



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

“EFECTO DE INTENSIDAD DE LUZ SOBRE PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE POSTLARVAS DE CAMARONES *Penaeus  
vannamei* EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN”

Tesis para optar el título profesional de:

BIÓLOGA MARINA

Presentado por:

Stephanie Green Bayeto (0000-0001-6982-0662)

Asesor:

Christian Michael Catcoparco Salazar (0000-0002-1240-7129)

Lima – Perú

2020

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 4 de junio de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. HECTOR ALONSO APONTE UBILLÚS
Miembro: Blgo. PAUL MARTIN BALTAZAR GUERRERO
Miembro: Mg. ALFREDO RUBÉN PALOMINO RAMOS

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"EFECTO DE INTENSIDAD DE LUZ SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POSTLARVAS DE CAMARONES *Penaeus vannamei* EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN"**

Presentada por el estudiante/bachiller:

- STEPHANIE GREEN BAYETO

Para optar el Título Profesional de Bióloga Marina

Asesorada por: CHRISTIAN MICHEL CATCOPARCO SALAZAR

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la estudiante de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: STEPHANIE GREEN BAYETO	Nota (en letras): Dieciséis
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)   Aprobado - Sobresaliente ( )
	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



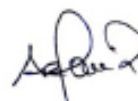
**Dr. HECTOR ALONSO APONTE UBILLÚS**  
Presidente



**Mg. CHRISTIAN MICHEL CATCOPARCO SALAZAR**  
Asesor



**Blgo. PAUL MARTIN BALTAZAR GUERRERO**  
Miembro 1



**Mg. ALFREDO RUBÉN PALOMINO RAMOS**  
Miembro 2

## **Agradecimiento**

Al equipo técnico del Centro Experimental Acuícola (VITAPRO – UCSUR) por su constante apoyo durante la fase experimental del ensayo, asimismo a la gerencia de Investigación de VITAPRO por su constante apoyo. A la Universidad Científica del Sur por su apoyo académico.

## Resumen

El presente estudio evaluó el efecto de la luz sobre las variables productivas; tasa de crecimiento específico (SGR), ganancia de peso acumulado (GP), índice de crecimiento (IC), factor de conversión alimenticio (FCA) y sobrevivencia (S%) de post larvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en un sistema de recirculación de agua de mar. Se trabajó con organismos de un peso promedio inicial de  $0,006 \pm 0,0007$  g los cuales fueron cultivados en tanques de fibra de vidrio de 35 L de capacidad conexiónados a un sistema de recirculación, a una densidad de cultivo de 10 post larvas/litro. Se trabajó con 3 tratamientos: oscuridad 24 horas (0 lux), 24 horas luz natural con un promedio de  $25 \text{ lux} \pm 10$  lux y luz artificial continua 24 horas ( $1400 \pm 100$  lux) con 7 réplicas por tratamiento. Los parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo registrados diariamente se mantuvieron estables durante los 24 días experimentales. Los resultados indican que aplicando el tratamiento de luz artificial continua ( $1400 \pm 100$  lux) se obtienen mejores resultados productivos. El análisis de varianza mostró diferencias significativas respecto a los otros dos tratamientos en cuanto a tasa de crecimiento específico (g), Ganancia de Peso acumulado (g) Índice de Crecimiento, mientras que el FCA mostró una diferencia significativa en el tratamiento de 0 lux. La sobrevivencia final no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados sugieren que al aplicar luz artificial continua durante el cultivo inicial o precria de *P. vannamei*, esta tendría efecto positivo y significativo sobre el crecimiento de esta especie.

Palabras claves: Luz artificial, ambientes controlados, crecimiento, post larva, camarón blanco.

## Abstract

The present study evaluated the effects of light on productive variables: Specific growth rate (SGR), accumulated weight gain (GP), growth rate (IC), food conversion ratio (FCA) and survival (S%) of white shrimp post larvae (*Penaeus vannamei*) in a seawater recirculating system. For the purposes of this study, the shrimp's starting average weight was  $0.006 \pm 0.0007\text{g}$ , which were grown in 35 liters fiberglass tanks connected to a recirculating system, at a culture density of 10 post larvae / liter. Three treatments were defined for a 24 hours period: complete darkness (0 lux), natural light with an average of  $25 \text{ lux} \pm 10 \text{ lux}$  and continuous artificial light ( $1400 \pm 100 \text{ lux}$ ), with 7 replicates per each treatment. Water parameters (physical and chemical) were recorded daily, and they remained stable during the 24 experimental days. The results indicate that applying the continuous artificial light treatment ( $1400 \pm 100 \text{ lux}$ ) gives better productive results. The analysis of variance showed significant differences of this treatment with respect to the other two treatments in terms of Specific growth rate (g), Accumulated Weight Gain (g) Growth Index, while the FCA showed a significant difference in the treatment of 0 lux. The results suggested that the application of continuous artificial light during the initial or preculture cultivation of *P. vannamei*, it would have a positive and significant effect on the growth of this species.

Key words: Artificial light, controlled environments, growth, post larva, white shrimp.

