

## Tesis de Posgrado

# Estudios básicos sobre el predador *Podisus connexivus* Bergroth (insecta-heteróptera-pentatomidae) para su utilización en control biológico de lepidópteros plagas del cultivo de soja

Saini, Esteban Daniel

1995

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Saini, Esteban Daniel. (1995). Estudios básicos sobre el predador *Podisus connexivus* Bergroth (insecta-heteróptera-pentatomidae) para su utilización en control biológico de lepidópteros plagas del cultivo de soja. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_2742\\_Saini.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2742_Saini.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Saini, Esteban Daniel. "Estudios básicos sobre el predador *Podisus connexivus* Bergroth (insecta-heteróptera-pentatomidae) para su utilización en control biológico de lepidópteros plagas del cultivo de soja". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1995. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_2742\\_Saini.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2742_Saini.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES - FAC. CS. EXS. Y NATURALES

ESTUDIOS BASICOS SOBRE EL PREDADOR *Podisus connexivus*

Bergroth (INSECTA-HETEROPTERA-PENTATOMIDAE)

PARA SU UTILIZACION EN CONTROL BIOLOGICO  
DE LEPIDOPTEROS PLAGAS DEL CULTIVO DE SOJA

Consejero de estudios : Dr Axel Bachmann

Directora de Tesis : Dra Leticia Alvarado

Doctorando : Lic Esteban Daniel Saini

TESIS DE DOCTORADO

1995

52

## INDICE

RESUMEN .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
INTRODUCCION .....	1
MATERIALES Y METODOS .....	15
RESULTADOS Y DISCUSION .....	24
I - ESTUDIOS MORFOLOGICOS .....	34
I.A - Descripción morfológica de los estados inmaduros de <i>Podisus connexivus</i> .....	34
I.B - Claves para la identificación de los estados inmaduros de pentatómidos encontrados en cultivos de soja .....	40
II - ESTUDIOS BIOLOGICOS DE <i>Podisus connexivus</i> .....	62
II.A - Aspectos biológicos básicos .....	62
II.B - Preferencia alimentaria de <i>Podisus connexivus</i> e influencia del comportamiento de lepidópteros plagas de la soja sobre la eficiencia del predador .....	67
II.C - Efecto cuantitativo del consumo sobre el crecimiento, tiempo de desarrollo y fecundidad de <i>Podisus connexivus</i> .....	72
II.D - Respuesta funcional de <i>Podisus connexivus</i> a la densidad de larvas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> ..	85
II.E - Interacción <i>Podisus connexivus</i> y el virus de la poliedrosis nuclear de <i>Rachiplusia nu</i> .....	95
CONCLUSIONES .....	99
BIBLIOGRAFIA .....	103

## RESUMEN

Las poblaciones de insectos perjudiciales a los cultivos fluctúan en su densidad como resultado de una serie de factores, entre los que se encuentra la actividad reguladora de otras especies conocidas como enemigos naturales (predadores, parasitoides y entomopatógenos). El hombre aprovechó y manejó el control que ejercen estos agentes sobre las plagas, transformándolo en un método de control biológico.

Entre los enemigos naturales, en este caso predadores, los pentatómidos asopinos son algunos de los agentes que más contribuyen al control biológico de larvas de lepidópteros plagas del cultivo de la soja.

La correcta identificación de estos organismos predadores y la evaluación de su potencialidad como agentes de biocontrol, permitirán incrementar la utilización de estas especies en futuras tácticas de control biológico.

Con el objeto de realizar un análisis dirigido a establecer en laboratorio el potencial como agente de biocontrol de un pentatómido predador, se llevaron a cabo estudios biológicos tales como tiempo de desarrollo, fecundidad, preferencia alimentaria, capacidad de consumo, respuesta funcional e interacción con virus entomopatógenos.

En una primera aproximación se eligió a *Podisus connexivus*, la especie más abundante y frecuente en el cultivo de la soja, para concretar dichos estudios, los que constituyen la base para otras investigaciones aplicadas, fundamentalmente de experimentación en el campo.

Al mismo tiempo y con el fin de conocer más profundamente este importante grupo de enemigos naturales, se llevaron a cabo estudios morfológicos de las distintas especies de pentatómidos encontradas en cultivos de soja, que culminaron con la elaboración de claves para su identificación. Este trabajo permite distinguir claramente las especies fitófagas de las predadoras, lo cual es básico para poder controlar a las primeras y proteger a las segundas.

En cuanto a *P. connexivus*, se describieron aspectos biológicos básicos; se determinaron las especies de lepidópteros plagas de la soja preferidas por este predador y los tamaños de larvas (niveles de dieta) más adecuados para su cría masiva; se estudió la respuesta funcional del agente a la densidad de una de sus presas habituales y se analizó la interacción del predador con el virus de la poliedrosis nuclear en otra especie.

Los resultados obtenidos permiten decir que *P. connexivus* es un promisorio agente de biocontrol de larvas de lepidópteros plagas de la soja, y que luego de una etapa de experimentación en el campo, será posible desarrollar un paquete de Manejo Integrado de Plagas, que incluya la utilización de este predador como agente de regulación poblacional.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr Axel Bachmann, mi primer profesor, por haberme enseñado entomología con un sentido integral y "filosófico".

