



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

CONVERSIÓN DE DIETAS CON PROTEÍNA ANIMAL Y VEGETAL EN
CRECIMIENTO SUPERVIVENCIA Y BALANCE BIOENERGÉTICO DE
Litopenaeus vannamei

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A :

SALVADOR SANTAMARÍA DAMIÁN

DIRECTOR: M. en C. JUAN CARLOS MALDONADO FLORES



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D. F., Marzo, 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El Presente trabajo se realizó en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación UMDI, de la Facultad de Ciencias, UNAM, Sisal, Yucatán, en las instalaciones del área de Nutrición, bajo la dirección del Maestro en Ciencias, Juan Carlos Maldonado Flores y la responsabilidad de la coordinadora del Programa Camarón, Dra. Martha Gabriela Gaxiola Cortés con el financiamiento de los proyectos IN 216406-3 de la UNAM y CONACYT 49406/34750

Agradecimientos

Dr. Xavier Chiappa Director de la Unidad Multidisciplinaria e investigación.

Dra. Martha Gabriela Gaxiola, Cortés por aceptarme en su grupo de trabajo.

M. en C. Juan Carlos Maldonado Flores por la dirección de la tesis.

Dra. Maite Mascaró Miquelajauregui por el apoyo en el desarrollo del modelo estadístico.

M. en C. María del Pilar García Torres miembro del jurado por las correcciones al escrito.

Dr. Pedro pablo Gallardo miembro del jurado, por las correcciones al escrito.

M. en C. Yamel Nacif Osorio Miembro del jurado por las correcciones.

Agradecimientos a las siguientes personas y técnicos académicos de la UMDI por su colaboración en:

a) Biol. Gabriel Taboada Elaboración de los alimentos balanceados para los juveniles.

b) Berenice Chuc Área de mantenimiento de los organismos y elaboración del alimento.

c) Cría de las larvas de camarón: Ing. Adriana Paredes.

d) Biol. Javier Apodaca apoyo técnico de computación.

e) M. en C. Maribel Badillo área de ecología.

f) M. en C. Ariadna Sánchez Laboratorio Central.

g) Biol. Miguel Valenzuela Área de estanques.

h) Ing. Miguel Arévalo. Área Manejo de reproductores y obtención de los nauplios.

DEDICATORIA

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me brindó la oportunidad de estar presente en sus aulas de una manera desinteresada con el apoyo del pueblo mexicano, sin duda estoy en deuda con ésta institución que sin importar la tempestad siempre mitiga los impactos y te ofrece nuevas oportunidades de seguir andando por sitios y momentos llenos de luz.....

A la Maestra en Ciencias Pilar Torres García, heredera de una gran generación de docentes de la Facultad de Ciencias, que en estos días no es tan fácil coincidir con ello y que de manera optimista espero que la línea genealógica de esos académicos perdure por siempre. Con una vocación auténtica de servir y un verdadero sentido de ética profesional y de justicia, siempre apoyando a los alumnos de una manera desinteresada con el único objetivo de compartir el conocimiento y la experiencia que le ha dejado ese orgullo de ser universitaria, estoy seguro que este trabajo regresó a su cauce natural porque ella estuvo en el momento preciso para evitar que se fuera por un rumbo desconocido.....¡¡¡Muchas Gracias Maestra!!!!

Dedico gran parte del trabajo a toda mi familia, en especial a mis padres Francisco de Asís Santamaría Llano, Nantzin Damián Ángel, a mis hermanos Francisco y Alexandro y queridas cuñadas, Norma y Claudia, a la nueva luz de la familia Andrea y Aranza Santamaría Baeza, a mi tía Silvia Damián Ángel, Manlio Damián Ángel y familia y a mi tío Antonio Santamaría LLano que va ser el único en revisar completa la tesis....son ellos, los que han sido un enorme templete que ha dado un impulso significativo a mi vida, y estoy seguro que podrán estar presentes cuando las aguas regresen a su cauce.....”sólo quiero decirles que muchos Biólogos se internan en lugares desconocidos por el único hecho de conocer nuevas maravillas”.

Un agradecimiento muy especial a la familia Bojórquez, don David y Mama Daisy que en compañía de la querida madrina, hermanas hijos y sobrinos me brindaron su hogar con una templanza admirable.....siempre soportaron mi llegada. Muchas Gracias. También quiero agradecerle mucho a, Biol. Javier Apodaca alumno de la Maestra Pilar, sin duda me apoyó desde el principio incierto en mi llegada a la UMDI y hasta el final del mismo, gracias.... A continuación menciono solo algunos nombres de personas que recuerdo con mucho cariño

A todos los compañeros de la Facultad de Ciencias de generación 2001, 2002 y 2003, seguimos en pie.....

Dj Loncho, Aidée, Chela, Emilio Campeche, Chofis, Cholo, Sarita Guillen, JANis Joplin, Iván, Marco, Bandolón, Morris. Banda Conkaleña y de Maní, Bety, banda de la 1era y 2da generación de Manejadores Sustentablessss, Primo Daniel., A la banda Sisaleña del Babis, Monca, Juanito, Chino, Quique, Kalin, Cashe, Chene, Cholo, Chuky, Koala, Nuki, Zorros, Ganzo, Canito, Javo Trovador de Sisal, Denis, Rana, Bocas, Carmiña, el Chucho (descanse en paz), Lupita Puerto, Joel Pacheco, Yina, Gato, Don Bemba, Yascara, Gema, Marisol gracias por aceptarme de refugiado en el huracán, Angélica May Chi, sin duda dejamos mucho en el Puerto, a toda la familia de Don Chuc y Doña Pastora y los que faltan todavía.....

HOJA DE DATOS DEL JURADO

1. Datos del alumno

Santamaría

Damián

Salvador

55 44 53 11

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

9300486-6

2. Datos del tutor

M. en C.

Maldonado

Flores

Juan Carlos

3. Datos del sinodal 1

Dr.

Gallardo

Espinosa

Pedro Pablo

4. datos del sinodal 2

Dra.

Gaxiola

Cortés

Martha

Gabriela

5. Datos del sinodal 3

M. en C.

Torres

García

María del Pilar

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

Nacif

Osorio

Yamel

7. Datos de la tesis

Conversión de dietas con proteína animal y vegetal en crecimiento, supervivencia y balance bioenergético de *Litopenaeus vannamei*

37 p.

2009.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. ANTECEDENTES.....	11
3. HIPÓTESIS.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos particulares.....	16
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
5.1 Área de estudio.....	17
5.2 Descripción de la especie.....	17
5.3 Origen de los organismos.....	18
5.4 Diseño experimental.....	18
5.5 Dispositivo experimental.....	19
5.5.1 <i>calidad del agua</i>	20
5.5.2 <i>condiciones de siembra</i>	20
5.5.3 <i>ración alimenticia</i>	20
5.5.4 <i>formulación de dietas</i>	20
5.6 Respuestas nutricionales.....	22
5.6.1 <i>crecimiento</i>	22
5.6.2 <i>supervivencia</i>	22
5.7 Indicadores fisiológicos.....	22
5.7.1 <i>consumo de oxígeno</i>	22
5.7.2 <i>balance bioenergético</i>	24

6. RESULTADOS	26
6.1 Crecimiento.....	26
6.2 Supervivencia.....	27
6.3 Consumo de oxígeno.....	28
6.4 Balance bioenergético.....	30
7. DISCUSIONES.....	33
7.1 Crecimiento.....	33
7.2 Supervivencia.....	34
7.3 Consumo de oxígeno.....	34
7.4 Balance bioenergético.....	35
8. CONCLUSIONES.....	37
9. BIBLIOGRAFÍA.....	38
10. ANEXO.....	43

RESUMEN

Litopenaeus vannamei se clasifica de acuerdo a sus hábitos alimentarios como omnívoro oportunista debido a su capacidad de alimentarse con diferentes fuentes nutritivas. En condiciones de cultivo esta característica permite utilizar una amplia gama de alimentos para la aplicación de dietas. El uso de alimentos de origen vegetal ha sido una alternativa para el reemplazo de la harina de pescado como insumo proteico principal y más costoso en la elaboración de alimentos para la acuicultura. El presente trabajo se diseñó con el objetivo de conocer la influencia de los 4 regímenes alimenticios (dieta animal durante la fase postlarval y juvenil: DAA; dieta animal en la fase postlarval y dieta vegetal en la fase juvenil: DAV; dieta vegetal durante la fase postlarval y juvenil: DVV y dieta vegetal durante la fase postlarval y dieta animal DVA) durante el estadio de postlarva y su efecto en los juveniles del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a través de la evaluación en el crecimiento, supervivencia y balance bioenergético de organismos alimentados con dietas de proteína vegetal y animal. El dispositivo experimental consistió de un sistema de recirculación semicerrado en 22 tanques de 70 litros de capacidad con 10 juveniles/tanque. En el diseño estadístico se utilizó un ANOVA de bloques anidados con un nivel de confianza del 95% ($p>0.05$). Los resultados estadísticos de crecimiento, supervivencia y balance bioenergético no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$), sin embargo, los organismos alimentados con la dieta DAA obtuvieron los valores más altos del experimento. La supervivencia fue exitosa en todos los casos con valores superiores al 85%, siendo el tratamiento de la DVV el de mayor valor con 98%. Las diferencias en la evaluación del balance bioenergético, entre los 4 tratamientos, muestran que la DAA destina un porcentaje mayor al gasto energético en la actividad extracalor (Hie) y menor en el metabolismo basal (HeE), a diferencia de las dietas DAV, DVV, DVA, en las que observó un menor gasto energético en la actividad extracalor y mayor en el metabolismo basal. Los resultados permiten concluir que los juveniles de *Litopenaeus vannamei* presentan la capacidad de utilizar la proteína de origen vegetal con resultados de supervivencia exitosa y crecimiento similar al de la proteína animal, de esta manera continúa la posibilidad de realizar estudios de reemplazo parcial de proteína animal por proteína de origen vegetal en la etapa de juveniles.

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos pesqueros han recibido una presión constante, debido a la pesca de captura destinada al consumo humano. Esta presión, se ha incrementado simultáneamente con el aumento de las poblaciones humanas, lo que ha provocado un aumento en la demanda y que algunos sectores de la producción pesquera de captura se encuentren en sus niveles máximos sostenibles. Ante esta situación la acuicultura representa una alternativa para satisfacer ésta demanda en la mayoría de las regiones del mundo (FAO, 2007).

Las actividades productivas de la acuicultura han permitido compensar la disminución de la captura de especies marinas destinadas para el consumo humano por medio del incremento en su producción, en el año 2004, la producción mundial de la pesca y la acuicultura generó aproximadamente 106 millones de toneladas de pescado para consumo humano, de los cuales la acuicultura representó el 43% (FAO, 2007).

En ese mismo año, el grupo de los crustáceos ocupó el cuarto lugar con respecto a la producción mundial y el valor de la acuicultura con 3,680 millones de toneladas y 1,436 millones de dólares respectivamente. En cuanto al camarón cultivado, éste ocupó el segundo lugar después de los peces de agua dulce (FAO 2007).

En los últimos 20 años ninguna actividad económica en las áreas tropicales y subtropicales ha logrado un crecimiento tan acelerado como la camaronicultura (Páez-Osuna, 2005). En México, la producción de camarón alcanzó las 20,000 toneladas en el año 2000 (INP, 2000), de la cual, la mayor parte generada en granjas localizadas en la región del Pacífico, principalmente con y el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* que en el mismo año alcanzó 2,717 toneladas (FAO, 2002).

