

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



Preferencia de ingestión del tamaño de las microalgas utilizadas como alimento vivo por los estadios de Mysis del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (Boone, 1931).

AUTOR:

Br. Jacqueline de los Ángeles González Pichardo

Br. Brenda Yaneth Quintana Martínez.

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

TUTOR:

Salvador Ortega Urroz. MSc.

LEÓN, NOVIEMBRE 2010

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....1

OBJETIVOS..... 3

LITERATURA REVISADA..... 4

MATERIALES Y MÉTODOS.....11

RESULTADOS..... 13

DISCUSIÓN..... 23

CONCLUSIONES..... 24

RECOMENDACIONES.....25

BIBLIOGRAFÍA..... 26

ANEXOS

RESUMEN.

En el estudio, se aplicó 45 ensayos en total y se utilizó 2,250 estadios larvales de Mysis del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Las condiciones ambientales fueron controladas, con la finalidad, de analizar, el comportamiento alimenticio de los estadios larvales, en relación al tamaño de cinco microalgas, utilizadas como alimento vivo, por los Laboratorios marinos de cultivo de larvas, ubicados en la costa del Océano Pacífico de Nicaragua. Se aplicó tratamientos individuales y combinados de microalgas, para conocer la cantidad de Ingestión en un tiempo de 45 minutos. Se utilizó *Chaetoceros gracilis*, *Tetraselmis chuii*, *Amphora sp*, *Thalassiosira sp* y *Navícula sp* en densidad de 80.000 cel/ml. En los tratamientos individuales, los estadios larvales de Mysis ingirieron mayoritariamente tres tipos de microalgas: *Thalassiosira sp*, *Tetraselmis chuii* y *Navícula sp* en un rango de 27.6% a 49.5%. En los tratamientos combinados de *Chaetoceros gracilis* con *Thalassiosira sp*, se ingirió en un rango proporcional del 10.1 y al 22.9%, y en las combinaciones de *Amphora sp*, con *Thalassiosira sp* el rango porcentual ingerido fue de 10.1% al 22.5%. Ambas combinaciones fueron las de mayor ingestión, seguramente es consecuencia de la actividad filtradora en los estadios larvales de Mysis la que se vuelve masticadora en estadio de Poslarva.

DEDICATORIA

Le damos gracias infinitamente a **Dios** por habernos dado la vida, sabiduría, perseverancia, en la culminación de nuestros estudios.

A nuestro tutor **Salvador Ortega. Msc**, por guiarnos en el proceso y desarrollo de forma incondicional en el trabajo monográfico, además por su paciencia y dedicación durante este tiempo de trabajo. Gracias profesor

A **nuestros padres**, Por su esfuerzo, con todo el cariño que existe en nuestro corazón ya que son ejemplo de bondad, ternura, abnegación y comprensión, por su apoyo moral, palabras de motivación que siempre las conservaremos.

INTRODUCCIÓN

Las microalgas que se cultivan en los laboratorios marinos, requieren que contengan altos niveles nutricionales, para ello se utilizan diferentes medios enriquecidos, porque el contenido alimenticio de una especie de alga, depende de las condiciones generales de crecimiento dadas en el laboratorio. La nutrición de las larvas y postlarvas dependen del contenido y naturaleza de los constituyentes bioquímicos de las microalgas, los que representan la base para la formación de los nuevos tejidos, restauración de aquellos que han sido afectados y para el metabolismo normal de los organismos de cría. Para cumplir con todos estos requerimientos, en el levantamiento larvario de los Laboratorio productores de larvas, se combinan generalmente microalgas, para constituir una dieta, que proporcione un mayor valor nutritivo, necesario para el crecimiento de las larvas, sean estas de camarón, moluscos o peces. (G.Henry y Álvarez Arellano, Edit. 1962)

Las investigaciones con las microalgas, han estado orientadas a los componentes químicos nutricionales, porque no siempre son constantes en ellas, ni tampoco sus tamaños, debido al tipo de hábitat que ocupan en el medio acuático Natural. Se ha encontrado en estudios, que los niveles nutricionales dependen, del tipo y contenido de nutrientes utilizados en el medio enriquecido del cultivo, y del tipo de microalga cultivada que requiere de condiciones apropiadas, de iluminación, temperatura y de la calidad de agua de mar utilizada. (G. Henry y Álvarez Arellano. Edit. 1962)

La producción en masa de microalgas, sigue siendo en la actualidad, uno de los pilares fundamentales para la cría larvaria de crustáceos y peces marinos en cultivo, así como el cultivo integral de moluscos bivalvos. Para ello, generalmente se sigue un esquema basado en la realización de cultivos discontinuos, en unidades que aumentan progresivamente de volumen, de manera que el inoculo en cada paso procede del escalón inmediatamente inferior. El proceso se inicia a partir de cepas, cuyo mantenimiento se lleva a cabo mediante resiembras sucesivas en condiciones que requieren un control severo. (G. Henry y Álvarez Arellano. Edit. 1962)

El alto costo de cultivar los diferentes tipos de microalgas, constituyen un punto crítico para cualquier Laboratorio marino.

El valor económico de los nutrientes en el mercado ha aumentado, debido al desarrollo de la industria del cultivo del camarón, en la búsqueda de reducir costos, los laboratorios le han planteado a los investigadores encontrar alternativas de alimentación como es el uso de la Spirulina, que se produce comercialmente en varios países de Latino América para ser utilizado como ingrediente alimentario de los animales acuáticos. (Dierckens et al, 1997)

En Nicaragua los Laboratorios marinos ubicados en la Costa del Pacífico central, cultivan cinco tipos de microalgas, *Chaetoceros gracilis*, *Tetraselmis chuii*, *Thalassiosira sp*, *Navícula sp* y *Amphora sp*. Estas, se utilizan como alimento natural de manera combinada para proporcionar los requerimientos nutricionales a los diferentes estadios larvales del camarón blanco.

Esta combinación de cinco tipos de microalgas empleadas como alimento presentan una variedad de formas y tamaño para los estadios larvales, los Laboratorios marinos emplean estas mezclas, considerando que a medida que crecen los organismos, aumenta el tamaño de partículas que ingieren y comienzan a fragmentar el alimento con las piezas bucales. Ante esta situación, es necesario buscar cómo proporcionar el tamaño y la cantidad de microalgas que ingieren las larvas, para así, dar de manera ajustada la ración alimenticia requerida y preparar una combinación de algas que satisfagan los requerimientos nutricionales de las larvas en estadios de mysis.

Teniendo estas premisas presentes, es necesario considerar, cómo afecta el tamaño de las microalgas, sobre el número de células consumidas por un organismo en un intervalo de tiempo específico. Para ello se utilizará la fórmula de Tasa de Ingestión propuesta por (Hayward y Gallup 1976), los resultados pueden servir para dosificar la cantidad de alimento a suministrar, porque la carencia o exceso de alimento puede limitar el crecimiento y el desarrollo larval. (Dierckens et al, 1997).

Este trabajo tomó importancia desde que se conoció que podría servir de orientación en la aplicación de dietas para los estadios de Mysis del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, los ensayos fueron realizados durante el período febrero-junio del 2008 en el Laboratorio marino CAMANICA .S.A, durante cuatro corridas de Producción de Larvas y Postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, ubicado en las costas del Océano Pacífico Balneario de las Peñitas.

OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Determinar la preferencia de ingestión del tamaño de microalgas que ingieren los estadios larvales de Mysis del camarón blanco ***Litopenaeus vannamei***.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Conocer la preferencia de ingestión individual de cinco tipos de microalgas mediante la cantidad de alimento consumido en un tiempo determinado por los estadios de Mysis.
- ✓ Valorar proporcionalmente los tratamientos combinados de la microalgas ingeridas por los estadios larvales de Mysis en un tiempo determinado.
- ✓ Conocer el rango de tamaño de las microalgas ingeridas por los estadios de Mysis.

LITERATURA REVISADA.

