

---

# EVALUACIÓN DE LAS TASAS DE FILTRACIÓN E INGESTIÓN DE *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) CON *Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris* EN CONDICIONES DE LABORATORIO

---

Diagnora Brito, Renato Brito y Guido Pereira

## RESUMEN

De las seis especies de anostráceos de agua dulce registradas en Venezuela, únicamente han sido estudiados algunos parámetros de historia de vida de *Dendrocephalus geayi* y *Thamnocephalus venezuelensis*. Por su parte, *Dendrocephalus spartaenovae* Margalef, 1961 es una especie con un alto potencial como alimento vivo y con fines industriales; de tal modo que puede ser una alternativa a los costosos quistes de *Artemia*. El objetivo de este estudio fue generar información sobre el comportamiento alimenticio de *D. spartaenovae* en el laboratorio y en sistemas cerrados. Se determinó las tasas de filtración e ingestión en diferentes concentraciones de las algas unicelulares *Pseudokirchneriella subcapita* (Printz, 1914) y *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1980 en tres grupos de animales con edades comprendidas entre

3-4, 10-11 y 17-18 días de vida. Las tasas de filtración e ingestión fueron determinadas en relación al sexo, densidad animal y condiciones de iluminación en organismos de 17-18 días de edad alimentados a una concentración de  $5 \cdot 10^5$  cél/ml. Las tasas de filtración disminuyeron a medida que se incrementaron las concentraciones de alimento y las tasas de ingestión presentaron una respuesta inversa. El género de los animales adultos no afectó a las tasas de filtración e ingestión. En diferentes condiciones de luz, las tasas de filtración no mostraron diferencias significativas, registrándose el mayor consumo de alimento (2.761.574 cél/ind/h) durante el día y el menor (1.465.278 cél/ind/h) en la noche. El incremento en la densidad poblacional en más de 2 ind/200ml causó un detrimento en el comportamiento alimenticio.

## EVALUATION OF THE FILTRATION AND INGESTION RATES OF *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) WITH *Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris* IN LABORATORY CONDITIONS

Diagnora Brito, Renato Brito and Guido Pereira

## SUMMARY

In the six species of fairy shrimps (Anostraca) recorded in Venezuela, only a few life history parameters have been determined for *Dendrocephalus geayi* y *Thamnocephalus venezuelensis*. The species *Dendrocephalus spartaenovae* Margalef, 1961 has a high potential as live food and for industrial purposes, and could be an alternative to *Artemia* cysts, which are expensive and sometimes hard to find. The objective of this study was to generate information about the nutritional behavior of *D. spartaenovae* in laboratory conditions and closed systems. Filtration and ingestion rates were determined in different concentrations of a mixed culture of the unicellular algae *Pseudokirchneriella subcapita* (Printz, 1914) y *Chlorella vulgaris* Beijerinck,

1980 on three animal groups aged 3-4, 10-11 and 17-18 days old. The filtration and ingestion rates were determined according to sex, animal density and light conditions on organisms 17-18 days old fed with  $5 \cdot 10^5$  cel/ml. Filtration rates decreased as the amount of food increased; while ingestion rates showed an inverse response. Sex conditions in older animals did not affect filtration and ingestion rates. The filtration rates did not show significant differences with regard to light conditions, but the highest food consumption (2,761,574 cel/ind/h) was recorded during the day and the lowest (1,465,278 cel/ind/h) at nighttime. Population densities over 2 ind/200ml caused a detriment in the nutritional behavior.

## Introducción

Los altos precios de los quistes de *Artemia*, en combinación con la variabilidad existente en las diferentes cepas han provocado un creciente interés en estudios

prácticos de camarones duendes dulceacuícolas, debido a su importancia como alimento vivo, a su potencial en la industria del acuicultura (Ali y Brendonck, 1995; Dumont y Munuswamy, 1997) y como probable sus-

tituto de la *Artemia* (García et al., 2000). Uno de los aspectos más importantes en el estudio de estos organismos es el comportamiento alimenticio, para lo cual se han utilizado como alimento microalgas de diferentes formas

y tamaños (Pendoley, 1998; Naegel, 1999). Es necesario determinar la cantidad de alimento ingerido para ajustar la ración alimenticia y establecer esquemas de alimentación que satisfagan los requerimientos nutricionales

---

## PALABRAS CLAVE / Anostráceo / *Dendrocephalus spartaenovae* / Tasa de Filtración / Tasa de Ingestión / Thamnocephalidae /

Recibido: 13/04/2009. Modificado: 11/01/2010. Aceptado: 12/01/2010.

