

Evaluación de la actividad enzimática y contenido de proteína en larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* alimentadas con diferentes dietas (Evaluation of the enzymatic activity and protein content in larvae of white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed with different diets)

Isiordia-Pérez E.¹, Puello-Cruz A.² D´ Abramo³ L, González-Vega H⁴

¹ y ⁴ Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Mazatlán, Sinaloa, México.

³ Department of Wildlife and Fisheries, Mississippi State University

1 y 2: Estos autores contribuyen igualmente en este trabajo. 4 Colaborador.

Contacto: MCP. Elifonso Isiordia Pérez (nick: isiordia). Universidad Autónoma de Nayarit, CD. De la Cultura Amado Nervo s/n. Teléfono:; 01 311 2 11 88 16 Email: elifonso@nayar.uan.mx

Resumen.- El alimento vivo para el cultivo de camarón requiere especial atención. Los alimentos comúnmente empleados en esta industria, se han seleccionado principalmente por la facilidad de su cultivo más que por sus propiedades nutricionales. El presente trabajo compara el uso de copépodos (*Tisbe monozota*) vivos y muertos y una dieta microligada y microparticulada como alternativa alimenticia de nauplios de *Artemia* para larvas de camarón evaluando la actividad enzimática y contenido de proteínas de las mismas. El estudio se realizó en estadios larvales de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* bajo condiciones controladas de temperatura (28°C), salinidad (35‰) y fotoperiodo (12 h luz / 12h oscuridad). En ambos experimentos el mayor contenido proteico se obtuvo en larvas alimentadas con la dieta experimental y con *Artemia* viva. a diferencia de la actividad enzimática que fue mayor al utilizar copépodos tanto vivos como muertos. Los resultados demostraron que no hay diferencia significativa en contenido proteico y en actividad de tripsina al usar copépodos (vivos o muertos) y nauplios de *Artemia*, y sugieren a la dieta experimental como buena fuente alternativa en los primeros estadios larvales de camarón blanco *L. vannamei*.

Palabras clave: Actividad de tripsina, contenido proteico, larvas de camarón, *Litopenaeus vannamei*, copépodos, *Artemia*

Abstract.- The live food for the shrimp culture requires special attention. The food commonly used in this industry, have been selected mainly for the feasibility of their culture rather than their nutritional properties. This present work include alive and dead copepods (*Tisbe monozota*) and a microparticulate microbound diet as alternative live food to *Artemia* nauplii for shrimp larvae, evaluating their enzymatic activity and protein content. The study was made with larval stages of white shrimp *Litopenaeus vannamei* under control culture conditions: temperature (28°C), salinity (35%) and photoperiodo (12 h light/12h dark). In both experiments the higher protein content was obtained in larvae fed with the microdiet and *Artemia* nauplii, however the enzymatic activity of larvae was higher when copepods (dead or alive) were used. According to the results no significant difference in protein content and trypsin activity was detected when dead or alive copepods and *Artemia* were used, also suggest that the microdiet also can be an alternative food source for the first larval stages of white shrimp *L. vannamei*.

Key word: Trypsin activity, protein content, shrimp larvae, *Litopenaeus vannamei*, copepods, *Artemia*

Introducción

Alimento y alimentación son dos aspectos importantes a considerar en el cultivo de camarón (Martínez-Córdova *et al.*, 2003). Los alimentos suplementarios pueden representar más del 50% de los costos de producción en un sistema semi-intensivo (Usha-Rani *et al.* 1993; Zendejas-Hernández 1994, Jory 1995). Las proteínas son los componentes más costosos en la alimentación del camarón, el porcentaje de inclusión en las formulaciones afecta directamente el costo de la dieta.

La importancia de los camarones en el mundo se debe principalmente a las utilidades económicas que esta actividad genera, actualmente existen avances significativos en el cultivo de ciertas especies de camarones incluyendo *Marsupenaeus japonicus* (Hetzl *et al.*, 1999) y *Litopenaeus vannamei* (Pérez-Rostro y Ibarra 2003). Los retrasos en la camaronicultura se deben principalmente a la falta de conocimientos básicos sobre aspectos de nutrición, reproducción, genética y fisiología del organismo (Arenal *et al.*, 2006).

Al igual que otras especies de peneidos, el camarón blanco *L. vannamei* sufre varios cambios importantes en su ciclo de vida. Durante su desarrollo larval son considerados planctónicos. Ecllosionan en estadio nauplio (N₁-N₅) y no se alimentan. Luego pasan por tres estadios zoeas (Z_I-Z_{III}) donde son principalmente herbívoros. Seguidos de tres estadios mysis (M_I-M_{III}) con tendencia alimentarias carnívoras pero se ha detectado que igualmente aceptan una dieta omnívora, a diferencia del camarón *Palaemons elegans* que es completamente carnívoro en ese estadio (Pérez-Farfante, 1969). Las etapas consideradas críticas, con gran aumento de mortalidades, son después de las primeras dos semanas, cuando alcanzan el estadio postlarva, particularmente de PL₁ a PL₁₄, (Wickins, 1976; Bages y Sloane, 1981). Atribuido posiblemente a que coincide con los cambios en la actividad enzimática digestiva y hábitos alimenticios (Donald y Darryl, 1990).