El factor alimenticio es esencial en el cultivo de larvas de camarón en los Laboratorios marinos. Desde al año 1952 se han hechos estudios relacionados con las modificaciones que sufren los organismos que componen el Fitoplancton especialmente las diatomeas que son utilizadas como alimento vivo para los estadios de larvas y postlarvas de camarón, La diatomea *Chaetoceros calcitran* fue una de las primeras microalgas con la que se empezó a estudiar la efectividad del alimento natural y la más importante fuente de alimento en el sub estadio de zoea en los camarones Peneidos. (Liang, 1985)

Las microalgas como las diatomeas, presentan según la estación del año algunas modificaciones en su estructura celular, como por ejemplo una especie de *Chaetoceros*, forma cadenas celulares presentes, la pared celular de consistencia delgada y con largas proyecciones durante el verano. En el invierno las proyecciones citoplasmáticas son más cortas y la pared se hace más delgada (Raymont 1963). La microalga *Thalassiosira fluviátiles* es una diatomea de forma céntrica que posee largas fibras y un tamaño de 70 micras, su principal compuesto es de quitina pura. (Wlasby y Xypolyta 1977.)

Las diatomeas tienen una particularidad, acumulan el elemento Sílice en grandes cantidades, lo que hacen que vivan en condiciones de turbulencia, donde existe una alta tasa de hundimiento, esto no es una desventaja para ellas, sino que se convierte en ventaja, de incrementar la disponibilidad de nutrientes, la velocidad de hundimiento está en relación con la forma y el tamaño de la célula, por ejemplo las que tienen la forma de plato y de cilindro, tienen una alta tasa de hundimiento y las que tienen forma de esfera tienen una baja tasa de hundimiento (Munky Riley 1952)

Las diatomeas microalgas tienen un rango de tamaño que varia aproximadamente de 5 a 500 micras, y viven donde quiera que exista humedad, ellas necesitaran que se les proporcione una fuente de silicato para un buen crecimiento continuo.

El grupo de las diatomeas bénticas, revisten importancia nutricional, cuando son empleadas directamente como alimento para postlarvas y juveniles de camarón y peces.

Entre las microalgas de formas más comunes que se emplean como alimento, están las microalgas unicelulares, con cuatro flagelos que le dan motilidad a la *Tetraselmis*, las prismáticas rectangulares como las *Chaetoceros sp.* (Bold & Wynne. 1978) que presenta cuatro flagelos también le dan motilidad.

El alimento vivo empleado en las larvas de camarón *Penaeus schmitti*, ha sido diverso por parte de los investigadores. (Toledo y Fabrè 1972) pioneros del cultivo de camarón en Cuba, realizaron experimentos de laboratorio con especies de fitoplancton, para seleccionar las de mejores resultados de acuerdo con su supervivencia y desarrollo larval. Las especies utilizadas fueron: *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamidomona conoides*, y *Tetraselmis suecica* y encontraron los mejores resultados con la última de estas especies.

Analizando la alimentación con diatomeas y flagelados a una escala comercial, utilizaron combinaciones de *Chaetoceros ceratosporum* con *Tetraselmis chuii*, *Chaetoceros ceratosporum* con *Tetraselmis tetrathele*, y *Thalassiosira fluviastilis* con *Tetraselmis tetrathele*. Estos autores concluyen que las dos primeras combinaciones presentan mayor supervivencia y con la tercera combinación se obtiene mayor crecimiento. (Alfonso et al 1988).

Usando tanques de plástico de 10 litros, ensayaron un régimen alimentario de las larvas de *Artemia franciscana*, en relación al efecto del tamaño de las microalgas sobre la tasa de ingestión. (Díaz A; A. Ramírez, D. Godínez y C. Gallo 2006) Para este fin emplearon una combinación de algas compuestas por *Chaetoceros muellieri* y *Tetraselmis suecica*., estos autores concluyeron que las larvas de *Artemia franciscana*, ingieren más células de *Chaetoceros muellieri* que de *Tetraselmis suecica* en una relación de 3: 1 y que esta situación se ve influenciada por el tamaño de la microalga cuyas dimensiones de *Chaetocero muellieri* es de 4 a 9 micras y *Tetraselmis suecica* es de 7 a 9 micras. (Trujillo Valle 1993).

Realizaron una valoración entre la Tasa de Ingestión y la supervivencia de las larvas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* sometidos a diferentes concentraciones de *Chaetoceros calcistran* en combinación con *Tetraselmis suecica* y nauplios de *Artemia franciscana*, resultando una mayor supervivencia y una mayor Tasa de Ingestión, cuando se alimentó con 90.000 cel. de *Chaetoceros* en combinación con 10.000 cel., de *Tetraselmis* y 6 de *Artemia*. (Godínez, D, A Hernández, J, Orozco. Y E, Godínez. 2.)

Características de las microalgas utilizadas como alimento vivo.

***Chaetoceros gracilis* (Ehrenberg, 1844)**



Es una diatomea solitaria, de forma rectangular con prolongaciones, cuyas dimensiones son de 4 a 9 micras, tienen tolerancia a temperaturas hasta 40 grados, sus valores nutricionales presentan un 23.94% de proteínas, 8.69% de lípidos y 19.01% de carbohidratos. (Quinto-Tobías y Villegas, 1982)

***Tetraselmis chuii* (Butcher, 1959)**



Es un alga comprimida elipsoidal, color verde brillante, con cuatro flagelos, con una dimensión cuyo tamaño es de 7 a 9 micras, contiene valores nutricionales de 49.22% de proteína, 10.60% de lípidos y 16.38 de carbohidratos. (Liao, Su and Lin, 1983).

Navícula Sp. (Jory, 1997)



Es una diatomea, que se presenta en una sola célula de forma alargada, de color café, con una longitud de 9 a 10 micras. (Jory, 1997) no presentan valvas centrales ni formadas hacia un punto céntrico, sino una línea media. Tienen forma de bote o redondas y en ciertos casos presentan formas ovaladas presenta el rafe o línea media bien definida.

Thalassiosira sp. (Lubian, 1984).



Pertenece a la familia de las diatomeas de forma rectangular, pero de acuerdo a las condiciones ambientales pueden cambiar de forma. Posee una longitud de 4-8 micras. Puede formar cadenas de células de manera eventual, pero por lo general se presenta como una sola célula. Se reproduce en agua salada. Por sus características se utiliza para alimentar las larvas de mejillones y camarones. (Lubian, 1984).

***Amphora sp.* (Yufera.1999)**



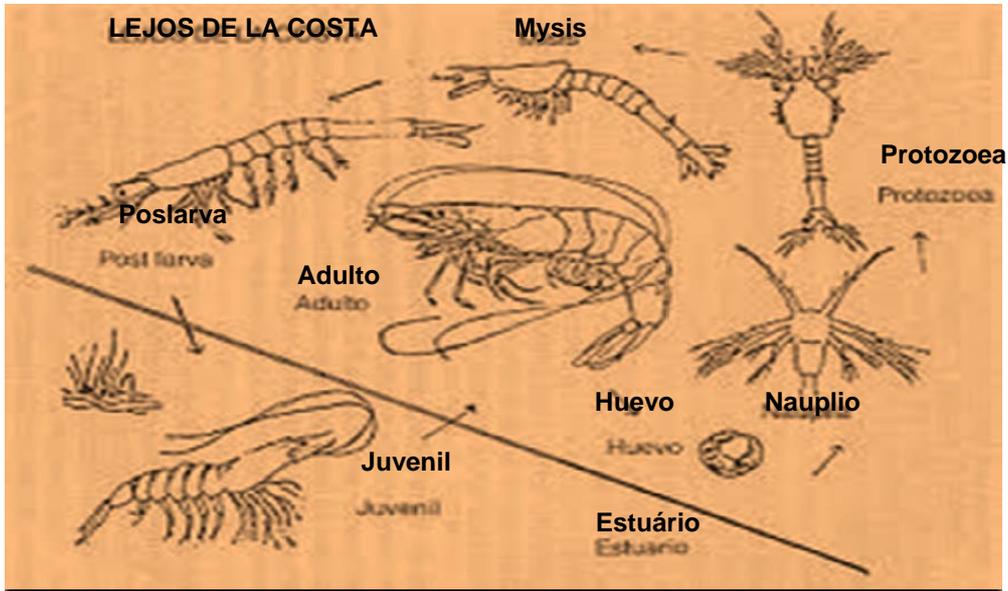
Es una microalga de pequeño tamaño de 2 a 4 micras, se puede reconocer por presentar un contorno ancho ovalado y truncado en los extremos, prefiere aguas alcalinas, es una diatomea bentónica, rara vez esta en la superficie. (Yufera.1999)

La dieta nutricional, es un factor fundamental para el desarrollo larvario de los organismos que se cultivan, como: *Crustáceos* y *Decápodos*. El tamaño, cantidad y calidad de los alimentos son aspectos importantes a estudiar, así como las tasa de ingestión, estos aspectos, son importantes para obtener una estrategia eficaz, para optimizar el crecimiento y el desarrollo de las larvas de los organismos cultivados. (Puello, 1998)

La mayoría de los Laboratorios de América Latina productores de larvas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris*, utilizan una mezcla de microalgas como alimento vivo y alimento inerte. Las microalgas empleadas en la alimentación son del género *Chaetoceros*, *skeletonema*, *Tetraselmis*, *Chlorella* e *Isochrysis*, por su alto valor nutritivo y por su tamaño. (Treece y Yates, 1993).

