

EVALUACIÓN DE *PALAEEMONETES ARGENTINUS* (DECAPODA, NATANTIA) EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LARVAS DE *CULEX PIFIENS* (DIPTERA, CULICIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Federico Giri¹
Pablo Collins^{1,2}

ABSTRACT

EVALUATION OF *PALAEEMONETES ARGENTINUS* (DECAPODA, NATANTIA) ON THE BIOLOGICAL CONTROL OF *CULEX PIFIENS* LARVAE (DIPTERA, CULICIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS. The predator-prey relationship of *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 and *Culex pipiens s.l.* larvae was studied under laboratory conditions. The prawns were separated in two groups, isolated and grouped ones. Mosquito larvae were offered to prawns in two forms, limited and unlimited offer to both groups. In the first analysis, values of predation did not differ significantly between males and females of *P. argentinus*. Predation in 24 h was $14,9 \pm 4,2$ larvae/prawn. A reduction of predation was observed with unlimited offer for the same hour, during all the experiment. Predation with unlimited offer was higher on the first day than on the second, but returned to high values on the third day, for both groups. In the grouped experiment, predation with limited offer was total on the first days, decreasing to the last day. As a result, *P. argentinus* was considered an efficient predator of *C. pipiens s.l.* larvae under laboratory conditions.

KEYWORDS. Palaemonidae, *Palaemonetes*, *Culex*, biological control.

INTRODUCCIÓN

Los mosquitos representan una amenaza para la salud del hombre y de los animales debido a que actúan como vectores de distintas enfermedades (BENENSON, 1978). Provocan disminución en el rinde de la producción pecuaria y desalientan al hombre en la realización de actividades recreativas al aire libre. Una forma de disminuir sus densidades poblacionales es a través del control biológico (RUSSELL *et al.*, 1996; COLLINS, 1998). Esta metodología resulta ser una medida de regulación poblacional adicional a la tradicionalmente realizada por insecticidas o biocidas. Un género de mosquito muy abundante en ambientes acuáticos tanto permanentes como temporarios es *Culex* L., 1758, siendo sus larvas activas nadadoras (ANGRISANO & TRÉMOUILLES, 1995).

En el valle de inundación del río Paraná es abundante el camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (BOSCHI, 1981). Este camarón es omnívoro,

1. Instituto Nacional de Limnología (INALI - CONICET), José Maciá 1933, 3016 Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.

2. Escuela Superior de Sanidad, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Pje. El Pozo s/n, 3000 Santa Fe, Argentina. (pcollins@arnet.com.ar)

alimentándose en toda la columna de agua, siendo sus presas componentes del plancton como del bentos (COLLINS, 1999); habita en una gran cantidad de ambientes en los que se desarrollan larvas de mosquitos.

El objetivo es evaluar si *P. argentinus* depreda sobre larvas de mosquito *Culex pipiens* s.l. pudiendo actuar como un potencial controlador biológico de sus poblaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ejemplares de *P. argentinus* se capturaron con copo de arrastre de 1 mm de abertura de malla en la laguna Alejandra, valle de inundación del río Paraná (31°45' S, 60°31' W), Santa Fe, Argentina, transportándolos inmediatamente al laboratorio del Instituto Nacional de Limnología (INALI). Camarones de talla entre 20,0 y 25,0 mm de largo de cefalotórax fueron seleccionados y colocados en acuarios para su aclimatación a las condiciones de laboratorio durante una semana. El alimento suministrado a los camarones fue músculo de camarón *ad libitum*. Larvas de mosquito (*C. pipiens*) se cultivaron en estanques de fibrocemento bajo condiciones naturales, en el INALI, utilizando en las experiencias solo larvas del tercer estadio.

Veinte ejemplares de *P. argentinus* se colocaron aislados en recipientes de 400 cm³ dejando aclimatarse a las condiciones de aislamiento durante tres días. Se ofreció a los camarones un número limitado de larvas de mosquito el cual fue aumentando diariamente hasta alcanzar la capacidad máxima de depredación individual diaria (10, 15, 20, 30 larvas por camarón). Todos los días se registró el número de larvas depredadas y/o metamorfoseadas a adulto y la supervivencia del camarón. Se observó el número de larvas comidas cada hora en las primeras 4 horas de ofrecidas las larvas.