## Introducción

La producción total de pesca alcanzó en el 2016 un máximo histórico de 171 millones de TM, de las cuales el 88% se utilizó para el consumo humano directo, estos altos porcentajes de consumo, se debe a la estabilidad de la producción de la pesca de captura y el continuo crecimiento de la acuicultura en el mundo (FAO 2018). En la actualidad y debido a la disminución progresiva de cuotas pesqueras, alta demanda de productos y necesidades alimentarias; se tiene a la acuicultura como una alternativa que ayudaría a la seguridad alimentaria garantizando el desarrollo sostenible en términos económicos, sociales y ambientales, así también tomando un papel importante en el comercio internacional, ya que esta genera empleo, provee alimentos y contribuye al crecimiento y desarrollo económico del país (FAO 2016).

Desde la década de los 90 la industria de producción de camarón blanco *Penaeus vannamei*, debido a su progresiva, alta rentabilidad durante su cultivo y alto valor en el mercado ha aumentado siendo esta especie una de las más importantes a nivel global (Galindo 1999). Para el 2016, la producción mundial acuícola ascendió hasta los 110,2 millones de toneladas, donde la producción de crustáceos fue de 7,9 millones de toneladas, de los cuales *P. vannamei* produjo 4156 TM (FAO 2018). Para el 2019 se esperaba una disminución del 3.4% de la producción de pesca de captura, la cual se vería compensada por un aumento del 3.9% en las cosechas procedentes de la acuicultura, obteniendo 160.5 billones de dólares en exportaciones (FAO 2019).

A nivel nacional la producción acuícola se ha incrementado de 4,753 TM (1993) a 105,158TM (2012), indicando un aumento de 22 veces el valor de producción en 20 años (Baltazar 2015). Para el 2017, se obtuvieron 100,455 TM de cosecha

total de especies cultivadas, de las cuales el 60,8 % era de producción de especies continentales y 39,2% especies marinas, siendo las principales especies cosechadas: trucha, camarón blanco y concha de abanico con el 54,6; 27,4 y 11,9 % respectivamente. El cultivo de *P. vannamei* tuvo un incremento del 34.5% representando el 81,90% de las especies nacionales exportadas procedentes de la actividad de acuicultura (PRODUCE 2017).

Debido al incremento anual de producción acuícola, el cultivo de *P. vannamei* se ha intensificado buscando lograr una mayor producción según la demanda y cotizaciones internacionales (FAO 2018). Así mismo, los costos de producción de esta especie varían de acuerdo con el uso de las tecnologías y sistemas de cultivo aplicadas (extensivo, semi intensivo e intensivo), por lo cual los precios de venta fluctúan dependiendo de la oferta nacional e internacional del producto (Valverde & Alfaro 2014). Con el aumento progresivo en la producción y teniendo como consecuencia la reducción de precio del camarón blanco, existe una alta competencia apuntando a la integración de la industria como respuesta a la trazabilidad y control del sistema de cultivo, buscando tener distintas opciones para la optimización del cultivo, reducción de costos de producción (FAO 2018) y aumento de la calidad del producto (Isiordia & Puello 2007).

En tal sentido, se debe mencionar que en el cultivo de *P. vannamei*, existen distintas estrategias de manejo para poder predecir las producciones, sin embargo, también existen riesgos en los cuales los factores fisicoquímicos están determinados por el ambiente donde se cultivan, haciendo que la producción sea poco predecible afectando el crecimiento y la sobrevivencia de los organismos (Anaya 2005). Por lo cual, se busca el conocer todas las etapas y estrategias de cultivo logrando la optimización de cada una de ellas.

Dentro de las etapas de cultivo de *P. vannamei*; la larvicultura es una de las fases que requiere condiciones físicas óptimas y/o específicas para la producción de post larvas (Cutolo & Cotroni 2011); ya que, en esta etapa, uno de los resultados esenciales es la sobrevivencia, buen y rápido crecimiento para el éxito de la producción de la especie cultivada; así mismo, brindando las mejores y óptimas condiciones físicas de cultivo se asegura un alto potencial de crecimiento compensatorio, mejora de la supervivencia y se logra aumentar la resistencia a enfermedades. La eficiencia de este sistema de cultivo dependerá de la densidad de siembra, alimentación y control de parámetros (Socola 2016). Es por ello, la necesidad de conocer el efecto de los distintos parámetros y factores físicos como la temperatura, ph, influencia de luz, entre otros los cuales influyen en el crecimiento de esta especie, para así poder desarrollar técnicas de cultivo comercial las cuales dispongan de más y mejores condiciones que posteriormente optimizarán el cultivo del *P. vannamei* (Suarez *et al.* 2001).

Entre los distintos parámetros físicos, la luz es un factor determinante, ya que ha demostrado tener efectos positivos en la supervivencia y crecimiento larval en distintas especies de crustáceos (Haché *et al.* 2015); afectando de manera positiva el desenvolvimiento larval de decápodos (Cutolo & Cotroni 2011), incidiendo en el crecimiento, conducta, metabolismo, ciclos reproductivos, mudas y actividad digestiva (Villasante *et al.* 2015). Hoang *et al.* (2002), trabajaron con juveniles de *Penaeus merguensis* bajo 2 intensidades de luz (750 lux y 75 lux) y dos fotoperiodos (12 horas luz / 12 horas oscuridad y 7 horas luz / 5 horas oscuridad), obteniendo un efecto significativo en el porcentaje de peso ganado, así como una mayor tendencia al proceso de muda y mejor factor de conversión alimenticia con la intensidad de 750 lux y fotoperiodo de 7 horas lux/



5 horas oscuridad, indicando un menor movimiento de los organismos bajo 750 lux por lo cual utilizarían más energía para el crecimiento somático.