A la Dra Irma S. de Crouzel, quien fue la primera en introducirme en el mundo de la Lucha Biológica, y que lamentablemente no puede ver concluidas sus enseñanzas.

A los Ings. Agrs. Horacio Rizzo y Guillermo Joandet, quienes me apoyaron en algunas "labores complementarias".

A la Dra Leticia Alvarado, por su paciencia y empeño en querer perfeccionarme siempre un poco más.

Al Dr Martín Grondona, con quien compartimos largas horas de análisis estadístico, mezcladas con incansables partidos de tenis y paddle. Gracias por su paciencia en ambos "terrenos".

A las Ings. Agrs. Graciela Quintana y Marta Ríos, por su apoyo en los estudios con larvas de lepidópteros.

A los Drs Eduardo Botto y Roberto Lecuona, por la lectura y sugerencias efectuadas sobre la tesis.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, por haberme permitido desarrollar los estudios que integran esta tesis.

Al Sr Adolfo Vetrano, quien ama la naturaleza como la amo yo.

**A MI ESPOSA GRACIELA**

**A MIS HIJOS NICOLAS Y MELINA**

**A MI FAMILIA**

*Dime lo que comes  
y te diré quien eres*



Brillat Savarin  
1835  
Serignan (Francia)

## INTRODUCCION

Las poblaciones de insectos perjudiciales a los cultivos fluctúan en su densidad como resultado de una serie de factores, entre los que se encuentra la actividad reguladora de otras especies, conocidas como enemigos naturales (DeBach, 1964; Zúñiga, 1987). Estos organismos son en general menos conocidos que las especies dañinas y dada su importancia habría que profundizar en el estudio de aquellos aspectos que permitan estimar su potencialidad como agentes de biocontrol. Además, en el plano de la agricultura sostenible, se hace necesario implementar la utilización de estos agentes en programas de Manejo Integrado, para lograr un control más racional de las plagas, tratando de reducir al mínimo la aplicación de agroquímicos que deterioran el ambiente (Edwards, 1989).

El hombre aprovechó y manejó el control que ejercen los enemigos naturales sobre las especies perjudiciales, transformándolo en un método de control biológico aplicado.

El control biológico fue definido como la utilización de enemigos naturales (nativos y/o introducidos) para controlar los insectos plagas (Smith, 1919), y durante muchos años fue interpretado como un fenómeno unidireccional, donde existe una población que controla y otra que es controlada. Actualmente se sabe que ambas poblaciones, plaga y enemigo natural, se regulan mutuamente, y por lo tanto el control biológico puede ser definido como la ciencia que trata acerca del rol que juegan los enemigos naturales en la regulación del número de individuos de sus hospederos (Huffaker y Messenger, 1976). Entre estos enemigos

naturales se encuentran los entomófagos (parasitoides y predadores) y los entomopatógenos (hongos, bacterias, virus, protozoarios y nematodos).

Los parasitoides están siendo utilizados a nivel mundial en numerosos proyectos de control biológico, mientras que el estudio de los entomopatógenos se ha profundizado más recientemente y su empleo como bioinsecticidas es promisorio (Alvarado y Lecuona, 1994). En cuanto a los predadores, recién en la década del '60 se le brindó mayor atención al estudio de su impacto en los cultivos agrícolas (Huffaker y Messenger, 1976), estableciéndose la importancia que realmente tienen en cuanto a la regulación de las poblaciones de los insectos plagas (DeBach, 1974 y Chiang, 1974).

Existen dos corrientes de opinión acerca de la utilidad de los agentes predadores. Mientras que muchos autores muestran ejemplos de utilización exitosa de estos enemigos naturales en control biológico (Hagen y van den Bosch, 1968; Gonzalez y Wilson, 1982; Nedstam, 1992), otros piensan que en la mayoría de los casos, la presencia o introducción de un predador no lograría modificar sustancialmente la densidad de individuos perjudiciales; antes bien consideran que el principal beneficio radicaría en el tiempo que se "gana" para implementar una medida eficaz (química o de otro agente biológico) que permita mantener dicha densidad por debajo del umbral de daño (O'Neil, com.pers.). Cualquiera sea el resultado que se pretenda obtener (control o prevención), los organismos predadores deben ser identificados y evaluados convenientemente y no debe descartarse su utilización dentro de las medidas a adoptar en cada cultivo.

Por otra parte, existen casos en que el uso indiscriminado de insecticidas ha provocado la desaparición de organismos predadores y permitido el incremento de plagas que hasta ese momento eran secundarias y estaban siendo controladas por esos agentes (Eveleens et al., 1973; Ehler y van den Bosch, 1974). Más aún, el desconocimiento del rol de algunos organismos como agentes benéficos determinó que sus poblaciones fueran mermadas por el uso innecesario de insecticidas.

La correcta identificación de los organismos predadores y la evaluación de su potencialidad como agentes de biocontrol, permitirán incrementar la utilización de estas especies en futuras tácticas de control biológico.

