



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**“EVALUACIÓN DE DIETAS SOBRE LAS RESPUESTAS  
METABÓLICAS EN POSTLARVAS DE *Macrobrachium  
acanthurus*”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**BIÓLOGO**

PRESENTA:

**ALEJANDRO LOREDO RANJEL.**

DIRECTOR DE TESIS:

Mario Alfredo Fernández Araiza



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉX. 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **Contenido**

DEDICATORIA.....	2
Agradecimientos.....	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
ANTECEDENTES.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
Formulación y elaboración de dietas experimentales.....	15
Obtención de organismos.....	18
Prueba de alimentación y análisis químicos proximales.....	21
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45

## DEDICATORIA

Esta no podría ser para nadie más que para mí hermosa madre, quien desde joven ha luchado por mí y mis hermanos, que con sus grandes esfuerzos y sacrificios ha logrado sacarnos adelante a pesar de las dificultades, a pesar de la soledad y a pesar de todo eso y mucho más lo ha logrado enhorabuena mamá misión cumplida!

Gracias por siempre preocuparse por nosotros, por siempre levantarse temprano a preparar el desayuno, por siempre poner un lunch que llevar, que más que comida es signo de todo su amor y dedicación por mí y mis hermanos.

Toñita le debo mucho más que mis estudios, mucho más que la formación que me ha llevado a ser la persona y personalidad que soy, y si ya se... a veces no tan buena, pero a final de cuentas aquí estamos, espero poder regresarle aunque sea un poco de todo lo que ha dado por mí, sé que la vida misma no me bastaría para pagarle todo lo que ha hecho por mí y quedar a mano con usted, sin su guía ninguno de nosotros sería nada de lo que ahora es, pero sobre todo yo, ya que por azares del destino papá partió a temprana edad, obligándola a convertirse también en una figura paterna, en una autoridad y que sin sus regaños y su mano firme quien sabe que sería de mí, yo sé que papá nos sigue cuidando desde allá arriba y ojalá esté orgulloso y no crea que soy tan mal hijo gracias por hacernos hombres y mujer de bien.

**¡TE AMO MAMÁ TOÑITA!**

## Agradecimientos

A mi director de tesis Mario Alfredo Fernández Araiza por la paciencia y dedicación brindada a este proyecto.

Al “doc” Héctor Hernández por sus revisiones y correcciones de dicho trabajo, también a Omar Angeles por las lecciones brindadas dentro del laboratorio, a la dueña de medio Guerrero “Guarralupe” por acompañarnos a coleccionar langostinos y a los demás miembros del acuario por recibirme y brindarme su apoyo y conocimiento especialmente al dramaqueen Dante volante Sanchez Avila por su gran ayuda no solo académica sino también personal a lo largo de todo el proyecto y pruebas realizadas, pero sobre todo por su confianza y amistad durante mi estadía en el laboratorio, y como olvidar a la más tragona Adriana por momentos de frustración y soledad, las noches de fiesta extrema y carnita asada haha gracias por abrirme las puertas de tu casa y familia, te quiero.

A mis amigos de toda la carrera, Brandons, Rubén Y Boboris por todos los trabajos buenos, malos y los peores, por todas esas prácticas de campo donde a veces no dormíamos por estar recolectando muestras fenólicas xD y demás fiestas, a pesar de las dificultades sacamos adelante los proyectos y al final lo logramos!. Fernanda gracias iluminar y llenar de color un poquito más mi vida, por enseñarme a no rendirme a pesar de la adversidad y a nunca dejar de ser buena persona confiar en mí y mantenernos firmes a pesar de todos y todo, te amo, hasta ahora xD.

Por último y más importante, mi familia; Salvador, Rosaura ejemplo de trabajo y dedicación y especialmente mi madre. Por todo lo que me ha brindado sin esperar nada a cambio, por todos los esfuerzos que realiza día a día, por tantos sacrificios en favor de mis hermanos y míos. Gracias Toñita por levantarse todos los días y preparar el desayuno y el lunch que llevaba a la escuela, le aseguro que mis amigos también lo disfrutaban y agradecían, Gracias por todo mamá.

## RESUMEN

Para determinar los requerimientos nutricionales de postlarvas de langostino (*Macrobrachium acanthurus*) se formularon y elaboraron 4 dietas isoproteicas con distintos niveles de lípidos (20, 15, 10 y 5%) y carbohidratos (3, 14.5, 26.2 y 37.7%). Se realizaron 2 salidas a campo para la obtención de los organismos, colectados en el río Jamapa, Boca del Río, Veracruz, distinguiendo a dos Tallas (80-150mg y 150-1600mg) de *M. acanthurus*, con los cuales se realizaron 2 pruebas de alimentación (75 y 60 días respectivamente), para las cuales se colocaron 10 individuos dentro de contenedores de 40L por tratamiento con una repetición con biomasa equilibrada, estos fueron alimentados con el equivalente al 10% de su biomasa total, las raciones del alimento peletizado fue dividido en dos raciones para ser suministrado por la mañana y al atardecer, la cantidad de alimento se fue ajustando a lo largo de las pruebas de alimentación. Para la segunda prueba de alimentación (60 días) realizada con talla 2 (150-1600 mg) se reportó una mejor Tasa de crecimiento específica y Ganancia en peso con los organismos alimentados con el tratamiento D3 (P35%, L10%, C26.2 %), en contraste con la talla 1 (80-150 mg), donde los mejores resultados de TCE y GP se reportaron para los organismos alimentados con el tratamiento D1 (Proteína 35%, Lípidos 20%, Carbohidratos 3%). Por lo que, se concluye que las concentraciones de Lípidos y Carbohidratos requeridas por *M. acanthurus* varían de acuerdo a su talla, además que los organismos de talla 1 (80-150 mg) requieren una dieta con una proporción alta de lípidos (20%) y menor en carbohidratos (3%), tal como se observa en el tratamiento D1. Por otra parte los organismos de la talla 2 (150-1600 mg), requieren una dieta con una proporción alta de carbohidratos (26.2) y baja en lípidos, tal como se demuestra con el tratamiento D3.

## **INTRODUCCIÓN**

Desde la antigüedad, la pesca en los océanos, lagos y ríos ha sido una fuente de suministro de alimentos, además de un proveedor de empleo y otros beneficios económicos para la humanidad. La productividad del mar parecía particularmente ilimitada. Sin embargo, con el mayor conocimiento y el desarrollo dinámico de la pesca y la acuicultura, ha llegado a ser evidente que los recursos acuáticos vivos, aunque renovables, no son infinitos y necesitan ser administrados adecuadamente, a fin de mantener su contribución al bienestar nutricional, económico y social de la creciente población mundial (FAO 2011).

La acuicultura es la actividad que tiene participación durante la reproducción, crianza, cultivo y comercialización de animales y plantas acuáticos en al menos una de sus fases de desarrollo. Con el paso del tiempo y a nivel mundial, la acuicultura ha aumentado su impacto social y económico a través de la producción de alimentos, tanto para consumo local, como para su exportación a otras partes del mundo aportando así los medios de subsistencia y la generación de ingresos para múltiples sectores de la sociedad, además de generar la posibilidad de iniciar un proceso de repoblación de especies acuáticas amenazadas o sobreexplotadas (FAO 2016).

Sin embargo, cuando es mal administrada, la acuicultura puede afectar las funciones de los ecosistemas y los servicios con consecuencias ambientales, sociales y económicas negativas. Debido a la ausencia de regulación y a que el esfuerzo de captura actual aún no ha sido dimensionado, se considera que su explotación tendrá un impacto negativo en el tamaño de las poblaciones de la especie (Pérez et. al 2011), por lo que, es imperante la búsqueda de opciones viables como la acuicultura.

En 2014 de acuerdo a datos de la FAO se estimó que la producción total de la acuicultura fue de 73,783,725 millones de toneladas proveniente principalmente de peces, crustáceos y moluscos. De las cuales, los crustáceos fueron el segundo grupo de mayor importancia, en cuanto a captura en aguas continentales, un total de 528,502 toneladas a nivel mundial , solo por debajo de peces de agua dulce. México ocupó el lugar 14 a nivel mundial en producción total de organismos marinos aportando 1, 519,893 toneladas a la producción mundial total (93,445,234 toneladas), de las cuales 194,224 toneladas provenían de la acuicultura.

Dentro de los crustáceos existen diversos grupos de gran importancia comercial, las principales especies cultivadas por su importancia a nivel mundial son los camarones, jaibas, langostas y langostinos (Cifuentes et al,1997) , estos últimos, se distribuyen ampliamente, encontrándose desde Carolina del Norte, en Estados Unidos, hasta Río Grande del Sur, en Brasil. Adaptándose a diferentes regiones y



condiciones como representan los sistemas estuarinos y dulceacuícolas (Torati et al 2011). De las 48 especies registradas en el Pacífico Centro–Oriental, sólo algunos son de importancia comercial, y entre éstos, la mayoría pertenece al género *Macrobrachium* (Román,Contreras,1979), destacando *M. americanun*, *M. tenellum*, *M. carcinus*, *M. rosenbergi* y *M. acanthurus* (Vega et al 2014) .