Se conoce también que la luz tiene un efecto en la supervivencia, crecimiento, alimentación y desarrollo en las etapas tempranas de larvas de langosta de roca *Sagmariasus verreauxi* (Fitzgibbon & Battaglione 2012), así como en el camarón común *Palaemon serraus* (Reeve 1969) afectando el crecimiento, metamorfosis y conversión energética. En *Fenneropenaeus chinensis*, se observa que la incidencia de la luz tiene un efecto indirecto sobre el crecimiento del camarón blanco a través del incremento de la producción primaria, logrando una mejor estimulación de la actividad de las enzimas digestivas de los organismos; mejorando la asimilación del alimento y un mayor crecimiento (Wang *et al.* 2004). Así como en este ensayo, Jaski *et al.* (2014) realizaron un estudio similar, en el cual también trabajaron con post larvas de *P. vannamei*, bajo dos tratamientos, 12 horas luz natural / 12 horas oscuridad y 24 horas oscuridad, señalando que bajo el primer tratamiento, la incidencia de luz solar directa tuvo un efecto positivo aumentando su talla, ganancia de peso y mayor supervivencia en el período de cultivo, indicando que factores ambientales como la incidencia de luz natural favorece los parámetros productivos, sin embargo, se desconoce la desviación o fluctuación de la intensidad óptima de luz. En juveniles de esta especie, Guo *et al.* (2013) evaluaron el efecto del cambio periódico de intensidad de luz sobre la frecuencia de muda y crecimiento bajo 5 tratamientos; baja intensidad de luz 60 lux, y 4 tratamientos de alta intensidad de luz 600, 1500, 3000 y 6000 lux, los 4 tratamientos cambiaban a 60 lux siendo 6 días luz fuerte y 2 días débil de luz, todos los tratamientos mantuvieron con luz continua durante 45 días experimentales. Bajo la intensidad de 1500 lux se mostraron los mejores

resultados, incrementando su crecimiento, asignando menos energía en respiración y excreción y un mayor gasto energético en crecimiento.

Distintos estudios han demostrado que la luz tiene un efecto positivo en distintas especies cultivadas, sin embargo pocos estudios demuestran el efecto de la luz en post larvas y juveniles de *P. vannamei*, así mismo no se han realizado estudios los cuales corroboren el efecto de la mejor intensidad de luz en juveniles para post larvas, por lo cual este ensayo tiene como objetivo evaluar el efecto de la intensidad de luz artificial en condiciones controladas sobre parámetros productivos de postlarvas de *Penaeus vannamei*. Siendo este un factor que podría producir una mayor biomasa de un peso deseado, reducir costos de producción, reducir tiempo de cultivo en estanques de crecimientos y aumentar la eficiencia del estanque a través de ciclos adicionales por año (Socola 2016), y pudiendo incrementar hasta en 4 o más ciclos por año haciendo uso de precrías bajo condiciones de cultivo controladas (Valverde & Alfaro 2014).

### **Materiales y métodos**

El ensayo fue realizado en el Centro Experimental Acuícola (CEA) VITAPRO – UCSUR, ubicado en la Carretera Panamericana Sur 19, Villa El Salvador, en el cual se trabajó con post larvas de *P. vannamei* de un peso promedio inicial de  $0,0060 \text{ g} \pm 0,0007 \text{ g}$ , provenientes del laboratorio de larvicultura PROMARISCO en Ecuador. Se trabajó en un sistema de recirculación de agua de mar; el cual consta de una bomba de succión de  $\frac{3}{4}$  hp, filtro mecánico con capacidad de filtración de 50 micras, biofiltro, calentadores en línea de 2000W y un equipo esterilizador de lámparas UV.

El ensayo tuvo una duración total de 24 días; diariamente (8:00 am) se registraron los valores de temperatura ° C, oxígeno disuelto mg/L (OD), mediante

un equipo multiparámetro YSI® 550A; y pH del agua de cultivo con el equipo ECOSENSE® pH100. La intensidad luminosa se registró diariamente al nivel superficial del agua de los tanques con un Luxómetro Milwaukee® SM700. Cada 04 días se registraron parámetros químicos del agua; tales como el nitrógeno amoniacal no ionizado (N-NH<sub>3</sub>), nitrito (NO<sub>2</sub>) y alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>), mediante un fotómetro YSI® 9300. La alimentación se realizó suministrando alimento balanceado NICOVITA® Origin® 0,3 mm y 0,5 mm de diámetro; utilizando una tasa de alimentación de 50 a 25% respecto a la biomasa, distribuido en 8 dosis diarias, siguiendo la recomendación de la ficha técnica del alimento balanceado iniciador ORIGIN®, y la estrategia de alimentación sugerida para post larvas por NICOVITA®.