Los insectos predadores se caracterizan por ser organismos de caza, que matan a sus presas para alimentarse y llevan una vida libre durante toda su existencia. Tanto ninfas como larvas necesitan consumir más de un individuo presa para completar su desarrollo. Los hay de hábitos exclusivamente nocturnos o diurnos y otros que pueden predaar tanto de día como de noche. Pueden ser cazadores solitarios o atacar en grupo. Los hay paurometábolos (como los pentatómidos) y holometábolos (como los coccinélidos). Son polífagos, aunque algunos predadores pueden mostrar preferencia por ciertas presas, a nivel de grandes grupos taxonómicos, como por ejemplo los pentatómidos sobre larvas de lepidópteros (O'Neil, 1994).

A continuación se exponen los fundamentos que llevaron a la elección del cultivo de la soja y de uno de los predadores de fitófagos perjudiciales en el mismo, *Podisus connexivus*, sobre el cual se realizaron las investigaciones que conforman esta

tesis.

La elección del cultivo estuvo relacionada con su importancia económica y con las posibilidades de implementación de medidas de biocontrol que involucren la utilización de este tipo de agentes.

El cultivo de la soja se ha expandido vertiginosamente en nuestro país desde la década del '70, desplazando a otros menos rentables, y en 1972 fue declarado por decreto del poder Ejecutivo de "interés nacional". A pesar de que en los últimos años se ha registrado una tendencia al descenso de los precios internacionales, sigue siendo uno de los cultivos que permite un interesante ingreso de divisas. Basta señalar que la Argentina es el cuarto productor mundial, habiéndose sembrado en la campaña 1992-'93, 5,2 millones de hectáreas, con una producción de 10,9 millones de toneladas (Bolsa de Cereales, Buenos Aires, campaña agrícola 1992-'93).

La soja es uno de los cultivos que presenta mayor diversidad de especies de insectos, tanto perjudiciales como de enemigos naturales de las plagas (Whitcomb, 1974; Turnipseed y Kogan, 1983). Entre los primeros se pueden citar como más importantes a los lepidópteros (orugas defoliadoras, enruladoras de hojas y barrenadores de tallos y brotes) y los heterópteros (familia Pentatomidae, chinches que producen el vaneo y caída de chauchas). En cuanto a los enemigos naturales predadores, los grupos más abundantes y frecuentes pertenecen a los órdenes Heteroptera, Coleoptera y Neuroptera. Entre los primeros se pueden citar a los pentatómidos (subfamilia Asopinae, siendo *Podisus* el género más representativo), los nábidos (*Nabis* spp.)

y los geocóridos (*Geocoris* spp.). Dentro del orden Coleoptera se encuentran fundamentalmente los coccinélidos (*Eriopis* y *Coleomegilla*) y los carábidos (*Lebia* y *Calosoma*). Los neurópteros más importantes pertenecen a la familia Chrysopidae (*Chrysoperla* spp.) (Turnipseed y Kogan, 1976; Rizzo y Saini, 1990).

Los pentatómidos predadores (subfamilia Asopinae) son algunos de los agentes que más contribuyen al control biológico de las plagas de la soja, fundamentalmente de larvas de lepidópteros y ninfas de pentatómidos de la subfamilia Pentatominae) (Costa Lima, 1940; Waddill y Shepard, 1975; Turnipseed y Kogan, 1976; Saini, 1984; Zanuncio et al., 1991).

Las especies del género *Podisus*, entre ellas *P. sagitta*, *P. maculiventris*, *P. nigrolimbatus*, *P. modestus* y *P. placidus*, han sido consideradas como importantes predadoras de insectos plagas en diversos cultivos (Morril, 1906; Couturier, 1938; Morris, 1963; LeRoux, 1964; Tostowaryk, 1972; Oetting y Yonke, 1971; Artola et al., 1982; De Clercq y DeGheele, 1990).

Según Molinari (com.pers.), Zanuncio et al.(1991) y la propia experiencia acumulada a lo largo de 8 años de muestreos en distintas áreas sojeras, se puede señalar a *P. connexivus* como la especie de pentatómidos predadores más abundante y frecuente en el mencionado cultivo. Este enemigo natural se alimenta principalmente de larvas de lepidópteros, en especial *Rachiplusia nu* (Guenée) y *Anticarsia gemmatalis* (Hubner), aunque también se la observó predando sobre *Heliothis zea* (Boddie) y *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). Para completar el espectro de presas que puede atacar este pentatómido y de hospederas en las que se lo puede hallar, se mencionan también a larvas de *Colias lesbia* (F.)

y ninfas de heterópteros como *Piezodorus guildinii* (Westw.) y *Nezara viridula* (L.) en alfalfa; larvas y adultos de *Xanthogaleruca luteola* (Muller) (Coleoptera) en olmo; larvas de *Spodoptera eridania* (Cramer) en hortalizas; larvas de *Spodoptera latifascia* (Walker) en maní; larvas de *Semaepus* spp. en yerba mate; y larvas de *Nematus desanctisii* Smith sobre salicáceas.

Los únicos antecedentes referidos a *P. connexivus*, corresponden a trabajos realizados en el Brasil, en los que se describen algunos aspectos morfológicos (Grazia et al., 1985) y biológicos (Zanuncio et al., 1991). En Argentina no existen estudios sobre esta especie y el único antecedente sobre el género *Podisus* corresponde al trabajo de Artola et al. (1982), referido a *Podisus nigrolimbatus* predando sobre *Xanthogaleruca luteola*, en olmos de la provincia de Mendoza.

