

**Evaluación de reemplazo de yema de huevo
de gallina por anchoveta (*Engraulis ringens*)
en alimentación de larvas de camarón
(*Litopenaeus vannamei*)**

Anselmo Félix Sánchez Jaramillo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de reemplazo de yema de huevo
de gallina por anchoveta (*Engraulis ringens*)
en alimentación de larvas de camarón
(*Litopenaeus vannamei*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Anselmo Félix Sánchez Jaramillo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación de reemplazo de yema de huevo de gallina por anchoveta (*Engraulis ringens*) en alimentación de larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*)

Anselmo Félix Sánchez Jaramillo

Resumen. La industria camaronera se ha visto en la tarea de buscar alimentos alternos que cumplan con los aportes nutricionales y productivos de los alimentos que son utilizados comúnmente en la alimentación de las etapas larvarias de camarón debido a los altos costos que estos representan. El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Orolarva de Honduras S.A. en los meses de junio y julio del año 2018. El estudio tuvo como objetivo evaluar los resultados en producción de cuatro dietas con diferentes proporciones de yema de huevo de gallina y anchoveta en la etapa larvaria del camarón y de esta manera determinar que dieta sería la mejor opción. Las proporciones de las dietas ofrecidas fueron: 100% yema de huevo, 75% yema de huevo: 25% anchoveta, 50% yema de huevo: 50% anchoveta y 25% yema de huevo: 75% anchoveta. Se evaluaron los resultados de sobrevivencia y número de larvas por gramo. La evaluación estadística de estos resultados se hizo mediante un análisis de varianza, con una separación de medias LSD ($P \leq 0.05$). En sobrevivencia se encontró una diferencia entre las dietas evaluadas y la dieta control y en la variable de larvas por gramo no se encontró una diferencia entre las dietas evaluadas. Se concluyó que los mejores resultados se obtuvieron con la dieta conteniendo 100% yema de huevo. Se recomienda continuar con el estudio para comprobar estos resultados.

Palabras claves: Crecimiento, larvicultura, sobrevivencia.

Abstract. The shrimp industry has had the task of searching for dietary ingredients that fulfill the nutritional and productive requirements during shrimp larviculture to be used as an alternative to commonly used diets due to its high costs. The study was conducted at Orolarva de Honduras S.A. during the months of June and July 2018. The objective of the study was to evaluate production results of four diets with different proportions of hen egg yolk and anchovy in the larval stage of shrimp and determine the best option. Proportions for the diets were: 100% egg yolk; 75% egg yolk: 25% anchovy meal; 50% egg yolk: 50% anchovy meal and 25% egg yolk: 75% anchovy meal. The results evaluated were survival and number of larvae per gram. The statistical evaluation was made using analysis of variance and LSD means separation ($P \leq 0.05$). Survival showed difference between treatment diets and the control diet (100% egg yolk). Number of larvae per gram showed no difference between the evaluated diets. It was concluded that the diet containing 100% egg yolk had the best results for larviculture. It is necessary to continue the study in order to verify the results.

Key words: Growth, larviculture, survival.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Cantidades de yema de huevo y anchoveta en las dietas.....	4
2. Aporte de proteína y lípidos de los tratamientos evaluados	5
3. Programa de alimentación de primera dieta (100% yema de huevo) en Orolarva de Honduras, junio del 2018	6
4. Programa de alimentación de segunda dieta (75% yema de huevo: 25% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.....	7
5. Programa de alimentación de tercera dieta (50% yema de huevo: 50% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.....	8
6. Programa de alimentación de cuarta dieta (25% yema de huevo: 75% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.....	9
7. Tratamientos y porcentaje de sobrevivencia, Orolarva de Honduras, junio 2018.....	13
8. Cantidad de larvas por gramo en cada tratamiento, Orolarva de Honduras, junio 2018.....	14
9. Costos totales y por millar de larvas de los tratamientos aplicados	15

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón para consumo humano se ha desarrollado debido a la demanda de países tanto en Europa, Asia y Norte América. Esto ha permitido que la larvicultura y camaronicultura tenga un crecimiento en países de América Latina. La producción de larvas de camarón en cautiverio es una actividad de cultivo que ocurre en un medio acuático. El cultivo se ha desarrollado con fines de producción y comercialización, ha sido industrializada por medio del uso de tecnología (Tacon 1989).