Adicionalmente se suministró microalgas (*Navicula* sp) a cada una de las unidades experimentales manteniendo una concentración constante de 5x10<sup>3</sup>cel/ml según las indicaciones de BIOARTEMIA®. El alimento no consumido fue extraído y registrado.

Se registraron los siguientes parámetros de cultivo: peso inicial (PI), peso final (PF) y mortalidad. Se calculó la tasa de crecimiento específico (SGR), ganancia de peso acumulado (GP acumulado), índice de crecimiento (IC) y factor de conversión alimenticia (FCA) mediante las siguientes formulas según (Rodríguez & Garcia 2010);

- $SGR = LN (\text{peso final/peso inicial}) / \text{día} * 100$
- GP acumulado: Peso final – Peso inicial de siembra
- $IC = (\text{Ganancia de peso acumulado/días de ensayo}) * 7$
- FCA= Cantidad de alimento acumulado/Biomasa ganada acumulada)
- %Sobrevivencia= (Población final\*100) /Población de siembra

## Metodología

Se hizo uso de 21 tanques de 35 L de capacidad cada uno; con un volumen útil de 34 L y se realizó la siembra de post larva (PL) a una densidad de 10 PL/L. Siendo esta la densidad máxima comprobada de acuerdo con la capacidad de carga y el sistema usado de recirculación de los estanques del CEA, considerando que cada empresa camaronera debe establecer la biomasa sostenible para cada estanque, de acuerdo con las condiciones propias, individuales y el historial de producción (Cuellar *et al.* 2010).

Se trabajó con el diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos; 24 horas oscuridad (0 lux), 24 horas luz natural, la cual tuvo un promedio diario de 25 lux, con una desviación estándar de  $\pm 10$  lux debido a las condiciones que cuenta el laboratorio donde se realizó el ensayo, y luz continua 24 horas (1400  $\pm 100$  lux), con 7 réplicas para cada tratamiento.

- Los tanques del tratamiento de 0 lux fueron mantenidos con una cubierta oscura para evitar cualquier ingreso de luz.
- El tratamiento de luz natural fue seleccionado como control, siendo esta la misma intensidad lumínica que recibe diariamente los tanques de cultivo que se tienen en el CEA VITAPRO – UCSUR.
- El tercer tratamiento se mantuvo una iluminación constante artificial de 1400  $\pm 100$  lux; para ello se colocó sobre cada tanque, una cubierta transparente y, además, a 28 cm de altura respecto a la superficie del tanque se instalaron lámparas fluorescentes de 80W de potencia, las luces se mantuvieron encendidas 24 horas.

### **Análisis estadístico**

Los datos experimentales se analizaron con el programa R studio, se evaluó la normalidad y homocedasticidad de los datos con los test de Shapiro Wilk y Levene respectivamente.

Al cumplir con ambos test, se realizó ANOVA ( $p < 0,05$ ) para ver si existían diferencias significativas entre los 3 tratamientos. Al encontrar diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para ver cuáles eran los tratamientos que presentan diferencias significativas. Para los datos que presentaron normalidad mas no homocedasticidad, se realizó el test de Kruskal Wallis y una comparación múltiple, Mann Whitney, para ver los tratamientos que presentaban diferencias significativas. La prueba experimental se fijó en un 5% de significancia, se usó el p valor para tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis nula.

### **Resultados**

Los parámetros físicos se mantuvieron dentro de lo recomendado para PL de *P. vannamei*, temperatura de  $31,0 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ; pH  $7,46 \pm 0,1$  y OD  $4,72 \pm 0,8$  mg/L. La alcalinidad (154 mg/L) (Limsuwan 2005). Los parámetros químicos se mantuvieron bajo el nivel recomendado;  $< 3,95$  mg/L (Lin & Chen 2001) para nitrógeno amoniacal,  $< 25,7$  mg/L para el nitrito ( $\text{NO}_2$ ) (Lin & Chen 2003); obteniéndose en el ensayo los siguientes resultados; 0,18 mg/L y 3,17 mg/L respectivamente. La intensidad de luz se mantuvo dentro de lo siguientes rangos; 0 lux,  $25 \pm 10$  lux y  $1400 \pm 100$  lux con las siguientes desviaciones para cada tratamiento respectivamente ( $0 \pm 0$ ), ( $10 \pm 3$ ) y ( $1390 \pm 60$ ).

Se observó que los tratamientos presentaron diferencias significativas (Kruskal Wallis  $P < 0,05$ ) con un p valor de 0,003 en cuanto a la tasa de crecimiento

especifico, ganancia de peso acumulado e índice de crecimiento entre los 3 tratamientos (Fig. 1). Con la comparación múltiple Duncan, en SGR, GP acumulada e Índice de crecimiento, el tratamiento de  $1400 \pm 100$  lux y 0 lux fue significativamente diferentes (p valor de 0,005) así como el de  $1400 \pm 100$  lux con  $25 \pm 10$  lux (p valor de 0,010). Entre el tratamiento de 0 lux y  $25 \pm 10$  lux lux, no se vieron diferencias significativas. En el FCA se encontró una diferencia significativa (ANOVA,  $P < 0,05$ ) con p valor de 0,01, con el test de Tukey se vio una diferencia significativa del tratamiento de 0 lux contra el de  $1400 \pm 100$  lux y  $25 \pm 10$  lux lux (p valor de 0,03 y 0,01) respectivamente. Para el FCA el tratamiento que mostró mejores resultados fue el de luz natural  $25 \pm 10$  lux. Al finalizar la prueba no se observaron diferencias significativas en la sobrevivencia de individuos de cada uno de los 3 tratamientos.