En el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, el desarrollo larval y la supervivencia, dependen de la cantidad y calidad del alimento ingerido. Varios son los estudios que hablan de la utilización de microalgas como alimento larval de especies acuáticas comerciales. El valor nutricional .optimo de las microalgas esta influenciado por su composición en .ácidos grasos, aminoácidos, proteínas y carbohidratos. La proteína es el mayor componente de las microalgas en la mayoría de las especies, igual importancia reviste el alto contenido de .ácidos grasos esenciales para el camarón. Existen estudios que revelan que la composición bioquímica de las microalgas varía de acuerdo a las condiciones del medio de cultivo y a la edad del mismo.

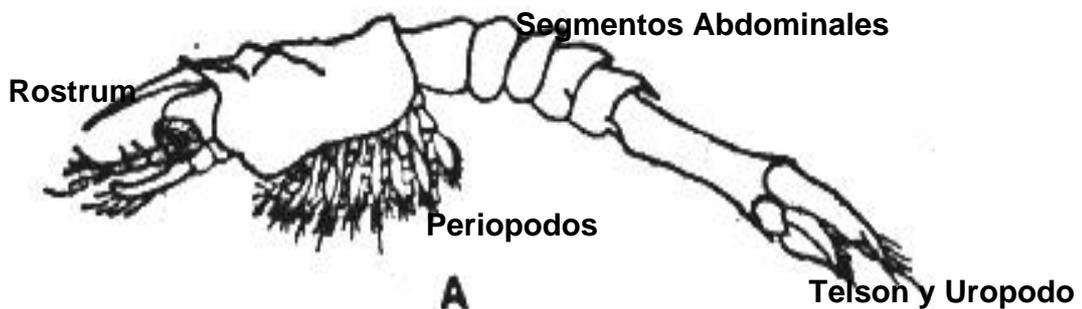
Ciclo de vida del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*



Subestadios de Mysis.

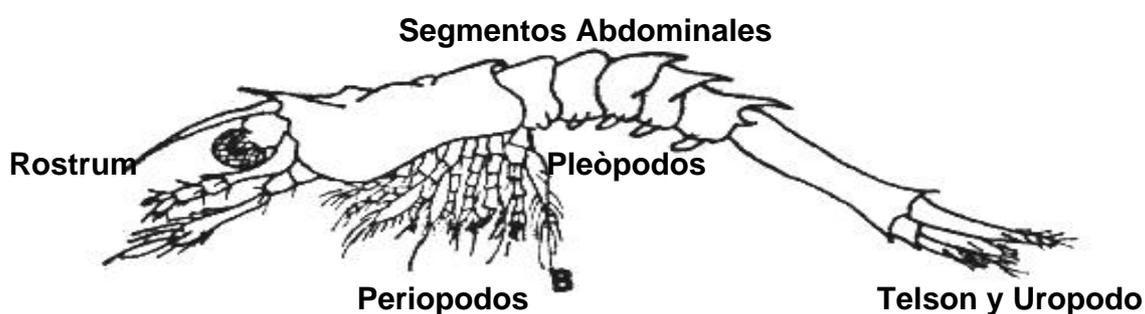
Mysis I:

Presenta inicios de pleòpodos que comienzan a salir en los segmentos abdominales... Esta fase larval tiene una duración de 24 h, con un promedio total de largo de 3 a 5 mm, se alimentan de Artemia y Fitoplancton, alimento que se le proporciona de manera combinada.



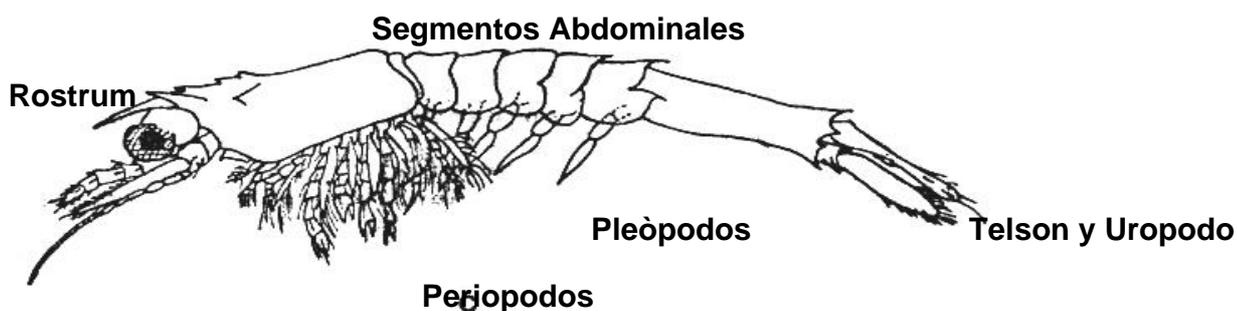
Mysis II:

En este subestadio se puede observar pleòpodos no segmentados pero más pronunciados y curvados hacia al interior del abdomen. Esta etapa tiene una duración de 24 h. Con un promedio total de largo de 3 a 8 mm, se le alimenta con la combinación de Fitoplancton y Artemia.



Mysis III:

En este subestadio se pueden observar pleòpodos compuestos de segmentos y contienen de 2 a 3 setas terminales. La duración de este estadio es de 24 h. Con un promedio total de largo 3a 9 mm, el alimento en este estadio también se da combinado de Artemia y Fitoplancton.



MATERIALES Y METODOS

Los estadios larvales de Mysis utilizados en el estudio, se tomaron de los estanques de producción de 20 toneladas, proceden de hembras maduras artificialmente mediante el proceso de ablación de los pedúnculos oculares, copuladas en el laboratorio, desovadas y eclosionados sus huevos durante el período de tiempo de febrero a junio del año 2008. Las condiciones ambientales del medio acuático en el área de levantamiento Larvario es controlado, la temperatura entre 28 y 29 C°, salinidad de 35ppm, pH de 8.5 y oxígeno disuelto de 6 mg/ml. Todos los parámetros son propios del trabajo en el Laboratorio marino CAMANICA S. A. Productor de postlarvas de camarones blanco *Litopenaeus vanamei*, ubicado en la costa del Océano Pacífico zona de Las Peñitas a 22 Km. de la ciudad de León.

Para cada experimento se tomaron 50 larvas de la superficie de los estanques de cría de 20 toneladas que presentaban el subestadio deseado. Esta actividad se realizó a las 8:00 de la mañana, antes de recibir la primera ración de alimento.

Las cinco especies de microalgas utilizadas como alimento en los diferentes ensayos, se tomaron de la sección de Cultivo de Algas del Laboratorio Marino, las que se proporcionan a las larvas como alimento vivo, siendo *Chaetoceros gráciles*, vista al microscopio óptico presenta forma rectangular, cuya longitud es de 4 a 9 micras. *Tetraselmis chuii* de color verde brillante de forma comprimida, con longitud de 7 a 9 micras. *Navícula sp* microalga de forma alargada, redondeada en los extremos, de color café, con longitud de 9 a 10 micras, *Thalassiosira sp* con una longitud entre 4 a 8 micras y *Amphora sp* con una longitud de 2 a 4 micras. Valle Trujillo (1993). Las cinco microalgas utilizadas como alimento, tienen forma y dimensiones diversas.

Antes de iniciar el estudio los estadios larvales se colocaron en los recipientes de vidrio en las mismas condiciones de los estanques de donde fueron tomadas las muestras, para eliminar el contenido estomacal.

Para los primeros 15 ensayos con microalgas individuales, se utilizó 15 recipientes de vidrio conteniendo 1 litro de agua ozonada, a cada recipiente se le adicionó una densidad de 80,000c/ml de cada una de las cinco microalgas, teniendo así, cinco tratamientos alimenticios para cada uno de los estadios larvales de Mysis, en un tiempo de 45 minutos y de una hora, se observó al microscopio el contenido estomacal de los 50 subestadios larvales para saber si se encontraba lleno, con el hematócimetro se contaron las microalgas que quedaron como residuo en cada recipiente, el tiempo de 45 minutos se tomó como referencia para aplicar la fórmula de la tasa de ingestión.