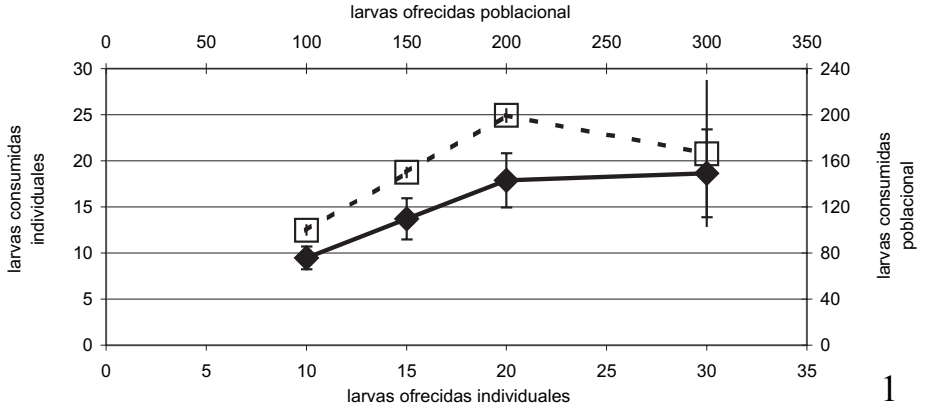
En una segunda experiencia se suministró a *P. argentinus* una cantidad de larvas superior a la capacidad depredadora individual diaria observada en la experiencia anterior (50 larvas por camarón). Todos los días se registró el número de larvas comidas y/o metamorfoseadas a pupa y a adulto hasta que estas fueran consumidas en su totalidad. En otra experiencia y con el objeto de analizar si existe interferencia intraespecífica en el consumo de larvas de mosquito, se colocaron 10 camarones en acuarios circulares de 5 l a una densidad de 2 ind./l dejando aclimatarse durante tres días a las condiciones de laboratorio. Luego se ofreció a *P. argentinus* un número limitado de larvas de mosquito aumentando cada día la cantidad de larvas ofrecidas (100, 150, 200, 300 larvas por acuario). Todos los días se contabilizó las larvas comidas y/o metamorfoseadas a adulto. En una posterior experiencia se suministró al camarón larvas de mosquito en una densidad conocida y superior a la capacidad depredadora poblacional diaria observada en la experiencia anterior (500 larvas por acuario). De la misma manera se contó las larvas comidas y/o metamorfoseadas a pupa y a adulto hasta que estas se agotaron. Los registros fueron realizados cada 24 h. Luego de las experiencias los ejemplares de *P. argentinus* utilizados fueron devueltos a su ambiente, y una muestra de camarones y larvas de mosquito fueron depositados en el Laboratorio de Crustáceos Superiores del INALI (lotes P-25 y D-5).

En las cuatro experiencias se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), con el fin de comparar el consumo de larvas en las experiencias de depredación individual y de depredación poblacional (ZAR, 1996).

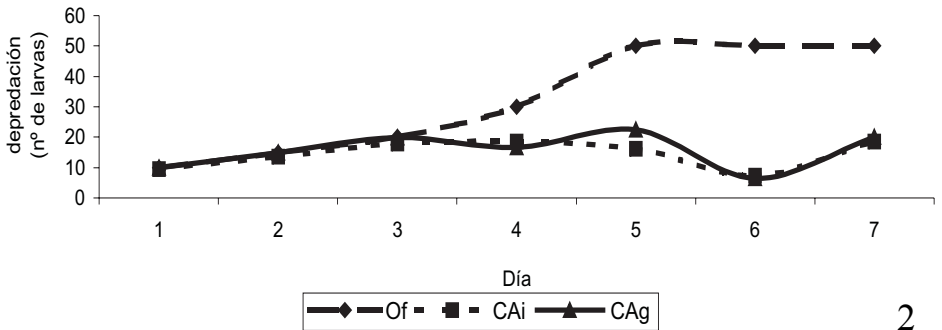
RESULTADOS

Las condiciones del sistema de cultivo fueron óptimas, no afectando las condiciones de laboratorio la supervivencia de los camarones. La talla fue similar en todas las experiencias siendo la longitud del cefalotórax media $22,0 \pm 3,3$ mm. La relación macho / hembras en las experiencias no difirió la relación 1:1. La depredación sobre *C. pipiens* por machos y hembras de *P. argentinus* no mostró diferencias estadísticamente significativas ($P=0,8$), por lo que no se separó por sexos en los posteriores análisis.