De la misma manera que se manifiestan cambios morfológicos en las larvas durante sus primeros estadios, también se presentan cambios fisiológicos, incluyendo la actividad enzimática (Pérez-Farfante, 1969; Fólter *et al.*, 1985).

Las enzimas juegan un papel importante en las reacciones químicas que tiene lugar en los organismos, el identificar y conocer los cambios y los efectos que ejercen los factores externos son aspectos que facilitan el entendimiento en los procesos fisiológicos durante el desarrollo ontogénico. Estos parámetros ayudan a la industria alimentaria para buscar, desarrollar y formular dietas especializadas que optimicen los recursos y resultados en la acuicultura, particularmente en la larvicultura. (Arenal *et al.*, 2002).

El analizar enzimas digestivas permite a los fisiólogos describir patrones alimenticios de un animal, tales como habilidad para hidrolizar específicamente los componentes de la dieta, la respuesta a diferentes niveles y fuentes de nutrientes, contribución a la digestión, secreción y cambios cíclicos en el animal durante su crecimiento y maduración (Lee y Lawrence, 1984).

Diversos estudios en el proceso de ingestión del alimento vivo en larvas de camarón de *P. margitanus* (Gopalakrishan 1976), *P. boreales* (Wienberg 1982), *P. keraturus* (Yufera *et al.*, 1984) *P. varians* (Yufera y Rodríguez 1985) *Palaemon serratus* (Reeve, 1969) y *Macrobrachium rosenbergii* (Barros y Valenti 2003). Los cambios en la actividad de enzimas digestivas en diferentes especies de peneidos y su relación con la cantidad, calidad o asimilación eficiente de

proteínas y carbohidratos en las dietas han sido estudiados por (Le Vay *et al.* 1993; Rodríguez *et al.* 1994; LeMoullac *et al.* 1997; Lemos y Rodríguez 1998; Puello-Cruz *et al.* 2002).

El presente trabajo tienen como objetivo Evaluar tripsina y proteína en larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, empleando diferentes tipos de tratamientos.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental en el Laboratorio de Nutrición y Larvicultura.

Sistema experimental

El sistema consistió en un contenedor de fibra de vidrio tipo baño María con dimensiones de 1x1x0.15m con agua dulce y un tanque colector con termostato que con la ayuda de una bomba sumergible produce un flujo continuo para dar condiciones estables de temperatura en el sistema. Se colocaron 30 matraces de vidrio de bola con capacidad de 2 L en el contenedor. En cada matraz se introdujo una manguera aereadora con una varilla de vidrio en el extremo para proporcionar un burbujeo ligero pero constante (1 burbuja por segundo aproximadamente) y mantener el alimento suspendido en la columna de agua. Toda la cristalería se lavó con cloro y agua dulce, dejándola 24 horas previo a los experimentos para eliminar posibles residuos.

El experimento se llevo a cabo bajo condiciones controladas de fotoperiodo 12 h luz / 12 h oscuridad, temperatura 28°C ± 1°C y salinidad de 35‰.

Suministro de larvas

Las larvas de camarón blanco *L. vannamei* se obtuvieron del laboratorio Maricultura del Pacífico S.A., Los Pozos Sinaloa. Los organismos fueron transportados en estadio nauplio 5 (N5) a las instalaciones del CIAD en bolsas de plástico transparentes con oxígeno atadas y colocadas en hieleras.

Aclimatación y Siembra

Al llegar a las instalaciones del CIAD se aclimataron, colocando la bolsa que contenía los nauplios en el contenedor con burbujeo hasta igualar los parámetros físico-químicos a los del sistema de experimentación. Previo a la siembra los matraces de bola se llenaron con 1.5 L. de agua salada filtrada a 5 µm y se colocaron 1 larva ml⁻¹ en estadio N5, la distribución de los diferentes tratamientos fue aleatoria.

Alimentación.

Después de realizar la siembra se aplicaron los tratamientos según se explica en la Tabla 1.

TABLA 1.- Tratamientos empleados en la alimentación de larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

6	Tratamientos					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
N5	No alimento					
PZ1	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹					
PZ2	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	2 mL ⁻¹ Art	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	2 copép mL ⁻¹	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	DÁ 8 mg mL ⁻¹
PZ3	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	2 mL ⁻¹ Art	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	2 copép mL ⁻¹	Chaet + Isoc 50,000 cel mL ⁻¹	DÁ 8 mg mL ⁻¹
M 1	5 Art mL ⁻¹	5 Art mL ⁻¹	5 copép mL ⁻¹	5 copép mL ⁻¹	D'Á 12 mg mL ⁻¹	D'Á 12 mg mL ⁻¹
M 2	7 mL ⁻¹ Art	7 mL ⁻¹ Art	7 copép mL ⁻¹	7 copép mL ⁻¹	D'Á 12 mg mL ⁻¹	D'Á 12 mg mL ⁻¹
M 3	10 mL ⁻¹ Art	10 mL ⁻¹ Art	10 copép mL ⁻¹	10 copép mL ⁻¹	D'Á 16 mg mL ⁻¹	D'Á 16 mg mL ⁻¹
PL 1	10 mL ⁻¹ Art	10 mL ⁻¹ Art	10 copép mL ⁻¹	10 copép mL ⁻¹	D'Á 16 mg mL ⁻¹	D'Á 16 mg mL ⁻¹

Anotaciones: Chaet. + Isoc = (*Chaetoceros muelleri* + *Isochrysis galbana*; D'A= Dieta microligada y microparticulada; Copép= Copépodo (*Tisbe monozota*); Art=Artemia .