El cultivo de camarón se realiza en dos procesos, el primero denominado “larvario” que comprende varias fases desde nauplio, larva y post larva. Este proceso se realiza en un laboratorio utilizando tanques con una capacidad entre 20 a 25 m³. Las siembras normalmente se realizan a una densidad entre 90 a 160 nauplios por litro de agua de mar, esperando lograr sobrevivencias entre 50 a 70% (Fox *et al.* 2001).

El proceso inicia con el desove de huevos previamente fecundados. Estos eclosionan originando el primer estadio denominado nauplio. En este estadio hay cinco sub-estadios que normalmente duran dos días. Los nauplios se alimentan de las reservas que tenían en el huevo. La segunda fase larvaria denominada zoea, posee tres sub-estadios con una duración de cuatro a cinco días, durante este estadio los animales son exclusivamente fitófagos, y su consumo se basa en microalgas (Fox *et al.* 2001). La tercera fase se denomina mysis, la cual posee tres sub-estadios, esta etapa tiene una duración de cuatro días. En mysis la base de la alimentación son fitoplancton y zooplancton (Briggs 2006). Por último pasa a la fase de post-larva en donde el animal se presenta como un camarón ya formado y se dedica solamente a crecer.

En estas fases la alimentación comúnmente está basada en la utilización de artemia, el cual es un crustáceo (García 2000). La industria ha trabajado en la búsqueda de alimentos alternativos en la producción de larvas y post-larvas que cumplan con los requerimientos nutritivos necesarios para el desarrollo y producción de estos animales, ya que los costos de los quistes de artemia utilizados para la alimentación han ido incrementando con la demanda y el crecimiento en la producción de larvas de camarón (Ceballos y Barbarito 2006). El alimento alternativo a utilizar debe cumplir con los requerimientos nutricionales, proteicos y energía digerible que las larvas aprovechan de los ingredientes que comúnmente se usan en la formulación de las dietas y que además no sean una fuente de contaminación para el medio ambiente (Siccardi *et al.* 2006).

El propósito de este estudio es analizar una alternativa de alimentación en comparación a la que ya se está utilizando actualmente en el laboratorio donde se condujo el experimento, la información recolectada será de utilidad para productores actuales y futuros para la toma

de decisiones al momento de buscar una alternativa de alimentación que sea más factible tanto económica y productivamente dentro de sus programas alimenticios (Carvajal y Bolaños Nuñez 2013). Además de contar con la infraestructura adecuada para el desarrollo óptimo de las larvas, controlar los parámetros de calidad de agua requeridos y contar con un sistema de aclimatación para controlar los factores ambientales requeridos por los animales (temperatura de ambiente y agua, pH del agua, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto).

- El objetivo del estudio fue la evaluación el impacto productivo en el reemplazo de yema de huevo de gallina por anchoveta (*Engraulis ringens*) en la alimentación de larvas de camarón blanco. Los objetivos específicos para el estudio fueron: determinar el porcentaje de sobrevivencia de las larvas a cosecha según la dieta ofrecida; determinar la cantidad de larvas por gramo presentes a cosecha, según la dieta ofrecida.

2. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en los meses de junio y julio en el laboratorio Orolarva de Honduras S.A. ubicado en Cedeño, departamento Choluteca, Honduras. La zona presenta una temperatura promedio de 28 °C a una altura de 8 msnm. La sala del laboratorio larvario donde se desarrolló el estudio cuenta con 20 tanques rectangulares de 30.6 m³ (8.5 m × 2 m × 1.8 m), el fondo de los tanques es en forma de U y son recubiertos en el interior con una geo membrana de polietileno de alta densidad (HDPE), para facilitar el manejo de los animales (FAO 1988).

La sala del laboratorio larvario contó con un ambiente controlado en cuanto a salinidad del agua, temperatura, oxígeno disuelto y pH con la finalidad de proporcionar el ambiente adecuado para el desarrollo de las larvas. La geo membrana HDPE dentro de los tanques está marcada desde 5 Tm (5,000 L) hasta 25 Tm (25,000 L), el nivel utilizado para la producción fue de 20 Tm, para tener un espacio el cual nos permite tener un margen de control para corregir cualquier error humano o actividad sísmica y que el agua no supere el nivel del tanque y esta se rebalse.