**Diagnora Brito.** Doctora en Ciencias, Universidad Central de Venezuela, (UCV), Venezuela. Profesora, Universidad de Oriente (UDO), Venezuela. Dirección: Departamento de

Biología y Sanidad Animal, UDO, Núcleo Monagas, Venezuela. e-mail: diagnorajb@yahoo.es

**Renato Brito.** Ingeniero Agrónomo UDO, Venezuela. Coordinador Académico, Universidad Simón Rodríguez, Venezuela. e-mail: renatobbb@yahoo.com.ar

**Guido Pereira.** Ph.D. y Profesor, UCV, Venezuela. e-mail: gpereira@strix.ciens.ucv.ve

**AValiação DAS TAXAS DE FILTRAÇÃO E INGESTÃO DE *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) COM *Pseudokirchneriella subcapita* E *Chlorella vulgaris* EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Diagnora Brito, Renato Brito e Guido Pereira

**RESUMO**

Das seis espécies de anostráceos de água doce registradas?? na Venezuela, unicamente têm sido estudados alguns parâmetros de história de vida de *Dendrocephalus geayi* e *Thamnocephalus venezuelensis*. Por sua vez, *Dendrocephalus spartaenovae* Margalef, 1961 é uma espécie com um alto potencial como alimento vivo e com fins industriais; de tal modo que pode ser uma alternativa aos custosos cistos de *Artêmia*. O objetivo deste estudo foi gerar informação sobre o comportamento alimentício de *D. spartaenovae* no laboratório e em sistemas fechados. Foram determinadas as taxas de filtração e ingestão em diferentes concentrações das algas unicelulares *Pseudokirchneriella subcapita* (Printz, 1914) e *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1980 em três grupos de animais com idades compreendidas entre 3-4, 10-11 e 17-18 dias de vida. As taxas

de filtração e ingestão foram determinadas em relação ao sexo, densidade animal e condições de iluminação em organismos de 17-18 dias de idade alimentados a uma concentração de 5'105 cél/ml. As taxas de filtração diminuíram a medida que se incrementaram as concentrações de alimento e as taxas de ingestão apresentaram uma resposta inversa. O gênero dos animais adultos não afetou às taxas de filtração e ingestão. Sob diferentes condições de luz, as taxas de filtração não mostraram diferenças significativas, registrando-se o maior consumo de alimento (2.761.574 cél/ind/h) durante o dia e o menor (1.465.278 cél/ind/h) à noite. O incremento na densidade populacional em mais de 2 ind/200ml causou um detrimento no comportamento alimentício.

de los organismos, así como la demanda de los acuicultores (Dierckens *et al.*, 1997). El objetivo de este estudio fue determinar las tasas de filtración e ingestión en condiciones de laboratorio en la especie *Dendrocephalus spartaenovae*, utilizando un gradiente de alimento a partir de las microalgas *Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris* a diferentes edades del organismo.

**Materiales y Métodos**

*Eclósion de quistes*

Se utilizaron quistes deshidratados de *Dendrocephalus spartaenovae* Margalef, 1961, obtenidos de charcas temporales en la localidad de Tenoría, Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela (10°08'34"N y 69°33'05"O). Los quistes fueron colocados en un recipiente con agua aireada en baños a temperatura controlada de 28°C, iluminación de 4000 lux y aireación débil para su eclósion. Los nauplios fueron colectados durante la fase de máxima eclósion (24-28h de incubación), para homogenizar sus edades.