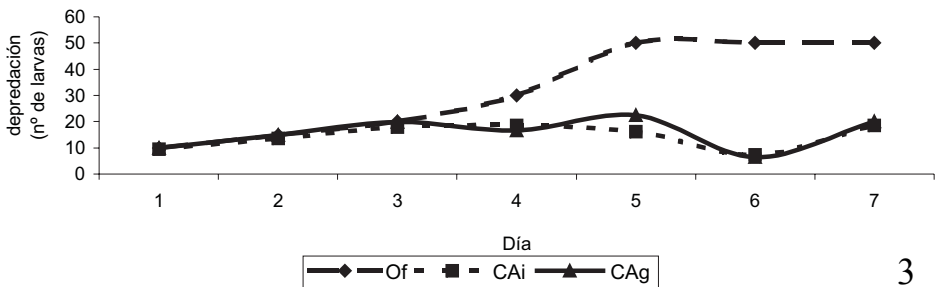
El consumo de *C. pipiens* por *P. argentinus* luego de 24 h se calculó en $14,9 \pm 4,2$ larvas/camarón (fig. 1). La tasa de consumo para la misma hora disminuyó entre los días variando significativamente en la primera hora de 39,5% a 4% ($P < 0,05$), desde 56% de las larvas a 7% en la segunda hora ($P < 0,05$), desde 63% a 10% de la oferta en la tercer hora



1



2



3

Figs. 1-3. Depredación de larvas de *Culex pipiens* por *Palaemonetes argentinus*. 1, relación entre las larvas ofrecidas y consumidas luego de 24 h (valor medio y desvío estándar; línea llena, individuales; línea cortada, poblacional); 2, depredación durante 3 días; 3, número de larvas ofrecidas (Of) y depredadas en las experiencias con ejemplares aislados (CAi) y agrupados (CAg).

($P < 0,05$) y desde 39% a 14% de las larvas en la cuarta hora de experiencia ($P < 0,05$). A su vez, existen diferencias estadísticamente significativas en el consumo entre las distintas horas ($P < 0,05$). La depredación a partir de la oferta ilimitada de larvas de mosquito fue oscilatoria, con valores máximos de consumo en el primer y tercer día de experiencia.

El consumo, cuando se ofrecieron 50 larvas por camarón, fue de 34% en el primer día, luego alcanzó acumulativamente el 48% y el 85% de las larvas ofrecidas en el segundo y tercer día respectivamente (fig. 2), siendo diferentes entre el primer y segundo día las tasas de consumo ($P < 0,05$) y entre este y el tercero ($P < 0,05$). El consumo de larvas de mosquito a las 24 h de ofrecidas 100, 150 y 200 larvas por acuario (10 camarones) correspondió el 100%. Luego, cuando se aumento la oferta a 300 larvas, la depredación producida por *P. argentinus* representó el 55% aproximadamente de la oferta (166,3 \pm 63,8 larvas, valor medio y desviación estándar para los tres acuarios) (fig. 1).

En la experiencia con oferta ilimitada, el consumo diario acumulado de larvas por los camarones fue 45%, 58% y 98% en el primer, segundo y tercer día respectivamente, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre el primer y segundo día ($P < 0,05$) y entre el segundo y tercer día ($P < 0,05$). El consumo diario de larvas por *P. argentinus* fue de 163,8 \pm 86,0 por acuario, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas ($P = 1,0$) (fig. 2). El consumo de los individuos aislados y agrupados fue similar ($P = 0,9$) (fig. 3), al igual que no existieron diferencias estadísticamente significativas cuando la oferta fue ilimitada (50 larvas/camarón) ($P = 0,7$) (fig. 3).

Palaemonetes argentinus consumió prácticamente todas las larvas de *C. pipiens* ofrecidas en las experiencias, asintotizándose la curva de depredación en 18,6 \pm 1,3 larvas/camarón por día (17,6 \pm 1,4 larvas/camarón y 19,5 \pm 2,6 en las experiencias de oferta limitada e ilimitada respectivamente).

