

## **“Efecto del reemplazo de harina de pescado por gluten de maíz en dietas para el juvenil *Litopenaeus vannamei*”**

Ma. Verónica Arriaga Cedeño<sup>1</sup>, César Molina Poveda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acuicultora 2003

<sup>2</sup>Director de Tesis, Químico Farmacéutico, Universidad de Guayaquil, 1989. Maestría en Shellfish, Biology and Culture. University of Wales, 1998. Profesor de Nutrición en la FIMCM de ESPOL desde 1998. Investigador de Nutrición en CENAIM.

### **RESUMEN**

Doce dietas experimentales con 25% y 40% de proteína se formularon obteniendo 6 niveles de reemplazo de la harina de pescado: 0, 20, 40, 60, 80 y 100% en ambos niveles de proteína. L-aminoácidos sintéticos (arginina, lisina, metionina y triptofano) fueron suplementados dando un perfil de aminoácidos similar al sugerido para camarón. Para el ensayo de crecimiento y supervivencia se utilizaron camarones de un peso inicial de  $0,31 \pm 0,02$  g a una densidad de  $44/m^2$  en acuarios de 50 l.

Los resultados de peso final y biomasa ganada de los camarones alimentados con las dietas conteniendo gluten de maíz (25b - 25f y 40b - 40f) en 10 semanas fueron significativamente inferiores a los alimentados con las dietas control (25a y 40a) respectivamente.

La supervivencia no se vio aparentemente afectada por el reemplazo en ninguna de las dietas ensayadas.

La tasa de ingestión de los camarones indicó que no existen diferencias entre las dietas (25b-25e) con 20 a 80% de sustitución de la harina de pescado por gluten de maíz. En las dietas con 40% de proteína la tasa de ingestión disminuyó conforme el reemplazo por gluten de maíz aumentaba. El total reemplazo mostró el mas bajo porcentaje de ingestión.

### **INTRODUCCIÓN**

La producción mundial de la pesca hasta el año 2010 se encuentra proyectada entre 107 y 144 millones de toneladas de las cuales alrededor de 30 millones serán probablemente reducidas a harina de pescado. Luego del fenómeno de El Niño que afectó la producción de peces en el periodo 1997/98 los desembarcos de pesca se recuperaron, en el caso de

la anchoveta peruana y la macarela chilena que habían decrecido por debajo de los 3,5 millones de toneladas en 1998 aumentó a 10,1 millones de toneladas en 1999. En el año 2000, el consumo de harina de pescado realizado por la industria acuícola fue cercano al 35% de la producción total a nivel global (11 millones TM) y se espera que crezca 3,5 veces mas en los próximos 15 años. Este motivo aunado con el incremento a 7,5 millones TM (2) de alimento balanceado para abastecer la producción mundial de acuicultura, se proyecta a una baja en la oferta de harina de pescado con lo cual su precio se podría elevar y convertir a la acuicultura en un negocio poco rentable (3).

La acuicultura en el Ecuador ha sido una de la principales fuentes de ingreso durante los últimos 30 años representando el sector camaronero uno de los mayores generadores de divisas para el país hasta 1998, ya que por la presencia de enfermedades como la mancha blanca se ha reducido la producción y por lo tanto la exportación de este producto.

Es por lo tanto necesario encontrar una harina que reemplace de manera satisfactoria los requerimientos de los animales cultivados, en éste caso el camarón *Litopenaeus vannamei* y si al mismo tiempo se encuentra disponible y a bajo costo, contribuiría de manera más eficaz a reducir los gastos de producción ya que disminuiría los costos de alimentación. La harina de pescado es una de las fuentes que por su alto contenido en proteínas (60 – 75%) representa entre el 30 y 50% de la fórmula de los alimentos balanceados para acuicultura. Estas características unidas al efecto que tiene en el crecimiento la han convertido en una de las fuentes de proteína más investigada. Así con la intención de abaratar los costos de las dietas (4) se han evaluado fuentes proteicas más baratas o se ha disminuido su nivel de inclusión.

La fuente de proteína vegetal más importante que se ha estudiado y la mas comúnmente empleada en los balanceados comerciales es la harina de soya (4) porque además de tener un buen contenido proteico, la soya es uno de los productos con las cosechas más abundantes a nivel mundial, con una producción que alcanzó 132,53 millones de toneladas métricas en 1996 (3). Entre otras fuentes de proteína vegetales que han sido probadas para *Penaeus indicus*, el fréjol blanco, fréjol verde, hojas de papaya y hojas de

yuca combinada con harina de soya desgrasada, observando que estas fuentes a excepción del fréjol verde lograron un buen crecimiento que no fue significativamente diferente al control, pero que si afectaron la supervivencia disminuyéndola significativamente (5). Otras fuentes proteicas ensayadas han sido las harinas de cárnicos (res, cordero, aves de corral), harina de oleaginosas como la canola, semillas de algodón y cacahuete y de cereales como el trigo y el maíz (6).