*Cultivo de microalgas*

Para la alimentación de los anostráceos se estableció

un cultivo mixto de las algas unicelulares *Pseudokirchneriella subcapita* (Printz, 1914) y *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1890, siguiendo las técnicas utilizadas para algas de agua dulce (Stein, 1973). Se utilizó como medio de crecimiento el denominado Woods Hole MBL de pH 7,2 desarrollado por Guillard (1972). Para el cultivo se emplearon recipientes de vidrio, iniciando en tubos de ensayos, luego en recipientes de 250ml, hasta cultivarlos finalmente en envases de 1 y 4 l, inoculándolos con 5x10<sup>4</sup> cél/ml de cada una de las especies de algas. Estos recipientes fueron colocados sobre repisas de un estante metálicos, en cuyo borde superior se colocó una fuente de luz que consistió de una lámpara fluorescente de 4 tubos. La repisa estuvo cubierta con papel de aluminio, así como los bordes superiores y laterales del nivel. Se le suministró a el cultivo aireación continua con un compresor de aire (TL6-04-93), manteniendo así las algas en suspensión. El cultivo se cosechó en su fase de crecimiento exponencial (4-7 días), luego se centrifugaron y se almacenaron las microalgas en botellas de vidrio en refrigerador, para su posterior utilización dentro de un máximo de 2 semanas.

*Tasas de filtración e ingestión*

Se calcularon las tasas de filtración e ingestión en *D. spartaenovae* en seis concentraciones de un cultivo mixto de *P. subcapita* y *C. vulgaris*. Los experimentos se realizaron a temperatura ambiente, en recipientes de vidrio de 500ml, con 200ml de agua de grifo declorinada, aireación débil en el fondo para mantener las microalgas en suspensión, y luz constante con una intensidad de K (coeficiente de crecimiento) ~1500 lux, con excepción de las pruebas de condiciones de iluminación. Las concentraciones de algas fueron determinadas mediante una cámara de Neubauer con 0,1mm de profundidad, tomando una alícuota de cada fiola y fijándola en lugol, procediendo al conteo directo de las células, lo que permitió calcular el número de células por mililitro. Los organismos fueron enjuagados pasándolos por agua destilada antes de ser transferidos a los recipientes experimentales. Para cada tratamiento se realizaron cuatro réplicas con un número variable de individuos, dependiendo de los tratamientos. El crecimiento del alga durante el experimento se estimó usando dos recipientes

controles sin animales por cada tratamiento.

Las tasas de filtración e ingestión se calcularon por medio de las siguientes ecuaciones (Peters y Downing, 1984):

$$TF \text{ (tasa de filtración)} = \frac{V(K - f)}{N}$$

donde TF: tasa de filtración, V: volumen de prueba, y N: número de animales.

$$f \text{ (coeficiente de crecimiento)} = \frac{\ln C_{bt} - \ln C_{b0}}{T}$$

donde Ln: logaritmo neperiano, C<sub>bt</sub>: concentración celular en el control al tiempo t, C<sub>b0</sub>: concentración celular inicial en el control, y T: período experimental.

$$f \text{ (coeficiente de alimentación)} = \frac{\ln C_t - \ln C_o}{T}$$

donde C<sub>t</sub>: concentración celular en el experimento al tiempo t, y C<sub>o</sub>: concentración celular inicial en el experimento.

$$TI \text{ (tasa de ingestión)} = \frac{((C_o - C_t) - Con) \times V}{N \times T}$$

donde Con: cambio de densidad celular en los controles sin organismos.

*Experimento 1: Tasas de filtración e ingestión por edad.* Cada una de las cuatro ré-

plicas contiene diez animales de la misma edad para nauplios de 3-4 días. En los demás experimentos se utilizaron cinco animales por grupo de edad para cada réplica. Las concentraciones iniciales de alimento fueron 10, 50, 100, 500, 1000 y  $2000 \times 10^3$  cél/ml. Se contaron las células remanentes después de 3h. Se usó un análisis de varianza de una vía para determinar el efecto de la concentración del fitoplancton en cada edad en particular. La interacción de la edad de los organismos y la concentración de microalgas en las tasas de filtración e ingestión, se determinó utilizando un análisis de varianza de dos vías.

**Experimento 2: Tasas de filtración e ingestión por género.** Las tasas de filtración e ingestión se estudiaron por separado en hembras y machos de 17-18 días de edad. Cada réplica contenía cinco animales y una concentración de algas de  $5 \times 10^5$  cél/ml, en un volumen funcional de 200ml de agua de grifo aireada. Las concentraciones celulares finales se midieron después de 3h. Se utilizó un análisis de varianza de una vía para detectar el efecto del sexo en las tasas de filtración e ingestión, y después se aplicó una prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) con la finalidad de comprobar diferencias entre los promedios, en caso de existir diferencias entre los factores simples.