El cultivo de langostinos es una actividad económica rentable en muchos países, principalmente asiáticos. Si bien esta actividad no sustituye a su pesquería, numerosas especies han sido cultivadas con éxito, sean nativas o introducidas. Tal es el caso del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*, especie para la cual ya se tiene desarrollada la tecnología de cultivo. Para su producción, se conocen ya adecuadamente la mayoría de los aspectos que determinan un cultivo exitoso, alcanzando talla comercial en 6 meses (Díaz et al 2002). Con esta especie y en un esquema intensivo de producción, se pueden obtener un promedio de 5 ton/ha/año de langostinos (FAO 2003), alcanzando un precio elevado de alrededor de \$500 pesos/ Kg en el mercado (PROFECO,2017) .

México es considerado como uno de los países latinoamericanos con mayor potencial para la industria de la acuicultura, debido a su extensa línea de costa y abundante agua dulce en algunas zonas, principalmente en el sureste del país.

Es propicio por su clima tropical, por tener varias especies nativas con potencial de ser cultivadas además de su experiencia en el proceso y comercio de marisco siendo una oportunidad al campo laboral (FAO 2017).

La captura comercial de langostinos ocupó el lugar 39 en 2008 de la producción pesquera nacional en México (SAGARPA, 2008). Pero esta ha decaído en los últimos 10 años a un ritmo promedio de -4.73% , por lo que, en 2013 se posicionó en el lugar 41 de la producción pesquera en México bajando 3 lugares, comparado con 2008, lo cual se debe principalmente a la falta de infraestructura en los centros acuícolas y laboratorios (CONAPESCA 2013).

De modo que, si bien existe la posibilidad de transferir especies que ya se ha comprobado su positiva respuesta al cultivo, como sucede con *M. rosenbergii*, es siempre deseable considerar primero las especies nativas de cada región como principales candidatos a ser cultivados. Estas especies, casi siempre son explotadas por pescadores locales, proveyendo del producto ante todo al mercado local. Se tiene además con ello la ventaja de que hay buenas probabilidades de obtener una buena respuesta al cultivo ante las condiciones medioambientales que ahí se tengan, dado que la especie se distribuye allí de manera natural y por tanto, completamente adaptada al clima, suelo y calidad de agua disponible en la región.

Por otro lado, los productores de langostino han optado por desarrollar otro tipo de especies más rentables como *M. rosenbergii*, debido a la dificultad de engorda que presentan otras especies nativas por falta de estudios en cuanto a la nutrición de la especie. En México, se encuentran especies importantes desde el punto de vista económico, que requieren atención para evitar el colapso de las pesquerías e incrementar su producción en diversas cuencas hidrológicas del país, primordialmente en los estados de Veracruz y Tabasco que juntos aportan poco menos del 80% de la producción nacional de langostino (SAGARPA 2013).

De acuerdo con estudios realizados sobre la biología de la especie, los langostinos son omnívoros, pero adoptan en ocasiones hábitos carnívoros, llegando al canibalismo (Vega-Villasante et al. 2011). La dieta de los adultos incluye insectos, peces y algunos crustáceos pequeños, caracoles, almejas, gusanos, algas, hojas y detritos. En su primera fase larval no se alimentan del exterior, ya que tienen reservas de vitelo. En la segunda etapa larval el fitoplancton y zooplancton constituyen su alimento, (Vega et al 2011).

Es por eso que los cultivos de apoyo son parte importante de la acuicultura y los organismos zooplanctónicos son probablemente los que se han utilizado en mayor medida en la acuicultura como fuente de alimento natural para muy diversas especies, principalmente de peces y de crustáceos ( Busch et al 2010).

El zooplancton como alimento natural es comúnmente utilizado en las primeras etapas de desarrollo larvario, algunas veces durante la pre-engorda y muy raramente en los primeros días de la engorda (Martínez et al. 2010). Por ejemplo, Padilla (2014), incorporó distintas concentraciones de metionina y vitamina C de forma libre en liposomas para el enriquecimiento de nauplios de *Artemia Sp.* y administrarlos como alimento vivo, evaluando el desarrollo y supervivencia de larvas de *M. acanthurus* y *M. carcinus*.

Pese a los estudios previos sobre la especie, aún se tiene muy poca información acerca de los requerimientos nutricionales específicos de estos organismos a pesar de ser de gran importancia comercial, por lo que, en el presente estudio se pretende lograr una dieta isoproteica y balanceada con distintos niveles de lípidos y carbohidratos que cubra las necesidades nutrimentales de los organismos para su óptimo desarrollo (CONAPESCA 2013).

## ANTECEDENTES

Díaz et al. (2002) realizó estudios donde determinó los valores de estrés térmico cerca de los límites de tolerancia para Juveniles de *Macrobrachium acanthurus* resultando el valor mínimo de 11°C, mientras que el mayor fue de 40 °C.

Espino-Barr et al. (2008) En un estudio biológico-pesquero de los langostinos de los ríos de Colima, determinaron que *M. tenellum* es abundante en los meses de lluvias y que las hembras ovadas se observan principalmente de julio a octubre.

Villafuerte en 2012 determinó que el periodo de incubación de hembras a temperaturas altas (28 y 32 °C) reducía el período de embriogénesis a 11 días, mientras que a temperaturas menores aumentaba a 17 días. De igual forma Bernardi concluyó que el consumo de alimento, es significativamente mayor a temperaturas entre 25-30 °C que 15-20 °C.

Espinosa (2012) realizó dietas experimentales donde concluyó que los juveniles de *M. tenellum* alimentados con una dieta experimental [40%] de PC (proteína cruda) presentan los valores más elevados de peso y talla final, seguidos por aquellos alimentados con una dieta de [35%] PC, mientras que, los de valores más bajos, fueron aquellos alimentados con una dieta experimental de [20%] de PC.

Cabe resaltar que los organismos alimentados con una dieta experimental de [35%] PC, presentaron la mejor FCA (Factor de conversión alimenticia).

Lorán (2013), determinó que *M. acanthurus* se reproduce todo el año en el río Papaloapan, Veracruz, teniendo dos picos reproductivos (Marzo-abril y Agosto-October) siendo el último el más alto. Con esta base recomienda que la talla mínima de captura para hembras reproductoras sea de 70 mm.

Villafuerte (2016) concluye que juveniles de *M. acanthurus* alimentados con una dieta [40%] de proteína tienen una GP (ganancia en peso) mayor, que juveniles alimentados con una dieta de [ 35%] de proteína, resultando de la relación GP-%proteína en dieta, un requerimiento mínimo de proteína de 37.8%.

Hernández (2016) probó que existe una relación directa entre el incremento de la concentración de lípidos en dieta, con el crecimiento de hembras de *M. acanthurus*.

Méndez, et al. (2016) determinaron el efecto de cuatro concentraciones de proteína cruda en la dieta, (30.7, 37.2, 41.8 y 46.8%) en la tasa de crecimiento de *M. americanum*, resultando que los juveniles que consumieron la dieta con proteína cruda de 37.2% crecieron más rápido que los demás, sin embargo, el contenido de proteínas en las dietas no tuvo un efecto significativo sobre la composición del

cuerpo entero y el perfil de aminoácidos.

## **JUSTIFICACIÓN**

La creciente sobrepoblación que continúa a un ritmo alarmante alrededor del mundo, el mal manejo de los recursos naturales y la sobreexplotación de los ámbitos nos ha llevado a buscar opciones de cultivos con potencial económico por su cotización en el mercado como lo son los langostinos, en su mayoría del género *Macrobrachium* a pesar de ella no han sido bien establecidos los requerimientos nutricionales de este tipo de organismos que nos permitan llevar a cabo un sistema de cultivo eficaz con bajos costos de producción y el desarrollo de los organismos en menor tiempo, por lo que, uno de los primeros pasos a realizar, es la generación de conocimiento que permita su cultivo, principalmente los relacionados a sus hábitos alimenticios, resultando menester determinar sus requerimientos nutricionales para la correcta formulación de dietas balanceadas que le permitan al acuicultor obtener el mejor resultado de producción.

Es por ello que en el presente trabajo se pretende elaborar dietas isoproteicas con distintos niveles de lípidos y carbohidratos que permitan encontrar el equilibrio adecuado de dichos elementos necesarios para el óptimo desarrollo de *M.acanthurus*.

## OBJETIVOS

### Objetivo General.

- Determinación de requerimientos nutricionales de postlarvas de langostino (*Macrobrachium acanthurus*)

### Objetivos Particulares.

- Determinar el porcentaje de proteína en músculo de langostino mexicano (*Macrobrachium acanthurus*).
- Determinar el porcentaje de Lípidos en músculo de langostino mexicano (*Macrobrachium acanthurus*).
- Determinar el porcentaje de cenizas y humedad presente en dietas formuladas.
- Evaluación de dietas sobre respuestas metabólicas en postlarvas de langostino mexicano (*Macrobrachium acanthurus*).



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Formulación y elaboración de dietas experimentales.