En base a lo citado el presente trabajo esta enfocado a probar el efecto que tiene el reemplazo parcial o total de la harina de pescado por gluten de maíz, que por su alto contenido de proteína (aprox. 60%) podría ser una alternativa para la producción de balanceado para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Para este fin, este estudio se evaluará en términos de crecimiento, supervivencia y tasa de ingestión.

## CONTENIDO

### CALIDAD DE AGUA

Los resultados promedio de los parámetros abióticos de los acuarios se detallan en la tabla I. Los datos de pH, amonio, nitritos y nitratos no fueron medidos ya que las unidades experimentales se encontraban a un recambio continuo del 1000%.

**Tabla I.** Valores promedio de parámetros físicos de calidad de agua.

Parámetros	Media $\pm$ Desviación Estándar	Rango (min – max)
Oxígeno (mg/l)	6,65 $\pm$ 0,29	5,6 – 7,32
Temperatura (°C)	23,4 $\pm$ 0,6	21,8 – 25,8
Salinidad	35,4 $\pm$ 0,3	35 – 36

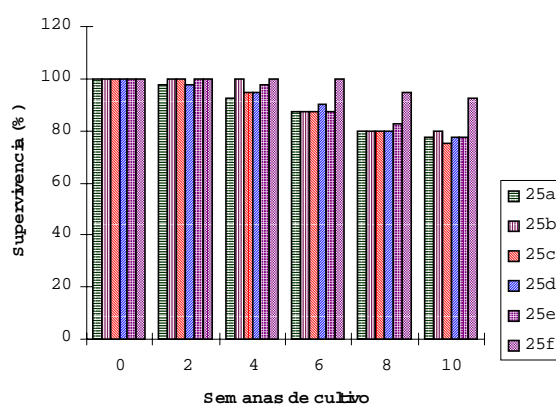
### SUPERVIVENCIA

Al analizar mediante ANOVA (Tabla II) los valores de supervivencia no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los animales alimentados con las dietas de 25% de proteína ni entre los camarones sostenidos con las de 40%, ni entre ambos grupos. Sin embargo como se puede observar en la figura 1 existió un 15% mas de

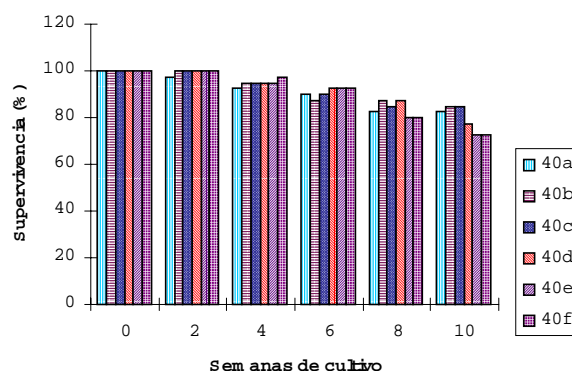
supervivencia en el grupo de camarones mantenidos con la dieta 25f desde la sexta semana hasta el final del ensayo que en los animales tratados con las demás dietas 25a - 25e. En cambio en los animales alimentados con las dietas 40 a, 40b y 40c se pudo observar una mayor supervivencia aunque no significativa ( $P>0,05$ ) con respecto a los camarones alimentados con las otras 3 dietas (Figura 2) al final del experimento. La población en general presentó una mortalidad inferior al 27,5%.

**Tabla II.** Resultados de ANOVA para la supervivencia obtenida en camarones alimentados con las 12 dietas experimentales ensayadas.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrado medio	F-calculada	Probabilidad
Constante	1	80,0877	80,0877	1360,6	$\leq 0,0001$
Reemplazo	5	0,061013	0,012203	0,20732	0,9578
Proteína	1	0,001307	0,001307	0,02220	0,8822
Reemplazo*Proteína	5	0,493893	0,98779	1,6782	0,1580
Error	48	2,82528	0,058860		
Total	59	3,38149			



**Figura 1.** Supervivencia quincenal del ensayo reemplazo de harina de pescado por gluten de maíz en dietas con 25% de proteína para *L. vannamei*.



**Figura 2.** Supervivencia quincenal del ensayo reemplazo de harina de pescado por gluten de maíz en dietas con 40% de proteína para *L. vannamei*.