**Experimento 3: Tasas de filtración e ingestión con respecto a las condiciones de luz.** Los experimentos se ejecutaron eligiendo al azar los

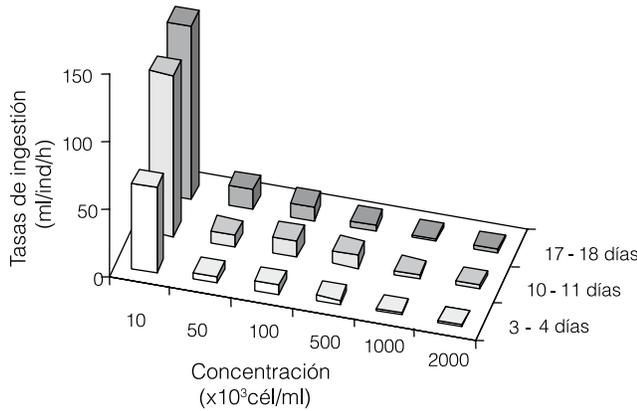


Figura 1. Efecto de la interacción entre concentración de fitoplancton y edad sobre las tasas de filtración de *Dendrocephalus spartaenovae* alimentados con el cultivo mixto (*Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris*).

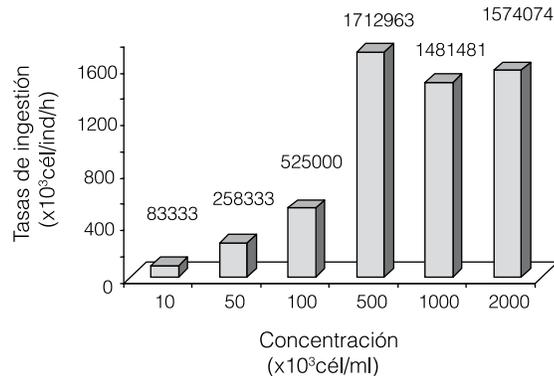


Figura 2. Tasas de ingestión de *Dendrocephalus spartaenovae* de 3-4 días de edad en diferentes concentraciones de un cultivo mixto de microalgas (*Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris*).

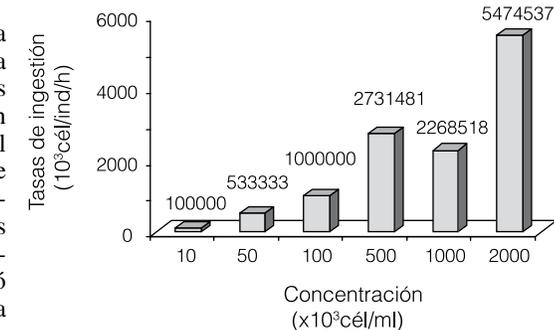


Figura 3. Tasas de ingestión de *Dendrocephalus spartaenovae* de 10-11 días de edad en diferentes concentraciones de un cultivo mixto de microalgas (*Pseudokirchneriella subcapita* y *Chlorella vulgaris*).

organismos con edades de 17-18 días. Cada una de las réplicas contenía cinco animales con una concentración de algas de  $5 \times 10^5$  cél/ml. Las concentraciones celulares finales se midieron después de 12h de luz o de oscuridad. Un análisis de varianza de una vía se usó para detectar

la influencia de las condiciones de luz en el comportamiento alimenticio, y después una prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) se utilizó para determinar las diferencias entre los promedios, en caso de existir diferencias entre los factores simples.

**Experimento 4: Tasas de filtración e ingestión con respecto a la densidad animal.** Cada recipiente contenía  $5 \times 10^5$  cél/ml y densidades de 2, 4, y 8 animales de 17-18 días de edad en 200ml de medio. Las concentraciones celulares finales se midieron después de 3h. Se aplicó un análisis de varianza de una vía para determinar la influencia de los tratamientos en el comportamiento alimenticio en *D. spartaenovae*, y luego se utilizó una prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) a los factores simples.