DISCUSIÓN

El consumo de larvas de *C. pipiens* por *P. argentinus* fue similar al encontrado en algunas especies pertenecientes a distintos grupos zoológicos, alcanzando valores intermedios comparado con esos otros enemigos naturales. Tasas de consumo fueron similares a los registrados por algunos Hemiptera (*Hydrometra* sp.), Coleoptera (*Cybister limbatus* Fabricius, 1775) y Amphibia (renacuajos de *Rana tigrina* Daudin, 1803) (PRUTHI, 1928). El camarón *P. argentinus* depredó un mayor número de larvas que *Belostoma indicum* (Lepeletier & Serville, 1825) (Hemiptera), *Orectochilus gangeticus* (Wiedeman, 1821) (Coleoptera) (PRUTHI, 1928), *Gammarus duebeni* (Lilljeborg, 1881) y *Macrobrachium lamarrei* (Milne-Edwards, 1837), consumiendo larvas de *Aedes detritus* (Beadle, 1939) y *C. pipiens fatigans* (Wiedmann, 1828) (ROBERTS, 1995; JENKINS, 1964). Otras especies registraron valores de ingesta por día mayores a los de *P. argentinus*, como *Laccotrephes griseus* (Guer, 1829), *Plea* sp. y *Micronecta dione* (Distant, 1910) (Hemiptera); *Eretes sticticus* (L., 1767) y *Hydrophilus olivaceus* (Fabricius, 1781) (Coleoptera) (PRUTHI, 1928) y *Varuna litterata* (Fabricius, 1798) (Crustacea) (JENKINS, 1964).

El aprovechamiento del recurso (larvas de mosquito) por *P. argentinus* fue activo en la primera hora disminuyendo la depredación con el tiempo, debido probablemente a un proceso de saciación. El consumo fue de 1,7 \pm 0,9 larvas/hora siendo este menor al de otras especies de palaemónidos como *P. varians* (Leach, 1814), sobre el cual se observó una depredación de 22-30 larvas/hora (ROBERTS, 1995), si bien el autor no menciona la especie de mosquito utilizada en la experiencia.

La depredación diaria de larvas fue similar tanto con oferta limitada como ilimitada, revelando que el consumo sobre las larvas de *C. pipiens* se ajustaría a lo que BEGON *et al.* (1995) llama respuesta funcional de tipo 2. Esta respuesta corresponde al aumento en la tasa de consumo conjuntamente con el aumento en la densidad de la presa, pero disminuye la velocidad de depredación la cual alcanza una plataforma en la que la tasa de consumo permanece constante independientemente de la densidad de la presa. *Palaemonetes argentinus* depredó $15,2 \pm 5,6$ larvas de mosquito por día (valor promedio de todas las experiencias), en tanto que otro palaemónido simpátrico a la especie en estudio, *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896), consumió 19-37 larvas de *C. pipiens* por día (COLLINS, 1998). Estas diferencias se atribuirían de acuerdo con WILLINER & COLLINS (2000) al mayor tamaño y agresividad observada en *M. borellii*.

Se registró un alto consumo de larvas en el primer y tercer día. Por lo que se observaría cierto ritmo en la alimentación, que podría deberse a la sucesión de días y noches con la oscilación correspondiente de los factores externos de interés ecológico (MARGALEF, 1986) como a factores internos (VOLPATO & HOSHINO, 1987). Se debe tener en cuenta, que el sistema depredador-presa tiene una tendencia intrínseca a ser cíclica (SHERRATT, 2001), aunque es poco lo que se conoce sobre los ritmos diarios de alimentación en palaemónidos (HILL & WASSEMBERG, 1987). En las presentes experiencias se observó que *P. argentinus* consumió el recurso hasta su saciación, siempre que este fue abundante. Esto es similar a lo expresado por CECCALDI (1987), CUZON *et al.* (1982), HILL & WASSEMBERG (1987), WASSEMBERG & HILL (1987) quienes observan una colmatación de los tractos digestivos a través de un mayor ejercicio de captura de presas, seguido luego de un aumento en la secreción enzimática. De acuerdo con otra información obtenida para *P. argentinus*, la tasa de renovación con una oferta similar demanda un elevado tiempo ($9:5 \pm 5:6$ h) (GIRI *et al.*, 2002), lo que justificaría la variación entre las distintas horas y días.