Cada sala tiene un sistema de aireación independiente, el cual es alimentado por un soplador regenerativo de 15 HP, suficiente para suplir la aireación de toda la sala. El sistema de aireación estaba formado por conexiones de tubo poli cloruro de vinilo (PVC), formando un sistema principal con tubería de cuatro pulgadas, el cual está dividido en un sistema de tuberías de tres pulgadas con mangueras conectadas de 1/16 de pulgada con un difusor de piedra al final y estos se extienden hasta el fondo de los tanques para obtener una buena aireación en toda la columna de agua.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó en un ciclo completo de las larvas de camarón, empezando en el estadio de nauplio 5 (N-5) hasta el estadio de post-larva 12 (PL-12). Se tomó en cuenta el tiempo necesario para el desarrollo de cada estadio hasta llegar al periodo de cosecha, haciendo muestreos diarios para monitorear el desarrollo de las larvas en cada uno de los tanques. Durante todo el periodo de desarrollo a excepción del estadio de N-5 se suministró a los animales las distintas dietas. En la cosecha se recolectaron los datos de cada uno de los tanques correspondientes a sobrevivencia y numero de larvas por gramo para proceder a su análisis final y poder determinar que tratamiento fue el más eficiente en la nutrición de los animales.

Análisis práctico.

Se realizó un análisis de productividad al final del estudio, donde se tomaron en cuenta dos variables que son las más utilizadas por la industria, sobrevivencia y número de larvas por gramo. La sobrevivencia se calcula entre la cantidad de animales sembrados y la cantidad de animales cosechados. Para determinar el número de animales por gramo, se utilizó una balanza (Scout™ Pro OHAUS®), en la cual se contabilizaron cuantos animales se requerían para alcanzar el peso de un gramo. Con este dato se facilitó el conteo general de la población a cosecha, según el peso entregado al final se realizó una conversión y se obtuvo la población final.

El estudio fue llevado a cabo siguiendo los protocolos de buenas prácticas acuícolas y de esta manera adaptar las instalaciones para el manejo adecuado del experimento. Los tratamientos aplicados fueron distribuidos en ocho tanques dentro de la sala aclimatada para brindar las condiciones necesarias para la realización del estudio, dentro de estas condiciones se manejó el control de calidad diaria del agua, alimentación y examinando el desarrollo de las larvas con los tratamientos aplicados. Para la alimentación se mantuvo la fórmula base de la empresa, la modificación fue en las proporciones aplicada de yema de huevo y anchoveta en cada uno de los cuatro tratamientos aplicados.

Tratamientos.

Basado en la cantidad de alimento que la empresa aplica por tanque en el ciclo de producción, se hizo la modificación de las cantidades de alimento a aplicar por tratamiento. Dentro de la formulación base de alimento aplicado por la empresa en sus tanques utilizan una cantidad de 1.40 kg de yema de huevo, a partir de esta cantidad se calcularon las cantidades de anchoveta a aplicar en cada una de las formulaciones de las dietas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidades de yema de huevo y anchoveta en las dietas.

Tratamientos	Componentes	
	Yema de huevo (g)	Anchoveta (g)
100% YH - 0% A	1404	0
75% YH - 25% A	1044	360
50% YH - 50% A	702	702
25% YH - 75% A	360	1044

YH: Yema de huevo

A: Anchoveta

Contenido nutricional por tratamiento.

Se consideró un aporte de proteína del 18% para la yema de huevo y 26% de lípidos y un aporte por la anchoveta de 19% de proteína y 8% de lípidos, con lo cual se obtuvo el porcentaje de proteína y lípidos total aportado por cada tratamiento (Cuadro 2). El aporte total es la suma del aporte de la yema de huevo, anchoveta y la dieta base utilizada por el laboratorio.

Cuadro 2. Aporte de proteína y lípidos de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Alimento							
	P YH%	P A%	P Ep%	P Total %	L YH%	L A%	L Ep%	L Total %
100% YH - 0% A	2.64	0.00	41.82	44.46	3.81	0.00	11.95	15.76
75% YH - 25% A	1.96	0.71	41.82	44.49	2.83	0.30	11.95	15.08
50% YH - 50% A	1.32	1.39	41.82	44.53	1.91	0.59	11.95	14.45
25% YH - 75% A	0.68	2.07	41.82	44.57	0.98	0.87	11.95	13.80