Las especies de crustáceos más importantes a nivel mundial para la acuicultura son los camarones peneidos ubicados dentro de la familia Penaeidae, en la cual se encuentra *Litopenaeus vannamei*, que a mediados de 1990 en Latinoamérica y el Caribe contribuyó con más del 90% del total de biomasa cultivada (Ramos-Paredes y Grijalva-Chon, 2003).

Litopenaeus vannamei es la especie de mayor importancia en la camaronicultura en el continente americano y la de mayor producción en México por lo que la investigación enfocada a la nutrición y fisiología de camarones ha sido realizada en su mayoría en estudios de esta especie, Cuzon *et al.* (2004) menciona que una de las características más importantes para el cultivo de *L.vannamei* es la tasa de crecimiento, debido a que presenta valores más altos que otras especies de camarones peneidos como *L. setiferus* y *L. stylirostris* (Chamberlain *et al.*, 1981), lo que representa una ventaja y favorece su manejo en condiciones de cultivo (Sandifer *et al.*, 1993).

El uso de alimentos balanceados es fundamental para el éxito en la producción de camarón ya que en el cultivo intensivo y semi-intensivo se emplea alimento artificial a partir de la fase de postlarva (Cruz-Suarez *et al.*, 2002). Sin embargo, en el proceso del cultivo de camarón, el alimento representa entre el 50 y 70% de los costos de producción (Davis y Arnold 2000), principalmente asociado al elevado precio de la fuente proteica (Velasco *et al.*, 1998).

Actualmente la elaboración de alimento para la acuicultura depende de la harina de pescado, lo que ha originado una gran demanda sobre esta fuente de proteína. De la misma manera, el crecimiento acelerado de la industria acuícola y el uso alternativo en la elaboración de alimentos para la ganadería y el consumo humano han incrementado la demanda de esta fuente proteica. Al mismo tiempo, el uso industrial de la harina de pescado genera cantidades de fósforo y nitrógeno nocivos para el medio ambiente (Martínez *et al.*, 1996).

De esta manera es muy importante impulsar el vínculo entre el sector productivo y la investigación, además de incrementar los estudios relacionados con la energética nutricional (Escutia, 1999) y la sustitución de harina de pescado por fuentes alternativas de proteína que representen alternativas para satisfacer la demanda de proteína animal, la recuperación de los recursos marinos (Tacon y Akiyama, 1997) y los costos asociados a la elaboración de alimentos (FAO, 2007).

2. ANTECEDENTES

El crecimiento y la supervivencia son respuestas nutricionales, que al relacionarlas con el modelo de balance bioenergético determinan el aprovechamiento energético del alimento (Jiménez-Yan, 2004). Estos elementos muestran la respuesta de los organismos al ambiente, por lo pueden utilizarse como indicadores del efecto del alimento en el desarrollo de los organismos y asociarlo con la energía presente en los nutrientes destinada al aumento de biomasa (Vanegas, 1992), por esta razón es fundamental que el alimento aporte la energía necesaria para evitar valores bajos en la tasa de crecimiento (Tacon, 1987).

Los organismos acuáticos obtienen toda la energía necesaria a partir de la transformación del alimento para el mantenimiento de sus funciones y el aumento de biomasa (Rosas, 1996). La bioenergética estudia la transformación de la energía en los organismos y analiza el balance entre el gasto y la ganancia de la energía contenida en los componentes del alimento y la capacidad para utilizarlos como combustible, sustancias de reserva y formación de tejido (Cho y Bureau, 1995).

Para cuantificar esta energía es necesario asociarlo con diferentes procesos fisiológicos como la respiración y la excreción (Vanegas, 1992), en camarones se presenta la capacidad de utilizar las proteínas como principal fuente de energía, canalizándola hacia el crecimiento y a la excreción de amonio como principal desecho de compuestos nitrogenados (Rosas *et al.*, 2002).

El consumo de oxígeno es utilizado para cuantificar el uso de la energía en respuesta a diferentes condiciones ambientales (Dunkan y Klekowsky, 1975), un aumento en los niveles del consumo de oxígeno durante la alimentación se asocia a la energía necesaria para llevar a cabo la digestión, el transporte del alimento y la absorción de los nutrientes en el tracto digestivo (Chakraborty *et al.*, 1992).

El consumo de oxígeno por unidad de tiempo y en condiciones establecidas de temperatura, presión parcial del oxígeno disuelto en agua, actividad y alimentación, permite cuantificar la respiración a través del consumo de oxígeno en condiciones de ayuno y reposo y consumo de oxígeno postalimentario en la cual se presenta un incremento de calor aparente (Lucas, 1996).

Por medio de la relación entre el consumo de oxígeno, excreción amoniacal y la energía dirigida al crecimiento, es posible elaborar modelos que aporten información referente a la fisiología de la alimentación (Rosas, 1995a). Cho y Bureau (1998) proponen un modelo de balance bioenergético en el que los valores de consumo de oxígeno, excreción amoniacal y crecimiento son convertidos a unidades energéticas (joules/mg), con lo cual es posible estimar el gasto energético llevado a cabo en los diferentes procesos fisiológicos y en condiciones particulares de alimentación.

Durante los procesos posteriores a la ingesta de alimento se llevan a cabo procesos digestivos que requieren de un aporte energético para realizarse, esta demanda es satisfecha por la proteína presente en el alimento (Rosas *et al.*, 1995a). Además de esta función, cumple con otra muy importante que es la de representar al nutriente de mayor influencia en el crecimiento (Kureshy y Davis, 2000), se ha observado que los cambios en el peso, la talla y la textura del tejido están relacionadas con las características del alimento, como la concentración de proteínas en la dieta (Ezquerro *et al.*, 2003), razones por las cuales destaca la importancia de incluirla en la dieta de los camarones.

El conocimiento de la función del tracto digestivo de camarones peneidos ha sido una necesidad para el desarrollo de la acuicultura de crustáceos (Ceccaldi, 1997), diversos estudios han evaluado el sistema digestivo y la capacidad de los camarones para hidrolizar, absorber y asimilar los nutrientes presentes en la dieta (Gamboa-Delgado *et al.*, 2003).

En los camarones peneidos, se ha observado la característica de tolerar variaciones en los ingredientes incluidos en las dietas por medio de sus enzimas digestivas (Le Moullac *et al.*, 1996), esta tolerancia es muy importante para el cultivo y la elaboración de alimentos balanceados, ya que permiten la inclusión de un amplio rango de ingredientes en la formulación de dietas (Rosas *et al.*, 2001).

Litopenaeus vannamei es una especie que muestra diferencias en tipos de hábitat, comportamiento y hábitos alimenticios durante su ciclo de vida, desde los hábitos filtradores en ambientes estuarinos durante la fase larvaria, a raptorales en el océano a partir del estadio de mysis hasta y hasta la etapa adulta (Lovett y Felder, 1989). En el estadio larvario se presentan hábitos planctónicos y en postlarva migra hacia zonas estuarinas donde adquiere un hábito bentónico (Pérez-Farfante, 1969) y se lleva a cabo la formación del hepatopáncreas (Lovett y Felder, 1989).

Se considera que los camarones peneidos presentan hábitos alimenticios omnívoros, pero algunas especies muestran dominancia de hábitos carnívoros o herbívoros (Akiyama *et al.*, 1992), por ejemplo en especies como *Litopenaeus setiferus*, *L. schmitti* y *L. vannamei* se han observado patrones de alimentación con preferencias omnívoro herbívoras (Hunter y Feller, 1987), sin embargo esta tendencia podría presentar diferencias en cuanto a los requerimientos nutricionales dependiendo de las proporciones de alimento de origen vegetal y animal que se incluyan en la dieta (Cuzon y Guillaume, 1997), estas diferencias interespecíficas pueden asociarse a un modo distinto de utilizar diferentes proporciones de proteína como sustrato metabólico (Rosas *et al.*, 1995b).

En el contenido estomacal de camarones se ha reportado diferentes porciones de materia vegetal como diatomeas, algas filamentosas, cianobacterias, macrófitas acuáticas y detritus (Nunes *et al.*, 1997) en cuanto a sus presas potenciales se encuentran: larvas de crustáceos, foraminíferos, insectos, copépodos, anfípodos poliquetos, bivalvos, y nemátodos (Nunes y Parsons, 2000), sin embargo existen diferencias en la tendencia de hábitos alimenticios dependiendo de la especie y la etapa del ciclo de vida.

Lee *et al.*, (1984), observaron el régimen alimenticio en camarones de *L. vannamei* con tres tamaños diferentes (4, 10 y 21g) cuando los organismos alcanzaron el peso de 10 y 21g hubo diferencias, por lo que atribuyó los cambios a diferencias en la capacidad de utilizar con mayor eficiencia las proteínas en los camarones de menor peso.

Asimismo, Gamboa (2001), reportó cambios en la preferencia alimenticia en individuos que llegaron a pesar los 6g al observar una disminución de la proporción de alimento balanceado en el análisis del contenido estomacal y un incremento en la preferencia por alimento natural al aumentar de peso, asimismo se observó una disminución en la actividad de la tripsina y las proteasas totales, lo que sugiere una mayor habilidad para el uso de la proteína por parte de los animales de menor tamaño y la posibilidad de que seleccionen alimento con menor proporción de proteína en relación a los estadios posteriores del ciclo de vida.

La proteína de origen vegetal ha sido estudiada en el área de la nutrición de camarones y las propiedades que favorecen el uso de la soya están dadas principalmente por su disponibilidad, bajo costo, alta digestibilidad y un buen perfil de aminoácidos (Floreto *et al.*, 2000). Akiyama (1988), reportó en juveniles de *L. vannamei* porcentajes de digestibilidad aparente del concentrado proteico de soya 84.1% y del gluten de trigo de 85.4%.

Maldonado (en proceso) menciona que las fuentes proteicas más utilizadas en estudios con proteína de origen vegetal son la harina de soya con niveles mayores de inclusión, la pasta de soya y gluten de trigo: al observar diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) de tres dietas al 30% de proteína vegetal con soya, dieta trigo y papa, la mejor respuesta en relación al crecimiento y digestibilidad se presentó en la dieta formulada con soya. Asimismo reporta que la inclusión en la dieta de diferentes fuentes de proteína de origen vegetal mejora la digestibilidad del alimento.

Davis y Arnold (2000), realizaron un estudio de reemplazo de la harina de pescado en niveles mayores al 80%, por extruidos de harina de soya y subproductos de desecho en dietas isonitrogenadas, en el cual no se encontraron diferencias significativas en la supervivencia, conversión alimenticia y eficiencia proteica.

Gaxiola *et al.*, (2006) reportaron en postlarvas de *L. vannamei* resultados similares en respuestas de peso, indicadores metabólicos y balance bioenergético, al comparar una dieta basada en una mezcla de fuentes de proteína vegetal y otra enriquecida con proteína animal marina.

En la fase de juveniles tempranos, Brito (en proceso), comparó la calidad proteica de dos dietas isoenergéticas compuestas de fuentes de proteína animal y vegetal para conocer el efecto de la proteína en el crecimiento y la supervivencia, después de 45 días de experimento obtuvieron resultados en los cuales no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se puede concluir que en esta fase del ciclo de vida la calidad de la proteína animal y vegetal en la dieta presenta una condición similar que no afecta de manera significativa las respuestas nutricionales evaluadas.

Con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la fisiología energética y digestiva de juveniles de *L. vannamei* y su impacto en los estudios del reemplazo de la proteína animal por fuentes de origen vegetal.

3. HIPÓTESIS

Si *Litopenaeus vannamei* es un organismo omnívoro oportunista en todo su desarrollo, por lo tanto deberá adaptarse a los cambios de régimen alimenticio de postlarva a juvenil sin diferencias en sus respuestas de crecimiento, supervivencia y balance bioenergético.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la conversión de dietas en organismos juveniles de *Litopenaeus vannamei* provenientes de postlarvas aclimatadas y alimentadas con dietas con proteína animal y vegetal en las respuestas de crecimiento, supervivencia y balance bioenergético.