Conteo de microalgas

El abastecimiento de las microalgas fue del laboratorio de producción continua del CIAD Mazatlán. El conteo se realizó con ayuda de un hematocitómetro.

Cultivo de Artemia

En un matraz con capacidad de 2 L, se añadieron aproximadamente 2 g de *Artemia* y se agregaron 1.5 L de agua salada filtrada a 5µm colocando una fuente de luz y aireación constante durante un periodo de 24 h, posteriormente se retira la aereación y por sifoneo se cosechan los nauplios. Se homogeniza la muestra a volumen conocido. Con ayuda de una micropipeta se tomaron 4 submuestras de la original de un volumen conocido y se cuenta el número de nauplios, se saca el promedio y se suministra la cantidad establecida descrita en la Tabla 1.

Conteo de copépodos

Los copépodos fueron obtenidos del cultivo de producción continuo del laboratorio de Nutrición y Larvicultura del CIAD-Mazatlán. Para conocer la cantidad de nauplios existentes en el stock de la especie *Tisbe monozota* fue necesario colocarlos una cantidad en volumen conocido de agua salada filtrada con 5 µm, se homogeneizó la muestra para tener un mínimo de error al tomar con una micropipeta de 200 µL 4 submuestras. Los nauplios tomados se contaron, se tomó como dato el número promedio del total de las muestras y con ello se extrapola la cantidad de ml a suministrar en el matraz esto en base a la cantidad presentada en la Tabla 1.

Preparación de la dieta experimental

Para poder suministrar la dieta microparticulada se pesó una cantidad igual o mayor a la establecida en la Tabla 1 y se hidrato con agua destilada en un recipiente a volumen conocido. Y de esa manera se agregó la cantidad correspondiente. El alimento se suministro en cuatro raciones iguales a las 8:00, 12:00, 16:00 y 20:00 h. En el momento que alguna repetición de cualquier tratamiento se observen más del 80 % de individuos que hayan mudado al estadio de PL1 en ese momento se finaliza el experimento, cosechando todos los tratamientos y replicas.

Parámetros analizados

Análisis de Tripsina

Para determinar la actividad de la tripsina, los organismos fueron procesados de acuerdo al manual de uso interno del CIAD Mazatlán (Método TAME).

Una muestra de 10 larvas de camarón de cada replica y tratamiento fueron tomadas y lavadas con agua destilada para después ser almacenadas a -20°C, Se homogeniza la muestra con tris buferr (1000 µl) en baño frío. Se centrifuga a 12000 r.p.m., 4°C. durante 3 min Se separa el sobrenadante (975 µL aproximadamente). Se colocan en tubos eppendorf y se almacenan en congelación a

-20°C. ó se procesa inmediatamente. Las muestras siempre se procesan en baño frío mientras se realiza el análisis.

La actividad de tripsina en el sobrenadante fue determinada usando TAME (N ∞ -*toluenesulphonyl* -L *arginine methyl ester*) como substrato (Rick 1974). En la cubeta de cuarzo a 25°C se colocó la mezcla de 100 µl de substrato + 800 µl de tris buffer y 200 µl de muestra. La lectura se hizo en un espectrofotómetro Hewlett Packard 8453 a una absorbancia de 247 nm en una cuveta de cuarzo. El tiempo del análisis fue de 180 seg. cada 3 seg. por replica por triplicado. La actividad fue expresada en UI (Unidad internacional) equivalente a 1 µmol de substrato hidrolizado en 1 min. (Rick 1974).

Análisis de proteína

Para este análisis se tomó el sobrenadante restante del utilizado en tripsina. Se usó el Metodo de Lowry del manual de uso Interno del CIAD-Mazatlán.

Determinación de la curva estándar.- Se utiliza BSA siglas en ingles (Albúmina de res bovina) como solución estándar, Agua destilada, Lowry A (Mezcla de 1 ml de solución de tartrato de NaK + 1 ml de solución CuSO₂ aforada con solución pre-stock a 100 mL) y Lowry B (Folin producto comercial 1:1 agua destilada). Se toman 18 tubos de ensayo. Se agregaron diferentes concentraciones de proteína (BSA) de 0 a 40 µg de proteína siempre a un volumen de 250 µL con ayuda de agua destilada, luego se agregan 1000 µL de solución Lowry A y se agita cada

muestra, al finalizar se dejan reposar 10 min. Posteriormente se agregan 125 µl de Lowry B a todos los tubos y se deja reposar 20 min. Es necesario dejar 30 seg. en la preparación de cada tubo para que las lecturas sean consecutivas y cumplan el tiempo adecuado de reposo. La curva estandar se leen en cuveta de cuarzo, a una absorbancia de 660 nm en un espectrofotómetro Hewlett Packard 8453