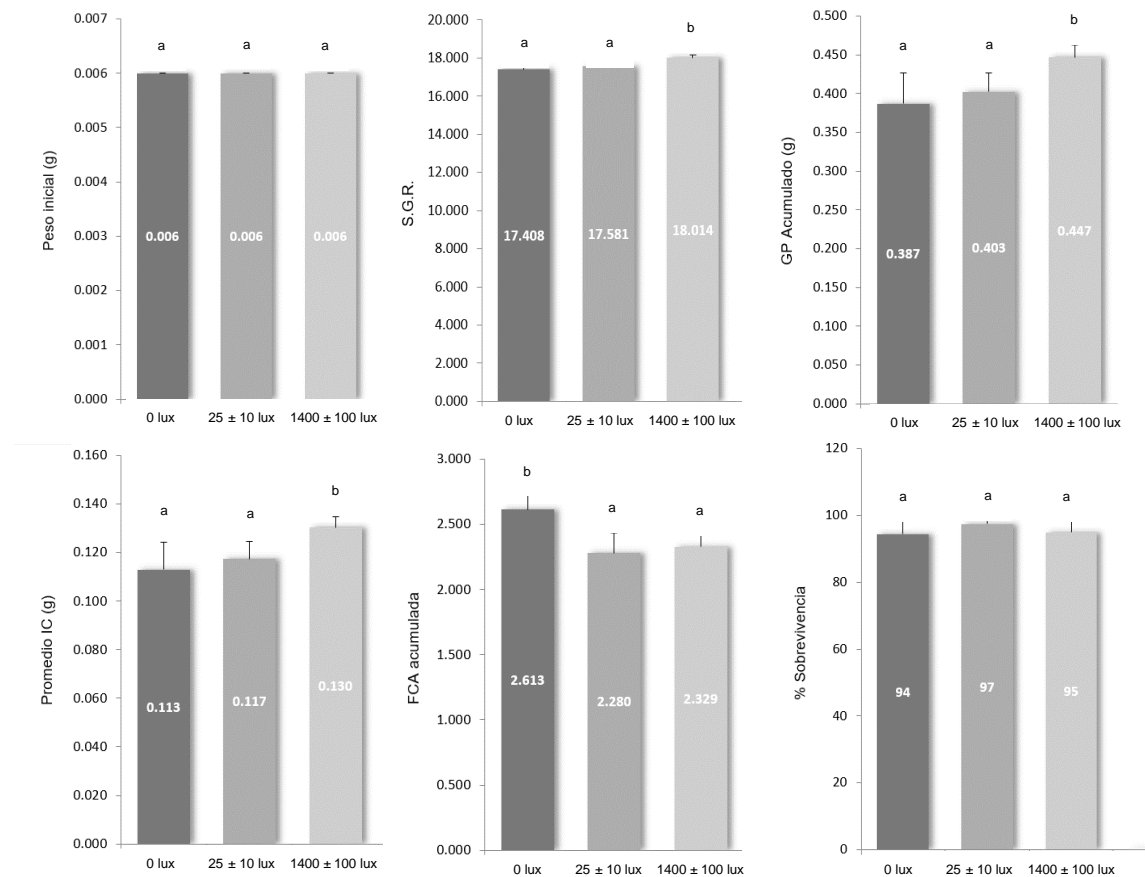


Fig 1. Efecto de la intensidad de luz sobre parámetros productivos en post larvas de *P vannamei*. Resultados de Peso inicial, SGR, Gp acumulado, índice de crecimiento, Factor de conversión alimenticia y % de supervivencia de los 3 tratamientos experimentales trabajados (0 lux, 25 ± 10 lux y 1400 ± 100 lux). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0,05).

## Discusiones

Con los resultados obtenidos, se observó que las unidades experimentales expuestas a 24 horas oscuridad (0 lux) no tuvieron un crecimiento significativo en la tasa de crecimiento específico, ganancia de peso acumulado, índice de crecimiento y supervivencia, así mismo este tratamiento mostro tener el factor de conversión alimenticia más alto; lo cual corrobora el estudio de Jaski *et al.* (2014) y Guo *et al.* (2013) observándose así, que bajo una intensidad de luz

constante ( $1400 \pm 100$  lux) se obtuvo un efecto positivo significativo sobre los resultados de crecimiento y ganancia de peso.