## Resultados

### Concentración del cultivo mixto y tasas de filtración en distintas edades

En la Figura 1 se observa que las tasas de filtración de *Dendrocephalus spartaenovae* disminuyen con el incremento en la densidad de las microalgas y se incrementan en la medida que avanza la edad del animal, encontrándose la mayor tasa de filtración (128,21ml/ind/h) en espécime-

nes de 17-18 días de edad y en la menor densidad de fitoplancton ( $10 \times 10^3$  cél/ml). El análisis de varianza determinó un efecto significativo de la interacción entre edad de los organismo y la concentración de fitoplancton sobre las tasas de filtración ( $p < 0,0001$ ).

### Tasas de ingestión en distintas edades

En la Figura 2 se observa un incremento en las tasas de ingestión en organismos de 3-4 días en la medida que las concentraciones de alimento aumentó hasta un nivel de  $500 \times 10^3$  cél/ml, con un promedio de 1.712.963 cél/ind/h, para luego mantenerse relativamente constante. Las diferentes densidades de fitoplancton muestran un efecto significativo ( $p < 0,0001$ ) sobre las tasas de ingestión de *D. spartaenovae* de 3-4 días de edad.

En el caso de organismos de 10-11 días de edad, *D. spartaenovae* ingirió la mayor cantidad de alimento en la mayor concentración de fitoplancton; sin embargo, en la concentración de  $500 \times 10^3$  cél/ml los individuos consumieron 2.731.481 cél/ind/h, un promedio que supera a los obtenidos en las concentraciones entre 10 y  $100 \times 10^3$  cél/ml (Figura 3). En el análisis de varianza la concentración de fitoplancton influyó significativamente ( $p < 0,0001$ ) sobre las tasas de ingestión de *D. spartaenovae* de 10-11 días de edad.

Las tasas de ingestión en anostráceos de 17-18 días de edad se muestran en la Figura 4, donde se aprecia un incremento en la ingesta de partículas de alimento a medida que aumenta la densidad de microalgas. El mayor consumo de fitoplancton se detectó en la mayor concentración de alimento, superando al resto de los promedios en las otras concentraciones. El análisis de varianza muestra una influencia significativa ( $p < 0,0049$ ) de la densidad de fitoplancton en las tasas de ingestión en los organismos de 17-18 días.

### Efecto del sexo en las tasas de filtración e ingestión

La condición sexual en los *D. spartaenovae* no influyó ( $p < 0,6212$  y  $p < 0,6528$ ) en las tasas de alimentación (filtración e ingestión), con promedios de tasas de filtración de  $12,02 \pm 4,3$  y  $10,61 \pm 3,29$  ml/ind/h para hembras y machos, respectivamente. La ingesta de alimento fue similar para hembras y machos, con promedios de  $3.425.926 \pm 778.365,45$  y de  $3.194.444 \pm 529.881,87$  cél/ind/h, respectivamente.

### Efecto de la iluminación sobre la filtración e ingestión

Bajo diferentes condiciones de iluminación, *D. spartaenovae* no mostró diferencias significativas en las tasas de filtración ( $10,92 \pm 1,5$  y  $14,12 \pm 3,62$  ml/ind/h en la noche y el día, respectivamente); sin embargo, la ingesta de alimento fue diferente entre el día y la noche, habiendo mayor consumo en el día ( $2.761.574 \pm 62.915,29$  cél/ind/h) que en la noche ( $1.465.278 \pm 28.463,75$  cél/ind/h). Los promedios muestran diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) y el análisis de varianza indicó un efecto significativo ( $p < 0,0001$ ) de las condiciones de luz sobre las tasas de ingestión.