Se formularon 4 dietas isoproteicas (35%) a base de caseína como principal fuente de proteína, con distintos niveles de lípidos, con aceite de pescado, krill y colesterol como principal fuente de lípidos, así mismo distintos niveles de carbohidratos provenientes de una pre mezcla de distintos carbohidratos (Tabla 2), vitaminas y minerales, los porcentajes se observan en la tabla siguiente:

Tabla 1. Dietas isoproteicas con diferentes porcentajes de lípidos y carbohidratos

Dieta	Proteína %	Lípidos %	Carbohidratos%
D1	35	20	3
D2	35	15	14.5
D3	35	10	26.2
D4	35	5	37.7

Tabla 2 Formulación de dietas isoproteicas con diferentes niveles de lípidos y carbohidratos.

<b>Ingredientes (g/100g)</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>
Caseína	39.55	39.55	39.55	39.55
Aceite de pescado: Krill	19	14	9	4
Colesterol	1	1	1	1
Mezcla de Carbohidratos <sup>(1)</sup>	3	14.5	26.2	37.7
Vitaminas	1.9	1.9	1.9	1.9
Minerales	5	5	5	5
Glucosamina -HCl	0.8	0.8	0.8	0.8
Na Citrato	0.3	0.3	0.3	0.3
Na Succinato	0.3	0.3	0.3	0.3
DHT	0.1	0.1	0.1	0.1
Gluten	5	5	5	5
Celulosa	24.05	17.55	10.85	18.6
<b>TOTAL</b>	<b>99.9999</b>	<b>99.9999</b>	<b>99.9999</b>	<b>99.9999</b>
% Humedad	7.90	11.02	11.56	13.00
% Cenizas	5.10	5.37	5.11	5.03
% Proteína	35.8	35.3	36.3	35.6

<sup>(1)</sup>Dextrina:almidón:glucosa:sacarosa(2:3:7:13). (%) Expresado en materia seca. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre alguno de ellos (p<0.05)

La elaboración de las dietas se realizó pesando los ingredientes equivalentes para un kilo de dieta en una balanza digital (marca Denver Instrument), posteriormente se mezclaron con ayuda de una homogeneizadora (Kitchen Aid) automática,

comenzando por los ingredientes sólidos y finalizando con los líquidos , agregando un 20 % (P/V) de agua purificada hasta crear una masa uniforme. Para continuar con el proceso de molienda y creación de los pellets, la masa se pasó por un molino de carne marca “Nixtamatic” en al menos dos ocasiones a través de un cedazo de 0.5 mm de diámetro , hasta que los pellets formados tuvieran una consistencia compacta y homogénea. Posteriormente los pellets se introdujeron a un horno de secado a 45°C durante 24 hrs para que estos se deshidrataran, una vez que los pellets se secaron por completo se empacaron y etiquetaron adecuadamente para su posterior uso.

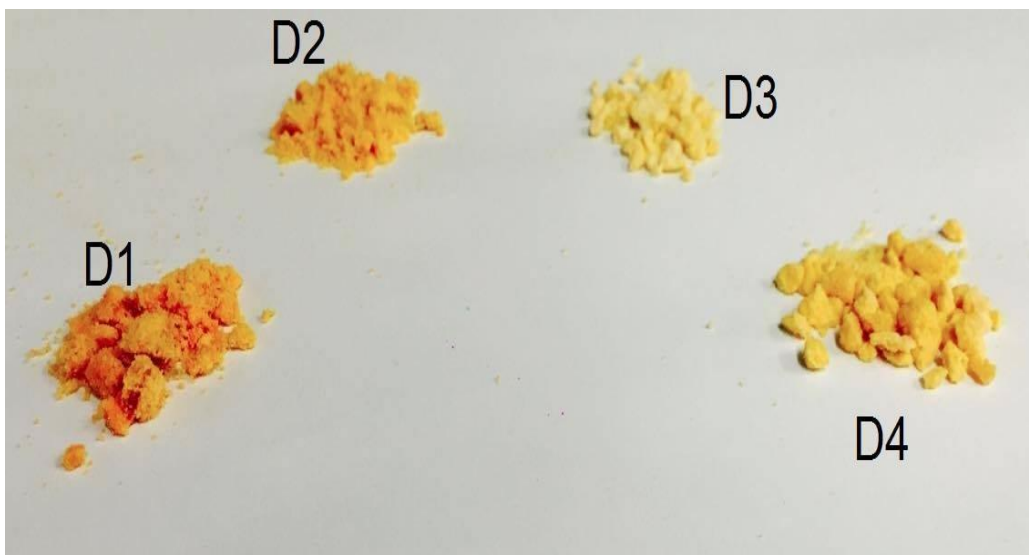


Fig.1. Muestra de dietas elaboradas, donde se observa una coloración distinta debido a la composición de cada una.

### **Obtención de organismos.**

Se realizaron 2 salidas a campo para la colecta de *Macrobrachium acanthurus* mediante red de golpeo y captura manual a las orillas del río Jamapa ubicado en Boca del Río, Veracruz. La primer salida se realizó en el mes de octubre 2015 encontrando principalmente juveniles con tallas pequeñas, esto debido a su biología ya que los organismos adultos realizan migraciones para la época de reproducción, . Las tallas de los juveniles para la primer salida varió desde; 1 mg hasta los 150 mg. La segunda salida a campo se realizó en el mes de marzo del año siguiente y debido a la época del año y que los organismos no se encuentran en época reproductiva, fue notable la ausencia de organismos en estadios de tempranos de vida, por lo cual se capturaron organismos de talla mayor a los de la salida anterior, variando así de 25 mg a 1,717 mg .




Fig.2. Marcas “” muestran las zonas de colecta de organismos a orillas del río Jamapa, Ver.



Fig.3. Colecta manual de organismos, mediante red de cuchara.

Una vez capturados los organismos fueron separados en grupos de 50 individuos de acuerdo al tamaño. Los más grandes (3-4 cm) eran depositados de manera individual en transportadores elaborados con pequeños tubos de PVC tapados con redes en los extremos para limitar su movimiento y evitar que sufrieran algún daño durante su transporte por contacto con los demás individuos que eran trasladados, ya que, estos son organismos sumamente territoriales. Conforme se colocaban organismos dentro los transportadores, estos eran depositados dentro de bolsas plásticas, de 10 kg de capacidad llenadas con agua del mismo río, suficiente para cubrir por completo los transportadores, posteriormente para finalizar el empaquetado de los organismos, se les inyectó oxígeno clínico al restante de la bolsas para asegurar que el agua contara con la oxigenación suficiente durante el trayecto. Se cerraron las bolsas con ayuda de ligas y fueron depositadas dentro de jabs para protegerlas y reducir el movimiento de las bolsas durante su traslado. Para los organismos de talla más común (1-2 cm) se siguió el mismo procedimiento exceptuando su aislado de manera individual dentro de transportadores de PVC, estos fueron colocados todos juntos en grupos de 50 individuos aproximadamente, dentro de bolsas plásticas llenas con agua suficiente del río para todos los organismos y el restante con oxígeno clínico.



Fig.4. Ejemplar de *Macrobrachium acanthurus* colectado en río, Jamapa, Ver.

#### **Prueba de alimentación y análisis químicos proximales.**

En el laboratorio de producción acuícola los organismos se sometieron a un periodo de aclimatación durante 30 días, durante el cual se implementaron 8 sistemas cerrados utilizando contenedores (peceras 40L) de vidrio, acondicionados cada uno con sistemas de abastecimiento de agua previamente tratada por un sistema ablandador, y equipados con un termostato de 150 w para mantener una temperatura de  $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , además de un pH neutro, para garantizar

una concentración de oxígeno disuelto de  $5 \pm 1$  mg/L se utilizaron dos mangueras para la aireación del sistema, estos parámetros se controlaron de forma constante a lo largo de las pruebas de alimentación.

Para las pruebas de alimentación, los organismos colectados en los diferentes muestreos, se distribuyeron en grupos lo más homogéneo posible, para lo cuál se separaron en 4 diferentes intervalos de peso:

- 1.- Organismos menores a 150 mg (Talla chica)
- 2.- Organismos de 150-200 mg (Talla mediana)
- 3.- Organismos de 201-300 mg (Talla grande)
- 4.- Organismos con peso mayor a 301 mg (Talla extra grande).

Los organismos capturados durante el primer muestreo se encontraban en el primer intervalo de talla, mientras que durante el segundo muestreo, la población capturada correspondía en mayor proporción al segundo intervalo de talla.

Para realizar las pruebas de alimentación con juveniles de *M. acanthurus*, se formaron grupos experimentales por duplicado, conformados por 10 organismos y



una biomasa inicial total en cada réplica de 80 mg, en la primer prueba de alimentación (Talla 1), mientras que para la segunda prueba de alimentación (Talla 2) la biomasa por tratamiento varió entre los 162 y 207 mg dentro del primer intervalo de peso, para lo cual, a cada grupo experimental se le suministró diariamente la dieta correspondiente, con el equivalente al 10% de su biomasa total, dividida en dos raciones equitativas (matutina y vespertina) durante el periodo de prueba de 75 y 60 días para la talla 1 y 2 respectivamente. Se realizaron biometrías (peso y longitud) cada 15 días a todos los tratamientos, después de estas, se ajustó la cantidad de alimento (mg) a suministrar, así mismo, se llevó un control de la mortalidad de los organismos en cada tratamiento.