### CRECIMIENTO

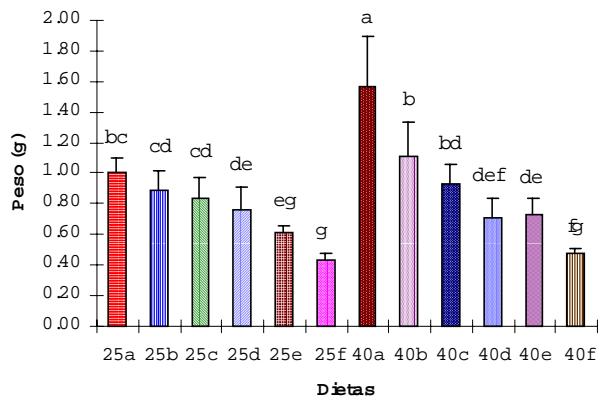
Los resultados del peso promedio alcanzado por los camarones alimentados con cada una de las dietas que contenían 25 y 40% de proteína mostraron diferencias estadísticas al ser sometidos a ANOVA como se aprecia en la tabla III.

**Tabla III.** Resultados de ANOVA para crecimiento obtenido en camarones alimentados con las 12 dietas experimentales ensayadas.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrado medio	F-calculada	Probabilidad
Constante	1	42,2017	42,2017	1843,1	$\leq 0,0001$
Reemplazo	5	4,16387	0,832775	36,371	$\leq 0,0001$
Proteína	1	0,400167	0,400167	17,477	0,0001
Reemplazo*Proteína	5	0,584213	0,116843	5,1030	0,0008
Error	48	1,09904	0,022897		
Total	59	6,24729			

Los resultados de los muestreos señalaron un mayor crecimiento en los camarones sostenidos con las dietas control (25a y 40a sin harina de gluten de maíz) y disminución del crecimiento conforme se aumentaba el nivel de inclusión de gluten de maíz en las dietas. Los más bajos crecimientos (50 y 70% menos que los controles respectivamente)

se encontraron en los animales mantenidos con las dietas 25f y 40f con total reemplazo de la harina de pescado por gluten de maíz.



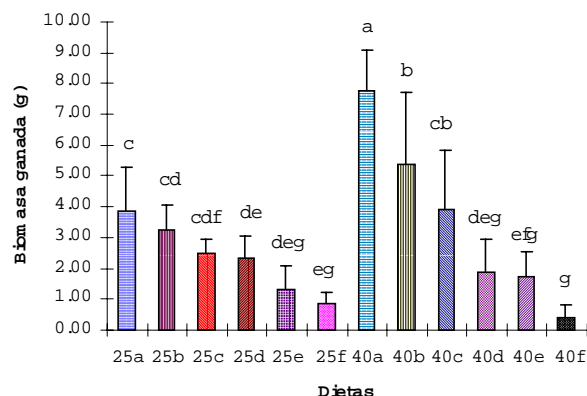
**Figura 3.** Resultados de crecimiento de 10 semanas del ensayo de alimentación del juvenil *L. vannamei* usando diferentes niveles de sustitución de gluten de maíz en dietas con 25 y 40% de proteína. Las barras representan las medias  $\pm$  la desviación estándar y las letras señalan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre dietas.

#### BIOMASA GANADA

El ANOVA mostró que la biomasa ganada por los camarones alimentados con las diferentes dietas conteniendo 25 y 40% de proteína fue estadísticamente diferente ( $P < 0,05$ ) entre ellos (Tabla IV).

**Tabla IV.** Resultados de ANOVA para la biomasa ganada obtenida en camarones alimentados con las 12 dietas experimentales ensayadas.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrado medio	F-calculada	Probabilidad
Constante	1	516,619	516,619	365,48	$\leq 0,0001$
Reemplazo	5	181,575	36,3150	25,691	$\leq 0,0001$
Proteína	1	20,0219	20,0219	14,164	0,0005
Reemplazo*Proteína	5	35,8037	7,16075	5,0659	0,0008
Error	48	67,8494	1,41353		
Total	59	305,250			



**Figura 4.** Biomasa ganada luego de 10 semanas del ensayo de alimentación del juvenil *L. vannamei* usando diferentes niveles de sustitución de gluten de maíz en dietas con 25 y 40% de proteína. Las barras representan las medias  $\pm$  la desviación estándar y las letras señalan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre dietas.

#### TASA DE INGESTIÓN

Los resultados del ensayo de tasa de ingestión al igual que los de supervivencia fueron previamente arcosenotransformados antes del ANOVA.