### Efecto de la densidad animal sobre la filtración e ingestión

El menor volumen de agua filtrada por *D. spartaenovae* ( $9,16$  ml/ind/h) se obtuvo (Tabla I) en la mayor densidad poblacional ( $8$  ind/200ml) y los promedios más altos, de  $18,99$  y  $18,06$  ml/ind/h fueron para las menores densidades poblacionales. Las tasas

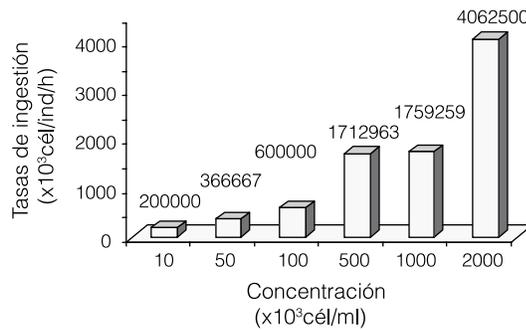


Figura 4. Tasas de ingestión de *Dendrocephalus spartaenovae* de 17-18 días de edad en diferentes concentraciones de un cultivo mixto de microalgas (*Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris*).

TABLA I  
TASAS DE FILTRACIÓN E INGESTIÓN DE *Dendrocephalus spartaenovae* DE 17-18 DÍAS DE EDAD EN DIFERENTES DENSIDADES POBLACIONALES

Densidad animal (ind/200ml)	N	Tasas de filtración (ml/ind/h) $\pm$ DS	Tasas de ingestión (cél/ind/h) $\pm$ DS
2	4	18,99 a $\pm$ 8,17	7.175.926 a $\pm$ 1.945.913,6a
4	4	18,06 a $\pm$ 7,27	4.861.111 b $\pm$ 1.224.884,9b
8	4	9,16 a $\pm$ 9,00	2.517.361 c $\pm$ 1.006.789,2c

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí (Duncan;  $\alpha = 0,05$ ). N: número de observaciones, DS: desviación típica.

de filtración no fueron influenciadas ( $p < 0,1101$ ) por la densidad de animales. En cuanto a las tasas de ingestión, *D. spartaenovae* mostró una tendencia a disminuir el consumo de alimento en la medida que se incrementaba la densidad de animales. La tasa de ingestión más alta (Tabla I) fue para la menor densidad poblacional, con un promedio que se diferencia estadísticamente del resto de los valores. El análisis de varianza detectó influencias significativas ( $p < 0,0028$ ) de la densidad animal en las tasas de ingestión.

### Discusión

#### Tasas de filtración

La conducta alimenticia de *Dendrocephalus spartaenovae*, ante el efecto combinado de la concentración del alimento y de la edad, fue la de incrementar las tasas de filtración en la medida que avanzaba la edad del animal y de

disminuirla con el incremento en la densidad de fitoplancton. Este hecho puede explicarse como un fenómeno en el cual el factor edad involucra cambios en las características morfológicas (tamaño del animal) y fisiológicas (desarrollo de sus órganos y capacidades sensoriales),

mentaron en la medida que aumentó la densidad de fitoplancton, hasta un nivel de  $500 \times 10^3$  cél/ml. Esto hace pensar, que *D. spartaenovae* alcanza el umbral de ingesta de alimento en esa concentración. Dierckens *et al.* (1997) encontraron similares respuestas en *Streptocephalus torvicornis* y *Branchipus schaefferi* con diferentes concentraciones de *Escherichia coli*. Así mismo, Brendonck (1993) encontró en *S. proboscideus*, alimentado con *Selenastrum capricornutum*, la máxima tasa de ingestión en las concentraciones de  $50.000-500.000$  cél/ml. Cabe señalar que en el presente experimento, después de alcanzar el tope de alimentación, se observó un repunte en la ingesta de alimento al incrementar la densidad de fitoplancton a  $2000 \times 10^3$  cél/ml (Figuras 3 y 4). Probablemente las estrategias asumidas por los anostráceos de alternar la distancia de las setas de los toracopodos, disminuir la tasa de movimiento de los apéndices torácicos o la inclinación del aparato filtrante no fue suficiente para rechazar el exceso de partículas de alimento en el medio y mantener una adecuada ingesta de alimento. Otra posible razón del incremento de las tasas de ingestión en la concentración de  $2000 \times 10^3$  cél/ml puede ser la acumulación de algas en los apéndices toracopodales y bucales, que no necesariamente fueron ingeridos pero sí desaparecieron de los envases de experimentación.