Para los 30 ensayos combinados de microalgas, a los recipientes de vidrio conteniendo 1 litro de agua ozonada, se les adicionó una mezcla de dos microalgas a una densidad de 40,000 cl/ml de cada una de ellas, a los 45 minutos se contó las microalgas con el hemocitómetro cada una de las especies que quedaron como residuo multiplicándolo por 2,500 para el uso de la fórmula de tasa de ingestión.

La Tasa de Ingestión es definida como el número de células consumidas por un solo organismo en un intervalo de tiempo específico (Ferrando *et al.*, 1993). Para el cálculo de la tasa de ingestión se empleó la fórmula propuesta por (Hayward y Gallup 1976).

$$TI = v (C_o - C_f) / n t$$

Donde

TI = Tasa de ingestión (cél ind⁻¹ h⁻¹)

v = Volumen de tubo (ml)

C_o = Concentración inicial de alimento (cél ml⁻¹)

C_f = Concentración final de alimento (cél ml⁻¹)

n = Número de organismos en el tubo

t = Tiempo (h)

RESULTADOS

Para obtener estos resultados se utilizaron 2,250 estadios larvales de Mysis en 45 experimentos, se mantuvieron las condiciones ambientales del medio acuático 28-29 grados de temperatura, 35 ppm de salinidad, y agua ozonada con aireación.

En los primeros 15 ensayos con microalgas individuales, el comportamiento de ingestión por los estadios de Mysis fue el siguiente. **Mysis I**, ingirió en mayor cantidad *Navícula sp* 15,800 cl/ml cuyo tamaño es de 9 a 10 micras, es seguida por *Chaetoceros gracilis* con 14,535 cel. /ml tamaño entre 4 a 9 micras. *Amphora sp* con 14,355 cel /ml con tamaño de 2 a 4 micras, *Tetraselmis chuii* con 13,550 cl/ml con tamaño de 7 a 9 micras y *Thalassiosira sp* cuyo tamaño es de 4 a 8 micras ingirió 12,600 del/ml. El estadio de **Mysis II** ingirió *Tetraselmis chuii* 28,100 cel. /ml cuyo tamaño es de 7 a 9 micras y *Thalassiosira sp* 23,850cl/ml con tamaño entre 4 a 8 micras y *Navícula Sp* con 22,050 cel./ml con tamaño de 9 a 10 micras. En menor cantidad *Chaetoceros gracilis* y *Amphora sp*. En **Mysis III** la ingestión mayor fue de 39,600cl/ml de *Thalassiosira sp*, 31,500cl/m *Navícula sp*, *Chaetoceros Gracilis* con 17,865cel/ml seguida de *Tetraselmis chuii* con 30,750 cel. / ml cuyos tamaño de (7 a 9 micras) y *Amphora sp* con menor cantidad de ingestión 13,835 cel./ml con tamaño de 2 a 4 micras, todas en un tiempo de 45 minutos.

Cuadro No1: Representa la cantidad de ingestión de microalgas de manera individual por los estadios de Mysis a una densidad de 80.000cel/ml, en un tiempo de 45 minutos

| Estadio de mysis | Thalassiosira (4-8 micras) | Tetraselmis (7-9 micras) | Amphora (2-4 micras) | Chaetoceros (4-9 micras) | Navícula (9-10 micras) |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| I | 12,600 cl/ml | 13,500 cl/ml | 14,355 cl/ml | 14,535 cl/ml | 15,800 cl/ml |
| II | 23,850 cl/ml | 28,100 cl/ml | 12,780 cl/ml | 13,050 cl/ml | 22,050 cl/ml |
| III | 39,600 cl/ml | 30,750 cl/ml | 13,835 cl/ml | 17,865 cl/ml | 31,500 cl/ml |

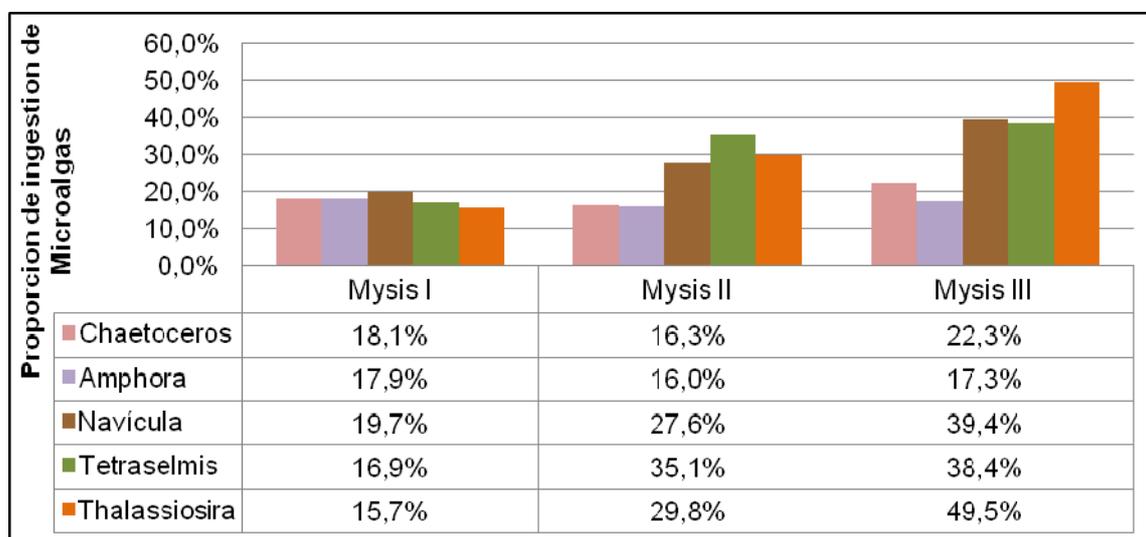


Figura1. Proporción de microalgas ingeridas de manera individual por los estadios larvales de Mysis.

Se observa el comportamiento de la cantidad de ingestión de cada una de las cinco microalgas por cada estadio larval de Mysis. En el Primer estadio de manera general las cinco microalgas de diferentes tamaños son ingeridas en cantidad no mayor del 19.7 % en 45 minutos. Sin embargo en el estadio de Mysis II la preferencia de ingestión es por las microalgas: *Tetraselmis chuii*, tamaño(7 a 9 micras), *Thalassiosira sp* tamaño (4 a 8 micras) y *Navícula sp* tamaño (9 a 10 micras) ,en un rango de proporción de 27.6% a 35.1%. Mysis III tiene la misma preferencia por las microalgas que la mysis II con la diferencia que la proporción de ingestión es en un rango de 38.4% a 49.5 % en un tiempo de 45 minutos.

Los siguientes resultados, son el comportamiento de ingestión de los estadios larvales de Mysis en tratamientos combinados de dos en dos de las cinco microalgas.

Cuadro No 2. Muestra la cantidad de microalgas seleccionadas e ingeridas por los estadios de Mysis en tratamientos combinados en un tiempo de 45 minutos.

| Mysis | Ch-Tt | Ch-Amp | Ch-Th | Ch-Nv |
|-------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| I | 7,267cl/ml - 8,750 cl/ml | 7,220 cl/ml - 7,177 cl/ml | 7,201 cl/ml -8,300 cl/ml | 7,287 cl/ml - 9,900 cl/ml |
| II | 7,177 cl/ml - 8,750 cl/ml | 7,050 cl/ml - 7,650 cl/ml | 7032 cl/ml - 9,175 cl/ml | 6,987 cl/ml - 2,310 cl/ml |
| III | 7,065 cl/ml - 4,500 cl/ml | 7,040 cl/ml - 6,952 cl/ml | 7021 cl/ml - 4,050 cl/ml | 7000 cl/ml - 9,450 cl/ml |

En presencia de *Chaetoceros gracilis*, el estadio de Mysis I ingiere mayoritariamente *Navícula sp* con 9,900 cl/ml, cuyo tamaño es de (9 a 10 micras). Y Tetraselmis 8,750 cl/ml, con tamaño de (7 a 9 micras) y *Thalassiosira sp* con 8.300 cel. /ml Es necesario hacer notar que *Chaetoceros gracilis* se ingiere no mayor de 8,000 cel. /ml en todas la combinaciones, cuyo tamaño es de (4 a 9 micras).