Con los datos de biomasa obtenidos en las diferentes mediciones y pruebas de alimentación, se determinó:

- **Porcentaje de Ganancia en Peso (g) :**

$$GP = \left[ \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \right] \times 100$$

- **Porcentaje de la Tasa de Crecimiento Específico (%) :**

$$TCE = \left[ \frac{\ln \text{Peso final} - \ln \text{peso inicial}}{\text{tiempo de alimentación}} \right] \times 100$$

Al término de las pruebas de alimentación se sacrificaron 3 organismos por cada tratamiento, para determinar el porcentaje de proteína en músculo, mediante la técnica Kjeldahl descrita por el químico Johan Kjeldahl en 1883. El porcentaje de lípidos en músculo se cuantificó mediante la técnica de extracción Bligh-Dyer. El porcentaje de cenizas en dieta se calculó con el procedimiento de cenizas totales (KIRK 1996). Por último el porcentaje de humedad en dieta se determinó por el método de secado por estufa (Fundamentos y Tecnicas de analisis de alimentos, 2007-2008).

## **Análisis estadísticos.**

Al tratarse de un diseño experimental con 4 niveles de factor y pocas repeticiones no se ajusta a una distribución normal, por lo cual para comprobar estadísticamente la significancia de los resultados obtenidos tanto en ganancia en peso, tasa de crecimiento específico, así como contenido de lípidos y proteína en músculo se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, para comparar k muestras independientes.

## RESULTADOS

La diferencia de tallas encontradas en las distintas épocas de muestreo se debe a diversos factores ambientales y biológicos los cuales coinciden con lo que nos explica Pérez-Velázquez (2011) quien menciona que los meses más favorables para la captura de langostino del género *Macrobrachium* son los de julio a octubre debido a que las condiciones de migración y alimentación de la especie se ven favorecidas, por las descargas de nutrientes ocasionadas por lluvias. Otro punto que también es importante mencionar es que los periodos de reproducción de esta especie oscilan entre los meses de agosto a noviembre, por lo cual, se vuelve comprensible que las tallas de los organismos colectados durante la primer salida a campo realizada durante el mes de octubre fuesen en su gran mayoría pertenecientes a estadios tempranos de la etapa juvenil, mientras que los individuos capturados durante la segunda salida a campo, realizada durante el mes de marzo fuesen en su mayoría tallas más grandes en comparación con la primer colecta, lo anterior coincide nuevamente con lo reportado por Pérez-Velázquez (2011) quien durante el mes de agosto informó el haber colectado organismos con peso desde los 0.9g además que un 90% de los organismos capturados en la laguna de Mexcaltitán, Nayarit se trataban de hembras ovígeras.

Los resultados obtenidos a lo largo de 75 días de la primer prueba de alimentación se muestran en las figuras 5 y 6 donde se observa la tasa de crecimiento

específico (TCE) y el porcentaje de ganancia en peso (GP) obtenida por los organismos alimentados con las diferentes dietas. En la TCE (Fig.5), se observa una tendencia de aprovechamiento similar (1.0%), en las dietas 1, 2 y 3, encontrándose que no existen diferencias significativas respecto a la TCE en los distintos tratamientos (  $p < .05$  ). Respecto a la figura 6 GP se observa un crecimiento mayor con el tratamiento D1 con un 76% en GP. Seguido del tratamiento D2, apenas por encima del observado en la dieta 3, mientras que con la dieta 4 se observan los valores más bajos en ambos casos, estas diferencias sin ser estadísticamente significativas (  $p > .05$  ) .

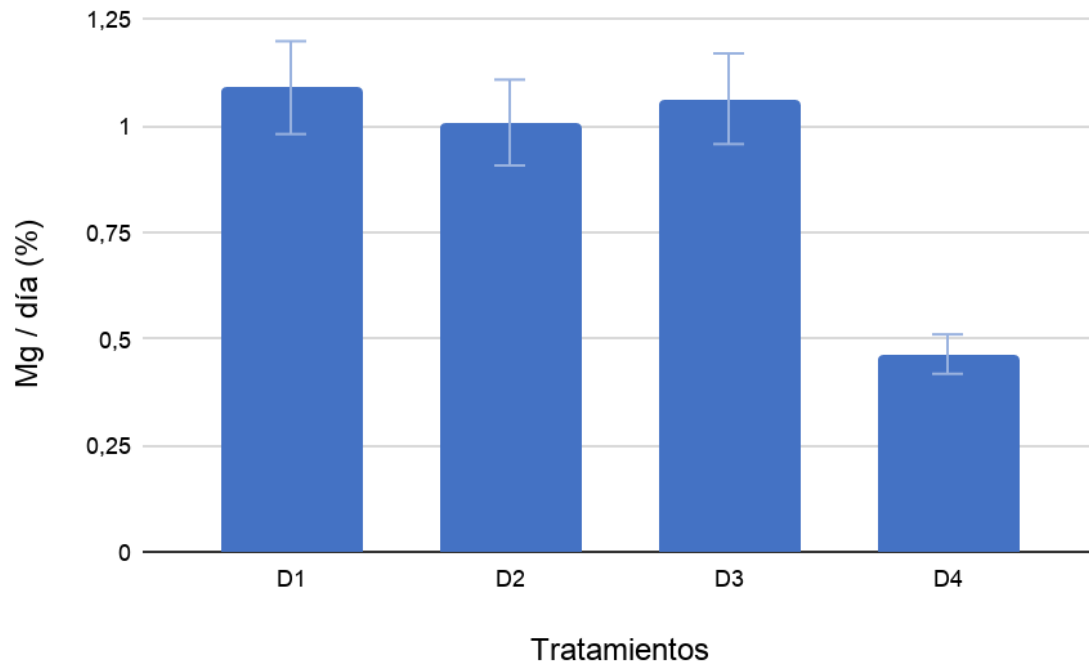


Figura 5. Tasa de Crecimiento Específica de los organismos de la talla 1 (80-150 mg), expresada en % / día.

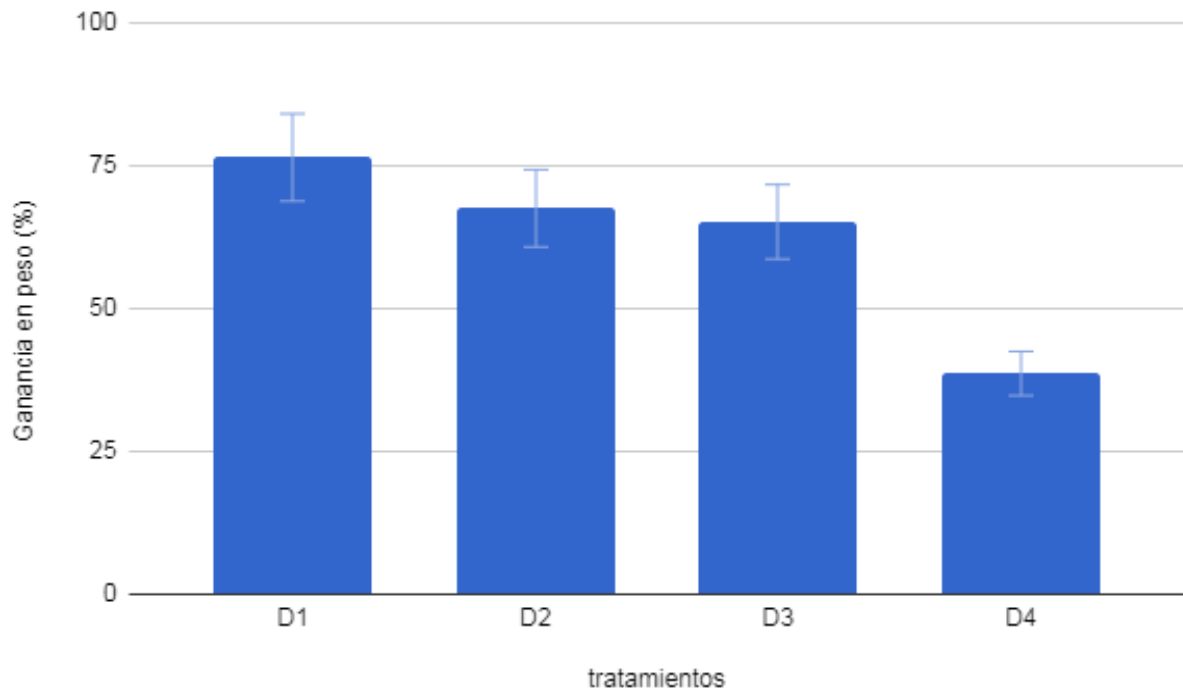


Figura 6. Ganancia en peso total de los organismos de la talla 1 (80 - 150 mg) sometidos a prueba de alimentación 75 días.

La ganancia en peso obtenida por el tratamiento D1 fue de 76.48% siendo esta la mayor de todos los tratamientos, mientras que la menor fue del tratamiento D4 con 38.64%, a pesar de estas diferencias no se encontró que fueran estadísticamente significativas ( $p > .05$ ).