Lectura de las muestras:

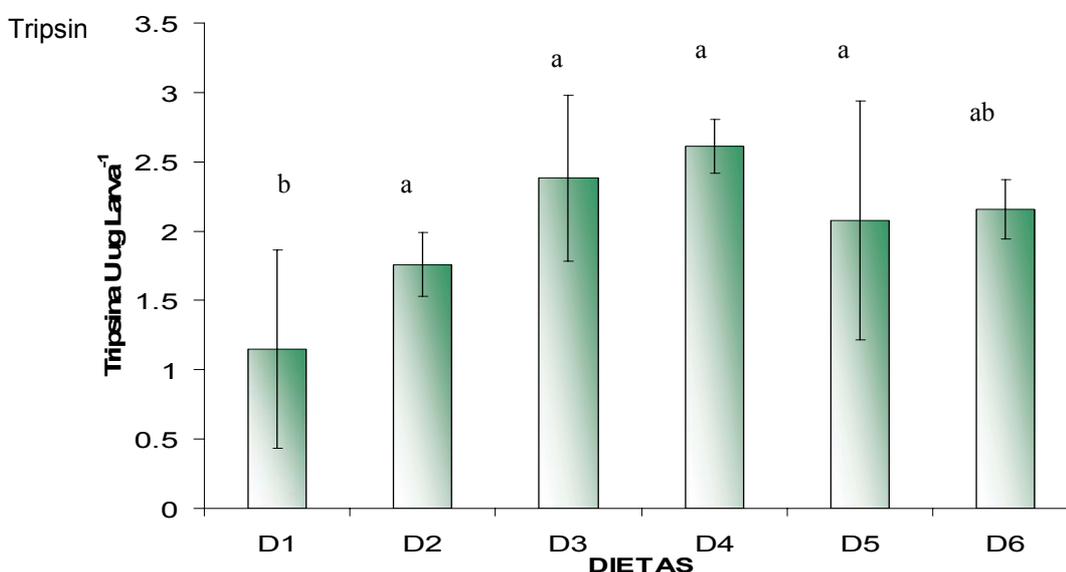
La preparación de las muestras es igual a la de la curva estandar. Se colocan 100 µL de muestra + 150 µL de AD+ 1000 µL de Lowry A, se dejar reposar 10 min, posteriormente agregar 125 µl de Lowry B con diferencia de 30 seg dejando reposar a completar 20 min. Se leen en cuveta de cuarzo, a una absorbancia de 660 nm en un espectrofotómetro Hewlett Packard 8453

Análisis estadístico

Los resultados de contenido de tripsina y proteína en larvas de camarón suministrando diferentes dietas fueron comparados por un análisis de varianza-una-vía, las medias se compararon por prueba Tukey´s usando el programa Basic Statistics.

Resultado

(Experimento 1)

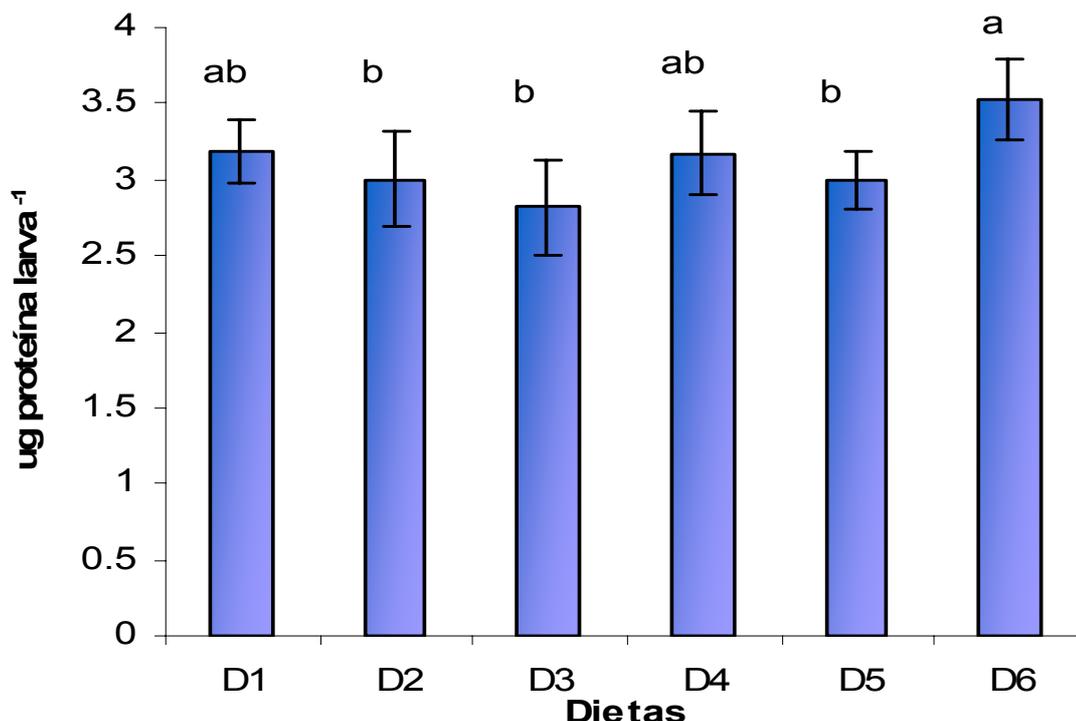


Gráfica 1.- Actividad de la tripsina obtenida en larva de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* alimentadas con diferentes tratamientos. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