YH: Yema de huevo

A: Anchoveta

Ep: Epifeed

P: Proteína

L: Lípidos

Las dietas fueron aplicadas desde el estadio de zoea 1 hasta el estadio de post larva 12, en el cual finalizó el ciclo dentro del laboratorio. A continuación, se hace una descripción de las dietas ofrecidas:

Control / 100% yema de huevo. Tratamiento usado actualmente en la empresa para la producción de larvas ya que la yema de huevo contiene valores nutricionales de proteína 16 a 17%, lípidos 33 a 34%, necesarios para la producción de larvas (Carbajal 2006). En esta dieta se utilizó solamente yema de huevo y los ingredientes base utilizados por la empresa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Programa de alimentación de primera dieta (100% yema de huevo) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.

Día	Estadio larval	Ingredientes					YH (g)
		Treflan (ml)	Epilite Z (g)	Epilite 150 (g)	Epilite 300 (g)	Epilite 500 (g)	
1	N-5	0.6	32				
2	Z-1	0.6	48				78
3	Z-2	0.6	60				78
4	Z-3	0.6		90			78
5	M-1	0.6		120			78
6	M-2			150			78
7	M-3			245			78
8	PL-1				320		78
9	PL-2				320		78
10	PL-3				320		78
11	PL-4				360		78
12	PL-5				400		78
13	PL-6				440	440	78
14	PL-7				480	480	78
15	PL-8				480	480	78
16	PL-9				520	520	78
17	PL-10					640	78
18	PL-11					800	78
19	PL-12					880	78
Total		3	140	605	3640	4240	1404

N – Nauplio, Z – Zoea, M – Mysis, PL – Post Larva

YH - Yema de huevo

Yema de huevo 75%: anchoveta 25%. Se hizo una formulación en la cual se reemplazó 25% del huevo por anchoveta. Se escogió el uso de anchoveta como suplemento en el uso de huevo en la alimentación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Programa de alimentación de segunda dieta (75% yema de huevo: 25% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018

Día	Estadio larval	Ingredientes						
		Treflan (ml)	Epilite Z (gr)	Epilite 150 (gr)	Epilite 300 (gr)	Epilite 500 (gr)	YH (gr)	Anchoveta (gr)
1	N-5	0.6	36					
2	Z-1	0.6	48				58	20
3	Z-2	0.6	60				58	20
4	Z-3	0.6		90			58	20
5	M-1	0.6		120			58	20
6	M-2			150			58	20
7	M-3			245			58	20
8	PL-1				320		58	20
9	PL-2				360		58	20
10	PL-3				400		58	20
11	PL-4				440		58	20
12	PL-5				480		58	20
13	PL-6				520	520	58	20
14	PL-7					560	58	20
15	PL-8					480	58	20
16	PL-9					520	58	20
17	PL-10					640	58	20
18	PL-11					800	58	20
19	PL-12					880	58	20
Total		3	144	605	2520	4400	1044	360

N – Nauplio, Z – Zoea, M – Mysis, PL – Post Larva

YH - Yema de huevo

Yema de huevo 50%: anchoveta 50%. Se hizo una formulación en la cual se reemplazó el 50% del huevo por anchoveta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Programa de alimentación de tercera dieta (50% yema de huevo: 50% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.

Día	Estadio larval	Ingredientes						
		Treflan (ml)	Epilite Z (gr)	Epilite 150 (gr)	Epilite 300 (gr)	Epilite 500 (gr)	YH (gr)	Anchoveta (gr)
1	N-5	0.6	36					
2	Z-1	0.6	48				39	39
3	Z-2	0.6	60				39	39
4	Z-3	0.6		90			39	39
5	M-1	0.6		120			39	39
6	M-2			150			39	39
7	M-3			245			39	39
8	PL-1				320		39	39
9	PL-2				400		39	39
10	PL-3				440		39	39
11	PL-4				480		39	39
12	PL-5				520	520	39	39
13	PL-6					560	39	39
14	PL-7					640	39	39
15	PL-8					720	39	39
16	PL-9					800	39	39
17	PL-10					800	39	39
18	PL-11					880	39	39
19	PL-12					880	39	39
Total		3	144	605	2160	5370	702	702

N – Nauplio, Z – Zoea, M – Mysis, PL – Post Larva

YH - Yema de huevo

Yema de huevo 25%: anchoveta 75%. Se hizo una formulación en la cual se reemplazó el 75% de huevo por 25% de anchoveta (Cuadro 6).