4.2 Objetivos particulares

a) Evaluar la respuesta de crecimiento y supervivencia en juveniles de *Litopenaeus vannamei* a partir de los cuatro tratamientos experimentales (DAA); dieta animal: vegetal (DAV); dieta vegetal (DVV) y dieta vegetal: animal (DVA).

b) Analizar el consumo de oxígeno en juveniles de *Litopenaeus vannamei* a partir de los cuatro tratamientos experimentales (DAA); dieta animal: vegetal (DAV); dieta vegetal (DVV) y dieta vegetal: animal (DVA).

c) Comparar el balance bioenergético en juveniles *Litopenaeus vannamei* a partir de los cuatro tratamientos experimentales (DAA); dieta animal: vegetal (DAV); dieta vegetal (DVV) y dieta vegetal: animal (DVA).

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

Este trabajo fue realizado en el Área Experimental de Nutrición (Fig. 1a) en las instalaciones de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI), Facultad de Ciencias, Sisal, Yucatán (Fig. 1b).



Fig. 1 a) Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, b) Área Experimental de Nutrición.

5.2 Descripción de la especie

La clasificación de la especie de camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei* (Fig. 2) se presenta en el (cuadro 1) de acuerdo con Pérez–Farfante y Kensley (1997).

Cuadro 1 Clasificación de *Litopenaeus vannamei*.

Phylum:	Arthropoda	Pennant, 1977.
Clase:	Malacostraca	Latreille, 1806.
Orden:	Decápoda	Latreille, 1803.
Suborden:	Dendrobranchiata	Bate, 1888.
Superfamilia:	Penaeoidea	Rafinesque-Schmaltz, 1815
Familia:	Penaeidae	Rafinesque, 1815.
Especie:	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Boone, 1931.
Género:	<i>Litopenaeus</i>	Pérez Farfante, 1967.
Nombre común:	Camarón Blanco del Pacífico	

L. vannamei tiene una distribución desde el océano Pacífico en el Golfo de California en el estado de Sonora, México hasta la costa norte de Perú, se le encuentra preferentemente en suelos fangosos y en sitios de hasta 72 metros de profundidad (Dore y Frimodt, 1987) con niveles de salinidad de 1-2 ppm en aguas salobres y de hasta 40 ppm en agua marina (Menz y Blake, 1980).



Fig. 2. *Litopenaeus vannamei*.

5.3 Origen de los organismos

Los camarones utilizados durante el experimento, se obtuvieron en estado de nauplio de la granja Maricultura del Pacífico ubicada en Mazatlán, Sinaloa. La cría larval se realizó en las instalaciones del Área Experimental de larvas (UMDI) donde fueron mantenidas en una tina de 400 litros y alimentadas con *Artemia salina* (3 naup/ml), microalgas *Tetraselmis chuii* (20 000 cel/ml) y pellet (40% de proteína animal, tamizado a menos de 350 μ m). Se mantuvieron en estas condiciones hasta llegar a postlarva 25 y se trasladaron hacia el Área Experimental de Nutrición (UMDI), donde fueron sometidos a un régimen alimenticio de dos dietas formuladas con proteína animal y vegetal, posteriormente en etapa de juveniles, los organismos fueron acondicionados para el presente experimento.

5.4 Diseño experimental

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la conversión de dietas en el balance bioenergético en juveniles de *Litopenaeus vannamei* provenientes de una alimentación con dietas de origen animal y vegetal desde la etapa de postlarva (Fig. 3). El diseño experimental fue aleatorizado con cuatro tratamientos y 5 replicas por tratamiento, las dietas utilizadas fueron: dieta de origen animal (DAA), dieta de origen animal y conversión a vegetal (DAV), dieta de origen vegetal (DVV), dieta de origen vegetal y conversión en

animal (DVA), (Cuadro 3) todos los alimentos experimentales fueron isoproteicos (40% de proteína). El efecto de la conversión de dietas en las respuestas de crecimiento, supervivencia y balance bioenergético fue analizado con los programas de cómputo Microsoft Excel. STATISTICA, Stat Soft, Inc. (2004) con un análisis de varianza (ANOVA) de bloques anidados y un nivel de confianza de 95% ($p > 0.05$).

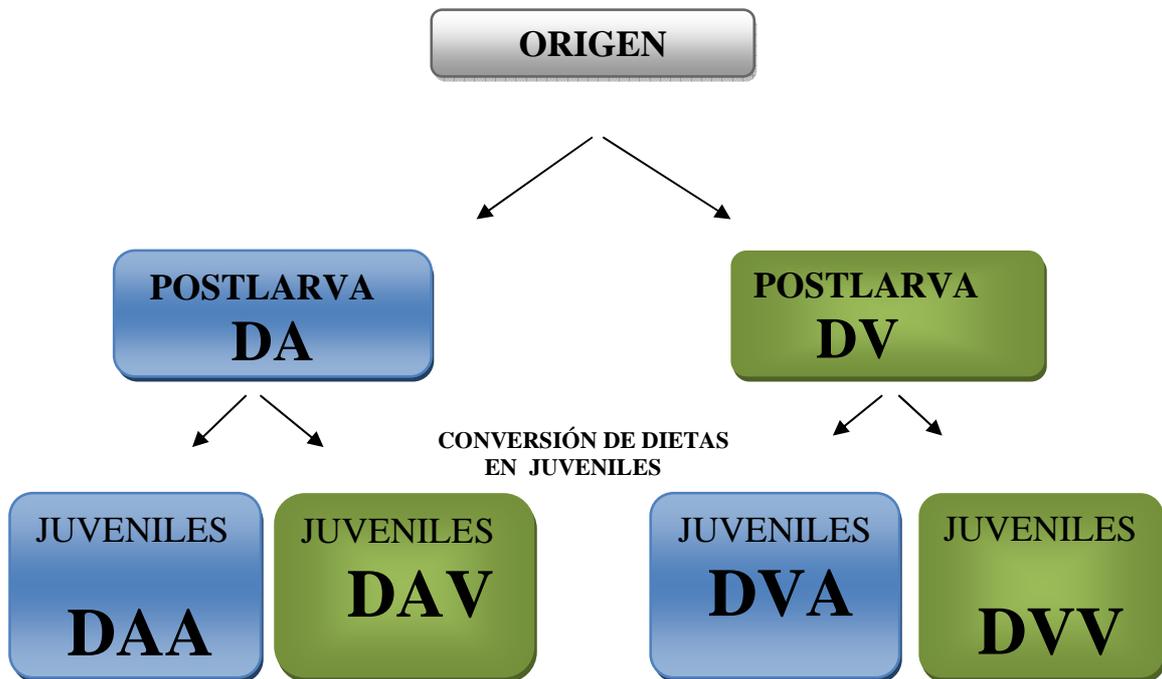


Figura 3. Muestra un diagrama del diseño experimental de conversión de dietas en la etapa de juveniles en *L. vannamei*, provenientes de un régimen alimenticio con base en dietas de proteína animal y vegetal desde la etapa de postlarva.

5.5 Dispositivo experimental

Se utilizó un sistema de recirculación semicerrado y aireación constante a través de difusores, se manejaron tinas de plástico con capacidad para 70 litros, el agua de mar utilizada fue tratada por medio de un filtro de arena y cartuchos de 30 y 5 micras y un filtro de carbón activado, la eliminación de residuos orgánicos se realizó por medio de un espumador (Fig. 4).



Fig. 4. Dispositivo experimental.

5.5.1 Calidad del agua. Los niveles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), concentración de oxígeno ($\text{mg O}_2/\text{L}$) y salinidad (‰) del sistema, se midieron diariamente en la mañana antes de la primera alimentación a través de un termómetro de mercurio graduado, ($-20, 150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.1$), un oxímetro (YSI, 50B, Co. Inc.) y un refractómetro (VITAL, SINE, SR-6) respectivamente. La limpieza se realizó diariamente por medio de sifoneo para retirar las heces, mudas y los restos de alimento.

5.5.2 Condiciones de siembra. Los juveniles fueron sembrados y aclimatados a una temperatura de $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ con una salinidad de $35 \pm 1\text{ ‰}$ y niveles de oxígeno de $6.5 \pm 1\text{ mg O}_2/\text{mL}$, el fotoperiodo fue ajustado a 12 horas luz-oscuridad y la densidad de siembra fue de 10 organismos por tina.

5.5.3 Ración alimenticia. La ración de alimento se calculó a partir de la biomasa de los camarones presentes en las tinas, con el 20% al inicio del experimento y el 5 % al final del mismo, la cantidad de alimento a suministrar se ajustó de acuerdo al remanente que se observaba en las tinas, asegurando que siempre se administrara *ad libitum*. La alimentación se realizó a las 8:00 am, 14:00 y 20:00 horas.

5.5.4 Formulación de dietas. La elaboración del alimento se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición de la UMDI, Sisal. Los ingredientes de cada dieta se pesaron de acuerdo al porcentaje de inclusión correspondiente (cuadro 3), las harinas de pescado y calamar se

tamizaron hasta un tamaño de partícula menor de 250 micras y se mezclaron con los ingredientes secos de la dieta por 20 minutos, posteriormente se adicionaron los aceites, el aglutinante y se mezclaron hasta formar una pasta. Se utilizó un molino de carne para formar tiras en forma de spaghetti de aproximadamente 30 cm, las cuales fueron colocadas en una estufa a una temperatura de 60°C durante 10 horas para obtener el alimento seco o pellets y almacenarlos a 4°C hasta alimentar a los camarones.

Cuadro 3. Composición del alimento en las dietas suministradas a los juveniles de *Litopenaeus vannamei* durante el experimento de 45 días.

INGREDIENTES	Animal (Calamar)	Vegetal (Coctel)
Harina de Pescado	16%	9%
Pasta de Soya	15%	
Harina de Trigo	14%	10.5%
Calamar Seco	30%	
Conc. Proteico de Soya		30%
Conc. Proteico de Papa		5%
Gluten de Trigo		9%
Espirulina		9%
Aceite de Bacalao	3.5%	5%
Lecitina de Soya	2%	2%
Colesterol	0.5%	0.5%
Almidón	114.5%	16.5%
Vitamina C	0.0286%	0.45%
Vitaminas	2%	1%
Aglutinante	1%	1%
Zeolita (Marcador para digestibilidad)	1.5%	1.5
Total	100%	100%

Cuadro 4. Composición bromatológica de los alimentos.

Nutriente	Dieta Animal %	Dieta Vegetal %
Lípidos	9.42%	9.92%
Carbohidratos	25.25%	24.64%
Proteína	46.81%	43.56%
Energía Digerible	17	15

5.6 Respuestas nutricionales

5.6.1 *Crecimiento.* El crecimiento se evaluó al obtener la diferencia del peso húmedo inicial y final entre el tiempo de duración del experimento que fue de 45 días. Los camarones fueron pesados individualmente en una balanza digital de 0.01g de precisión y al concluir el experimento los camarones fueron pesados y contados individualmente.

5.6.2 *Supervivencia.* El porcentaje de supervivencia fue evaluado al obtener la diferencia entre el total de los organismos sembrados al comienzo del experimento y los que sobrevivieron al final del experimento.