Las larvas alimentadas con el tratamiento 1 presentaron la mas baja actividad enzimática ($1.15 \pm 0.71 \text{ UI } \mu\text{g}^{-1}$), existiendo diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos (Tukey, $P < 0.05$, $N=30$). La mayor actividad enzimática fue presente en larvas alimentadas con

el tratamiento 3 y 4 (2.38 ± 0.59 y 2.61 ± 0.19 UI μg^{-1} respectivamente). Hubo diferencias significativas en el contenido de tripsina en larvas alimentadas con diferentes tratamientos (ANOVA, $P < 0.05$, $n = 60$),

Proteína

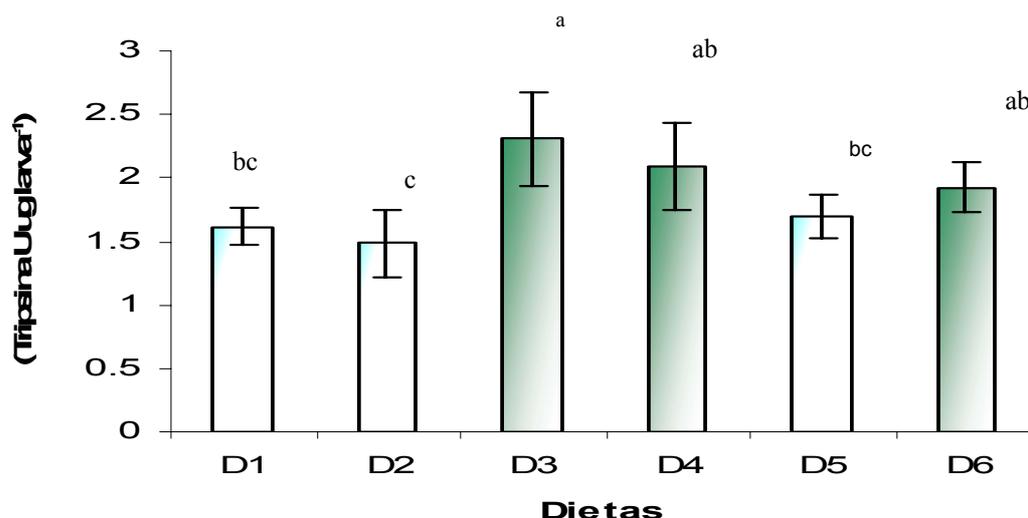


Grafica 2.- Proteína obtenidas en larvas de camarón blanco *L. vannamei* alimentados con diferentes tratamientos. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

La diferencia en contenido proteico entre larvas alimentadas con diferentes tratamientos fue significativa, (ANOVA, $P < 0.05$). Las larvas que presentaron mayor contenido proteico fueron las alimentadas con el tratamiento 6 (3.52 ± 0.26 μg larva⁻¹) contenido que fue significativamente diferente (Tukey, $P = 0.06$ $n = 6$) de las larvas alimentadas con los tratamientos 2, 3 y 5 (2.99 ± 0.31 , 2.81 ± 0.30 , 3.17 ± 0.19 μg de proteína larva⁻¹ respectivamente). Las larvas de los tratamientos 2, 3, 4, 5 no presentaron diferencias significativas en contenido de proteínas entre ellas (ANOVA, $P > 0.05$).

(Experimento 2)

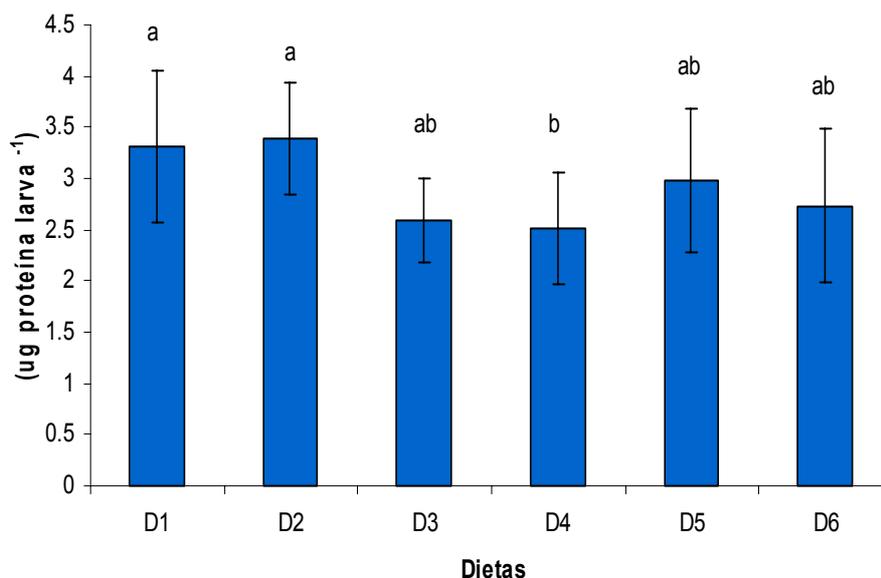
Tripsina



Gráfica 3.- Actividad de tripsina obtenida en larva de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* alimentadas con diferentes tratamientos. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas (ANOVA, Tukey, $P < 0.05$).