En el estudio de Jaski *et al.* (2014), los organismos expuestos a 24 horas oscuridad realizaron un mayor gasto energético obteniendo un crecimiento más lento en post larvas de *P. vannamei*, en comparación de los organismos a 12 h luz directa solar/12 h oscuridad, indicando que los organismos presentaban menor movilidad al estar expuestos a la luz natural por lo cual tenían menos gasto energético en respiración y muda, esto les permitía gastar más energía en el crecimiento siendo este tratamiento el que mostro los mejores resultados, estos resultados se comparan con los obtenidos ya que en ambos ensayos las post larvas tienen un efecto positivo en el crecimiento. Este efecto se debería a que, a una mayor intensidad de luz, existiría una mayor producción (o concentración) de enzimas digestivas (proteasa, amilasa y lipasa), (Guo *et al.*, 2013); por lo cual con una mayor intensidad de luz hay un aumento de la actividad hormonal acelerando el proceso de conversión de los alimentos al tejido corporal, lo que podría explicar los resultados obtenidos tanto en juveniles como en post larvas de esta especie.

En el trabajo realizado por Pervaiz *et al.* (2015), señalan que en juveniles de *Macrobrachium dayanum* expuestos 24 horas a luz artificial incandescente (40W) presentan un mejor consumo de alimento y crecimiento debido a una mejor eficiencia de asimilación del alimento, sugiriendo que con luz continua los organismos se encuentran en menos movimiento para capturar la comida, con ello tiene menor capacidad natatoria lo cual significa mayor energía para el crecimiento somático y por ende mejora del crecimiento; esto se asemeja con los resultados obtenidos en el presente trabajo, siendo las post larvas de



tratamiento con luz los que obtuvieron mejores resultados, indicando que podría haber sido igualmente por un mejor consumo de alimento y mayor gasto energético en crecimiento.

En el estudio de Wang *et al.* (2004), trabajaron con juveniles de *Fenneropenaeus chinensi* bajo 5 tratamientos de intensidad de luz (0, 50, 300, 1300, 5500 lux) con un fotoperiodo de 14 horas luz / 10 horas oscuridad; para este caso, los resultados obtenidos en el tratamiento aplicando una iluminación de 5500 lux presentaron diferencias significativas con los demás grupos, indicando que hubo un mayor crecimiento a 300 lux, así como un mayor consumo de alimento; lo cual contrasta con los resultados que se obtuvieron en postlarvas de *P. vannamei*. Con ello, sugieren que a muy altas intensidades de luz (5500 lux) los organismos no encuentran las condiciones favorables del medio de cultivo por el cual presentaban mayor gasto energético durante la respiración, excreción y muda mas no para la alimentación obteniendo un menor crecimiento y menos gasto energético para este parámetro productivo.

Cutolo & Cutroni (2011), señalan que en larvas de *Macrobrachium rosenbergii* se determinó que la iluminación está directamente relacionada con el desenvolvimiento larval, produciendo una estimulación visual, la cual permite una mejor precisión en la identificación, captura del alimento y un mayor consumo del mismo, asegurando un mayor crecimiento; por lo cual, en este ensayo se observa un menor factor de conversión alimenticio en los tratamientos con luz artificial de  $25 \pm 10$  lux asegurando una mayor eficiencia del consumo del alimento y por ende mejor crecimiento.

En la etapa larval de *Jasus edwardsii*, se tiene descrito que la intensidad de luz tiene un efecto sobre el crecimiento e intermuda, en los primeros estadios las

larvas presentan una fuerte respuesta positiva a la luz, reduciendo el tiempo de intermuda, aumentando el consumo de alimento y presentando un mayor crecimiento. Mencionan que esto puede estar relacionado con la interacción entre la luz y los órganos integrales que poseen en la superficie dorsal del cuerpo para la mecanorecepción y quimiorrecepción sensorial los cuales facilitan y ayudan en la detección y consumo de presas (Moss *et al.* 1999). Es así como distintas larvas de crustáceos presentan diferentes comportamientos ante la intensidad de luz, de manera similar se observó en las PL de *P. vannamei* evaluadas en este ensayo, dando como resultados efectos positivos sobre los parámetros productivos con mayor intensidad de luz experimentada.

La intensidad de luz también está relacionada con el uso de señales visuales para la alimentación, el cual afecta el consumo de alimento y la incidencia de canibalismo (Gardner & Maguire 1998). En larvas de *P. pseudocarcinus gigas* se observaron que mayor intensidad de luz hubo menor tendencia a canibalismo, esto se debería a la mayor señalización para alimentarse brindando mayor oportunidad de consumo de alimento y canibalismo. En el presente ensayo, se observaron resultados similares en el tratamiento con luz artificial en el que se obtuvo un mayor consumo de alimento y mejor crecimiento, el cual también se ve reflejado en el FCA a  $25 \pm 10$  y  $1400 \pm 100$  lux siendo estos valores menores al de 0 lux, lo cual indicaría una mejor y mayor conversión alimenticia para los tratamientos de  $25 \pm 10$  y  $1400 \pm 100$  lux teniendo como resultado mejores crecimiento.

Como se ha mencionado, la intensidad de luz ha demostrado tener un efecto positivo sobre los parámetros productivos. Existen estudios sobre el efecto de la luz a nivel fisiológico, por ejemplo, Nelson & Chbeir (2018) afirman que los

procesos metabólicos están influenciados por la incidencia de la luz y oscuridad de los ciclos circadianos. Por su parte, Churova et al (2019) sostiene que el fotoperiodo afecta el proceso de regulación del crecimiento; el cual va a modificar los niveles de expresión de la proteína reguladora y estructural de los genes que determinan la tasa metabólica. A su vez, el fotoperíodo controla la tasa de crecimiento de los peces, la actividad locomotora, la tasa metabólica, la maduración sexual y la reproducción, debido a su influencia en los ritmos endógenos y los niveles circulantes de hormonas de crecimiento.