5.7 Indicadores fisiológicos

5.7.1 *Consumo de oxígeno.* Se utilizó un respirómetro con 9 cámaras de 500mL de capacidad con un organismo por cámara y una cámara control con organismo, la temperatura se mantuvo constante de $28 \pm 1^\circ \text{C}$, en un sistema cerrado, la aclimatación de los organismos se realizó ocho horas antes de la alimentación bajo un régimen de ayuno, la concentración de oxígeno se midió con un oxímetro (YSI 50B digital) de microelectrodo, previamente calibrado con la saturación de oxígeno en agua del sistema y se obtuvo la diferencia de concentración de oxígeno por medio de muestras de agua a una velocidad de flujo 10 mL por minuto de entrada y salida de cada cámara (Rosas *et al.*, 1999). El consumo de oxígeno fue medido en el tiempo (0) (animales en ayuno de 12 horas), posteriormente transcurrida 1 hora, fue proporcionado el alimento en cada cámara y el consumo de oxígeno fue nuevamente medido cada hora durante 9 horas (entre las 08:00 y 18:00 hrs.), y se determinó el consumo postalimentario. Una cámara sin animal fue utilizada como control y se determinó la presencia de alimento y su efecto en la concentración de oxígeno en la cámara respirométrica.

El análisis del consumo de oxígeno se realizó con la fórmula siguiente:

$$VO_2 = \{([O_2]_{\text{entrada}} - [O_2]_{\text{salida}}) * \text{Flujo}\} - \{([O_2]_{\text{entrada control}} - [O_2]_{\text{salida control}}) * \text{Flujo}_{\text{control}}\}$$

donde, VO_2 representa el consumo de oxígeno en mg de O_2 / h/animal, $[O_2]$ entrada es igual a la concentración de O_2 mg /L en la cantidad de agua que entra a la cámara, $[O_2]$ de salida es la concentración de O_2 mg/L en el agua que sale de la cámara, F es igual al flujo de agua del sistema medida en litros por hora (Rosas *et al.*, 1999). Asimismo se

restó el efecto de la cámara control representada como $[O_2]_{\text{entrada control}} - [O_2]_{\text{salidacontrol}} \cdot \text{Flujo}_{\text{control}}$. Posteriormente al análisis de oxígeno los organismos fueron mantenidos en un horno a $60 \pm 1^\circ\text{C}$ para realizar el análisis calórico y la determinación del contenido energético de los cuatro tratamientos por medio de una bomba calorimétrica de la marca Parr, con la que se obtuvo la energía neta (EN) y los valores en calorías convertidos a joules, para lo que se utilizó el factor de conversión $14.1868 \text{ (J mg ps}^{-1}\text{)}$.

De acuerdo con Rosas, (2003) la calorimetría se realizó para obtener la energía canalizada en la producción de tejido, por lo que se obtuvieron valores en joules por gramo de peso seco por muestra de camarón. Se utilizaron nueve camarones seleccionados al azar, los cuales fueron sometidos a un proceso previo de secado, posteriormente se pulverizaron y se obtuvieron nueve pastillas. Se utilizó una bomba calorimétrica de la marca Parr, a la cual se le agregaron 2L de agua destilada a una temperatura mínima de 2°C en la cubeta de acero.

Se obtuvieron los pesos de la capsula de combustión y el alambre de ignición de 10 cm. de largo en la balanza analítica, posteriormente se fijaron en el soporte de manera tal que no hubiera contacto entre ellos, cada pastilla se montó sobre el alambre sin tocar la capsula. Se agregó un mililitro de agua destilada en la bomba, posteriormente se cerró la bomba y se lleno de oxígeno a una presión de 30 atm. La bomba se colocó dentro de la cubeta de acero y se conecta a la fuente de poder los electrodos, se tapó el recipiente de la cubeta y se colocó el termómetro de precisión y la liga de agitación, se encendió el agitador y se esperaron cinco minutos para dar tiempo a que se estabilizara la temperatura del agua, se encendió la fuente de poder y comenzar a registrar la temperatura cada minuto durante un mínimo de siete registros hasta llegar a tres iguales, después de obtener estos valores se abrió la bomba y se obtuvo el peso de los residuos del alambre y de la capsula, el agua de la bomba se le agregó una gota de naranja de metilo y se titulo en 10 ml. de NaOH 0.1N en agitación constante.

5.7.2 *Balance bioenergético.* Para el balance bioenergético se utilizó el modelo propuesto por Cho y Bureau (1998), que incluye la evaluación de los siguientes parámetros:

$$ED = [(E.R. (O_2)) + (E.NH_3) + (E. \text{crec.})]$$

Donde:

ENH₃= Energía perdida por excreciones no fecales que es la suma de (UE+ ZE).

ER (O₂)= Energía utilizada por respiración que es la suma de (HeE + HiE).

HeE= Energía utilizada por el metabolismo de rutina.

HiE= Energía utilizada por el incremento calórico postalimentario.

E. crec.= Energía utilizada para la energía retenida (RE) y pérdida por exuvia (E_{EXV}).

RE= Energía retenida.

E_{EXV}= Energía perdida por exuvia.

ER se estimó como HeE (energía utilizada en el metabolismo basal $\mu\text{gO}_2 \text{ h}^{-1} \text{ mg ps}^{-1}$) es el consumo de oxígeno del animal en inanición y HiE (energía utilizada en el incremento de consumo de oxígeno postalimentario $\mu\text{gO}_2 \text{ h}^{-1} \text{ mg ps}^{-1}$), estos valores se convirtieron en energía mediante el coeficiente $14.3 \text{ J mg}^{-1} \text{ O}_2$ (Lucas, 1996).

La energía de la exuvia E_{EXV} aporta el 5% (el contenido energético de la exuvia es calculado de acuerdo a Lemos y Phan (2001), considerando el 5% del contenido de energía total del cuerpo. La energía destinada a la formación de productos de desecho amoniacal (ENH₃ (UE+ZE)) y fue calculada según Cho y Bureau (1998) con 8% para todas la dietas, debido a que por cuestiones técnicas, no fue posible evaluarlo experimentalmente.

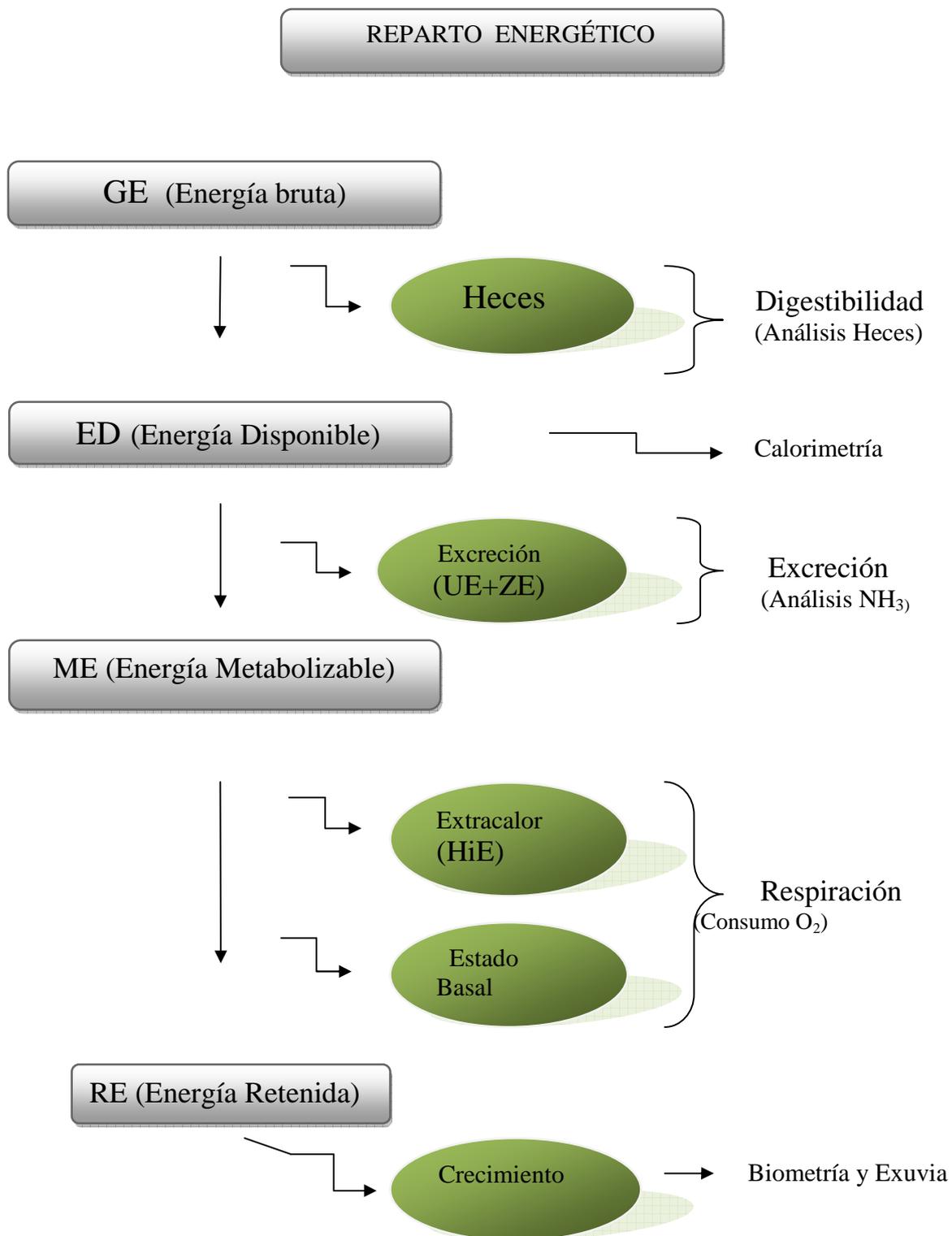


Fig. 5. Muestra el flujo de energía, a partir del consumo de alimento, los indicadores de la inversión, gasto y ganancia energética y sus análisis correspondientes, en este experimento se evaluó la respiración el crecimiento y se obtuvo la energía disponible a través de la calorimetría.

6. RESULTADOS

6.1 Crecimiento

El promedio de la ganancia de peso en gramos para los camarones con dieta de origen animal y que continuaron con el régimen de la dieta animal DAA, alcanzaron 7.97g, mientras que los camarones del mismo origen y que se les realizó la conversión a dieta vegetal DAV, alcanzaron 6.27 g (Fig.6). Los camarones con dieta de origen vegetal que se les realizó la conversión a dieta animal DVA, alcanzaron un peso promedio de 7.12 g mientras que en el caso de los organismos con origen de dieta vegetal y los que continuaron el régimen con la dieta vegetal DVV, obtuvieron 7.16g (Fig. 6). El análisis estadístico de ANOVA de bloques anidados no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$), (Fig. 7).

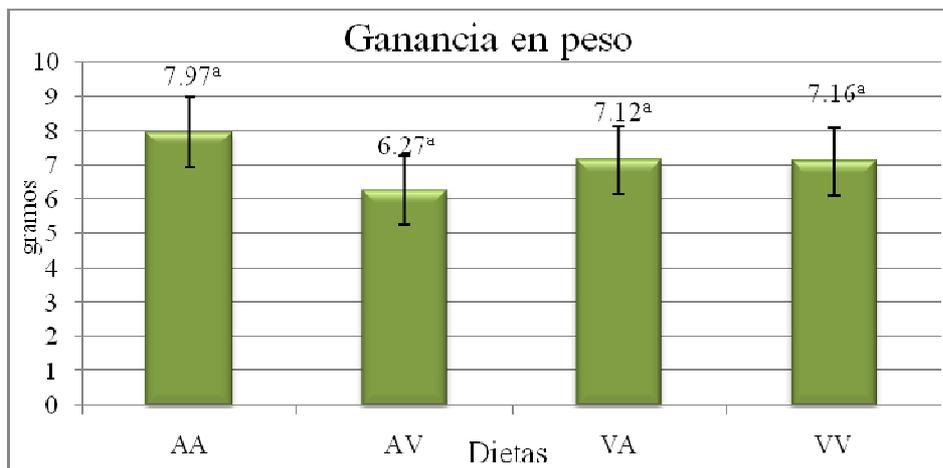


Fig. 6. Ganancia en peso (g) de los juveniles de *Litopenaeus vannamei*, superíndices Iguales, sin diferencias significativas entre tratamientos, ($p>0.05$).