Hubo diferencias significativas en el contenido de tripsina de larvas de camarón blanco *L. vannamei* al suministrar diferentes tratamientos (ANOVA, $P < 0.05$, $n = 60$), la mayor actividad de la enzima se presentó en larvas alimentadas con el tratamiento 3 (2.30 UI µg tripsina larva⁻¹), este valor no presentó diferencias significativas (ANOVA, $P = 0.147$, $n = 30$) entre los valores encontrados en los tratamientos 4 y 6 (2.09 y 1.92 UI µg tripsina larva⁻¹ respectivamente). La mas baja actividad se presentó en larvas alimentadas con el tratamiento 2 (1.48 UI µg tripsina larva⁻¹) lo que representó una diferencia significativa con los tratamientos 3 y 4, (Tukey, $P = 0.0006$, $n = 30$) sin embargo este valor comparado con la actividad de enzimas encontradas en larvas alimentadas con los tratamientos 1, 5 (1.61, 1.69 y 1.92 UI µg tripsina larva⁻¹ respectivamente) no fue significativa (ANOVA, $P > 0.05$, $n = 30$).

Proteína



Grafica 4.- Proteína obtenida de en larvas de camarón blanco *L. vannamei* alimentados con diferentes tratamientos. Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

Hubo diferencias significativas en el contenido de proteínas de larvas de camarón entre los diferentes tratamientos suministrados (Tukey, $P < 0.05$, $n = 60$). Entre los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6 el contenido de proteína por larva (3.30, 3.38, 2.59, 2.98 y 2.73 μg proteína larva⁻¹ respectivamente) no presentaron diferencia significativa (ANOVA, $P > 0.05$, $n = 50$). El tratamiento 4 con el valor mínimo de proteína (2.50 μg proteína larva⁻¹) no fue diferente significativamente de los tratamientos 3, 5, y 6, pero si hubo diferencia significativa con los tratamientos 1 y 2 (Tukey, $P = 0.005$, $n = 30$).

Discusión

(Experimento 1)

Actividad de la tripsina

En los resultados obtenidos en este estudio se observó que al suministrar microalgas desde ZI a ZIII a larvas de camarón muestran una disminución considerable en el contenido de tripsina. Mostrando un comportamiento diferente a lo obtenido por Le Vay *et al.* (2000) en el cual aquellas larvas alimentadas con microalgas desde los mismos estadios (ZI hasta ZIII) presentan una mayor actividad de tripsina que los alimentados con nauplios de *Artemia* a partir de ZII. Las posibles causas que se atribuyen a dicho comportamiento son dos: (1) cambios ontogénicos en el tracto digestivo (Lovett y Felder 1990) y (2) componentes de la dieta (Le Isordia-Pérez E., Puello-Cruz A. D' Abramo L, González-Vega H. Evaluación de la actividad enzimática y contenido

Vay, Mourente y Jones 1994; Le Moullac, *et al.*, 1996; Lemos y Rodríguez 1998). Brito *et al.* (2001), reporta que los nauplios de *Artemia* combinados con microalgas en la dieta, disminuye la actividad de tripsina, resultados similares con los reportados en este documento, lo anterior sugiere una posible asimilación más fácil de los organismos vivos (*Artemia* y microalgas) por lo cual los niveles de enzimas son menores que los otros tratamientos. De igual manera se ha sugerido que la presencia de microalgas promueve la digestibilidad del alimento. Sin embargo deben realizarse más estudios verificando el estadio exacto en el cual los organismos son analizados para eliminar posibles variantes y hacerlos coincidir en lo más posibles con aquellos citados.

Proteína

Nuestros resultados indican que los diferentes componentes en las dietas influyen directamente en el contenido de proteínas de postlarvas de camarón *L. vannamei*, tal como lo reporta Lovett y Felder (1990) y Le Moullac, *et al.*, (1994) en esta y otras especies de camarones.

Las proteínas constituyen el principal material orgánico en los tejidos animales constituyendo del 65 al 75% del peso total de la base seca, un camarón de 0.5 g. requiere de 45% de proteína en la dieta (Abdo, 1998) por lo que todas las dietas suministradas e para este estudio cumplen este requisito. El nivel mas bajo de proteína se encontró en larvas alimentadas con la dieta 3 con concentraciones por debajo de los 2.9 μg larva⁻¹, si eliminamos la posibilidad que causa la concentración de proteína en la dieta, entonces se cree que esta baja concentración se deba a dos causas principales: (1) el contenido de proteínas que presenta la dieta no son digeribles y asimilados por las larvas, (2) que por ser *T. monozota* de hábitos bentónicos no este disponible para ser consumido por las larvas, siendo esta última la razón mas confiable para explicar los datos obtenidos. Podemos entonces sugerir que el efecto principal que afecto el contenido de proteína en las larvas fue la disponibilidad del alimento. Sin embargo es importante no descartar e y realizar más estudios desde el punto de vista de la digestión y asimilación de los diferentes componentes en la dieta por las larvas.