A nivel del hepatopáncreas; en el estudio realizado sobre juveniles de *Macrobrachium dayanum*; Ahmed et al. (2015), demostraron que hay un mayor grado de anomalías celulares en organismos mantenidos durante 24 horas a 0 lux, obteniéndose un alto grado de formación de nódulos en el tejido hepatopancreático, el cual altera sus funciones normales como la secreción, absorción y almacenamiento de nutrientes influyendo posteriormente de manera negativa sobre el crecimiento del organismo, así mismo el hepatopáncreas cumple un papel clave en el almacenamiento temporal de calcio, fosfato, glucógeno y lípidos en el exoesqueleto durante las diferentes fases del ciclo de muda el cual incide sobre el crecimiento de esta especie.

Hoang et al. (2002), mencionan que la luz está directamente relacionada con el metabolismo de distintos crustáceos, se conoce de la actividad de la síntesis de hormonas que estimulan la muda (MSH), así como hormonas que estimulan el metabolismo; segregada principalmente por el ojo la cual es estimulada con la luz, incitando una mayor frecuencia de muda. En los anteojos aculares y el cerebro torácico de cangrejos octopodos *Ocypoda platytaris* y *O. macrocera* encontraron una mayor actividad de las células neurosecretoras a una intensidad

elevada de luz, sin embargo, mencionan que la muda necesita también de adecuados nutrientes y energía, por lo cual utilizan la manipulación de factores como la luz que influyan en el proceso de muda.

En el estudio de Churova *et al* (2019) se trabajó con salmones, y al igual que en este ensayo, se apreció que los organismos expuestos a una intensidad de luz constante obtuvieron mayor peso. Esto puede responder a que la incidencia de luz del fotoperíodo afecta los procesos de regulación del crecimiento, además, cambia los niveles de expresión de los genes proteicos reguladores y estructurales que determinan la tasa metabólica y la síntesis de las sustancias estructurales y de reserva, determinando así, la tasa de crecimiento de todo el organismo. En el estudio con salmones se demostró que los organismos criados bajo una luz continua presentaban mayores niveles del gen de miogenina, el cual participa en la coordinación del desarrollo del músculo. Esta podría ser una posible causa del mayor crecimiento en organismos expuestos a una luz artificial continua.

Mediante este ensayo se determinó que, manteniendo todos los parámetros fisicoquímicos estables; la intensidad de luz artificial continua 24 horas en un rango de  $1400 \pm 100$  lux; presentará efectos positivos sobre el cultivo de post larvas de *P. vannamei* mantenidos en un SRA obteniéndose mejores resultados de crecimiento; tasa de crecimiento específico, GP acumulado y IC. Este efecto se debería a que existiría un menor gasto energético, mejor eficiencia de asimilación del alimento, así como mejor estimulación visual para la precisión en la identificación y captura del alimento. Distintos estudios se han realizado en juveniles y adultos de distintas especies de decápodos buscando las causas fisiológicas del efecto de la luz sobre los parámetros productivos, sin embargo,

son pocos los que realizan dichos estudios en post larvas, por lo cual se recomendaría realizarlos en esta especie.

### **Bibliografía:**

**Ahmed A, M Sudan & M Sikdar. 2015.** Effect of photoperiod and temperature on development and growth of hepatopancreas of freshwater prawn *Macrobrachium dayanum*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies; 3(1): 173-178.

**Anaya R. 2005.** Cultivo de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931), en sistema cerrado a la alta densidad. Tesis magistral, Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada. Baja California.

**Baltazar P & J Palacios. 2015.** La acuicultura en el Perú: producción, comercialización, exportación y potencialidades. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. VII (2015): 293-305.

**Churova M, Shulgina N, Kuritsyn A, Krupnova M, Nemona N. 2020.** Muscle-specific gene expression and metabolic enzyme activities in Atlantic salmon *Salmo salar* L. fry reared under different photoperiod regimes. Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia.

**Cuellar J, C Lara, V Morales, A Gracia & O Garcia. 2010.** Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria OIRSA. Panamá.

**Cutolo M & W Cotroni. 2011.** Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão da-amazonia *Macrobrachium amazonicum*. Bol. Inst. Pesca, 37(2): 155 – 164.

**FAO. 2016.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.

**FAO. 2018.** Cultured aquatic species facts sheets. Obtenido el 20 de noviembre de 2018, disponible en;

[http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_whitelegshrimp.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegshrimp.htm)

**FAO. 2018.** Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

**FAO. 2019.** Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets – November 2019. Rome

**Fitzgibbon Q & S Battaglione .2012.** Effect of photoperiod on the culture of early-stage phyllomosa and metamorphosis of spiny lobster (*Sagmariasus verreauxi*). Institute for Marine & Antarctic Studies, Fisheries Aquaculture & Coast Centre (IMAS-FACC). University of Tasmania, Australia. Aquaculture 368–369 (2012) 48–54

**Galindo J. 1999.** Aproximación a los requerimientos nutricionales de juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*: evaluación de niveles y fuentes de proteína en la dieta. Ministerio de la Industria Pesquera, Facultad de Biología, Universidad de la Habana.

