muestreo de población para determinar la supervivencia utilizando una atarraya de 5,5 m².



Figura 13. Muestreo de dureza, para identificar si los langostinos están o no aptos para cosechar.



Figura 14. Cosecha de los langostinos usando una canasta artesanal con red anchovetera colocada fuera la compuerta de desagüe.



Figura 15. Pesaje de los langostinos, embarcados y transportados en camiones con hielo para preservar la calidad.