Con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo tendiente a establecer en laboratorio el potencial como agente de biocontrol de un pentatómido predador, se llevaron a cabo estudios biológicos tales como tiempo de desarrollo, fecundidad, preferencia alimentaria, capacidad de consumo, respuesta funcional e interacción con virus entomopatógenos. En una primera aproximación y tal como fuera comentado precedentemente, se eligió a *Podisus connexivus* para concretar dichos estudios, los que constituyen la base para otras investigaciones aplicadas necesarias, fundamentalmente de experimentación en el campo, dirigidas al desarrollo de un paquete de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de soja, incluyendo la utilización de un predador como agente de regulación poblacional.

Al mismo tiempo, se llevaron a cabo estudios morfológicos de las distintas especies de pentatómidos encontradas en cultivos de soja, que culminaron con la elaboración de claves para diferenciar a *Podisus connexivus* de los otros pentatómidos, y en consecuencia poder distinguir claramente las especies fitófagas de las predadoras, lo cual es básico para poder controlar a las primeras y proteger a las segundas.

## **I - ESTUDIOS MORFOLOGICOS**

### **I.A - DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS ESTADOS INMADUROS DE *Podisus connexivus***

Estos estudios tuvieron por finalidad describir a la especie en los estados de huevo y ninfa, realizando un análisis de los caracteres morfológicos más sobresalientes, algunos de los cuales, por ser rasgos exclusivos, permitieron la elaboración de claves dilemáticas para la diferenciación de especies.

### **I.B - CLAVES PARA LA IDENTIFICACION DE LOS ESTADOS INMADUROS DE PENTATOMIDOS ENCONTRADOS EN CULTIVOS DE SOJA.**

En Entomología aplicada existe una constante demanda por parte de investigadores, extensionistas e incluso productores, de herramientas que permitan la correcta y rápida identificación de las especies animales relacionadas con los cultivos agrícolas. Taxónomos y ecólogos coinciden en la importancia de conocer los estados inmaduros para mejorar el entendimiento de diversos

problemas, principalmente en aquellos taxones en los que sólo se conocen los adultos y/o en los que las formas inmaduras son poco conocidas.

Existen algunos antecedentes sobre el uso de este tipo de claves, ver citas de: Leston y Scudder, 1956; DeCoursey y Esselbaugh, 1962; DeCoursey y Allen, 1968; Evans, 1985.

La identificación de ninfas, en particular, es importante, ya que algunos de sus caracteres morfológicos difieren notablemente en sus cinco estadios, mientras que otros no sufren modificaciones a través del desarrollo y son estos últimos los que constituyen elementos importantes para la diferenciación de géneros y especies (DeCoursey y Allen, 1968; Saini, 1989).

Sin dejar de lado la precisión, se intenta darle a las claves que se adjuntan, practicidad y rapidez de manejo, y en tal sentido se escogieron los caracteres morfológicos de fácil visualización, que no necesiten el uso de grandes aumentos.

## **II - ESTUDIOS BIOLÓGICOS DE *Podisus connexivus***

### **II.A - ASPECTOS BIOLÓGICOS BÁSICOS**

Se realizaron estudios en laboratorio y en el campo, tales como tiempo de desarrollo a distintas temperaturas, fecundidad y fertilidad, que permitieron conocer aspectos básicos de la biología del pentatómido, los cuales representan elementos importantes para definir metodologías de cría, que facilitarán la realización de estudios más complejos.

II.B - PREFERENCIA ALIMENTARIA DE *Podisus connexivus*  
E INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO DE LEPIDOPTEROS PLAGAS  
DE LA SOJA SOBRE LA EFICIENCIA DEL PREDADOR.

La preferencia alimentaria del predador por la presa, así como la habilidad de ésta para escapar del ataque del primero, son algunos de los factores que afectan la eficiencia del enemigo natural (Marston et al., 1978). Para utilizar adecuadamente los predadores en tácticas de biocontrol, es importante conocer las interacciones entre éstos y las especies perjudiciales que se desean manejar.

A través de diversos estudios sobre lepidópteros plagas de la soja, surgen con mayor grado de incidencia las siguientes especies : *Rachiplusia nu*, *Anticarsia gemmatalis*, *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis zea* y *Colias lesbia* (Rizzo y Saini, 1990). Dado el hábito de vida expuesto que éstas presentan en el cultivo, son fácil presa para *Podisus* y por lo tanto fueron elegidas para los ensayos. Por otro lado, para analizar cuál era la eficiencia del predador ante larvas expuestas pero con protección disuasiva (en este caso abundante pilosidad), también se consideraron las larvas de *Ecpantheria indecisa* Wlkr. y de *Spilosoma virginica* (F.). En cambio, otros lepidópteros tales como *Epinotia aporema* (Walsingham), *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick), el complejo de orugas cortadoras, *Agrotis* spp., y *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), son también de importancia por su incidencia económica, aunque por estar menos expuestas a los predadores que las anteriores, por ser minadoras, barrenadoras, plegadoras de hojas o subterráneas, no fueron consideradas en

este estudio.