**Gardner C & G Maguire. 1998.** Effect of photoperiod and light intensity on survival, development and cannibalism of larvae of the Australian giant crab *Pseudocarcinus gigas* (Lamarck). University of Tasmania, Department of Aquaculture, Launceston, Australia. Aquaculture 165 \_1998. 51–63.

**Guo B, F Wang, L Ying & D Shuanglin. 2013.** Effect of periodic light intensity change on the molting frequency and growth of *Litopenaeus vannamei*. Republica de China. Aquaculture 396–399 (2013) 66–70.

**Hache R, MD Mallet & A Dumas. 2015.** Effects of light regime on larvae survival, growth and settling behavior of hatchery reared American lobster (*Homarus americanus*). Canada. Aquaculture 443 (2015) 31–39.

**Hoang T, M Barchiesis, S Leea, C Keenan & G Marsden. 2002.** Influences of light intensity and photoperiod on moulting and growth of *Penaeus merguensis* cultured under laboratory conditions. School of Environmental and Applied Sciences, Griffith University, Qld 9726, Australia. Aquaculture 216 (2003) 343–354.

**Isiordia E & A Puello. 2007.** Evaluación del crecimiento y supervivencia en larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* usando como fuente de alimento microalgas vivas y congeladas. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2007 Volumen VIII Número 5.

**Jaski M, E Kamrani & A Salarzadeh. 2014.** The study effect of sun light on growth performance and survival of postlarval white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and salinity stress resistance. Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran. European Journal of Experimental Biology, 2014, 4(2):7-12.

**Limsuwan C. 2005.** Cultivo intensivo de camarón blanco. Boletín Nicovita, Edición Octubre-Diciembre 2005. Obtenido el: 20 de Diciembre del 2019 de; [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct\\_dic\\_2005\\_01.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct_dic_2005_01.pdf)

**Lin Y, & J Chen. 2001.** Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. Journal of experimental marine biology and ecology, 259(1), 109-119.

**Lin Y, & J Chen. 2003.** Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. Aquaculture, 224(1-4), 193-201.

**Moss G, L Tong & J Illingworth. 1999.** Effects of light intensity and food density on the growth and survival of early-stage phyllosoma larvae of the rock lobster *Jasus edwardsii*. National Institute of Water and Atmospheric, Nueva Zelanda. Mar. Freshwater Res., 1999, 50, 129-34.

**Nelson R, Chbeir S. 2017.** Dark matters: effect of light at night on metabolism. The Nutrition Society Summer Meeting was held at the Kings College, London. Proceedings of the Nutrition Society, Page 1 of 7 doi:10.1017.

**NICOVITA** ® Ficha técnica Nicovita Origin Camarón. Obtenido el 27 de Septiembre del 2019 de; <https://www.nicovita.com.pe/productos/documentosNicovitaOrigin/OriginCamaron.pdf>

**Pervaiz A, M Sudan & S Manohar. 2015.** Studies on the Effect of Photoperiodism and Temperature on Moulting of a Freshwater Prawn *Macrobrachium dayanum*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2015; 3(1): 325-328.

**PRODUCE. 2017.** Ministerio de la producción. Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2017. Obtenido el 30 de noviembre del 2018 de; [http://ogeiee.produce.gob.pe/images/Anuario/Pesca\\_2017.pdf](http://ogeiee.produce.gob.pe/images/Anuario/Pesca_2017.pdf)



**Reeve M. 1969.** Growth, metamorphosis and energy conversion in the larvae of the prawn, *Palaemon serratus*. Association of Marine Biology of the United Kingdom. *J. mar. biol. Ass. U.K.* (1969) 49, 77-96

**Rodríguez A & A Garcia. 2010.** Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón de río del sur (*Samastacus spinifrons*, Phillipi: 1992) en su etapa joven. Escuela de acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Chile. *Revista AquaTIC*, N° 32, pp. 7-21.

**Socola SM. 2016.** Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Post Larvas *Litopenaeus vannamei* en Raceway. Camaronera La Bocana, Tumbes-Perú. Universidad Técnica de Machala.

**Suarez J, A Garcia, F Newmark & R Bador. 2001.** Efecto de las condiciones de transporte, recepción, aclimatación, y siembra de nauplios de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) sobre la sobrevivencia en larvicultura. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, Colombia.

**Valverde JA & J Montoya. 2014.** Productividad y rentabilidad del cultivo de camarones marinos en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. *Rev. Mar. Cost.* ISSN 1659-455X. Vol. 6: 37-53.

**Villasante F, E Martinez, M Garcia & J Arrona. 2015.** Efecto de diferentes intensidades de luz sobre la expresión de cromatóforos, crecimiento y supervivencia en juveniles de *Macrobrachium tenellum*. Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco. México. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 43 (1): 255-261

**Wang F, G Dong, S Dong, C Huang, C Zhu & Y Mu. 2004.** The effect of light intensity on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*.

Mariculture Research Laboratory, Ocean University of China, China. Aquaculture

234 (2004) 475–483