Cuadro 6. Programa de alimentación de cuarta dieta (25% yema de huevo: 75% anchoveta) en Orolarva de Honduras, junio del 2018.

Día	Estadio larval	Ingredientes						
		Treflan (ml)	Epilite Z (g)	Epilite 150 (g)	Epilite 300 (g)	Epilite 500 (g)	YH (g)	Anchoveta (g)
1	N-5	0.6	36					
2	Z-1	0.6	48				20	58
3	Z-2	0.6	60				20	58
4	Z-3	0.6		90			20	58
5	M-1	0.6		120			20	58
6	M-2			150			20	58
7	M-3			245			20	58
8	PL-1				320		20	58
9	PL-2				400		20	58
10	PL-3				440		20	58
11	PL-4				480		20	58
12	PL-5				520	520	20	58
13	PL-6					560	20	58
14	PL-7					640	20	58
15	PL-8					680	20	58
16	PL-9					720	20	58
17	PL-10					960	20	58
18	PL-11					1040	20	58
19	PL-12					1040	20	58
Total		3	144	605	2160	6160	360	1044

N – Nauplio, Z – Zoea, M – Mysis, PL – Post Larva

YH - Yema de huevo

Para la aplicación de las dietas se emplearon las mismas condiciones dentro de todos los tanques, las únicas variantes fueron las formulaciones de las dietas aplicadas por tanque con un incremento en la aplicación de alimento base en la aplicación de la dieta con 25% yema de huevo: 75% anchoveta. A cada tratamiento se le asigno dos tanques representando dos repeticiones. El estudio se condujo bajo un ambiente y condiciones controladas.

Protocolo de manejo.

El manejo de siembra y control de animales se llevó a cabo siguiendo un protocolo ya establecido por la empresa para asegurar un buen desarrollo de los animales y evitar que haya algún tipo de contaminación presente dentro de los tanques en los cuales se llevaría a cabo el estudio. Dentro de este protocolo se realizan actividades de: limpieza, recepción y siembra de animales, calidad de agua y alimentación.

Limpieza.

Los tanques fueron lavados y desinfectados dos días antes de la recepción y siembra de nauplios.

Recepción y siembra.

Los animales fueron trasladados mediante el uso de baldes con agua y aireación, desde el área de maduración hasta la sala en donde se condujo el estudio. Una vez en la sala se realizó un conteo de animales en cada cubeta mediante el uso de una pipeta, llenándola hasta 1 ml, este llenado se observó en un microscopio para realizar el conteo de nauplios en 1 ml y hacer la conversión al contenido de cada balde, obteniendo así el conteo de animales sembrados. Se hicieron cinco conteos por balde para obtener un estimado y hacer el cálculo final.

La cantidad de animales sembrados por tanque fue de 2.58 millones de nauplios. a medida que se iban introduciendo los animales a los estanques se aumentaba el nivel de agua en los tanques hasta llegar al nivel de 20,000 litros que fue el nivel utilizado durante todo el estudio. Luego de la siembra, se realizaron revisiones diarias del estado de las larvas en los tanques para monitorear la calidad de las larvas presentes en los tanques. La revisión se realizó mediante el uso de extracción de 10 muestras de cada tanque, estas muestras se colocaron en un recipiente con agua para luego tomar 100 animales y observarlos en el microscopio para detectar deformidades, necrosis, consumo del alimento y determinar las etapas según su crecimiento.

Durante los primeros cinco días después de la siembra se aplicó diariamente Treflan para prevenir la proliferación de hongos, se aplicaron 0.6 ml diarios desde el estadio de nauplio 5 hasta mysis 1. Se utilizó 3 ml por tanque, dando como total utilizado 24 ml para todos los tanques utilizados para el estudio. También se aplicaron 4,080 g de EDTA a los reservorios de agua para controlar metales pesados presentes en el agua y alcalinidad, esta agua fue usada para llenar los tanques y realizar recambios de agua.

Calidad de agua.

La calidad del agua es de vital importancia en la producción de larvas de camarón, el mantener una buena calidad de agua durante todo el proceso de la producción garantiza el buen desarrollo de las larvas. El agua utilizada fue bombeada directamente del mar, pasando por un sistema de filtros de arena y piedra, luego, por filtros de carbón activado. Después de la filtración por carbón activado, el agua pasó por filtros de tela colocados al final de la tubería, para finalmente ser depositada en los tanques reservorio que suministran el agua a los tanques de producción.