De acuerdo a lo enunciado precedentemente, se evaluó la preferencia alimentaria de *P. connexivus* por larvas de algunas especies de lepidópteros plagas de la soja y la influencia del comportamiento de éstas (mayor o menor agresividad) sobre la eficiencia del predador. Cabe destacar que, a nivel mundial, son escasos los trabajos que hacen referencia a este tipo de estudios y no se conocen antecedentes donde se hayan analizado ambos aspectos en forma conjunta (Iwao y Wellington, 1970; Marston et al., 1978). Las especies consideradas en este punto, así como la eficiencia del predador sobre larvas de lepidópteros con abundante pilosidad, tampoco habrían sido estudiadas en trabajos anteriores.

#### II.C - EFECTO CUANTITATIVO DEL CONSUMO SOBRE EL CRECIMIENTO, TIEMPO DE DESARROLLO Y FECUNDIDAD DE *Podisus connexivus*.

Se evaluó la relación existente entre el consumo de alimento por parte del predador y algunas características biológicas tales como el crecimiento (variación en el peso), el tiempo de desarrollo (duración de los estadios ninfales y del adulto), la fecundidad y la fertilidad.

Se investigó cuales son las condiciones óptimas para la cría en cautiverio del pentatómido en cuanto a la cantidad de alimento suministrado, lo que constituye el primer paso para ensayos experimentales en el campo, que permitirán estimar el posible impacto del predador sobre la plaga, si se quisiera implementar una medida de biocontrol utilizando este tipo de agentes.

## II.D - RESPUESTA FUNCIONAL DE *Podisus connexivus*

### A LA DENSIDAD DE LARVAS DE *Anticarsia gemmatalis*.

La **Respuesta Funcional (R.F.)** es la relación existente entre la densidad de la presa y la cantidad de presas atacadas por el predador. Solomon (1949) estableció por primera vez la naturaleza de esta interacción.

Holling (1959) describió 4 tipos de respuesta funcional. Para la mayoría de los predadores invertebrados, la cantidad de presas atacadas por predador se incrementa linealmente en función de la cantidad de presa suministrada, hasta alcanzar la tasa máxima de consumo. Esta respuesta (tipo I) está modificada por ciertos factores que determinan un incremento de la curva, hasta llegar a una asíntota, estableciendo el tipo II. El mecanismo que determina esta respuesta está asociado a dos actividades básicas del predador : la **búsqueda (a)** y el **manipuleo de la presa (b)**. Cuando el predador invierte mucho tiempo en las actividades de **b** (captura, consumo y estar nuevamente dispuesto para otra búsqueda), disminuye el tiempo disponible para las actividades de **a**, y por lo tanto la frecuencia de ataques se mantiene casi constante con el aumento en la densidad de la presa suministrada (Beddington, 1975).

La R.F. tipo III, con forma sigmoide, corresponde básicamente a vertebrados, aunque algunos artrópodos también han mostrado este tipo de respuesta (Hassell et al., 1977). La R.F. tipo IV se encontró en peces y hormigas, y presenta forma de "domo".

Diversos autores han analizado la R.F. de pentatómidos predadores determinando que corresponde al tipo II (Morris, 1963,

para *P. maculiventris* vs *Hyphantria cunea*; Mukerji y Le Roux, 1969a, para *P. maculiventris* vs *Galleria mellonella*; Waddill y Shepard, 1975, para *P. maculiventris* y *Stiretrus anchorago* vs *Epilachna varivestis*; O'Neil, 1989, para *P. maculiventris* vs *Epilachna varivestis*).

Existen modelos que permiten modificar la ecuación que caracteriza una R.F. tipo II, basados en otras situaciones, como por ejemplo la habilidad del enemigo natural para discriminar entre presas y/o huéspedes, el comportamiento de búsqueda no al azar, el efecto de presas alternativas, y la existencia de mecanismos defensivos en la presa. Con respecto a este último caso y para pentatómidos en particular, hay autores que incluyen otros factores en la ecuación básica propuesta por Holling (Tostowaryk, 1972, para *P. modestus* vs *Neodiprion swainei* y *N. pratti*).

Otras características intrínsecas del predador, como la inanición y la saciedad, influyen directamente sobre la actividades de manipuleo (b) y de búsqueda (a), aunque no logran modificar sustancialmente la R.F. tipo II y por lo tanto no es necesario introducir cambios en la ecuación básica (Morris, 1963; Mukerji y LeRoux, 1969a).

En la naturaleza, la eficiencia del predador disminuye con el grado de saciedad (Oaten y Murdoch, 1975). Hay casos en que la R.F. de un enemigo natural es sobrepasada por el rápido incremento en la densidad de una plaga que excede los umbrales económicos (Murdoch et al., 1985). En esta situación, el predador se "encuentra" súbitamente con mayor cantidad de presas, alcanza pronto un grado de saciedad y la plaga escapa al biocontrol al

no ser predada en la misma proporción en que se incrementó.

El estudio de la influencia del estadio del predador y de distintos universos de confinamiento, permite analizar más profundamente cómo interviene el predador en la dinámica de la plaga, y en consecuencia se estudió la R.F. en distintos experimentos que involucraron ambas situaciones. Por otra parte, hay que tener en cuenta que en el laboratorio se utilizan niveles de densidad de presa muy superiores a los que el predador encuentra en el campo, en relación con el espacio de búsqueda; por lo tanto, el valor predictivo de los resultados de laboratorio puede ser escaso y las medidas de biocontrol que se adopten podrían ser equivocadas (O'Neill, 1989). En consecuencia se llevó a cabo un estudio de R.F. sobre plantas de soja, con densidades de presa menores que las utilizadas en otras experiencias (Morris, 1963; Tostowaryk, 1972; Waddill y Shepard, 1975), para analizar así una situación intermedia entre los estudios de laboratorio y de campo.