En la figura 7 se muestra el contenido lipídico en músculo de langostinos de la

talla 1 (80 - 150 mg) sometidos a prueba de alimentación por 75 días. Se observa una concentración mayor en el tratamiento D3 y D4 con respecto a los demás tratamientos sin que esta sea significativa ( $p > .05$ ).

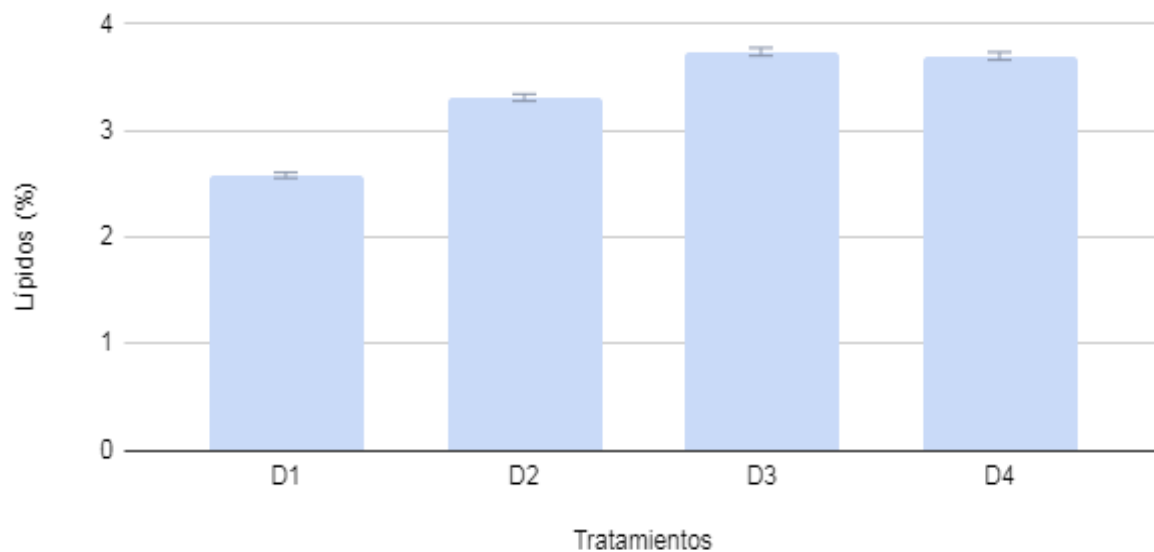


Figura 7. Contenido de lípidos en músculo de langostinos Talla 1(80 mg - 150 mg) sometidos a los distintos tratamientos por 75 días de prueba.

En cuanto a las pruebas de alimentación, de acuerdo con los datos observados en el experimento realizado con la talla 1, tras realizar el test de Kruskal Wallis se encontró que a partir del día 45 de prueba y hasta el 75, existen diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre al menos uno de los 4 tratamientos, mostrando una tendencia mayor de crecimiento con el tratamiento D1. Mientras que en las



pruebas realizadas con la talla 2, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) aunque se mostró una tendencia mayor de crecimiento con el tratamiento D3.

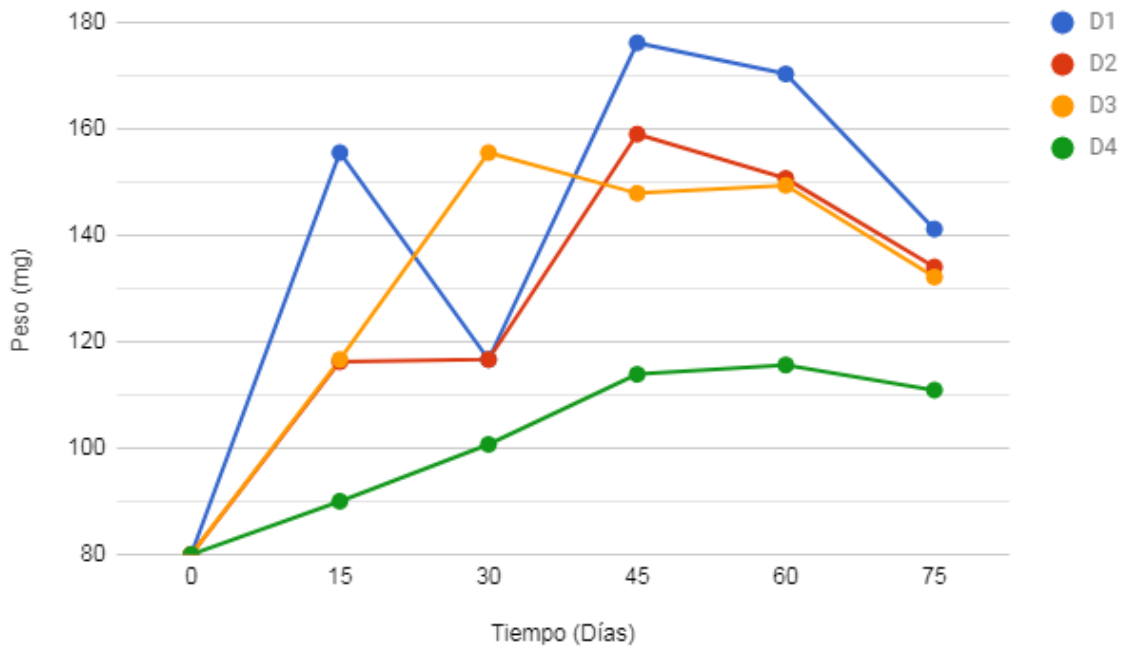


Figura 8. Crecimiento promedio de los organismos de la talla 1(80mg-150mg) sometidos a distintos tratamientos, durante 75 días de prueba.

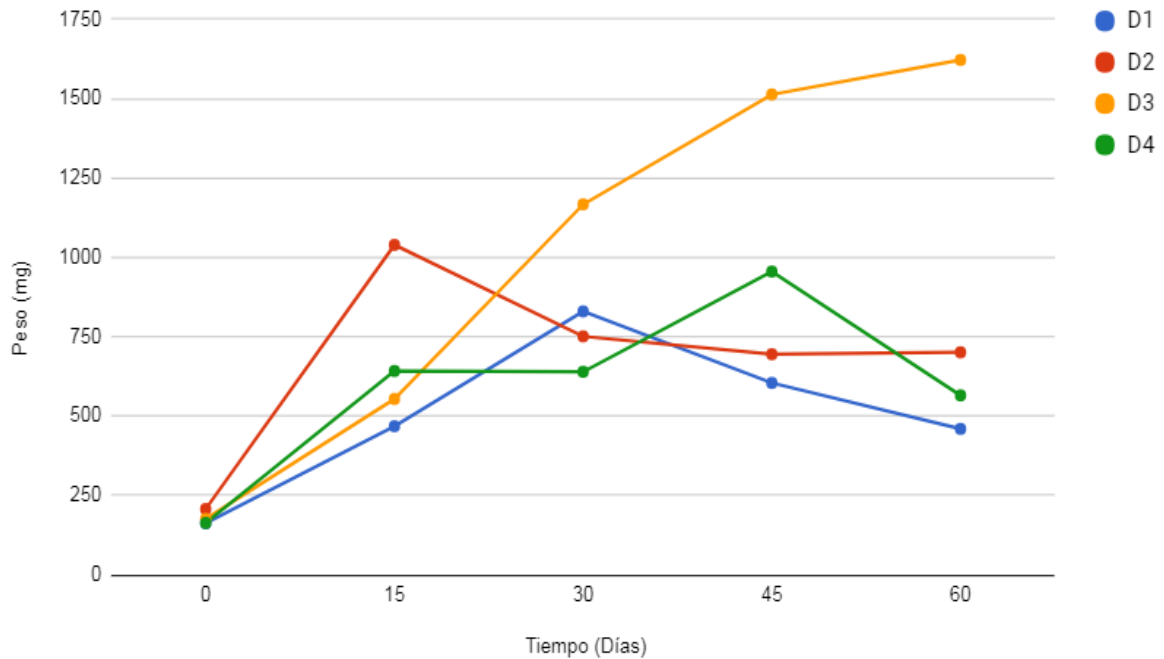


Figura 9. Crecimiento promedio de organismos de la Talla 2 (150-1600 mg) sometidos a distintos tratamientos por 60 días de prueba.

### Prueba de alimentacion Talla 2 (150 mg- 1600 mg) .

Los resultados en la segunda prueba de alimentación, realizada con la talla 2 de juveniles de *M. acanthurus*, durante 60 días, con respecto a la TCE, se muestran en la figura 10 y los de ganancia en peso en la figura 11 respectivamente. En ambos parámetros, los organismos del tratamiento D3 (Prot 35 Lip 10 Carb 26.2),

mostraron un mayor crecimiento, seguidos por los del tratamiento D4, aunque no hubo diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos. Lo anterior contrasta por completo con los resultados de la prueba realizada con la talla 1, en donde el tratamiento D1 fue el que obtuvo los valores más elevados de los parámetros ya mencionados.