Es importante mantener un monitoreo constante de la calidad de agua presente tanto en los tanques reservorio y en los tanques de producción. El control de calidad de agua se realizó mediante muestreos diarios en cada uno de los tanques, se utilizó un medidor multiparámetro EcoSense® ODO200 para medir oxígeno disuelto y temperatura. La salinidad fue medida con un refractómetro con compensación automática de temperatura. El monitoreo de temperatura se realizó desde el bombeo de agua de los tanques reservorios

hasta su llegada a los tanques de producción, si la temperatura del agua era muy alta, el agua proveniente de los reservorios pasaba por enfriadores, de esta manera se reguló la temperatura del agua en los tanques de producción.

Calidad de larva.

Para el monitoreo de la calidad de la larva se hicieron muestreos diarios en todos los tanques. Para el muestreo de animales, se utilizó un colador con una malla de 100 micras para coleccionar los animales y luego depositarlos en un recipiente con agua. Cada muestra fue colocada en un portaobjetos y revisada con el uso de un microscopio Amscope B490, la revisión en el microscopio se hizo usando el lente 4x. La revisión se realizó con el fin de observar el estado de las larvas y detectar posibles anomalías en los animales como: estadio, desarrollo branquial, presencia de alimento, sistemas digestivos vacíos, porcentaje de larvas activas, necrosis, canibalismo y deformidades.

Alimentación.

El enfoque principal del estudio fue la alimentación, esta se realizó siguiendo los protocolos de alimentación usados en la empresa. Durante los primeros cinco días luego de la eclosión, las larvas solo se alimentaron con fitoplancton. Una vez pasado al estadio de zoea 1 se proporcionó alimento sólido, en este caso la yema de huevo y anchoveta. El alimento que se proporcionó a las larvas de camarón cumplió con los estándares de frescura, fue racionado, medido y distribuido de manera que no se acumularan residuos que puedan causar cambios en las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua de los tanques (Cuellar *et al.* 2010).

Uso de algas.

Se realizó un cultivo de algas usando cepas de *Thalassiosira weissflogii*, aplicando dos toneladas métricas (2,000 L) de algas por tanque. El conteo de algas en los tanques fue de 120,000 células/ml. El uso de algas en este estadio fue para suplir sus requerimientos de alimentación, ya que en esta etapa su alimentación es únicamente de fitoplancton, y estas algas son una fuente importante de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas hidrosolubles y liposolubles, carotenoides clorofila (Ceballos y Barbarito 2006).

Alimentación con yema de huevo.

Orolarva de Honduras S.A. la empresa en la que se desarrolló el estudio, actualmente utiliza la yema de huevo como alimento para la producción de larvas de camarón. La yema es cocida y luego licuada hasta formar una pasta. Esta pasta se colocó en bolsas plásticas para su almacenamiento en congeladores en cada sala y posterior uso para aplicación en los tanques de producción, cada bolsa contenía 1 lb de pasta de yema de huevo.

Al momento de la aplicación en los tanques la pasta de yema de huevo se tamizó usando una malla de 100 micras para reducir el tamaño de partícula para facilitar su consumo por parte de los animales. Luego del tamizado se colocó la mezcla en contenedores de plástico

con agua salobre (1,000 ml), ya que los lípidos presentes son de fácil dispersión en agua (Grobas y Mateos 1996), y se depositó la mezcla en cada tanque.

Alimentación con anchoveta.

El uso de anchoveta para dietas balanceadas acuáticas se puede hacer en forma de aceite de pescado, harina de pescado o la utilización del pescado entero (IFFO 2017). La anchoveta utilizada en el estudio se recibió congelada y empacada al vacío. Para su uso en la producción de larvas, se descongeló y se licuó hasta formar una pasta, la cual era pesada y colocada en bolsas plásticas para su almacenamiento en congeladores ubicados en la sala donde se realizó el estudio. Al momento de su aplicación a los tanques, la pasta de anchoveta fue tamizada usando una malla de 100 micras para reducir el tamaño de partículas, luego del tamizado se colocó en contenedores plásticos con agua salobre (1,000 ml) y el alimento complementario listo para ser depositado en cada tanque.

Dietas.