El objetivo de este punto fue estudiar la respuesta funcional en el sistema biológico integrado por el predador *Podisus connexivus* y la plaga de la soja *Anticarsia gemmatalis*.

Se estudió :

1. Influencia del estadio del predador en la R.F. (presas sobre alimento artificial).
2. R.F. del predador cuando el área de búsqueda es mayor (presas sobre plantas de soja).
3. Eficiencia de búsqueda del predador.

## II.E - INTERACCION *Podisus connexivus* Y EL VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR DE *Rachiplusia nu*.

Algunas especies del género *Podisus*, y entre ellas *P. connexivus*, no sólo son importantes agentes de biocontrol de lepidópteros plagas de la soja, como organismos predadores, sino también como vehículos diseminadores de virus entomopatógenos (Biever et al., 1982; Abbas y Boucias, 1984).

La acción de estos últimos puede ser potenciada por los predadores. En tal sentido y tendiendo a aumentar la dispersión del inóculo del virus, resulta de interés el análisis de la factibilidad de utilización conjunta de ambos agentes, con miras a su implementación en Manejo Integrado de Plagas.

El virus de la poliedrosis nuclear (VPN) es utilizado como un efectivo agente de biocontrol de orugas defoliadoras tales como *Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu*. A través de experiencias de laboratorio y de campo, se ha demostrado que este virus es capaz de mantener las poblaciones de *A. gemmatalis* por debajo del nivel de daño económico (Moscardi et al., 1981).

Abbas y Boucias (1984) han demostrado que el VPN para *A. gemmatalis* no presenta efectos adversos sobre el pentatómido predador *Podisus maculiventris*.

El objetivo de este punto fue investigar la interacción enemigo natural-virus entomopatógeno, en el sistema biológico integrado por el pentatómido predador *Podisus connexivus* y el VPN *Rachiplusia nu*, ya que no se conocen hasta la fecha antecedentes al respecto. Se determinó :

- 1) La preferencia alimentaria de *P. connexivus* por larvas de *R. nu* sanas o infectadas con VPN.
- 2) El efecto de la calidad nutricional de las larvas de *R. nu* infectadas con VPN y ofrecidas como alimento a *P. connexivus*. En este caso se estudiaron algunas características biológicas del predador (tiempo de desarrollo, peso, fecundidad y fertilidad), luego de haber sido alimentados durante todo su desarrollo con larvas sanas o con larvas enfermas, respectivamente.
- 3) La capacidad del predador para transmitir virus activos a través de sus deyecciones, es decir si es posible recuperar poliedros de VPN de éstas, para luego reinfectar larvas sanas de *R. nu*.
- 4) La virulencia del VPN recuperado de las deyecciones, comparándolo con la virulencia del VPN original.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **I - ESTUDIOS MORFOLOGICOS**

#### **I.A - DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS ESTADOS INMADUROS**

##### **DE *Podisus connexivus***

Las crías en laboratorio permitieron disponer del material sobre el que se realizaron las descripciones; periódicamente se comparó la distribución de manchas y los patrones de coloración de individuos de laboratorio con ejemplares de campo, para establecer posibles diferencias. Las descripciones están basadas

en los patrones utilizados por DeCoursey y Allen (1968) y Saini (1984, 1989).

Para las observaciones se utilizó un microscopio estereoscópico Wild M-7A. Las mediciones se efectuaron con ocular micrométrico, en las ninfas desde el ápice del *tylus* hasta el extremo posterior del abdomen para la longitud y a la altura del 3° segmento abdominal para el ancho máximo.

Se presentan fotografías que muestran los principales aspectos morfológicos considerados. Estas fueron tomadas con un equipo de macrofotografía Nikon y son originales del autor. Se utilizaron individuos vivos anestesiados, para asegurar los colores más representativos. Los caracteres morfológicos utilizados para huevos y ninfas se describen en el siguiente punto.

#### I.B - CLAVES PARA LA IDENTIFICACION DE LOS ESTADOS INMADUROS DE PENTATOMIDOS ENCONTRADOS EN CULTIVOS DE SOJA.

Las especies de pentatómidos estudiadas, fueron recolectadas en cultivos de soja en las localidades de Castelar, Bragado, 9 de Julio y Otamendi (provincia de Buenos Aires), en Oliveros (provincia de Santa Fe) y en Marcos Juárez (provincia de Córdoba), a través de muestreos periódicos con red de barrido, efectuados entre los meses de noviembre y marzo de 1983, 1984 y 1985 (Saini, 1984, 1989).

Para el estudio de los huevos se consideraron las siguientes especies : *Nezara viridula* (L.), *Dichelops furcatus* (F.), *Acledra bonariensis* (Stal), *Acrosternum armigera* (Stal), *Acrosternum herbida* (Stal), *Edessa meditabunda* (F.), *Edessa rufomarginata* (De

Geer), *Piezodorus quildinii* Westw., *Podisus connexivus* Bergroth (= *Podisus nigrispinus* (Dall.)), *Podisus nigrolimbatus* (Spin.), *Oplonus cruentus* (Burm.) y *Stiretrus decastigma* Herr.Schaeffer.