(Experimento 2)

Tripsina

Autores como Shanga *et al.*, (2002) mencionan que en los primeros estadios el consumo de microalgas es alto y por lo tanto la evacuación de la misma se hace con rapidez, la actividad enzimática en los primeros estadios larvales de camarón aumenta, conforme cambia de hábitos herbívoros a carnívoros la actividad enzimática disminuye. Si se hace la comparación entre los tratamientos 3 y 4 y los tratamientos 2 y 5 se observa diferencias significativas, esta diferencia en la actividad entre el mayor y el menor es posiblemente por edades estadio de las larvas ó por las propiedades nutricionales de cada alimento. Investigadores manifiestan que los cambios en la actividad enzimática depende del desarrollo del animal, (Lovett y Fólger 1989) a la cantidad o calidad de algunos componentes de las dietas (Le Vay, *et al.*, 1994); (Le Moullac, *et al.*, 1996); (Lemos y Rodríguez 1998).

Proteína

Las proteínas juegan un papel importante en las larvas de camarón y en algunos casos es el reflejo de las dietas más apropiadas. En las dietas 3 y 4 en las cuales fue usado el copépodo *Tisbe monozota* como alimento, los niveles de proteínas encontrados en larvas fueron los más

bajos, que comparados con los tratamientos 1, 2, 3 y 4 la diferencia fue significativa, aún cuando algunos autores como Puello *et al.*, (2004) muestran que *T. monozota* presenta mejores niveles nutricionales que *Artemia* sin embargo esto no fue suficiente para elevar el contenido de proteína en las larvas de camarón. Si un alimento es rico en proteína, lípidos ó ácidos grasos y no esta disponible para ser consumido no sirve.

Caso contrario con los tratamientos 1, 2 y 5 en los que se suministro *Artemia* y alimento balanceado donde se cree que la disponibilidad del alimento y los niveles nutricionales que presentan los tratamientos provocó los mejores resultados en contenido de proteína. Estos también comprueba que el burbujeo que se colocó con el fin de mantener suspendida la dieta si funcionó.

Podemos concluir que la actividad de la enzima digestiva tripsina y el contenido de proteína varía en función del desarrollo larvario y tipo de alimento suministrado, sin embargo más estudios deben realizarse con el fin de recabar mas información sobre estos aspectos.

Al usar la dieta experimental en combinación con microalgas a partir de Z1 en larvas de camarón blanco *L. vannamei* decrece la actividad de tripsina en ambos experimentos, lo cual sugiere que las microalgas facilitan o prmueven la digestibilidad de dietas balanceadas.

Agradecimiento:

Agradezco al personal laboratorio de Nutrición y Larvicultura del Centro de Investigacion en Alimentación y Desarrollo CIAD, A.C. Mazatlán, Sinaloa, México especialmente a Biol. Blanca Gonzáles R., M. en C. Irma Martínez y Sofía Mezo por la disponibilidad para realizar este trabajo de investigación. Al Dr. Clemente Lemus Flores porque a través del curso intensivo de estadística me apoyó en el análisis estadístico de este trabajo y por último al cuerpo académico de Ecología, Evaluación y Manejo responsable de los Recursos Pesqueros, especialmente al MC. Delia Domínguez Ojeda, MC, Marcial Ruiz Velasco Arce.

Bibliografía

1. Abdo, Ma. I. 1998. Requerimientos nutricionales de camarones peneidos. Curso Internacional Sobre Alimentación del Camarón: CIAD. A.C. Unidad Mazatlán, Sin. México. 13pp.
2. Arenal A. L. Martín, J. Fajardo, E. Pimentel, L. Hidalgo, M. Pacheco, C. García, D. Santiesteban. 2006. Complete y partial replacement of *Artemia nauplii* by *Moina micrura* during early postlarval culture of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*)
3. Arenal, F., A. Espinosa, C. garcía, A. Arenal, J. Fajardo, E. Cabrera, E. Pimentel. 2002. Estudio de la actividad enzimática de β -Galactosidasa en la ontogenia del camarón *Litopenaeus schmitti* (Crustacea-Decapoda). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Pp 898-805.
4. Bages M., y I., Sloane. 1981. Effects of dietary protein and starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae. *Aquaculture* 25: pp 117-128.
5. Barros HP., y Valenti W.C., 2003. Ingestión rates of *Artemia nauplii* for different larval stages of *Macrobrachiu rosenbergii*. *Aquaculture*, 217, 223-233.