Las dietas fueron aplicadas siguiendo protocolo de alimentación aplicado por la empresa. Cada tratamiento fue aplicado bajo las mismas condiciones en todos los tanques utilizados para el estudio, el único cambio fue la cantidad de yema de huevo y anchoveta aplicada por dieta. Las dietas se formularon siguiendo los registros históricos de alimentación, la cantidad de cada alimento a aplicar se estimó en una producción esperada 1,500,000 post larvas del total sembrado que fue de 2,583,000 nauplios. En base a este cálculo, la cantidad de yema de huevo estimado a usar en la dieta de 100% fue de 702 g por tanque en todo el ciclo. La cantidad de anchoveta se calculó en base a la cantidad de yema de huevo utilizada en la dieta control para complementar en las dietas de 25, 50 y 75% respectivamente.

Diseño experimental.

Para este experimento se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) ya que las condiciones en las cuales se encontraban las unidades experimentales eran homogéneas. Se evaluaron cuatro tratamientos de alimentación distribuidos en ocho unidades experimentales realizando dos repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD). Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS® Versión 9.4).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia.

El desarrollo y sobrevivencia de los animales es directamente afectado tanto por calidad de agua como por el alimento ofrecido en las dietas. Los principales indicadores a medir en el agua para determinar si se encuentra dentro de los rangos óptimos para la producción son temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al agua presente en los tanques de producción fueron: temperatura 31 °C, salinidad 33 g/L y oxígeno disuelto 7 mg/L. Estos resultados se encuentran dentro de los rangos óptimos para larvicultura, temperatura 28 – 32 °C, salinidad 28 – 35 g/L y oxígeno disuelto ≥ 5 mg/L (Segarra 2017). En la variable de sobrevivencia se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento control utilizando 100% yema de huevo y los demás tratamientos ofrecidos usando diferentes proporciones de anchoveta. Los resultados indican que proporcionar dietas con menor contenido de yema de huevo, presentan mayor mortalidad a la fecha de cosecha, estos resultados difieren con el estudio realizado por Chi *et al.* (2009) en *Litopenaeus vannamei*, que concluyo que las sobrevivencias de animales alimentados con mayores porcentajes de contenido de anchoveta no presentan diferencia ($P > 0.05$) en comparación con animales alimentados con altos porcentajes de sub-productos avícolas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tratamientos y porcentaje de sobrevivencia, Orolarva de Honduras, junio 2018.

Tratamiento	Sobrevivencia
100% YH - 0% A	51.50 ^a
75% YH - 25% A	43.73 ^b
50% YH - 50% A	42.50 ^b
25% YH - 75% A	42.00 ^b
Probabilidad	0.05
[£] CV %	5.66

YH – Yema de huevo, A – Anchoveta

^{ab}-Medias con letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$).

[£]CV% - Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Post-larvas por gramo.

Se realizó un conteo para determinar qué cantidad de post-larvas serían necesarias para alcanzar el peso de un gramo. Los resultados obtenidos, no mostraron diferencia significativa en el conteo de larvas por gramo entre los tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con los resultados del estudio realizado por Davis y Arnold (1999) en *Litopenaeus vannamei*, que concluyo que animales alimentados con dietas que contienen un mayor porcentaje de anchoveta alcanzan un mayor tamaño que los animales alimentados con dietas que contienen un mayor porcentaje de sub-productos avícolas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cantidad de larvas por gramo en cada tratamiento, Orolarva de Honduras, junio 2018.

Tratamiento	Número de larvas por gramo (g)^{n.s.}
100% YH - 0% A	275
75% YH - 25% A	215
50% YH - 50% A	239
25% YH - 75% A	240
Probabilidad	0.088
£CV%	6.74

YH –Yema de huevo, A – Anchoveta

^{n.s.}-Medias en la misma columna no presentan diferencias estadísticamente significativas (P>0.05).

£CV% - Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Costos.

Al final del estudio se calculó el costo por gramo de yema de huevo y anchoveta, con este dato se obtuvo el costo de cada uno de los tratamientos ofrecidos. Finalmente se obtuvo el costo de producción por millar (1,000) de larvas de camarón (Cuadro 9), se puede observar que el tratamiento de 100% yema de huevo, obtuvo el mayor costo total, y el tratamiento 25% de yema de huevo y 75% anchoveta obtuvo el menor costo total. Al evaluar la población final obtenida con los tratamientos y calcular el costo por millar de larva producida no existe diferencia entre los tratamientos de 100% yema de huevo, y 75% yema de huevo con 25% de Anchoveta, ambos generaron un costo mayor por un centavo de dólar que los tratamientos 50% yema de huevo con 50% de anchoveta y 25% yema de huevo con 75% de anchoveta.