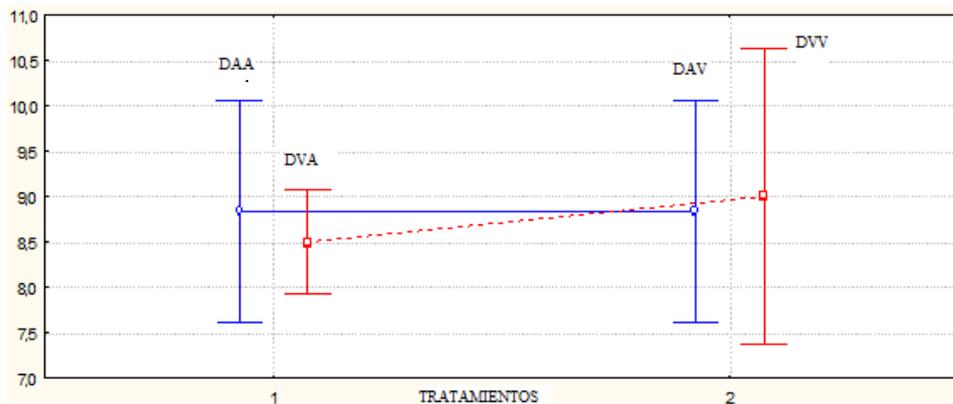


Fig. 7 ANOVA de bloques anidados sin diferencias significativas entre tratamientos ni en el factor origen ni en la interacción entre el factor dieta con el factor origen ($p>0.05$).

6.2 Supervivencia

El porcentaje de supervivencia en los camarones de dieta animal y vegetal procedentes de origen animal DAA y DAV fue de 85% para ambos tratamientos, mientras que para los de origen vegetal, DVA y DVV fue de 90% y 98% respectivamente (Fig. 8). Asimismo, se analizaron estadísticamente y no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

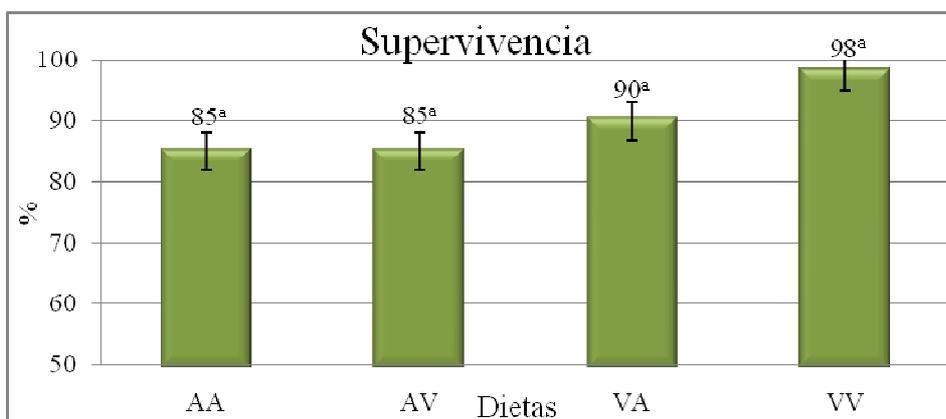


Fig. 8. Porcentaje de supervivencia durante el experimento de 45 días con juveniles de *Litopenaeus vannamei*, superíndices iguales sin diferencias significativas. ($p>0.05$).

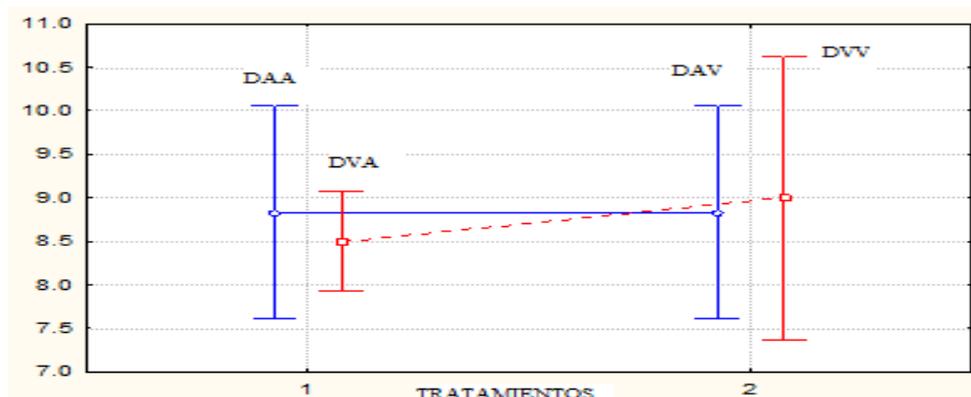


Fig. 9 ANOVA de bloques anidados sin diferencias significativas entre tratamientos ni en el factor origen ni en la interacción entre el factor dieta con el factor origen ($p>0.05$).

6.3 Consumo de oxígeno

Los valores de consumo de oxígeno en condiciones de ayuno fueron obtenidos una hora previa al suministro de alimento el cual fue ofrecido en la hora 1. El valor de consumo de oxígeno inicial en condiciones de ayuno para los camarones del tratamiento DAA fue de 1.95 mg/ animal/ día. Cuando los organismos fueron alimentados el valor más alto de consumo se presentó a la hora 2 con 9.81 mg/animal/día, (Fig. 9a). El consumo de oxígeno inicial en condición de ayuno de los camarones del tratamiento DAV fue de 2.8 mg/animal/día, mientras que el consumo postalimentario alcanzó el nivel más alto con 3.87 a la hora 2 (Fig. 9b). En el caso de la DVA, los camarones tuvieron un valor de consumo de oxígeno en condiciones de ayuno de 3.87, cuando fueron alimentados, se obtuvo el valor de 5.56 en la hora 2 (Fig. 10a). El consumo de oxígeno en los camarones alimentados con la dieta DVV, registró un valor de consumo inicial de 2.86 mg/animal/día, con un pico de consumo de oxígeno postalimentario de 3.62 en la hora 4 (Fig. 10b).

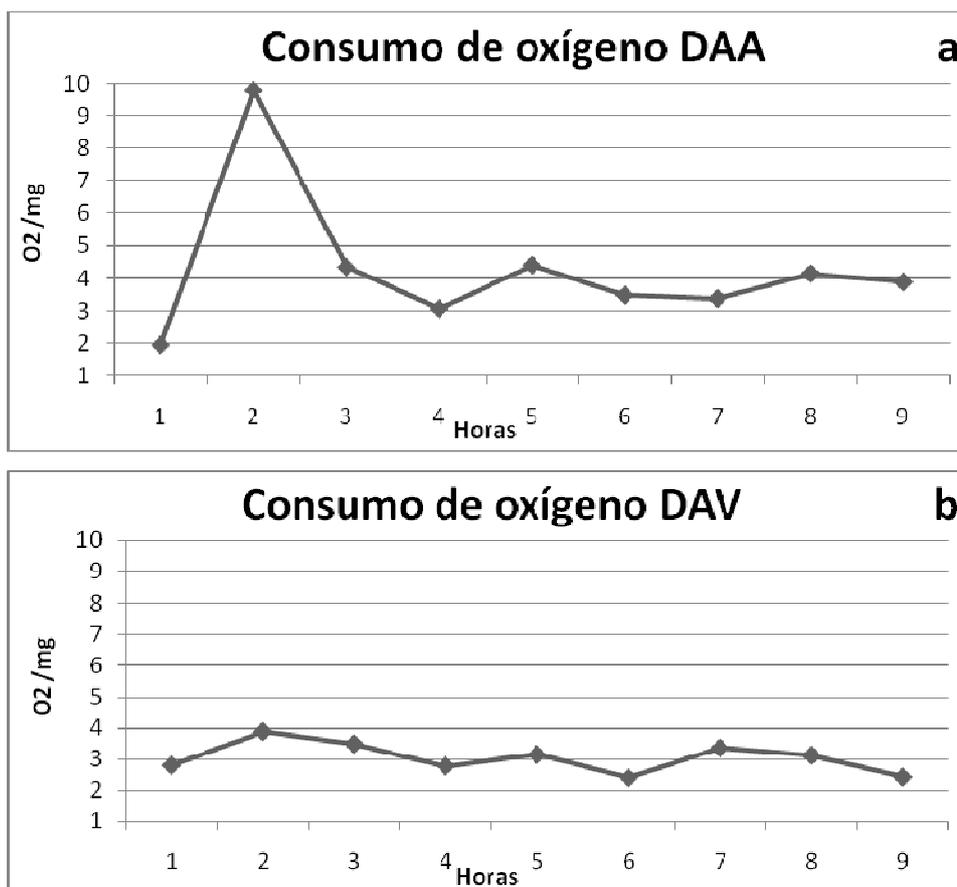


Fig. 9. Consumo de oxígeno durante 9 horas de los organismos alimentados con la dieta animal, vegetal y conversión. a) DAA, b) DAV.

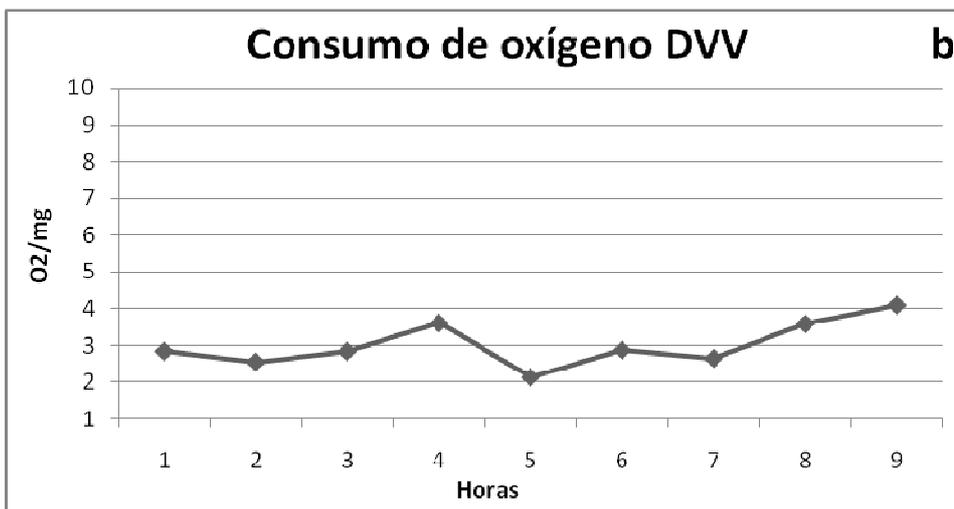
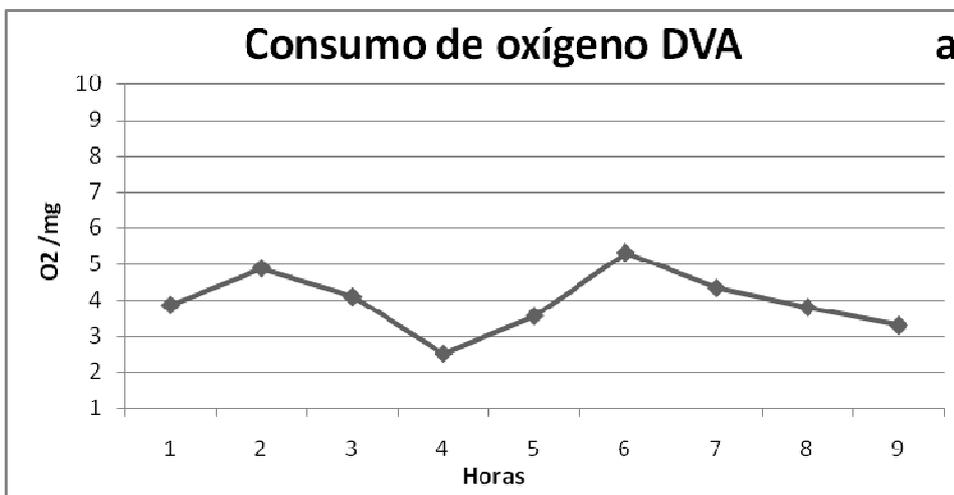


Fig. 10. Consumo de oxígeno durante 9 horas de los organismos alimentados con la dieta animal, vegetal y conversión. a DVA y b) DVV-

6.4. Balance bioenergético

Los análisis estadísticos de la energía retenida (RE) en el balance bioenergético no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$). (Fig. 11) (Cuadro13), sin embargo, el reparto energético hacia este proceso presentaron porcentajes similares, de manera que la DAA con el 17% y la DVV con 18% (Fig. 12), (Cuadro 13). En el caso de los tratamientos de conversión, la DAV destinó el 14% y la DVA destinó 13% de gasto energético para la formación de biomasa (Fig. 12). Con respecto al metabolismo basal (HeE), en los análisis estadísticos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$). (Cuadro11), asimismo en el reparto energético la DAA canalizó el porcentaje más bajo con 43%, mientras que las otras dietas destinaron porcentajes similares, la DAV 66%, DVA 63% y la DVV el 61% (Fig. 12).