La Mysis II ingiere *Tetraselmis chuii* en cantidad de 9,620 cel. /ml cuyo tamaño es de 7 a 9 micras y *Thalassiosira sp* 9,175 cl/ml, cuyo tamaño es de 4 a 8 micras y *Chaetoceros* es ingerida en una cantidad no mayor de 8,000 cel /ml. El estadio de Mysis III ingiere en mayor cantidad *Navícula sp*, cuyo tamaño es de 9 a 10 micras y *Chaetoceros gracilis* ingerida, también en menor cantidad de 8,000 cel. /ml.

En los gráficos, 2,3 ,4 y 5 se observa la selección de ingestión de las microalgas en los tratamientos combinados con proporciones iguales del 50%, teniendo en común a la microalga *Chaetoceros gracilis*.

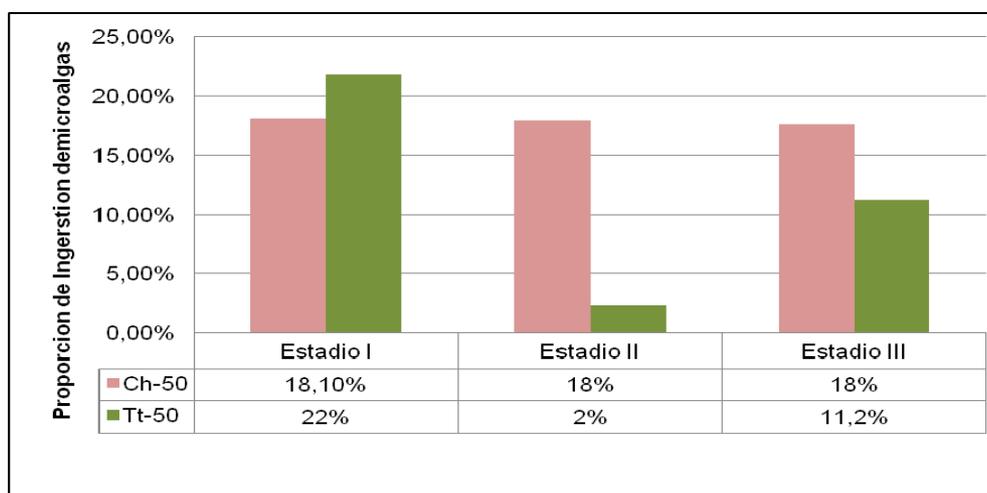


Figura 2. Proporción de microalgas ingeridas por los estadios de Mysis de la combinación de *Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis chuii*.

En esta combinación se observa claramente que los tres estadios de Mysis ingieren selectivamente la microalga *Chaetoceros gracilis* cuyo tamaño es de 4 a 9 micras, en proporción de 18% en 45 minutos.

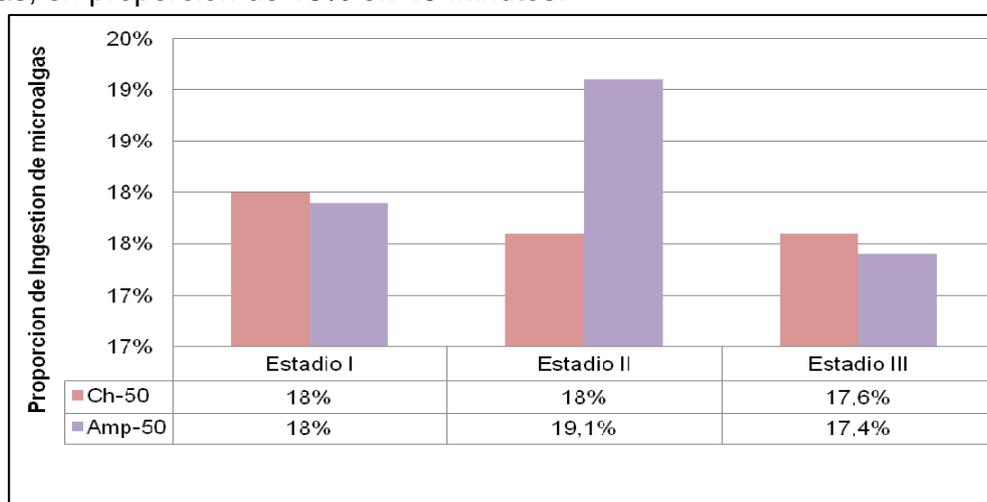


Figura 3. Proporción de microalgas ingeridas por los estadios Mysis en la combinación de *Chaetoceros gracilis* y *Amphora sp.*

Aquí los tres estadios larvales de Mysis ingieren aproximadamente la misma proporción de los dos tipos de microalgas en un rango de 17.6% a 19.1 % en 45 minutos.

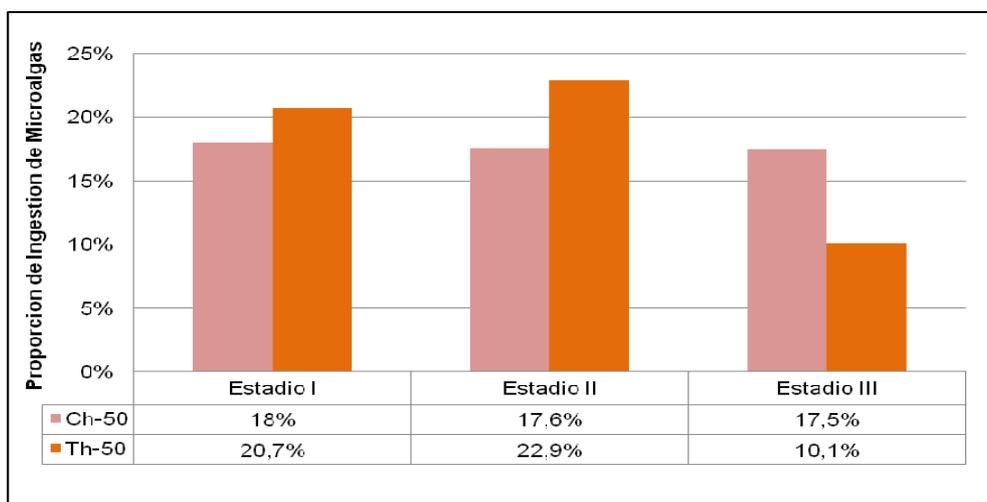


Figura 4. Proporción de microalgas ingeridas por los estadios de Mysis en la combinación de *Chaetoceros gracilis* y *Thalassiosira sp*

Los estadios de Mysis ingieren *Chaetoceros gracilis* en proporción de un 18% y de *Thalassiosira sp* en proporción mayor al 20%, siendo esta la mejor combinación de ingestión.

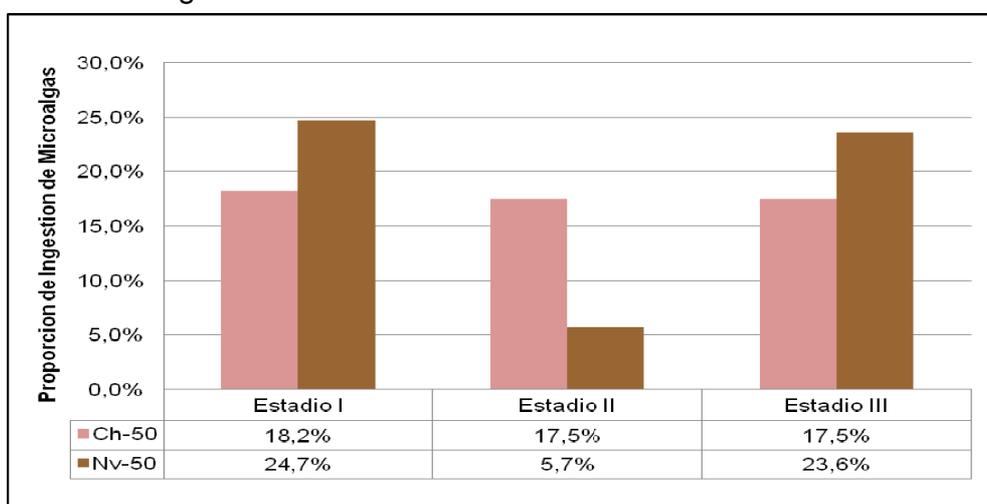


Figura 5. Proporción de microalgas ingeridas por los estadios de Mysis en la combinación de *Chaetoceros gracilis* y *Navícula sp*.