Para la descripción de las ninfas se consideraron las mismas especies excepto *A. bonariensis*, y se incluyeron *Loxa flavicollis* (Drury), *Mormidea paupercula* Berg y *Arvelius albopunctatus* (De Geer).

Se colectaron desoves y adultos de las diferentes especies de pentatómidos. Las crías de laboratorio se siguieron a partir de las ninfas nacidas de los desoves de campo y de las posturas obtenidas en cautiverio.

Para cada especie se siguieron 2 ó 3 generaciones consecutivas, a partir de 20 individuos cada una. Las ninfas fueron criadas individualmente en cajas de Petri, suministrándoles distintos alimentos según sus hábitos alimentarios. En el caso de las especies fitófagas el alimento consistió en brotes y hojas de soja y chauchas; para las predadoras, larvas y adultos de la "vaquita del olmo" *Xanthogaleruca luteola*, larvas de *Rachiplusia* nu y de *Anticarsia gemmatalis*.

La descripción de los huevos se efectuó sobre material de campo y desoves de laboratorio, 48 hs después de la postura. La descripción de las ninfas se realizó 48 hs después de la muda, para asegurar así la homogeneidad en el grado de desarrollo de los caracteres morfológicos, especialmente el color. Para la identificación de los adultos se consultaron especialistas extranjeros y se comparó con las colecciones de referencia del Departamento de Zoología de la Universidad Federal de Rio Grande

do Sul, Brasil, y del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia).

Los caracteres morfológicos utilizados para la clave de huevos fueron : forma y disposición de los huevos en la postura, cantidad y forma de las proyecciones micropilares, color y estructura del corion.

Para la descripción de las ninfas, y de acuerdo con los objetivos de la clave, se consideraron los aspectos comunes por lo menos, a los estadios 3°, 4° y 5°, y cuando fue posible también al 2°.

Los principales caracteres utilizados en la clave de ninfas fueron: forma del rostro; alveolado de la superficie de cabeza, tórax y abdomen; esbozos espiniformes del pronoto; forma y coloración de placas laterales; forma y coloración de placas mediodorsales; patrón de manchas en cabeza, tórax y abdomen; coloración general de cabeza, tórax y abdomen; relación de tamaño entre *tylus* y *yuga*.

## **II - ESTUDIOS BIOLÓGICOS DE *Podisus connexivus***

### **II.A - ASPECTOS BIOLÓGICOS BÁSICOS**

Las observaciones biológicas se llevaron a cabo en el período enero-abril de 1989, sobre plantas de soja, en una parcela experimental ubicada en el Centro de Investigaciones en Ciencias Agronómicas, INTA, Castelar. También se tuvieron en cuenta datos y observaciones efectuadas en dichas parcelas en los veranos de

1988 y 1990. Para este estudio resulta de interés mencionar que Castelar está situada en 34° 36' de latitud S y 58° 40' de longitud O; su clima es templado, sin gran amplitud térmica, con temperaturas medias que oscilan entre 10,3°C (julio) y 23,5°C (enero); la precipitación anual es de 1.006 mm, distribuida uniformemente en el año, concentrándose en los meses de verano.

En el laboratorio se siguieron dos ciclos consecutivos durante mayo y julio de 1989, los que aportaron información básica sobre algunos parámetros biológicos y material para las descripciones morfológicas de los respectivos estados de desarrollo.

#### II.A.1 - Observaciones en jaulas en el campo

Para los estudios de tiempo de desarrollo, se efectuaron observaciones sobre el predador en una parcela de soja, siendo las larvas de R.nu el único alimento suministrado. Se seleccionaron plantas pequeñas, libres de insectos, ubicadas en tres jaulas de malla metálica sin base, de 30 x 30 x 40 cm, situadas en el campo con incidencia directa de la luz solar.

Sobre las plantas de cada jaula se depositaron larvas de R. nu provenientes de crías masivas de laboratorio. El estadio del lepidóptero difería según el estadio del predador. Las larvas fueron suministradas día por medio, y su cantidad dependía en forma directa de la demanda nutricional del pentatómido, de manera que el alimento no fue un factor limitante para el desarrollo.

A través de observaciones semanales y teniendo en cuenta información de años anteriores, se estableció la aparición

estacional de *Podisus*. Los adultos capturados en el campo fueron llevados al laboratorio y se criaron en parejas para observaciones de cópula y fecundidad. Las posturas obtenidas en cautiverio fueron introducidas inmediatamente en jaulas (una por jaula) y al emerger las ninfas sólo se dejaban cinco individuos de una misma cohorte. En consecuencia, se siguió el desarrollo grupal de tres cohortes de cinco individuos cada una, desde ninfa de 1° estadio hasta adulto. Las observaciones se efectuaron diariamente, registrándose el momento en que mudó la primera de las cinco ninfas y el día en que mudó el último individuo de la cohorte.