En el caso de la actividad extracalor (HiE), el ANOVA anidada para la interacción entre el factor dieta y el factor origen, se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$). (Cuadro 11), Asimismo, al evaluarse con una prueba de menor significancia LSD, se encontraron diferencias significativas entre algunos tratamientos (Cuadro 12). Al realizar el balance bioenergético, el reparto de energía mostró los porcentajes siguientes; la DAA 31% con el valor mas alto, mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores similares, la DAV 11%, la DVA 14% y la DVV 13% (Fig. 12).

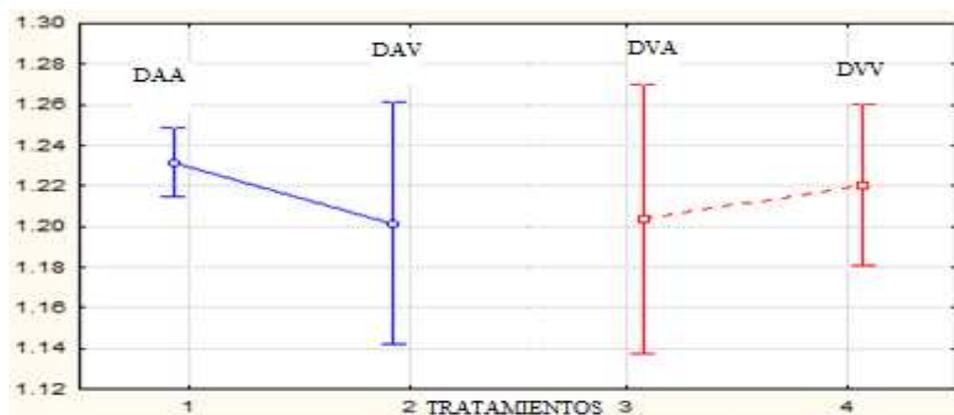


Fig. 11. ANOVA Anidada de la RE del balance bioenergético, sin diferencias Significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

Cuadro 10. Prueba de menor significancia para la variable HeE del balance Bioenergético sin diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

Origen	Dieta	DAA	DAV	DVA	DVV
DA	DAA		0,155104	0,2377286	0,387707
DA	DAV	0,155104		0,7677726	0,633561
DV	DVA	0,237286	0,767726		0,831113
DV	DVV	0,387707	0,387707	0,831113	

Cuadro 11. ANOVA anidada en el Hie del balance bioenergético entre tratamientos ($p<0.05$).

Anova Anidada					
Efecto	Suma de cuadrados	G.L	MS	F	P
Intercept	158565	1	158565	23.7796	0.00007
Origen	15093	1	15093	2.2635	0.14667
Dietas (Origen)	48602	2	24301	3.6444	0.04294
Error	146698	22	6668		

Cuadro 12. Prueba de menor significancia LSD, para la variable Hie del balance Bioenergético. ($p<0.05$).

Origen	Dieta	DAA 506,87	DAV 149,40	DVA 237,49	DVV 109,31
DA	DAA		0.01772	0.05621	0.01306
DA	DAV	0.01772		0.54606	0.80001
DV	DVA	0.05621	0.54606		0.40570
DV	DVV	0.01306	0.80001	0.40570	

Cuadro 13. Balance Bioenergético en juveniles de *Litopenaeus vannamei*, Letras iguales sin diferencias significativas ($p>0.05$) en HeE y RE, para el caso de Hie observar el cuadro 12.

Origen.	Dieta	Valor ED	E.R. (O ₂)		E.NH ₃		E. crecimiento	
			HeE	HiE	UE	ZE	RE	E _{EXV}
Animal.	Animal	100	43 ^a	31	7	1	17 ^a	1
	Vegetal	100	66 ^a	11	7	1	14 ^a	1
Vegetal.	Animal	100	63 ^a	14	7	1	13 ^a	1
	Vegetal	100	61 ^a	13	7	1	18 ^a	1

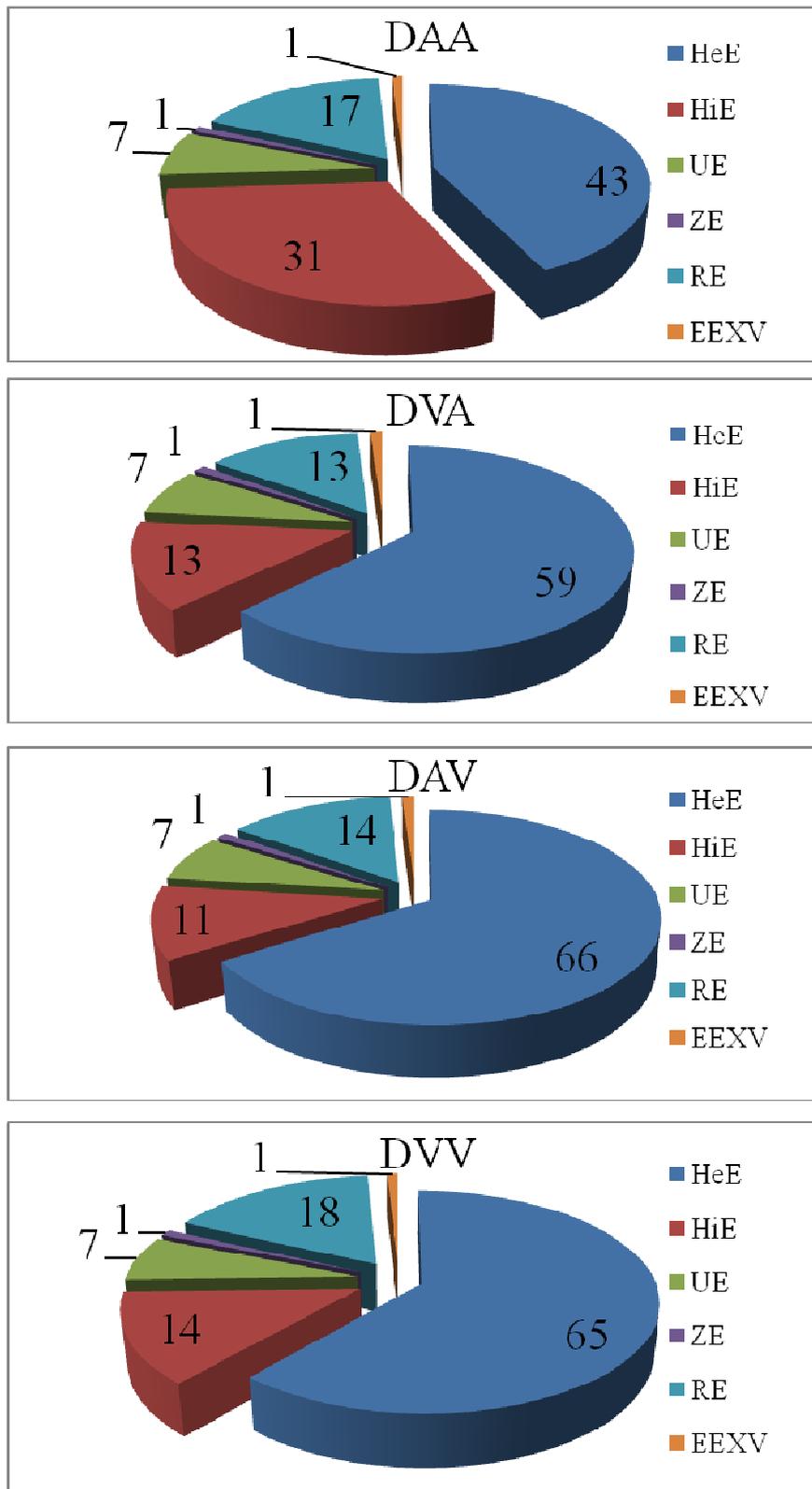


Fig. 12. Reparto energético de los organismos sometidos ante diferentes dietas, representado en porcentajes.

7. DISCUSIONES

7.1 Crecimiento

De acuerdo con Cuzon *et al.*, (2004), los camarones peneidos se consideran como omnívoros oportunistas en relación a sus hábitos alimentarios. Esta característica se relaciona con una gran capacidad digestiva que le permite utilizar una amplia gama de alimentos y obtener los nutrientes necesarios para su crecimiento. De esta misma forma Rosas *et al.*, (2001) mencionan que en *Litopenaeus vannamei*, presenta ventajas con respecto a su tolerancia nutricional, la cual facilita la inclusión de una gran cantidad de fuentes de proteína en su dieta. De acuerdo con esto, para esta especie se han reportado valores de crecimiento sin diferencias significativas, cuando han sido utilizadas dietas con proteína animal y vegetal en la etapa de portlarva, (Gaxiola, 2006, Maldonado, 2007 y Monroy, 2008), y juveniles (Jiménez-Yan, 2004 y Brito, en proceso). Los resultados de crecimiento obtenidos en este trabajo concuerdan con lo reportado por estos autores al no encontrarse diferencias significativas cuando los organismos fueron sometidos a los diferentes tratamientos, aunque se puede observar una tendencia en relación a los tratamientos sin conversión de dieta (DAA y DVV) donde se observaron los valores más altos de crecimiento. En este sentido, la respuesta de los organismos de la DAA, mostraron un aprovechamiento adecuado de los nutrientes incluidos en estos alimentos, lo cual pudo relacionarse con los niveles altos de aceptación de la proteína animal debido a la palatabilidad y al aporte de una gran cantidad de aminoácidos (Cruz-Suárez *et al.*, 2000). De la misma manera Sudaryono *et al.*, (1996) mencionan que el nivel nutrimental de los ingredientes presentes en las dietas están en función de la capacidad de los organismos para absorber y digerir los alimentos de una manera eficiente, asimismo los organismos de la DVV, mostraron una capacidad para utilizar las fuentes de proteína vegetal, lo cual se vio reflejado en el crecimiento. Con respecto a los tratamientos expuestos al experimento de conversión, (DVA, DAV) se observaron valores más bajos. En este sentido Brito *et al.*, (2000) mencionan que los organismos juveniles, presentan cambios en los hábitos alimenticios durante esta etapa y por lo tanto los niveles de inclusión de proteína en su dieta cambian a diferencia de postlarva, pero aún siguen conservando su gran capacidad para utilizar a la proteína como fuente de energía metabólica y como base para la conformación

de tejido nuevo, por lo tanto, los valores más bajos de crecimiento se relacionan con la conversión de dietas de postlarva a juveniles.