En esta combinación los tres estadios larvales de Mysis ingieren las microalgas en un rango de proporción de 5.7 % a 24.7 %.

Cuadro No 3: Este cuadro presenta la cantidad de ingestión de las combinaciones de microalgas de *Amphora sp* con *Thalassiosira sp*, *Navícula sp* y *Tetraselmis chuii* por los estadios de Mysis.

| Estadios de Mysis | Amp-Th | Amp-Nv | Amp-Tt |
|-------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| I | 7,200 cl/ml-8,000cl/ml | 8,056 cl/ml-7,071cl/ml | 7,200cl/ml-8,000cl/ml |
| II | 7,051 cl/ml - 9,370 cl/ml | 8,937 cl/ml-2,110cl/ml | 7,051cl/ml-9,370cl/ml |
| III | 6,631 cl/ml-4,320 cl/ml | 4,031 cl/ml-9,240cl/ml | 6,631cl/ml-4,320cl/ml |

En estos ensayos el estadio de Mysis I selecciona e ingiere *Amphora sp*, *Tetraselmis chuii* y *Thalassiosira sp* en cantidades mayores a 8,000 cel. /ml. El estadio de Mysis II selecciona e ingiere tamaños como *Thalassiosira* de 4 a 8 micras y *Tetraselmis* de 7 a 9 micras en cantidades mayores de 9,000cel/ml. El estadio de Mysis III selecciona en mayor cantidad la microalga *Navícula sp* cuyo tamaño es de 9 a 10 micras.

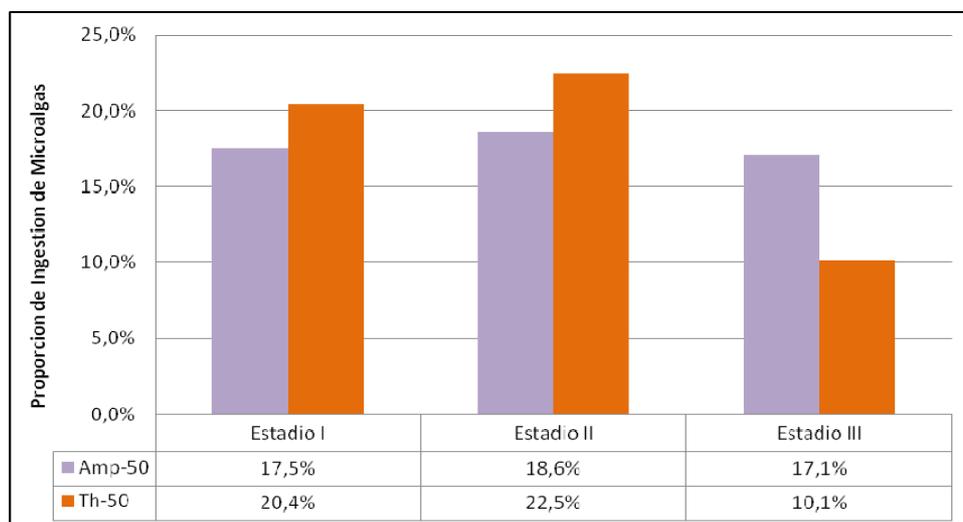


Figura.6 Proporción de microalgas ingeridas por los estadios de Mysis de la combinación de *Amphora sp* con *Thetraselmis chuii*.

En esta combinación de *Amphora sp* con *Thalassiosira sp*, la primera es ingerida en un rango de 17.5 % a 18,6% y la *Thalassiosira sp* es ingeridas en proporción de 10.1 % a 22.5 %, siendo esta la mejor combinación con *Amphora sp*.

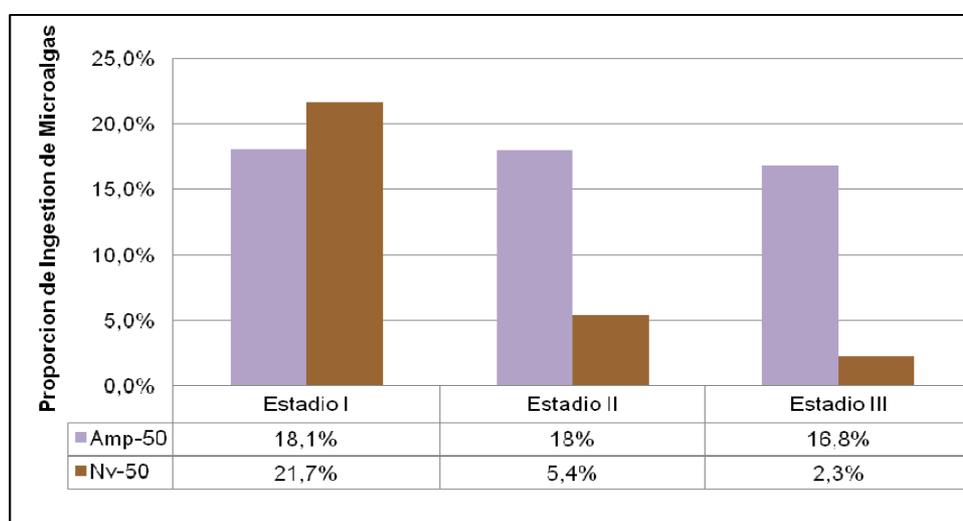


Figura. 7 Proporción de ingestión de las combinaciones de microalgas *Amphora sp*, y *Navícula sp* por los estadios de Mysis. En esta combinación las Mysis ingieren *Amphora sp*, en un rango de proporción de 16.8 % a 18.1 % en 45 minutos.

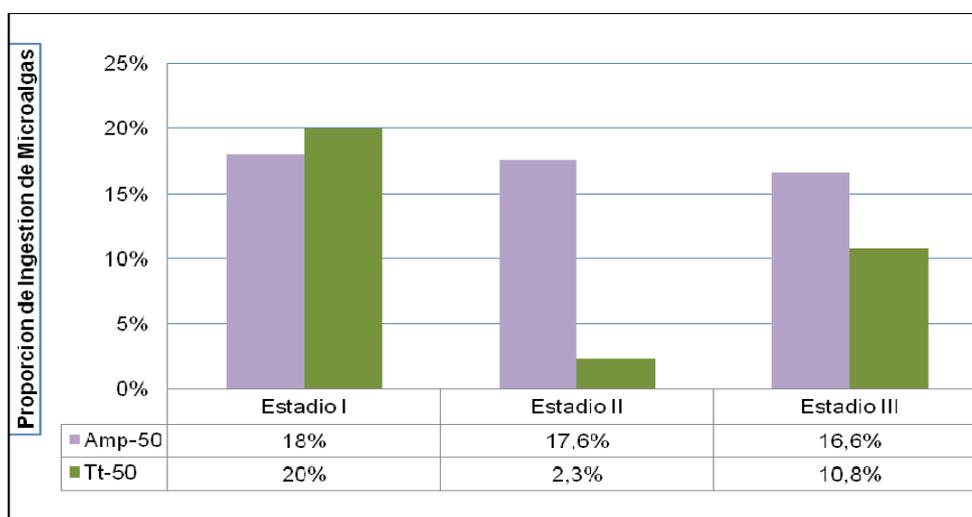


Figura No 8: Estadios larvales de Mysis ingieren *Amphora sp*, en proporción del 16.6% al 18. %.