#### Tasas de filtración e ingestión con respecto a la condición sexual

La condición sexual no tuvo ninguna influencia sobre las tasas de filtración e ingestión. Este comportamiento probablemente se deba a la poca diferenciación en el tamaño entre hembras y machos y a la condición no grávida de la hembra. Al contra-

que junto con las condiciones del medio ambiente (gradiente de concentración de alimento) determina las respuestas alimentarias de *D. spartaenovae*. Brito *et al.* (2009) encontraron resultados similares con la misma especie alimentada con *C. vulgaris*. Brendonck (1993), Starkweather (2005) y Brito *et al.* (2006) en las especies *Streptocephalus proboscideus*, *Simocephalus vetulus* y *Branchinecta mackini*, respectivamente, mostraron que las tasas de filtración disminuyeron a medida que se aumentaron las densidades de alimento. Por otra parte, Tonnesson *et al.* (2006) encontraron que los juveniles del cópépodo *Pareuchaeta norvegica* presentaron tasas de alimentación más altas que los adultos, al contrario de lo observado en este trabajo.

#### Tasas de ingestión

En cada grupo de edad; las tasas de ingestión incre-

rio, Brendonck (1993) encontró en *S. proboscideus*, suministrándoles como alimento *S. capricornutum*, diferencias entre hembras (14,2 ± 0,1mm) y machos (12,2 ± 0,3mm) con tasas de ingestión promedio de ~1.000.000 y ~800.000 cél/ind/h, respectivamente. Sin embargo, este resultado no fue corroborado en una segunda serie de experimentación con hembras de 13,1 ± 0,2mm y machos con 13,9 ± 0,2mm, donde la ingestión fue de ~1.000.000 cél/ind/h.

#### Tasas de filtración e ingestión con respecto a la iluminación

Las tasas de filtración de *D. spartaenovae* no se vieron influidas por las condiciones de luz. Sin embargo, el consumo de alimento fue mayor durante el día (2.761.574 cél/ind/h) que en la noche (1.465.728 cél/ind/h). Quizás este comportamiento se debió a las características tanto químicas como físicas del alimento (flotabilidad, tamaño, composición bioquímica y palatabilidad). Esta respuesta difiere de las obtenidas por Brendonck (1993) en el anostráceo *S. proboscideus* y Rojas (1981) en el copépodo *Temora turbinata*, los cuales no hallaron influencias significativas de las condiciones de luz sobre la ingestión de microalgas. Por otra parte, Marshall y Orr (1955) y Anraku (1964) observaron que para el género *Calanus* la alimentación es mayor en oscuridad.

#### Tasas de filtración e ingestión según las densidades poblacionales

El descenso de las tasas de filtración e ingestión con el aumento de la densidad poblacional en *D. spartaenovae* (Tabla I), se debió posiblemente a la menor disponibilidad de alimento, espacio y a la mayor acumulación de metabolitos en el medio. Estos resultados

concuerdan con los obtenidos en *Acartia tonsa* por Hargrave y Geen (1970), quienes sostienen que la reducción de la actividad alimentaria puede deberse a una mayor secreción y acumulación de metabolitos tales como el amonio. Rojas (1981) observó una disminución en las tasas de filtración e ingestión a medida que aumentaba el número de copépodos y sugirió utilizar una densidad de ocho copépodos por litro en monocultivos de las microalgas *Phaeodactylum tricorutum* y *Tetraselmis suecica*. Braun (1980) encontró en *Artemia* una tasa de ingestión máxima a una densidad de 20 ind/l. En el presente caso, al utilizar más de 10 ind/l *D. spartaenovae* disminuyeron las tasas de filtración e ingestión.

#### Conclusiones

El consumo de alimento en *Dendrocephalus spartaenovae* aumentó en la medida que se le suministró mayor densidad de microalgas, mientras que una respuesta contraria se obtuvo en las tasas de filtración. En condiciones similares de cultivo, se sugiere utilizar densidades de  $5 \times 10^5$  cél/ml, como una concentración adecuada para estos organismos, así como su distribución en dos raciones. Con una mayor proporción de alimento en el día que en la noche y en una densidad poblacional no mayor de 10 ind/l. Los resultados obtenidos contribuyen a determinar el comportamiento alimenticio de *D. spartaenovae*, lo cual permitirá generar técnicas para el cultivo en masa y su posterior utilización en la acuicultura de agua dulce, probablemente disminuyendo los costos de alimento, aumentando la supervivencia de larvas de organismos acuáticos de importancia comercial y reduciendo los efluentes a las fuentes de agua donde se establecen estas explotaciones.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por la subvención del Proyecto de Investigación Novel "Evaluación del Comportamiento Alimenticio de un Anostráceo de Agua Dulce *Dendrocephalus spartaenovae*" (CI-4-031101-1358/07), al Instituto de Zoología Tropical de la Universidad Central de Venezuela por facilitar infraestructura y recursos, y a Ramón Díaz por su amplia colaboración en la ejecución de los experimentos.