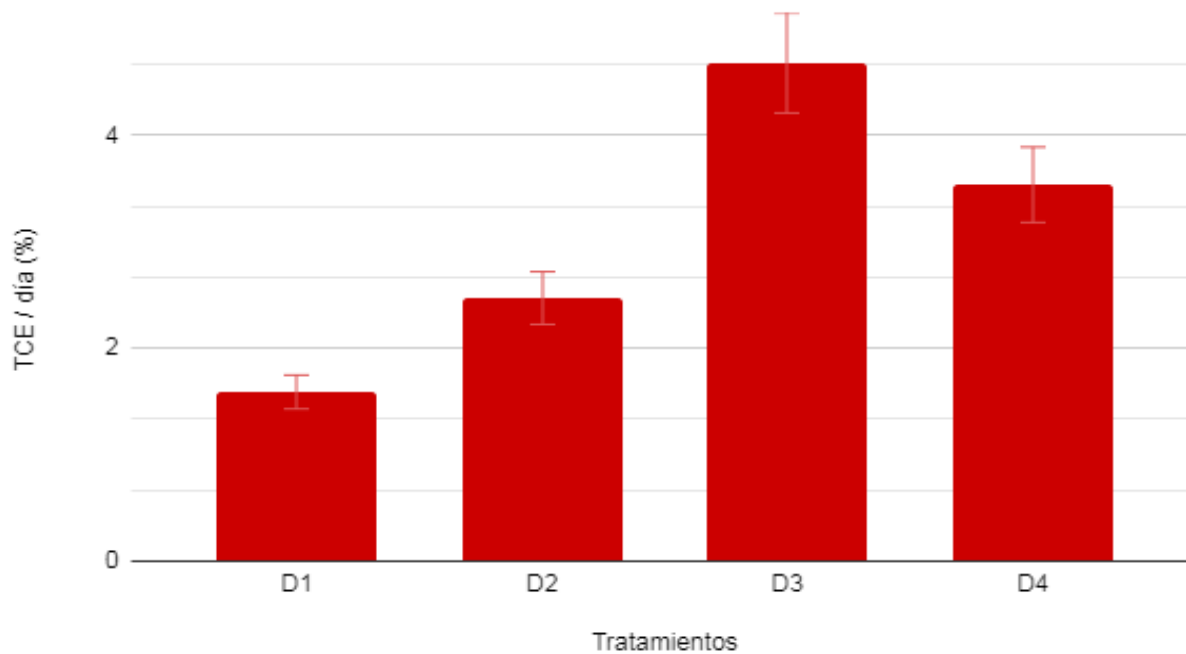


Figura 10. Tasa de crecimiento específico de los distintos tratamientos de la talla 2 (150 mg- 1600 mg), tras 60 días de prueba alimenticia, no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ).

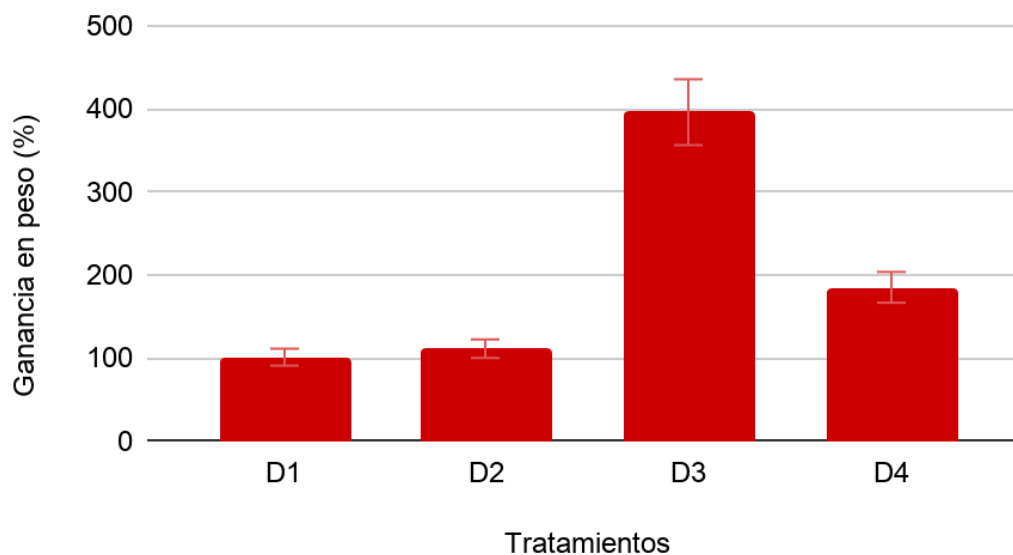


Figura 11. Ganancia en Peso total para los distintos tratamientos de la talla 2 (150 mg-1600 mg) tras 60 días de prueba alimenticia.

Tabla 3. Comparación de Tasa de crecimiento específico (TCE) en %/día, así como la ganancia en peso (GP) expresada en % para la talla 1 (80 mg - 150 mg) y la talla 2 (150 mg - 1600 mg).

Tratamiento	D1		D2		D3		D4	
	talla 1	talla 2	talla 1	talla 2	talla 1	talla 2	talla 1	talla 2
TCE	1.08 ± 0.12	1.58 ± 2.27	1.00 ± 0.06	2.47 ± 0.84	1.06 ± 0.19	4.68 ± 5.07	0.46 ± 0.40	3.53 ± 2.31
GP	76.48 ± 15.97	101.40 ± 51.15	67.57 ± 8.47	111.57 ± 113.69	65.21 ± 24.44	396.05 ± 578.11	38.64 ± 41.53	185.42 ± 98.05

En la Figura 12 se muestran los resultados de contenido proteico en músculo de langostinos de la talla 1, alimentados con diferentes dietas, así como, de langostinos silvestres. Se aprecia que los organismos silvestres tienen una

concentración de proteína en músculo del 12%, siendo esta la más baja, en comparación con los organismos sometidos a los 75 días de prueba con las distintas dietas elaboradas, sobresaliendo los organismos alimentados con el tratamiento D1, los cuales contienen un 28% de proteína en músculo pasados los 75 días de alimentación. Las diferencias entre los organismos alimentados con las diferentes dietas y los organismos silvestres recién llegados no son significativas ( $p > 0.05$ ) aunque se puede observar un claro aumento del nivel de proteína en músculo.

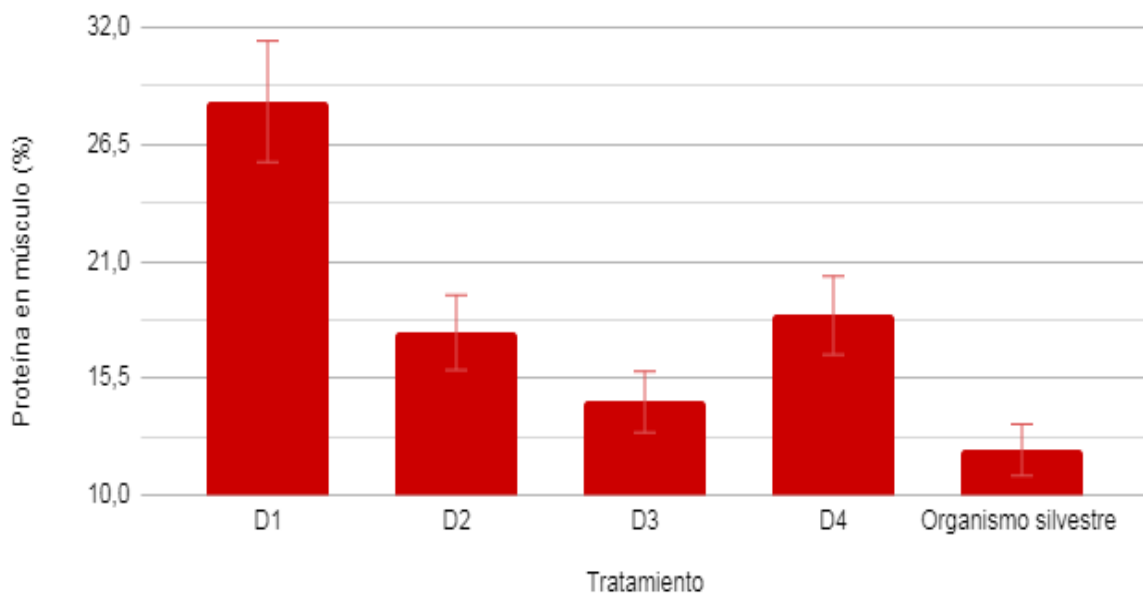


Figura.12 % de contenido proteico en músculo de langostinos (talla 1) sometidos a los distintos tratamientos, así como organismos silvestres.

En la figura 13 se muestra el % de lípidos contenido en músculo de juveniles de

*M. acanthurus* pertenecientes a las pruebas realizadas con la talla 2, en los cuales se puede observar que son muy similares a los resultados (Fig.7) encontrados en los organismos de la talla 1 sometidos a la misma prueba, en donde todos los tratamientos obtuvieron menos del 5% de lípidos en músculo sin obtener diferencias significativas en ambos casos ( $p>0.05$ ), por lo que se infiere que los requerimientos de lípidos se mantienen constantes en estas dos etapas de crecimiento.