Cuadro 9. Costos totales y por millar de larvas de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Costo Yema (\$)	Costo Anchoveta (\$)	Costo Total (\$)	Costo por millar de larva (\$)
100% YH - 0% A	23.87	0.00	23.87	0.02
75% YH - 25% A	17.75	1.66	19.40	0.02
50% YH - 50% A	11.93	3.23	15.16	0.01
25% YH - 75% A	6.12	4.80	10.92	0.01
Costo de Yema de Huevo (\$/g)				0.0170
Costo de Anchoveta (\$/g)				0.0046

YH – Yema de huevo, A – Anchoveta

Tasa de cambio USD 1 = L. 24

4. CONCLUSIONES

- El resultado obtenido con el tratamiento 100% yema de huevo, presento diferencia significativa y mayor porcentaje de sobrevivencia, al día de cosecha.
- Los resultados obtenidos al final del estudio para la variable de larvas por gramo, no presentaron diferencia entre los tratamientos.

5. RECOMENDACIONES

- Empezar aplicación de las dietas iniciando los estadios de post-larva, ya que su sistema digestivo está más desarrollado para lograr un mejor aprovechamiento de la dieta.
- Realizar aplicación de la anchoveta en forma de harina, al tener un mayor tamaño de partícula, mejora la disponibilidad del alimento.
- Probar nuevos porcentajes de yema de huevo y anchoveta en la formulación de las dietas.

6. LITERATURA CITADA

- Briggs M. 2006. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. FAO [internet]. Roma (Italia). [consultado 2018 ago 20]. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
- Carbajal Á. 2006. Calidad Nutricional de los Huevos. [internet]. Madrid (España). [consultado 2018 ago 21]. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-11-26-CARBAJAL-NutrPractica-2006.pdf>
- Carvajal JY, Bolaños Nuñez MB. 2013. Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de postlarvas [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. -Nicaragua. 73 p.
- Ceballos J, Barbarito J. 2006. Evaluación de la harina de *Spirulina platensis* como alimento y aditivo para la producción de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. Instituto Politécnico Nacional. 160 p.
- Cuellar J, Lara C, Morales V, Gracia A de, Garcia O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco. [internet]. Panama: OIRSA; [consultado 2018 ago 22]. <http://aquaticcommons.org/16644/1/86.%20Various%20Institutions.%20MBP%202010%5B1%5D.pdf>
- Davis DA, Arnold CR. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 185(3): 291-298.
- FAO (Food and Agricultural Organization). 1988. Manual Operativo y Definición de un Laboratorio. [internet]. (Francia). [consultado 2018 jul 20]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC410S/AC410S00.htm#TOC>
- Fox J, Treece GD, Sanchez D. 2001. Nutrición y manejo del alimento. In: Haws MC, Boyd CE ed. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Managua (Nicaragua): UCA. p. 65-90.
- García T. 2000. Nutrición de larvas de camarón. In: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., RicqueMarie, D. y Cruz-Suárez, L.E. ed. Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. México. p. 42-52.

- Grobas S, Mateos GG. 1996. Influencia de la Nutrición sobre la composición nutricional del huevo[internet]. Madrid (España). [Consultado 2018 ago 21]. https://www.researchgate.net/publication/28180440_Influencia_de_la_nutricion_sobre_la_composicion_nutricional_del_huevoIFFO
- Siccardi AJ, Lawrence AL, Gatlin DM, Fox JM, Castille FL, Perez M, González ML. 2006. Digestibilidad Aparente de Energía, Proteína y Materia Seca de Ingredientes utilizados en alimentos balanceados para el Camarón Blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. In: Cruz Suarez LE, Marie DR, Tapia Salazar M, Nieto Lopez MG, Villareal Cavazos DA, Puello Cruz AC, Garcia Ortega A, ed. Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. México. p. 213-237.
- Tacon AGJ. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados: Manual de Capacitación. Brasilia (Brasil). FAO. [Consultado 2018 jul 21]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S00.htm>.