#### REFERENCIAS

Ali AJ, Brendonck L (1995) Evaluation of agro-industrial waste diets for culture of the fairy shrimp *Streptocephalus proboscideus* (Frauenfeld, 1973) (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca). *Hydrobiología* 298: 167-173.

Anraku M (1964) Some technical problems encountered in quantitative studies of grazing and predation by marine planktonic copepods. *J. Oceanogr. Soc. Jap.* 20: 221-231.

Braun JG (1980) The feeding of *Artemia* on *Phaeodactylum tricorutum*. En Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, Jasper E (Eds.) *The Brine Shrimp Artemia*. Vol. 2. Universe Press, Wetteren, Bélgica. pp. 197-208.

Brendonck L (1993) Feeding in the fairy shrimp *Streptocephalus proboscideus* (Frauenfeld) (Branchiopoda: Anostraca). II. Influence of environmental conditions on feeding rate. *J. Crust. Biol.* 13: 245-255.

Brito D, Milani N, Pereira G (2006) Tasas de filtración e ingestión de *Simocephalus vetulus* (Müller, 1776) (Crustacea: Cladocera) alimentado con *Selenastrum capricornutum* Printz, 1914 y *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1890. *Interciencia* 31: 753-757.

Brito D, Brito R, Pereira G (2009) Valoración de las tasas de filtración e ingestión de *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea, Anostraca: Thamnocephalidae). *Ciencia* 14: 281-287.

Dierckens KR, Beladjal L, Vandenberghe J, Swings J, Mertens J (1997) Filter-feeding shrimps (Anostraca) grazing on bacteria. *J. Crust. Biol.* 17: 264-268.

Dumont HJ, Munuswamy N (1997) The potential of freshwater Anostraca for technical applications. *Hydrobiologia* 358: 193-197.

García JV, Marcano S, Pereira G (2000) Eclósion de quistes en dos especies de *Dendrocephalus* (Anostraca: Thamnocephalidae) de uso potencial como alimento en acuicultura. *Rev. Biol. Trop.* 48: 145-149.

Hargrave BT, Geen GH (1970) Effects of copepods grazing on two natural phytoplankton populations. *J. Fisher. Res. Board Can.* 27: 1395-1403.

Marshall SM, Orr AP (1955) On the biology of *Calanus finmarchicus*. VIII. Food uptake, assimilation and excretion in adult and stage V *Calanus*. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 34: 495-529.

Naegel I (1999) Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. *Aquacult. Eng.* 21: 49-59

Pendoley PD (1988) The nutritional value of microalgae: some current perspectives. *Proc. First Australian Shellfish Aquaculture Conference. World Aquaculture Society*. Sydney, Australia. p. 115.

Peters RH, Downing JA (1984) Empirical analysis of zooplankton filtering and feeding rate. *Limnol. Oceanogr.* 29: 763-784.

Rojas A (1981) *Tasas de filtración y tasas de ingestión en el copepodo calanoide Temora turbinata Dana*. Tesis. Universidad de Oriente. Venezuela. 63 pp.

Starkweather PL (2005) Susceptibility of ephemera pool *Hexarthra* to predation by the fairy shrimp *Branchinecta mackini*: Can predation drive local extinction? *Hydrobiologia* 546: 503-508.

Stein JR (1973) *Handbook of Psychological Methods*. Cambridge University Press. Nueva York, EEUU. pp. 7-53.

Tönnesson K, Nielsen TG, Tiselius (2006) Feeding and production of the carnivorous copepod *Pareuchaeta norvegica* in the Skagerrak. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 314: 213-225.