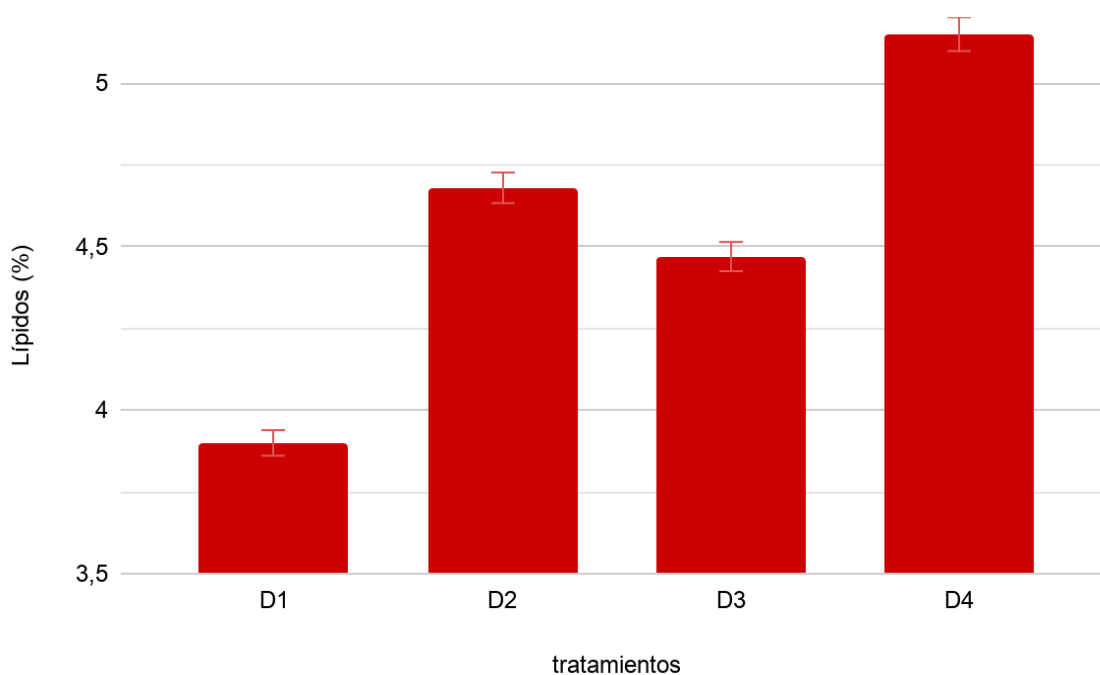


Figura 13. Contenido porcentual de lípidos en músculo de juveniles de *M. acanthurus* de la talla 2 (150 mg-1600 mg), sometidos a distintos tratamientos durante 60 días de prueba alimenticia.

## DISCUSIÓN

Con base en los resultados de TCE y GP obtenidos durante la prueba de alimentación realizada con organismos pertenecientes a la Talla 1 (80-150 mg), se observa que el tratamiento D1 (35%proteína, 20%lípidos y 3% carbohidratos) fue el mejor aprovechado por los juveniles de *M. acanthurus*, lo cual se puede comparar en parte con lo reportado por Chaurand *et al* (2012), quienes tras realizar pruebas de alimentación con juveniles de *M. tenellum* por 45 días con una dieta de 35% de inclusión de proteína, y con una composición real de 37 g (g/100g) de proteína cruda (pc) y 7.99 g de lípidos totales obtuvieron una TCE de 1.41%/día, al igual que Ramos y Andreatta (2011) quienes realizaron diversos estudios con camarón rosado *Farfantepenaeus paulensis* y encontraron que tras alimentarlo con dietas con un 35% de proteína bruta se obtiene una Ganancia en peso de 0.182g y una TCE de 1.64%/día, equiparable a la reportada en el presente estudio para el tratamiento D1, la cual fue de 1.08 %/día, como se puede observar en la figura 5.

Por otra parte, la GP reportada por Chaurand *et al* (2012) es de 134% para una dieta con inclusión de 35% de PC, resultando mayor a la del tratamiento D1 del presente estudio, siendo esta de 76% (Fig. 6) la cual fue aumentando de una manera constante conforme al decremento en la inclusión de carbohidratos y al aumento de lípidos contenidos en las dietas suministradas para la talla 1. Se cree

que los valores obtenidos se deben directamente a la talla de los organismos utilizados en la prueba de alimentación, ya que estos, en comparación eran de la mitad del tamaño de los utilizados por Chaurand, lo anterior es reafirmado por los resultados obtenidos en la segunda prueba de alimentación, realizada con organismos de talla mayor.

Los resultados obtenidos en la segunda prueba de alimentación realizada con la talla 2 (150-1600 mg), en los cuales para el tratamiento D3 se reporta una GP de 431.2%, resultando mayor a la obtenida por Ramos y Andreatta (2011) de 1.64%, de igual manera resulta mayor comparada a la obtenida (GP 134%) por Chaurand et al (2012), de igual manera sobresale la TCE reportada en el presente estudio para el tratamiento D3, de la segunda prueba alimenticia, realizada con la talla 2, la cual es de: 8.79 %/día, siendo mayor al 1.41 %/día reportado por Chaurand et al (2012) y (1.64%/día) reportado por Ramos y Andreatta (2011). Se infiere que estos resultados también son consecuencia de las tallas de los organismos utilizados en cada prueba de alimentación, ya que a diferencia de la prueba 1, se utilizaron organismos de talla mayor (150-1600 mg) y también a los utilizados por Chaurand en su estudio (310-320 mg), lo cual quiere decir que existió un mejor aprovechamiento de las dietas suministradas a este grupo experimental,



reflejándose en un mayor aumento de tamaño y peso.

Con base en lo anterior, se define que la respuesta de los organismos a las diferentes dietas en ambas pruebas de alimentación se atribuye a su talla, ya que los requerimientos nutricionales de los organismos cambian de acuerdo a esta, esto concuerda con lo reportado por Fox J. et al(2001), en nutrición y alimento para camarones del orden decapoda donde afirma que la nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas deben ser específicas para cada ciclo.

En este caso, los organismos pertenecientes a Talla 2, los cuales son de mayor tamaño ubicados inicialmente entre 150 mg-1600 mg aprovecharon mejor la composición de la dieta D3, la cual es alta en carbohidratos (26.2%) y baja en lípidos(10%) en contraste con los organismos de la Talla 1 que son de menor tamaño (80-150 mg), en donde los organismos mostraron una mejor respuesta a la composición del tratamiento D1, el cual está conformado con una proporción mayor de Lípidos (20%) y menor en carbohidratos (3%).

Es comprensible que una dieta con elevadas concentraciones de proteína y lípidos así como baja en carbohidratos sea mejor aprovechada durante las primeras etapas de desarrollo de la especie, Si las fuentes de energía (ej. carbohidratos) son bajas en el alimento, el organismo usará la proteína en vez de los carbohidratos para mantener las funciones metabólicas en lugar de emplearla para el crecimiento, tal como lo menciona Fox Joe al (2001), lo cual nos lleva a que la dieta D1 está conformada de una manera equilibrada para que el organismo utilice la energía proveniente de los carbohidratos para realizar funciones metabólicas necesarias y destinar la mayor parte de proteínas al crecimiento.

Tomando en cuenta los hábitos alimenticios de esta especie, que se desarrolla en un medio en el cual la obtención de carbohidratos se vuelve complicada y casi nula, debido a que estos se encuentran en el medio terrestre, principalmente en: frutas, verduras, cereales, y granos, entre otros, y a medida que los organismos se desarrollan y son capaces de desplazarse a otras zonas para buscar alimento, Montoya,(2003), cambie la disposición de nutrientes, en su mejor caso polisacáridos como almidón y dextrina ya que con estos la liberación de glucosa se vuelve progresiva, así como su capacidad para asimilarlos, ya que los

crustáceos son ineficientes modulando la glucosa en linfa (Sánchez, 2006).

Por otro lado, existe una diferencia en la disposición de proteínas y lípidos en el medio que se desarrollan, considerando que las proteínas son el conjunto químico con mayor presencia en el cuerpo (después del agua) de los animales, recordando que las especies del género *Macrobrachium* son omnívoras y carroñeras, incluso se ha demostrado que *M. tenellum* llega a tener conductas de canibalismo (Vega-Villasante et al. 2011), consumen detritos, algas, restos de animales muertos y además son depredadoras de macroinvertebrados acuáticos y peces (García-Guerrero et al.,2013). Tienen fácil acceso a tejido rico en proteína, pudiendo disponer de esta para funciones como la reparación del tejido dañado y desgastado así como la formación tanto de tejido nuevo como de hormonas, enzimas y una variedad muy amplia de otras sustancias biológicamente importantes, tales como los anticuerpos y hemoglobina FAO (1989). Las proteínas también pueden ser catabolizadas y actuar como fuente de energía o pueden servir como substrato para la formación de lípidos y carbohidratos encargados de formar quitina en el tejido (Cuzon,2000), además las proteínas juegan un papel muy importante en el crecimiento, ya que, en cada proceso de muda los organismos se deben deshacer del exoesqueleto como parte del mecanismo de crecimiento, lo cual implica un gran gasto energético y al mismo tiempo los deja vulnerables.