7.2 Supervivencia

De acuerdo con los resultados de las cuatro dietas, la supervivencia se considera como una tendencia positiva de acuerdo con los resultados de Gaxiola (2006), Maldonado (2007) y Monroy (2008), en la etapa de postlarva y Jimenez.-Yan (2004) y Brito (en proceso) en la de juveniles. Estos autores reportan que los camarones alimentados con dietas enriquecidas de proteína animal y vegetal no presentaron diferencias significativas en los porcentajes de crecimiento y supervivencia. Asimismo, debido a los hábitos alimentarios omnívoros de esta especie (Akiyama *et al.*, 1992), los resultados indicaron que los nutrientes aportados por los insumos utilizados en la confección de dietas satisficieron los requerimientos nutritivos de los organismos, permitiendo una alta supervivencia en la etapa juvenil de *L. vannamei*.

7.3 Consumo de oxígeno

Jimenez-Yan (2004) reportó valores de consumo de oxígeno en juveniles de *L. vannamei* alimentados con dietas de proteína animal y vegetal, los cuales mostraron respuestas similares al comparar ambos tratamientos. En el incremento de consumo postalimentario, Brito (en proceso), al evaluar la misma respuesta en juveniles alimentados con dieta de proteína animal (50.46%) y proteína vegetal (42.34%) obtuvo valores más altos en el consumo de oxígeno postalimentario en los organismos de la dieta de proteína animal. Esto concuerda con los resultados de este trabajo en el que la respuesta del consumo de oxígeno en los organismos de la DAA, se obtuvieron los valores más altos de las cuatro dietas en el incremento de consumo postalimentario y más bajos en el consumo de rutina, esta respuesta se puede relacionar con la calidad del alimento (Rosas *et al.*, 1998) y los costos metabólicos asociados con la ingestión y asimilación de cada tipo de alimento (Brito, 2001). Es importante mencionar que la formulación de la DAA se considera como una dieta óptima, con proteína animal de alta calidad lo cual se reflejó en el consumo de oxígeno. De acuerdo con Kurmaly *et al.*, (1989), los niveles de consumo de oxígeno del camarón dependen del estado fisiológico de los organismos, así como de la cantidad y

calidad del alimento. Asimismo (Charkraborty *et al.*, 1992) señalan que un aumento en estos niveles durante la alimentación está asociado a la energía necesaria para llevar a cabo los procesos digestivos. En este sentido, se observa en este trabajo que la inclusión de proteína vegetal y la conversión de dietas modificaron la respuesta fisiológica de los organismos, sugiriendo un costo metabólico menor para procesar el alimento.

7.4 Balance Bioenergético

En relación a los resultados del balance bioenergético, la DAA representó la inversión de energía más alta de todas las dietas, en lo que se refiere a la actividad extracalor (HiE) producto del consumo de oxígeno postalimentario y la más baja en relación con el metabolismo basal (HeE). Esta situación se tradujo en un alto costo energético pero con un beneficio alto en el porcentaje de energía retenida (RE), reflejado en el crecimiento final. De acuerdo con Cho y Bureau, (1995) el incremento de calor por alimentación se debe a la formación y excreción de desechos metabólicos, la retención en los tejidos de la transformación de sustratos metabólicos y a los procesos de digestión y absorción, lo que sugiere que la dieta animal requiere de una inversión alta de energía para este proceso sin embargo la proporción dirigida a la RE y los valores de crecimiento indican un trabajo digestivo eficiente.

Con respecto a la DVV, se observó que, el porcentaje de RE, fue similar al obtenido en la DAA, al relacionar esta respuesta con la de crecimiento, se pudo observar que la DVV presentó los valores de ganancia en peso más cercanos a la DAA, lo que puede aceptarse como una respuesta alta considerando el porcentaje bajo destinado a la HiE, lo que representa que se utilizó una menor cantidad de energía para degradar las fuentes de origen vegetal, por lo que se puede concluir de acuerdo con Capuzzo, (1981), que las pérdidas energéticas a través de los procesos catabólicos pueden variar con el uso de diferentes dietas y reflejarse en diferencias hacia la canalización de energía, el crecimiento y eficiencia energética.

En relación a la respuesta de los organismos sometidos a la conversión de dieta (DAV y DVA), se pudo observar que, en cuanto al porcentaje destinado al metabolismo basal y la actividad extracalor, se presenta una tendencia similar a la DVV, sin embargo presentaron los valores mas bajos de RE, de igual forma en relación a los valores de ganancia en peso. De esta manera los resultados se relacionan con el cambio de alimentación y el costo energético, ocasionado por la presencia de una fuente de alimento distinta en diferentes etapas del ciclo de vida, mas que con la calidad de la proteína vegetal. Esto puede ser debido a que *L.vannamei* es una de las especies de peneidos con mayor capacidad para el uso de fuentes de origen vegetal tanto en la etapa de postlarva como en la de juveniles Cuzon *et al.*, (2004). Además, la capacidad enzimática digestiva de *L. vannamei* permite digerir la proteína de origen vegetal, la única limitación podría provenir de la presencia de factores antinutricionales como un inhibidor de la tripsina presente en la harina de soya que podría afectar la digestión del alimento sin un tratamiento previo a la elaboración del alimento Cuzon *et al.*, (2004). En este trabajo, el alimento fue sometido a un proceso térmico de 60° C para evitar la presencia de dichos factores. Asimismo los demás ingredientes de origen vegetal que se utilizaron, fueron concentrados proteicos que de acuerdo con Drew *et al.*, (2007) favorecen la digestibilidad y la reducción de los factores antinutricionales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Brito *et al.*, (2000) quienes mencionan que existen diferencias en hábitos alimenticios y niveles de inclusión de proteína cuando *L vannamei* alcanza la etapa de juvenil, pero se conserva la capacidad para utilizar la proteína como principal fuente de energía metabólica y para la formación de tejido.

8. CONCLUSIONES

La capacidad omnívora de *Litopenaeus vannamei* permitió que los organismos pudieran adaptarse al cambio de régimen alimenticio a una dieta opuesta en la etapa de juveniles, lo cual se reflejó en los resultados de crecimiento y supervivencia en todos los tratamientos.

La tendencia observada en la ganancia en peso de los camarones ante distintos tratamientos de conversión de dietas, se relaciona más con la conversión que con el origen de la fuente de proteína.

El consumo de oxígeno se modifica en relación al origen de la proteína de manera que camarones sometidos ante las diferentes dietas experimentales (DAV, DVV, DVA), mostraron una tendencia de costo metabólico bajo en el consumo postalimentario y alto en el consumo del metabolismo de rutina.

Las diferencias observadas en la evaluación del balance bioenergético, en relación al porcentaje de energía destinada al metabolismo basal (HeE), actividad extracalor (HiE), Energía Retenida (RE), y las respuestas de crecimiento y supervivencia permiten concluir que los juveniles de *Litopenaeus vannamei* presentan la capacidad de utilizar la proteína de origen vegetal con resultados de supervivencia exitosos y crecimiento similar al de la proteína animal. De esta manera permitiría la posibilidad de realizar estudios de reemplazo parcial de proteína animal por proteína vegetal en la etapa de juveniles de esta especie.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Akiyama, D.M., Coelho, S. R., Lawrence, A.L., Robinson, E.H., 1988. Apparent digestibility of feed stuffs by the marine shrimp *P. vannamei* Boone. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 55:91-95.
- Akiyama, D.M., Dominy, W., Lawrence, A., 1992. Penaeide shrimp nutrition. In: Fast, AW Lester, L. J Edits. Marine Shrimp Culture; Principles and Practices. Elsevier, Amsterdam. 535-568.
- Delaware. LSU, Division of Continuing Education, Baton Rouge, LA, pp. 71-86.
- Brito, R., Chimal, M.E., Gaxiola, G., Rosas, C., 2000. Growth, metabolic rate and digestive activity in the white shrimp *Litopenaeus setiferus* early postlarvae fed different diets. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 225, 21-36.
- Brito, R., 2001. Fisiología y Bioquímica de la nutrición de postlarvas tempranas y camarones blancos *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) y *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Tesis profesional de Doctorado. Facultad de Ciencias División de Estudios de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Bureau, D.P., Kirkland J.B., Cho, C.Y., 1998. The partitioning of energy from digestible carbohydrate by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pages 163-166 In Energy Metabolism of Farm Animals. K.J. McCracken, E.F. Unsworth and A.R.G. Wylie, eds. CAB International Press, Wallingford, UK.
- Capuzzo, J.M., 1981. Crustacean bioenergetics: role of environmental variables and dietary levels of macronutrients on energetic efficiencies. In: Pruder, G.D., Langdon, C.J., Conklin, D.E. (Eds.), Proceedings of the 2nd Intl. Conf. on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition, October 27-29, 1981, Lewes/Rehoboth Beach.
- Cho, C., Bureau, D.P., 1995. Bioenergética en la formulación de dietas y estándares de alimentación para la acuicultura del salmón: Principios Métodos y aplicaciones En: II Aspectos bioenergéticos en la nutrición acuícola. III Simposium Internacional de Nutrición de Nutrición Acuícola, Monterrey Nuevo León México, pp. 33-64.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 1998. Development of bioenergetic models and the *Fish-PrFEQ* software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. Aqua. Liv. Res. 11, 199-210.
- Ceccaldi, H.J., 1997. Anatomy and physiology of the digestive system. In: Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, 1997 Vol. 6 (ed. by D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. and Akiyama, D.M.). World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. USA, 261-29.
- Chamberlain G.W., Hutchins, D.L., Lawrence, A.L., 1981. Mono and polyculture of *L. vannamei* and *L. stylirostris* in ponds. J. World Maricult. Soc. 209-224.
- Chakraborty, S.C., Rosas, L.G., Ross, B., 1992. The defect of dietary protein level and ration on excretion of ammonia in common carpa *Cyprinus carpio* Comp. Biochem. Physiol. 103 A, 579-584.

- Cruz-Suárez, L.E., Antimo-Pérez, J.S., Luna-Mendoza, N., Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa, C., Ricque-Marie, D., 2000. Relaciones proteína/energía y proteína vegetal /animal óptimas en alimentos de engorda para *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 de noviembre. Mérida, Yucatán.
- Cruz-Suarez, L. E., Marie, D. R., Salazar, M., Marín, L., Barbosa, C., López, M., Miller, A., 2002. Historia y estatus actual de la digestibilidad y de algunas características físicas químicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. Avances en nutrición acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre de 2002. Cancún, Quintana Roo, México. Págs. 1-22.
- Cuzon, G., Guillaume, J., 1997. Energy and protein: Energy Ratio In: Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture, Vol 6 (ed. by L.R. D´Abramo, D.E. Concklin and D.M. Akiyama), pp. 51-70. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- Cuzon, G., Brito, A., Jiménez-Yan, L., Brito, R., García, G., Gaxiola, G., 2004. The effects of animal or plant-based diets on energy partitioning in selected ontogenetic stages of the shrimp *Litopenaeus vannamei*. En Cruz Suarez, L.E., Ricque Marie D., Nieto López M.G., Villareal D., Scholz U. y González M., 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 de noviembre. Hermosillo, Sonora, México.
- Davis, A.D., Arnold, C.R., 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquac. 185, 291-298.
- Dore, I., Frimodt, C., 1987. An illustrated guide to shrimp of the world. Ed. Van Nostrand Reinold, EEUU. pp. 174-175.
- Drew, M.D., Borgeson, T.L., Thiessen, D.L., 2007. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in fin fish. Anim. Feed Sci. Technol. 138: 118-136.
- Duncan, A., Kelkowski, R.Z., 1975. Methods for Ecological Bioenergetics IBP-24. Parameters of an energy budget. Grodzinski, W., Meltowski, R.Z. and A. Duncan (Eds.) Blackwell Sci. Publ. Oxford: 97-147.
- Escutia, S., 1999. El alimento balanceado para camarón en México desde el punto de vista del acuicultor. En: Avances en Nutrición Acuícola III Memorias del III Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. UANL. Monterrey, NL, México. 673pp.
- Ezquerro, J.M., Brauer, J.M., Jesffls, B., Salazar, L., Rouzaud, O., 2003. Effect of dietary protein on muscle collagen, collagenase and shear force of farmed white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Eur. Food Res. Technol. 217: 277-280.
- FAO, 2002. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. FAO, Rome. 150pp.
- FAO, 2007. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Departamento De Pesca Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. ROMA.
- Floreto, E., Bayer, R.C., Brown, P.B., 2000. The effects of soybean-based diets, with and without amino acid supplementation, on growth and biochemical composition of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. Aqua. 189, 211-235.
- Gamboa-Delgado, J., 2001. Estudio de la actividad de las enzimas digestivas de *Litopenaeus vannamei* en función del tamaño corporal y la preferencia alimenticia. MS tesis. ESPOL, Ecuador, 62pp.