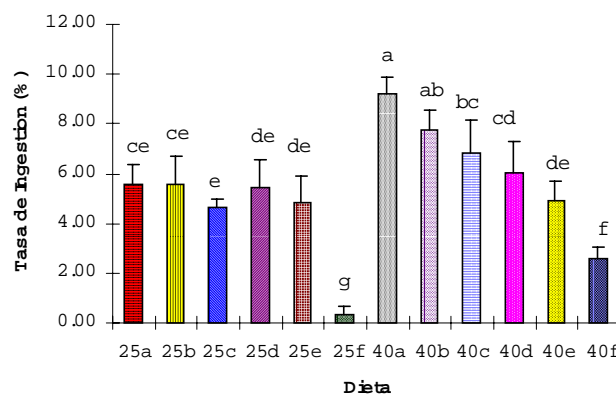
Al aplicar ANOVA a los datos de consumo de las 12 dietas por parte de los camarones se encontró diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre las tasas de ingestión (Tabla V)

**Tabla V.** Resultados de ANOVA para la tasa de ingestión obtenida en camarones alimentados con las 12 dietas experimentales ensayadas.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrado medio	F-calculada	Probabilidad
Constante	1	2,75902	2,75902	5667,4	$\leq 0,0001$
Reemplazo	5	0,175099	0,035020	71,936	$\leq 0,0001$
Proteína	1	0,032123	0,032123	65,987	$\leq 0,0001$
Reemplazo*Proteína	5	0,016695	0,003339	6,8587	$\leq 0,0001$
Error	48	0,021420	0,000487		
Total	59	0,249484			

Diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) fueron establecidas para el consumo de los camarones tratados con las dietas con 25% de proteína. Utilizando la prueba de Fisher se determinó que los animales alimentados con las dietas 25a hasta 25e no tuvieron una tasa de ingestión significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) entre sí. Por el contrario los camarones sustentados con la dieta con total reemplazo de la harina de pescado por gluten de maíz (25f) manifestaron un menor consumo, aproximadamente 10 veces con respecto al grupo alimentado con la dieta control 25a con 100% harina de pescado (Figura 5).

Los camarones que fueron mantenidos con las dietas con 40% de proteína sin reemplazo de la harina de pescado (control, 40a) manifestaron una tasa de ingestión mayor que los otros tratamientos, aunque no fue estadísticamente diferente ( $P > 0,05$ ) al grupo alimentado con la dieta con el 20% de reemplazo (40b).



**Figura 5.** Resultados de la tasa de ingestión del *L. vannamei* alimentado con diferentes niveles de sustitución de gluten de maíz en dietas experimentales con 25% y 40% de proteína. Las barras representan las medias  $\pm$  la desviación estándar y las letras señalan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las dietas.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este estudio podemos llegar a las siguientes conclusiones:

El nivel de inclusión no afecta la supervivencia de los camarones *L. vannamei*.

En términos de crecimiento la harina de gluten de maíz no reportó buenos resultados al reemplazar la harina de pescado tanto parcial como totalmente en dietas para *L.*



*vannamei*, ya que al elevarse el nivel de inclusión de este ingrediente el crecimiento disminuyó.

En lo que se refiere a la tasa de ingestión se pudo apreciar que los camarones tuvieron mayor consumo de las dietas con 25% de proteína que aún contenían alguna porción de harina de pescado. De lo que se puede concluir que si el porcentaje de inclusión en la dieta es menor y aún contiene un ingrediente atrayente y palatable en éste caso harina de pescado, ésta es consumida de mejor manera.

## REFERENCIAS

1. M. V. Arriaga, “Efecto del reemplazo de harina de pescado por gluten de maíz en dietas para el juvenil *Litopenaeus vannamei*” (Tesis, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral)
2. <http://www.fao.org/docrep/003/w7499e/w7499e05.htm>
3. R. W. Hardy, “Nuevos descubrimientos en ingredientes de alimento para uso acuícola y el potencial de las enzimas suplementarias”. Revista Panorama Acuícola. Vol. 6, No. 2.(enero / febrero 2001). pp. 24-25.
4. D. M. Akiyama, “Soybean meal utilization by marine shrimp”. En: Dean M. Akiyama and Ronnie K. H. Tan (Editors), Proceeding of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association. Singapore, 1991., pp.207-214.
5. P. Eusebio y R. Coloso, “Evaluation of leguminous seed meals and leaf meals as a plant protein sources in diets for juvenile *Penaeus indicus*”. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidesh 50(2)., 1998., pp 47-54.
6. D. M. Smith, G. L. Allan, K. C. Williams y C. G. Barlow, “Reemplazos para la harina de pescado”. Revista Panorama Acuícola. Vol. 6, No. 2.(enero / febrero 2001). pp. 14-16.