Por último los lípidos quienes se encuentran tanto en tejidos vegetales como animales, y son una fuente de energía primordial, aportando más energía que cualquier otra molécula con 9.5 Kcal/g, a diferencia de Proteínas con 5.6 Kcal/g y Carbohidratos con 4.1 Kcal/g, de modo tal, que los lípidos se convierten en una fuente de energía primordial para diversos procesos que contribuyen al desarrollo y reproducción del organismo. De acuerdo con Hernández (2016) quien determinó que una dieta con una inclusión a partir del 15% de lípidos es adecuada para el crecimiento, la producción y la composición proximal de huevos en hembras de *M. acanthurus*, recordando lo que menciona D'Abramo (1998) que los crustáceos no pueden sintetizar colesterol desde otras fuentes, este debe ser incluido por medio de dieta

Por otra parte, dietas con concentraciones elevadas de proteína (35%), carbohidratos (26.2%) y menor en lípidos (10%) sea mejor aprovechada por tallas más grandes como ocurrió en la segunda prueba de alimentación, realizada con la talla 2, en donde los organismos alimentados con el tratamiento D3 mostraron un mejor resultado de aprovechamiento, dicho tratamiento contiene un porcentaje mayor de carbohidratos (26.2%) que de lípidos (10%), en tal caso, los lípidos son utilizados principalmente para funciones de maduración y desarrollo sexual, confirmando que existe un cambio en los requerimientos nutricionales de los organismos conforme su talla.

Las variaciones de peso observadas en algunos tratamientos se pueden atribuir al sexo de algunos de los ejemplares ya que las hembras crecen menos en comparación de los machos debido a los procesos reproductivos. Las hembras de *Macrobrachium* pueden desovar varias veces al año y producir miles de huevos en cada desove, que son portados bajo el abdomen durante su incubación (Hendrickx, 2009). A lo largo de las pruebas de alimentación se reportaron hembras ovadas en repetidas ocasiones en todos los tratamientos, por lo que, no se considera un factor perjudicial para alguno en especial, pero sí un factor importante a considerar en futuros trabajos.

## CONCLUSIONES

El aprovechamiento de las dietas elaboradas cambio de acuerdo a las diferentes etapas del desarrollo de *M. acanthurus*.

Los requerimientos en concentraciones de Lípidos y Carbohidratos por *M. acanthurus* varían de acuerdo a su talla.

Los organismos de la talla 1(80- 150 mg) respondieron mejor a una dieta con una proporción alta de lípidos (20%) y menor en carbohidratos (3%), presentando diferencias estadísticamente significativas a partir del día 45 de prueba.

Los organismos de la talla 2 (150-1600 mg) tuvieron una mejor respuesta a una dieta conformada por valores altos en carbohidratos (26.2 %) y baja en lípidos, (10%), a pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas.

## LITERATURA CITADA

-Bernardi N, 1990, Temperature influence upon food ingestion and spontaneous locomotion of freshwater prawn *Macrobrachium Acanthurus* (Wiegmann,1836) (Crustacea,Decapoda,Palaemonidae). Departamento de Ciencias Fisiológicas, Centro de Ciencias Biologicas, Universidade Federal de Santa Catarina, (88049) Florianópolis, SC--Brasil (33-36).

-Busch, K. E. T. , Falk-Petersen, I. B., Peruzzi, S., Rist, N.A., Hamre, K. (2010) *Natural zooplankton as larval feed in intensive rearing systems for juvenile production of Atlantic cod (Gadus morhua L.)*. Aquac Res, 41(12):1727 - 1740

-Cifuentes LJL, Torres-Garcia MDP,Frias MM. El cultivo de los crustáceos. In: El océano y sus recursos. 10. Acuicultura. México: FCE 1997.

-CONAPESCA Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca 2013. SAGARPA, México 2013.

-Cuzon G, Rosas C,Gaxiola G, Taboada G et al Utilization of carbohydrates by shrimp. Avances en Nutrición Acuícola. V memorias de V simposium internacional de Nutrición Acuícola. 2000 pp 328-339.

-Chaurand E.L et al. Efecto del nivel proteico de la dieta sobre el desarrollo de juveniles de *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones Costeras, Laboratorio de Acuicultura Experimental. Av. Universidad No. 203, Del. Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. 2012.

-D'Abramo L, Nutritional requirements of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: comparisons with species of penaeid shrimp. rev fish sci. 1998;(6):153-163.

-Díaz, F., E. Sierra, A. Denisse & L. Rodríguez. . Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman) . J. Thermal Biol., 27(5): 423-428.

- García-Guerrero, M Vega-Villasante, F E. Cortés-Jacinto, Avances y perspectivas del cultivo larvario de langostinos del género *Macrobrachium*, Universidad de Guadalajara, 2013.

- Hendrickx, M. External description of the embryonic development of the prawn *Macrobrachium americanum* based on the staging method, *Crustaceana*. 2009, pp. 1413-1422

-KIRK R.S., Sawyer, R y Egan H. "Composición y Análisis de Alimentos de Pearson". Segunda edición. Editorial CECSA. México 1996.

-Espino Barr E., M. Puentes-Gómez, A. García-Boa, E.G. Cabral-Solís y A. Sánchez-Aranda. 2008. *Aspectos biológico pesqueros del recurso langostino Macrobrachium americanum y M. tenellum, con énfasis a su ciclo reproductivo en el estado de Colima. Informe de Investigación* (documento interno). Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Manzanillo. 62p



- FAO Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación 1989 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Brasil.

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

-FAO. Paneles de consulta en línea. Global production statistics 1950-2015, actualizado 01 junio,2017

-Fox Joe, Treece Granviel D. Sánchez Dagoberto “Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica, Nutrición y Manejo de Alimento”. Texas A&M University, College Station, Texas USA. 2001. pp. 65-90

-Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos. Laboratorio de alimentos 1, departamento de alimentos y biotecnología, Facultad de Química, UNAM 2007-2008 pp.2-5.

-Martínez Córdova, Cruz-Suarez, L. Alimento Natural en Acuicultura: una revisión actualizada. En: Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México 2010, pp. 668-699.

-Méndez Martínez Y Yamasaki Granados,S García Guerrero,M Martínez Córdova,L Rivas Vega, M Arcos-Ortega, F Cortés-Jacinto, E. 2017 Efecto del contenido de proteínas en la dieta sobre la tasa de crecimiento, la supervivencia y la composición corporal de la gamba de río cauque juvenil, *Macrobrachium americanum* (Bate 1868) Investigación en Acuicultura, Vol 48, núm. 3 , páginas

741-751.

-Montoya, J., Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta Venezuela, *Caribbean Journal Science*, 39 (1) 2003, pp. 155-159.

-Pablo Alejandro Pérez-Velázquez, Sherman Hernández-Ventura, Pedro Ulloa-Ramírez, José Luis Patiño-Valencia y Javier Tovar-Ávila mayo de 2011 *La pesca del langostino (Macrobrachium tenellum) en la laguna de Mexcaltitán, Nayarit, una alternativa económica regional* Vol. 19, núm. 1, Ciencia Pesquera

-Padilla B, A,J,. Supervivencia de larvas de *Macrobrachium acanthurus* y *Macrobrachium carcinus* alimentadas con nauplio de *Artemia* sp. enriquecidos con y vitamina C. Facultad de Estudios superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 52pp.

-PROFECO. Precios de pescados y Mariscos, México, actualizado 1 de abril, 2017.

- Ramos Roberto(1), Edemar Andreatta (2). Requerimientos de proteína y energía bruta en juveniles de camarón rosado *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) sometidos a diferentes salinidades. (1).Departamento de Acuicultura, Facultad de Recursos del Mar Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile. (2)Departamento de Aqüicultura, Laboratorio de Camarões Marinhos Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(3):

427-438, 2011.

- Román–Contreras, R. 1979. *Contribución al conocimiento de la biología y ecología de Macrobrachium tenellum*(Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 6 (2): 137–160.

- Torati, L., S. de Grave, T. Page & A. Anker. 2011. Atyidae and Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) of Bocas del Toro, Panamá, 7(6): 798-805pp.

-SAGARPA. 2008. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca*, México. 143p.

-Sanchez P, Garcia C, Muhlia A, et al. Usage of energy reserves in crustaceans during starvation; status and future directions. *Insect Biochem mol. Biol.* 2006 (36):pp 241-249.

-Tacon G.J. Albert Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y El Caribe 1990.

-Vega-Villasante, F., E. Martínez-López, L. Espinosa-Chaurand, M. Cortés-Lara y H. Nolasco-Soria, Crecimiento y supervivencia del langostino *Macrobrachium tenellum* en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico mexicano, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2011,(14) pp. 581-588

-Vega V, Garcia GMU, Cortés JE, Yamasaki GS, Montoya MCE, Vargas CMA. Los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*: biología , ecología y explotación. Universidad de Guadalajara,Mexico 2014,pp273-315.

- Villafuerte, M.A., 2012, Estudio preliminar de los requerimientos nutricionales para la reproducción así como el desarrollo embrionario de langostino *Macrobrachium Acanthurus* (Wiegmann) en condiciones controladas. Tesis de licenciatura. Facultad Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México 54pp.