- Gamboa-Delgado, J., Molina-Poveda, C., Cahu, C., 2003. Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) as a function of body weight. *Aquac. Res.* 34, 1403-1411.
- Gaxiola, G., Brito, A., Maldonado, C., Jimenez-Yan, L., Guzmán, E., Arena, L., Brito, Soto, R.L., Cuzon, G., 2006. Nutrición y Domesticación de *Litopenaeus vannamei*. Avances en Nutrición Acuícola VIII. Memorias del VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15-17 de noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Hunter, J., Feller, R.F., 1987. Immunological dietary analysis of two penaeid shrimp species from South Carolina tidal creek. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 107: 61-70.
- Instituto Nacional de la Pesca. 2000. Carta Nacional Pesquera. SEMARNAT.
- Jiménez-Yan, L., 2004. Alimentos amigables con el ambiente y su efecto en el crecimiento supervivencia y estado fisiológico de las postlarvas de *Litopenaeus vannamei*. Tesis de licenciatura. UJAT, México, 49 pp.
- Jiménez-Yan, L., Brito, A., Cuzon, G., Gaxiola, G., García, T., Taboada, G., Soto, Brito, R., 2006. Energy balance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae fed on animal or vegetable protein based compounded feeds. *Aqua.* 260 337-345.
- Kureshy, N., Davis, D.A., 2000. Metabolic requirement for protein by pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). Avances en nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México. 161-180
- Kurmaly, K., Jones, D.A., Yule, A.B., East, J., 1989. Comparative analysis of the growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) larvae, from protozoa 1 to postlarva 1, on live feeds, artificial diets, and combinations of both. *Aquac.* 81: 27-45.
- Lee, P.G. Smith, L., Lawrence A.L., 1984. Digestive proteases of *Penaeus vannamei* Boone: relationship between enzyme activity, size and diet. *Aquac.* 42, 225-239.
- Le Moullac, G., Klein, B., Sellos, D., Whormhoudt, A.V., 1996. Adaptation of trypsin, chymotrypsin and amylase to casein level and protein source in *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 208, 107-125.
- Lemos, D., Phan, V. N., 2002. Energy partitioning into growth, respiration, excretion and exuvia during larval development of the Shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Acuaq.* 139, 131-143.
- Lovett, D.L., Felder, D.L., 1989. Ontogeny of gut morphology in the white shrimp *Penaeus setiferus* (Decapoda, Penaeidae). *J. Morphol.* 201, 253-272.
- Lucas, A., 1996. Bioenergetics of Aquatic Animals. Taylor and Francis, London. 169pp.
- Maldonado, J.C., 2007. Efectos de alimentos ricos en proteínas vegetales, en la nutrición, fisiología digestiva y balance bioenergético en reproductores y postlarvas de *Litopenaeus vannamei*. Tesis profesional de maestría. Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 69pp.
- Martínez, C.A., Chávez, M.C., Olvera, M.A., Parra. M.I., 1996. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. Avances en Nutrición acuícola III. Memorias del III Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 11-13 de noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Menz, A., Blake, B.F., 1980. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Boone. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 48: 99-111.

- Monroy, E., 2008. Expresión diferencial de la tripsina en camarones *Litopenaeus vannamei* alimentados con fuentes convencionales y alternativas de proteínas. Tesis profesional de licenciatura. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Nunes, J.P., Gesteira, V., Goddard, S., 1997. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquac.* 149, 121-136.
- Nunes, J. P., Parson, G.J., 2000. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. *Aquac.* 187, 133-151.
- Páez-Osuna, F., 2005. Retos y perspectivas de la camaronicultura en la zona costera *Rev. Lat. Rec. Nat.* 1, 21-31.
- Pérez- Farfante, I., 1969. Western Atlantic Shrimps of the genus *Penaeus*. *Fish. Bull.*, 67, 461-591.
- Pérez -Farfante I., Kensley, B., 1997. Paneoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World: Keys and Diagnoses for the Familias and Genera. *Memories du Museum National D'Historie Naturelle Tome 175, Paris, France, 233pp.*
- Ramos-Paredes, J., and Grijalva-Chon, J.M., 2003. Allozyme genetic analysis in hatchery strains and wild blue shrimp, *Penaeus (Litopenaeus) stylirostris*, (Stimpson), from the Gulf of California. *Aquac. Res.* 34, 221-234.
- Rosas, C., 1995a. Bioenergética de camarones peneidos: una forma de comprender los mecanismos fisiológicos involucrados en la nutrición. En II aspectos bioenergéticos en la nutrición acuícola. III Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, Monterrey Nuevo León México. 81-97.
- Rosas, C.S., Díaz, E., Soto, L.A., Gaxiola, G., Brito, R., Baez, M., Pedroza, R., 1995b. Oxygen consumption and ammonia excretion of *Penaeus setiferus*, *P.schmitti*, *P.duorarum* and *P.notialis* postlarvae fed purified test diets: effect of protein levels on substrate metabolism. *Aquat. Living Resour.* 8, 161-169.
- Rosas, C., Sánchez, A., Díaz, E., Soto, L.A., Gaxiola, G., Brito, R., 1996. Effect of dietary protein level on apparent heat increment and post-prandial nitrogen excretion of *Penaeus setiferus*, *P. schmitti*, *P. duorarum* and *P. notialis* postlarvae. *Jour. World Aquac. Soc.* 27, 92-102.
- Rosas, C., Martínez E., Gaxiola G., Brito R., Díaz-Iglesia E., and Soto L.A., 1998. Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus* juveniles. *Mar. Ecol. Prog Ser.* 174: 67-75.
- Rosas, C., Ocampo, L., Gaxiola, G., Sánchez, A., and Soto, L.A., 1999. Effect of salinity on survival, growth and oxygen consumption of postlarvae (PL10-PL21) of *Penaeus setiferus*. *Jour. Crus. Biol.* 19, 67-75.
- Rosas, C., Cuzon, G., Taboada, G., Pascual, C., Gaxiola, G., Van Wormhoudt, A., 2001. Effect of dietary protein and energy levels (P/E) on growth, oxygen consumption, hemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic pressure of *Litopenaeus vannamei* and *L. setiferus* juveniles (Crustacea, Decapoda; Penaeidae). *Aquac. Res.* 32, 1-20.
- Rosas, C; Brito, R; Sánchez, A; Gaxiola, G. 2002. Apuntes para el curso de Bioenergética de Crustáceos Decápodos con Énfasis en Camarones Peneidos. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Rosas, C., Sánchez, A., Chimal E. M., Brito, R., 2003. Manual de métodos para la evaluación del balance bioenergético en crustáceos. En: Avances en la nutrición de camarones peneidos: Hacia la optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una camaronicultura sustentable. Centro de Formación de la Cooperación Española en Cartagena de Indias, Colombia.
- Sandifer, P.A., J. S. Hopkin, A.D. Stokes and C.L. Browdy. 1993. Preliminary comparisons of the native *L. setiferus* white shrimp for pond culture in South Carolina, USA, Jour. world Aquac. Soc. 24(3), 295-303.
- Sudaryono, A., Tsuetnenko, Y., Evans L.H., 1996. Digestibility studies of fisheries by products based diet for *Penaeus monodon*. Aquac.143, 331-340.
- Tacon A.G., 1987. The Nutrition and Feeding of farmed fish and shrimps. A training Manual: The essential nutrients. FAO.
- Tacon, A.G., Akiyama, D.M., 1997. Feed ingredients. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition*. Advances in World Aquac. 6. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, pp. 411-472.
- Vanegas, C., 1992. Efecto de la salinidad y de la temperatura sobre el balance bioenergético de juveniles de camarón café *Penaeus aztecus* Ives (Crustacea, Decápoda). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 85.
- Velasco, M., Lawrence, A., Neill, W, H., 1998. Efectos de la proteína y fósforo dietario en la calidad de agua de acuicultura. 3-79 pp. En: Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D. y Mendoza, R. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 11-13 de Noviembre de 1996. Monterrey, Nuevo León, México.

10. ANEXO.

Abreviaturas de las dietas utilizadas en el experimento.

DAA: Tratamiento de los organismos alimentados con dieta elaborada con proteína de origen animal marina (Calamar), dieta control o de referencia durante la etapa de postlarva y juveniles.

DAV: Tratamiento de los organismos alimentados con dieta de origen animal en la etapa de postlarva y sometidos al experimento de conversión a dieta vegetal durante la etapa de postlarva y juveniles, dieta experimental.

DVV: Tratamiento de los organismos alimentados con dieta elaborada con fuentes de proteína vegetal (gluten de trigo, concentrado proteico de soya y concentrado proteico de papa) al 40% Dieta experimental durante la etapa de postlarva y juveniles.

DVA: Tratamiento de los organismos alimentados con dieta vegetal en la etapa de postlarva sometidos al experimento de conversión a dieta animal en la etapa de juveniles.

Cuadro 5. Ganancia en peso de los juveniles de *Litopenaeus vannamei* al final del experimento.

Origen	Dieta	Ganancia en g.
Animal	Animal DAA	7.97
	Vegetal DAV	6.27
Vegetal	Animal DVA	7.12
	Vegetal DVV	7.16

Cuadro 6. Porcentaje de supervivencia en juveniles de *Litopenaeus vannamei*.

Origen	Dieta	Supervivencia en %
Animal	Animal	85
	Vegetal	85
Vegetal	Animal	90
	Vegetal	98

Cuadro 7 ANOVA anidada en los datos de supervivencia, sin diferencias significativas ($p > 0.05$).

ANOVA anidada					
Efecto	Suma de cuadrados	Grados libertad	MS	F	P
Origen I	.375	1	.375	.276	.605
Origen(Dieta)	.417	2	.208	.153	.869

Cuadro 8. Consumo de oxígeno en ayuno, Postalimentario y hora más alta de consumo durante el análisis de respirometría.

DIETA	Conversión	Consumo O ₂ /ayuno	Consumo O ₂ /Postalimentario	Hora de consumo
ANIMAL	ANIMAL	1.95mg	9.81mg	Hora 2
	VEGETAL	2.8 mg	3.87mg	Hora 2
VEGETAL	ANIMAL	3.87mg	5.56mg	Hora 2
	VEGETAL	2.86mg	3.62mg	Hora 4