Cuadro No 4. Muestra los resultados de la ingestión de la aplicación de las combinaciones de *Thalassiosira sp*, con *Navícula sp* y *Tetraselmis chuii* por los estadios de Mysis.

| Estadios de Mysis | Th-Nv | Th-Tt |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| I | 8,056 cl/ml-7,051cl/ml | 8,024cl/ml-8,210cl/ml |
| II | 8,937 cl/ml - 2,110 cl/ml | 8,821 cl/ml-920cl/ml |
| III | 4,031 cl/ml-924 cl/ml | 4,028 cl/ml-4,280cl/ml |

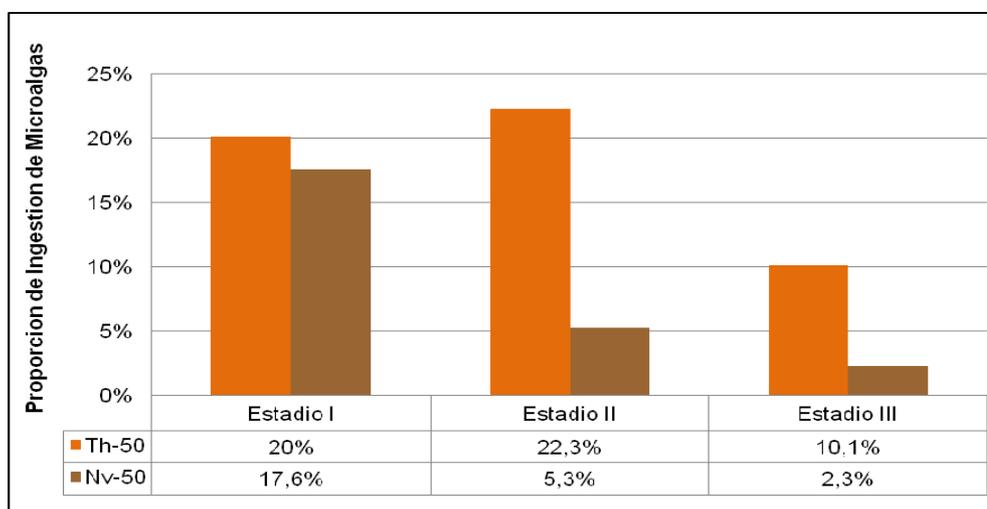


Figura No 9: Proporción de ingestión de la combinación de las microalgas *Thalassiosira sp* con *Navícula sp* por los estadios de Mysis.

En esta combinación los estadios de Mysis ingieren en mayor proporción de 10.1% a 22.3. % la microalga *Thalassiosira sp*.

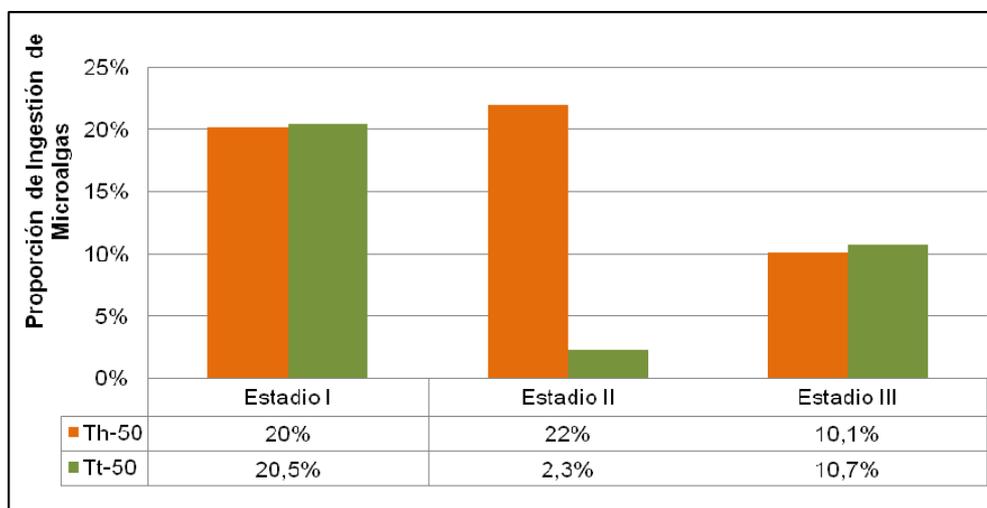


Figura 10. Proporción de ingestión de las microalgas *Thalassiosira sp* y *Tetraselmis chuii* por los estadios larvales de Mysis.

El comportamiento de ingestión de las Mysis en la combinación de *Thalassiosira sp* y *Tetraselmis chuii*, Mysis I y Mysis II seleccionan mayoritariamente *Thalassiosira* en proporción del 10.1 % al 22.0 %.

Cuadro No 5: Muestra la cantidad de ingestión de las microalgas de *Navícula sp* con *Tetraselmis chuii* por los estadios de Mysis

| Estadios de Mysis | Nv-Tt |
|-------------------|---------------------------|
| I | 9,044 cl/ml-8,241cl/ml |
| II | 2,094 cl/ml - 9,170 cl/ml |
| III | 9,000 cl/ml-4,131 cl/ml |

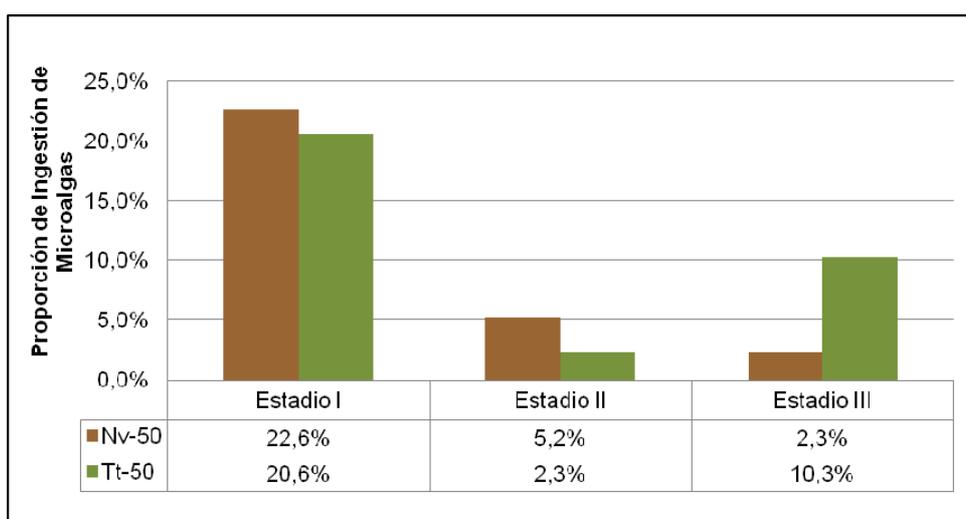


Figura 11. Proporción de ingestión de las microalgas de *Navícula sp* y *Tetraselmis chuii* por los estadios de Mysis.

En esta combinación de *Navícula sp* y *Tetraselmis chuii* los estadios de Mysis ingieren ambas microalgas en proporción del 2.3% al 22.6 %.

DISCUSIÓN

Léger y Sorgeloos, en 1992 en estudios con *Litopenaeus stylirostri* afirman, que es importante conocer el tamaño de las partículas del alimento vivo para lograr un aprovechamiento más racional y sólo suministrar la cantidad del alimento requerido. Este trabajo sirvió de orientación para la aplicación de los ensayos realizados con las Mysis de *Litopenaeus vanamei*, obteniendo como resultado que el tamaño ingerido es de 2 a 9 micras.

Yúfera y Lubian, en 1990 realizaron estudios con los estadios larvales de Mysis de *Penaeus keraturus* con tratamientos aislados de microalgas, llegando a la conclusión, que en los tratamientos aislados las microalgas son ingeridas en poca cantidad. En los resultados de estudio se obtuvo que se pueden aplicar tratamientos combinados de microalgas en menor densidad a los estadios larvales de Mysis.

Los Laboratorios Marinos de Nicaragua aplican como alimento cinco tipos de microalgas de diversidad de tamaños y formas. En este trabajo se encontró que las Larvas de Mysis ingirieron *Thalassiosira sp*, *Amphora sp*, y *Tetraselmis chuii* en un rango de tamaño de 2 a 9 micras y en menor densidad coincidiendo estos resultados con los trabajos realizados por (Ortega y de las Cruz, 1984) que utilizaron partículas de alimento peletizado de diferentes tamaños con los estadios larvales del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*.

CONCLUSION

- El estudio muestra que el comportamiento alimenticio de los estadios larvales de Mysis de *Litopenaeus vannamei* en condiciones controladas y en un tiempo de 45 minutos ingirieron de manera individual tres tipos de microalgas, *Thalassiosira sp*, *Tetraselmis chuii* y *Navícula sp*.

- De manera combinada ingirieron también, *Chaetoceros gracilis*, *Thalassiosira sp*, *Tetraselmis chuii* y *Amphora sp*.

- Como se puede observar se ingieren de manera común tres tipos de microalgas, en un rango de tamaño de 2 a 9 micras.

RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos aplicados sobre el comportamiento alimenticio por los estadios larvales de Mysis, se recomienda:

1. Para alimentar los estadios de Mysis se deberán aplicar tratamientos combinados con *Chaetoceros gracilis*, *Thalassiosira sp*, *Amphora sp* y *Tetraselmis chuii sp*, ya que estas fueron seleccionadas e ingeridas por su tamaño de 2 a 9 micras en los 45 minutos de tiempo y en las mismas condiciones ambientales
2. Aplicar densidades menores de 80.000 cel/ml de microalgas en los estadios larvales de Mysis, por encontrarse en un tiempo de 45 minutos completamente lleno el sistema digestivo, esto fue observado al microscopio.
4. En los próximos trabajos es importante tomar en consideración, si la coloración de la microalga influye en los tratamientos combinados.
5. En los estadios larvales de Mysis no se encuentra totalmente desarrollado el sistema digestivo, por lo que hay que tomar en consideración estas condiciones estructurales en próximos trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ÁLVAREZ** Arellano Henry Edit. 1962. Componentes del agua importante en ficología. Capítulo II Escuela Superior Politécnica del Litoral. 1994. Pág. 23-45
2. **CRUZ** Alfredo, 1999. Alimentación de *Penaeus Schmitti* con Diatomeas y Flagelados. Rev. Inv. Marinos, 9(1): Pág. 47-58
3. **DIAZ. H.** Arnulfo., Alejandro Ramírez Ayvar, Daniel Godínez Siordia y Carmen Gallo García. Efecto del tamaño de las microalgas sobre la tasa de ingestión en larvas de *Artemia Franciscana* (Kellog, 1906) Zootecnia Tropical 24(2):Pág.193-203. 2006.
3. **D.E.** Jory, 1997. *Panaeid Shrimp hatcheries: Par III, Larval rearinaj*; Article. Aquaculture Magazine, 23 (1): Pág. 67-75.
4. **E.** Alfonso, L. Martínez, R. Gelabert y S. Leal. 1988. Alimentación de larvas del Camarón, Investigaciones Marinas. Habana Cuba. Pág. 146-154.
5. **F. Scagel.** Robert 1980. El Reino Vegetal, los grupos de plantas y sus Relaciones Evolutivas. The University of British Columbia, Canada. Ed. Omega, S.A., Barcelona. Pág. 69-85
5. **LIANG**, I. 1985. Growth response of *Chaetoceros Calcitrans* (Bacillariophyceae) in batch culture to a range of initial Silica concentrations. Marine Biology, 5(1): Pág.37 -41.
6. **L.M.** Lubián, y Yúfera, M. 1989. Colección de Cepas de Microalgas del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC). En: Acuicultura internacional M. Yúfera ed. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, Cádiz. Pág. 165-159
7. **LIAO**, I.C, H.M. Su y J.H.Lin, 1983 Larval Foods For *Penaeid* prawns.En CRC Handbook of Mariculture, volume I, Crustacean Aquaculture, editado por J.P. McVey. CRC. Press, Inc, Boca Raton, Florida: Pág.43-70.
8. **M.D** Ferrando, Jansen, E. Andreau y G. Persoone. 1993. Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer *Brachionus Calyciflorus*. Ecotoy Environ. Safety, Pág. 2-26.
9. **MUNK** y Riley. 1952 Nutrición de microalgas, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, Cádiz. Pág. 38,46

10. **MORALES** V. y Velotti A. 1991. Fitoplancton. Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano (Pradepesca). Panamá. Pág. 75-82
11. **ORTEGA**, S. De la Cruz Alfredo, 1984. Tamaño de Partículas Ingeridas por los estadios larvales del camarón blanco *Penaeus Schmitti*, Universidad de la Habana, Cuba. Pág. 110-120
12. **P. Gallardo**; Martínez G, Brito A; Barrera J; Pedroza R, Cuzon, G; Rosas.C, and Gaxiola G. 2003. Effect of *Artemia nauplii* replacement by and artificial feed containing Krill hydrolysates on ingestión rate, oxygen consumption, and energetic budget in the mysis of *Litopenaeus Vannamei* (Boone, 1931). *Nauplius*. 11 (2): Pág. 1-13.
13. **PUELLO**, C, A. 1998. Requerimientos nutricionales de larvas de camarón. Memorias del curso Internacional sobre Alimentación en Camarón. Asociación Americana de la Soya, Universidad Autónoma de nuevo León, Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo; Mazatlán, Sin. México. Pág 5-35
14. **R.S** Hayward y D.N. Gallup. 1976. Feeding, Filtering and assimilation in *Daphnia schoedleri* Sars as affected by environmental conditions. *Archiv fur Hydrobiologie*, 77: Pág. 139-163
15. **RAYMONT**, Robert. 1963. Tecnología de cultivo de microalgas, Investigaciones Marinas, Guayaquil. Ecuador Pág.80-90
16. **TOBIAS-** Quintio, E and C.T. Villegas. 1982. Growth, survival, and macronutrient composition of *Penaeus monodon* Fabricius Larvae fed *Whit Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis chuii*. *Aquaculture*, 29(1): Pág. 253-260.
17. **TREECE**, G, D y M.E, Yates. 1993. Manual de Laboratorio para el cultivo de larvas de camarón Peneido Texas, A&M. University; Texas, U.S.A. Pág. 83.
18. **TRUJILLO-**Valle M.L 1993. La colección de microalgas del CICESE. Comunicación Académicas, Serie Acuicultura CIACT9301. Centro de Investigación Científicas y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California Sur. México. Pág. 38
19. **WLASBY** y Xypolyta, 1977. Cultivo de microalgas, Colección Llave de la ciencia. Ensenada, Baja California Sur. México. Pág.57

ANEXOS



Condiciones ambientales del trabajo.



Recuento de microalgas, usando el Hematocitometro.



Recipientes conteniendo larvas de mysis y microalgas.



Imagen del contenido estomacal del estadio larval de Mysis I, observado con 100 X.

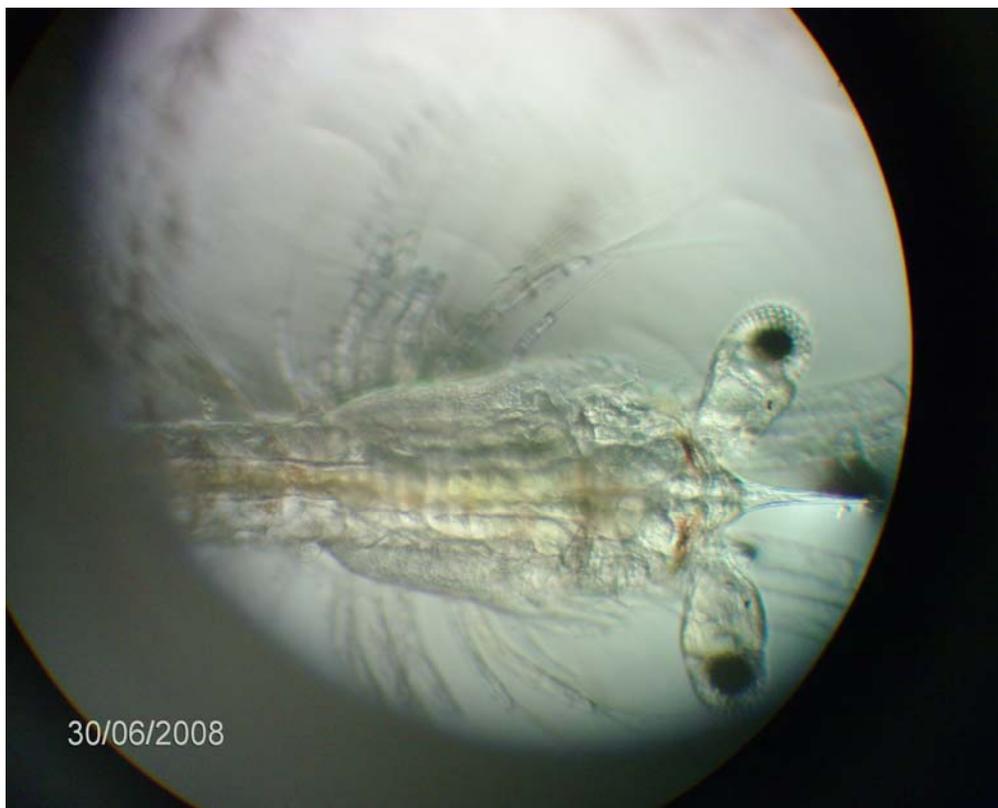


Imagen del estomago anterior del estadio larval de Mysis III. Observado con el lente de 100 X.