6. Donald L. y Darryl L. Felder. 1990. Ontogenetic Change in Digestive Enzyme Distribution and Midgut Function in Developmental Stages of *Penaeus setiferus* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Biol. Bull.* 178:160-174.
7. Felder D.L., Martin J.W. & Goy J.W. (1985) Patterns in early postlarval development of decapds. In : *Crustacean Issues, Vol. 2 Larval growth* (ed. by A.M. Wenner), pp. 63-225. AA Blakema, Rotterdam.
8. Gopalakrishan, K. (1976) Larval rearing of red shrimp, *Penaeus marginatus* (crustacea). *Aquaculture*, 9, 145-154.
9. Hetzel, D.J.S., Crocos, P.J., Davis, G.P., Moore, S.S. y Preston, N.C. (1999) Response to selection and heritability for growth in the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 181, 215-223.
10. Lee P.G., Smith L. y Lawrence A.L. 1984. Digestive proteases of *Penaeus vannamei* Boone: Relationship between enzyme activity, size and diet. *Aquaculture*. Vol. 42 pp. 225-239.
11. Lemos, D. y Rodríguez, A. (1998) Nutritional effects on bod composition, energy content and trypsin activity of *Penaeus japonicus* during early postlarval development. *Aquaculture*, 160,103-116.
12. Le Moullac, G., Klein, B., Sellos, D. y Van Wormhoudt, A. (1997) Adaptation of trypsin, chymotrypsin and alpha-amylase to caseinlevel and protein source in *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 208, 107-125.
13. Le Vay, L., Rodriguez, A., Kamarudin, M.S. y Jones, D.A. (1993)Influence of live and artificial diets on tissue composition and trypsin activity in *Penaeus japonicus* larvae. *Aquaculture*, 118, 287-297.
14. Le Vay L., Rodriguez A., Kamarudin M.S. y Jones D.A., 1994. Influence of live and artificial diets on tissue composition and trypsin activity in *Penaeus japonicus* larvae. *Aquaculture*. Vol 118. pp. 287-297.
15. Lovett, D.L., Felder, D.L., 1990. Ontogenetic change in digestive enzyme activity of larval and postlarval white shrimp *Penaeus setiferus* (Crustácea Decapoda, Penaeidae). *Bio. Bull.* 178, pp.144-159.
16. Le Vay, L., Jones, D.A., Puello-Cruz, A.C. Sangha, R.S. y Ngamphongsai, C. (2001) Digestion in relation to feeding strategies exhibited by crustacean larvae. *Comp. Biochem. Physiol. Part A: Mol. Integr. Physiol.*, 128, 623-630.
17. Martínez-Córdova L.; Campaña Torres A.; Porchas-Cornejo M.A, 2003. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. [Aquaculture Nutrition](#). vol. 9, no. 3, pp. 155-160(6).
18. Obaldo Leonard G., S Divakaran y Albert G. Tacon, 2002. Method determining the physical stability of shrimp feed in water. The Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii, USA. *Aquaculture research*. Vol. 33. pp 369-377.
19. Puello-Cruz A., Sangha R.S., Jones D.A. y Le Vay L. 2002. Trypsin enzyme activity during larval development of *Litopenaeus vannamei* (Bonne) fed on live feeds). *Aquaculture Research*. Vol. 33. pp. 333-338.
20. Pérez-Rostro, C.I. e Ibarra, A.I. (2003) Heritabilities and genetic correlations of size traits at harvest size in sexually dimorphic Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) grown in two environments. *Aquacult. Res.*, 34, 1079-1085
21. Puello-Cruz A.C., González B. Yen E. 2004. Cultivo de copépodos tropicales como alimento vivo alternativo para larvicultura de especies marinas. *Panorama Acuícola*. www.panoramacuicola.com.

22. Reeve, M.R. (1969) The laboratory culture of the prawn *Palaemon serratus*. Fish. Invest., 26, 1–38.
23. Rodríguez, A., Le Vay, L., Mourente, G. y Jone, D.A. (1994) Biochemical composition and digestive enzyme activity in larvae and postlarvae of *Penaeus japonicus* during herbivorous and carnivorous feeding. Mar. Biol., 118, 45–51.
24. Usha Rani, G., Chandra Redi, T. y Ravindranath, K. (1993) Economic of Brackishwater Prawn Farming in Nellore District of Andhra Pradesh State, India. J. Aquacult. Tropics, 8, 221–230.
25. Wickins, J.F. 1976. Prawn biology and culture. *Ann. Rev. Oceanogr. Mar. Biol.* 14: pp 435-507.
26. Wienberg, R. (1982) Studies on the influence of temperature, salinity, light and feeding rate on laboratory reared larvae of Deep sea shrimp, *Pandalus borealis* Kroyer 1838. *Meeresforschung*, 29, 136–153.
27. Yúfera, M. y Rodríguez, A. (1985) Effects of prey density on feeding rates during larval rearing of *Palaemon serratus* Pennant (Crustacea, Palaemonidae). *Aquaculture*, 50, 31–38.
28. Yúfera, M., Rodríguez, A. y Lubián, L.M. (1984) Zooplankton ingestion and feeding behaviour of *Penaeus keraturus* larvae reared in the laboratory. *Aquaculture*, 42, 217–224.
29. Zendejas-Hernández, J. (1994). La Camaronicultura en México. In: *Memorias del Seminario Internacional de Camaronicultura, Camarón 94'* (Zendejas-Hernández, J. ed.), pp. 1–12. Mazatlán, Sinaloa, México.

Trabajo recibido el 28/03/2006, nº de referencia 040605_REDVET. Enviado por sus autores. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet), ISSN 1695-7504 el 01/04/06.

[Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org/comunidad) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) –<http://www.veterinaria.org/> y [REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) 1996-2006