Los camarones resultaron ser eficientes depredadores de las larvas de mosquito en condiciones de laboratorio. Se destaca que estas condiciones no reflejan completamente las interacciones entre depredador-presa según COLLINS (1998).

Agradecimientos. A Verónica Williner (INALI, CONICET) por la revisión del manuscrito y sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGRISANO, E. B. & TRÉMOUILLES, E. R. 1995. Insecta Diptera. *In*: LOPRETTO, E. C. & TELL, G. **Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio**. Buenos Aires, Ediciones Sur. v. 3, p.897-1401.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. 1995. **Ecología: individuos, poblaciones y comunidades**. Barcelona, Omega. 886p.
- BENENSON, A. S. 1978. **El control de las enfermedades transmisibles en el hombre**. Genève, Benenson. 406p.
- BOSCHI, E. E. 1981. **Decapoda Natantia**. Serie fauna de agua dulce de la República Argentina. Buenos Aires, Sigma, v.26, 61p.
- CECCALDI, H. J. 1987. La digestión en los crustáceos. *In*: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. & LABARTA, U. eds. **Nutrición en acuicultura**. Madrid, Mundi-Prensa. p.67-84.
- COLLINS, P. A. 1998. Laboratory evaluation of the freshwater prawn, *Macrobrachium borellii*, as a predator of mosquito larvae. **Aquat. Sci.**, Basel, **60**:22-27.
- . 1999. Feeding of *Palaemonetes argentinus* (Nobili) (Decapoda: Palaemonidae) in flood valley of river Parana, Argentina. **J. Crustacean Biol.**, Lauden, **19**(3):485-492.

- CUZON, G.; HEW, M. & COGNIE, D. 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus*. **Aquaculture**, Amsterdam, **29**:33-44.
- GIRI, F.; WILLINER, V. & COLLINS, P. 2002. Tiempo de evacuación del camarón dulciacuicola *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Decapoda) alimentado con larvas de mosquito *Culex pipiens* s.l. **FABICIB**, Santa Fe, **6**:37-41.
- HILL, B. J. & WASSEMBERG, T. J. 1987. Feeding behaviour of adult tiger prawns, *Penaeus esculentus*, under laboratory conditions. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, East Melbourne, **38**:183-190.
- JENKINS, D. W. 1964. **Pathogens, parasites and predators of medically important arthropods. Annotated list and bibliography**. Genève, World Health Organization. 367p.
- MARGALEF, R. 1986. **Ecología**. Barcelona, Omega. 951p.
- PRUTHI, H. S. 1928. Some insect and other enemies of mosquito larvae. **Indian J. Med. Res.**, Nueva Delhi, **16**:153-157.
- ROBERTS, G. M. 1995. Salt-marsh crustaceans, *Gammarus duebeni* and *Palaemonetes varians* as predator of mosquito larvae and their reaction to *Bacillus thuringensis* subsp. *israelensis*. **Biocontrol Sci. Tech.**, Abingdon, **5**(3):379-385.
- RUSSELL, B. M.; MUIR, L. E. *et al.* 1996. Surveillance of the mosquito *Aedes aegypti* and its biocontrol with the copepod *Mesocyclops aspericornis* in Australian wells and gold mines. **Med. Vet. Entomol.**, Oxford, **10**(2):155-160.
- SHERRATT, J. A. 2001. Periodic travelling waves in cyclic predator-prey systems. **Ecology letters**, Paris, **4**:30-37.
- VOLPATO, G. L. & HOSHINO, K. 1987. Diurnal or nocturnal ecdysis determined by populational factors in the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897). **Bolm Fisiol. Anim.**, São Paulo, **11**:113-121.
- WASSEMBERG, T. J. & HILL, B. J. 1987. Natural diet of the tiger prawns *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*. **Aust. J. Mar. freshwater Res.**, East Melbourne, **38**:169-182.
- WILLINER, V. & COLLINS, P. A. 2000. ¿Existe jerarquización en poblaciones de palemónidos? **Natura Neotropicalis**, Santa Fe, **31**(1, 2):53-60.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. New York, Prentice Hall. 662p.