#### II.A.2 - Observaciones en laboratorio

El desarrollo individual se estudió en recipientes de plástico, a partir de desoves obtenidos de adultos en cautiverio, a dos temperaturas:  $18^{\circ}\text{C} \pm 1$  y  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ . El fotoperíodo fue en ambos casos de 12L:12O y la humedad relativa fluctuó entre 40 y 60%. Las observaciones se efectuaron diariamente, registrando el momento de las ecdisis. Se siguieron en total 111 individuos para el desarrollo a  $18^{\circ}\text{C}$  y 146 individuos para el de  $25^{\circ}\text{C}$ . El alimento suministrado diariamente consistió en larvas de *R. nu* en sus distintos estadios; se colocó además un trozo del alimento artificial que se le ofreció al lepidóptero, para brindar la humedad necesaria y el aprovisionamiento de agua del predador. Los estudios de fecundidad y fertilidad se efectuaron sobre 5 y 10 parejas, respectivamente, resultantes del desarrollo bajo las dos temperaturas mencionadas. Las observaciones se llevaron a

cabo en recipientes de plástico que contenían parejas individuales; se registró la cantidad de posturas normales y anormales hasta la muerte de la hembra, la cantidad de huevos por postura y la viabilidad de éstos.

## II.B - PREFERENCIA ALIMENTARIA DE *Podisus connexivus*

### E INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO DE LEPIDOPTEROS PLAGAS DE LA SOJA SOBRE LA EFICIENCIA DEL PREDADOR.

Los experimentos se realizaron bajo condiciones de  $26^{\circ}\text{C} \pm 1$  de temperatura, 40-60% de humedad relativa, con 14 horas de fotofase. El planteo de los ensayos consistió en ofrecerles a adultos del predador, larvas de distintas especies de lepidópteros en dos situaciones de confinamiento (cápsulas de Petri y jaulas de mangas), registrándose durante 9 hs consecutivas cuáles larvas fueron predadas preferentemente y qué influencia tuvo el comportamiento de la presa sobre la eficiencia del predador.

Las larvas de las especies de lepidópteros consideradas en los ensayos: *R. nu*, *A. gemmatalis*, *S. frugiperda*, *H. zea*, *C. lesbia*, *E. virginica* y *E. indecisa*, provinieron de crías de laboratorio sobre alimento artificial y/u hojas de soja. Los individuos para los estudios fueron seleccionados por peso, procurando que éste fuera lo más similar posible al de la larva tomada como patrón, en este caso la larva de quinto estadio de *A. gemmatalis*. Los adultos de *Podisus* fueron obtenidos de crías de laboratorio, cuyo alimento fue larvas de *A. gemmatalis*. Para los ensayos de preferencia, las chinches fueron sometidas a inanición previa a

la experiencia; en cambio, para el estudio de la influencia del comportamiento de la larva sobre la eficiencia del predador, los pentatómidos (en estadio N5) fueron aislados sin alimento durante 24-48 hs antes de la ecdisis imaginal.

#### II.B.1 - Estudio de preferencia.

Se llevó a cabo utilizando dos tratamientos: a) con opción: las distintas larvas fueron ofrecidas simultáneamente, y b) sin opción: las presas estuvieron expuestas por separado. No se compararon entre sí ambos ensayos, ya que las condiciones experimentales fueron distintas; sólo se analizaron individualmente los resultados de cada experiencia.

La preferencia con opción se realizó en una jaula de mangas de 40x60x40 cm, en la que se colocaron plantas de soja con igual cantidad de larvas de los lepidópteros considerados (7 larvas de cada especie, aleatoriamente distribuídas). Posteriormente se agregaron 6 adultos de *Podisus* (3 machos y 3 hembras), depositándolos en el fondo de la jaula, para darle así igual oportunidad de atacar a cualquier presa. La estructura del ensayo corresponde a un diseño en bloques completos, constituyendo los bloques cada una de las 3 repeticiones que se efectuaron en el tiempo. Los datos fueron analizados a partir de tablas de contingencia y uso de pruebas de chi cuadrado, con un nivel de significancia de 0,05.

La preferencia sin opción se evaluó en cápsulas de Petri. En cada una de ellas se colocó, por separado, una larva de cada especie de lepidóptero; luego se introdujo un adulto de *Podisus*

(hembra o macho indistintamente) por cápsula y se registró, al cabo de 24 hs, si hubo predación.

#### II.B.2 - Estudio de la influencia del comportamiento de la presa sobre la eficiencia del predador.

Este estudio se basó en las experiencias realizadas por Marston et al. (1978). Se utilizaron las mismas especies de lepidópteros del ensayo de preferencia, excepto *E. indecisa*. La evaluación fue llevada a cabo en una jaula de mangas, dentro de la cual se colocaron dos plantas de soja con aproximadamente 6-10 hojas. Sobre estas plantas se depositaron, alternativamente, 10 larvas de cada especie de lepidóptero. Luego de un periodo de aclimatación de 2 hs, se agregaron (uno por uno) 10 adultos de *Podisus* (5 machos y 5 hembras) a unos 10 cm de cada larva, registrándose si hubo o no contacto entre predador y presa y cual fue el resultado posterior. El diseño experimental fue el bloques completos aleatorizados, con 3 repeticiones en el tiempo. Los datos fueron analizados mediante pruebas de chi cuadrado, con un nivel de significancia de 0,05.

El "encuentro" es la primera fase de la predación y consiste en la percepción de la larva por parte del predador con sus antenas, continúa con la extensión del rostro y la aproximación. Posteriormente, y de acuerdo con lo analizado por Marston et al. (1978) y comprobado por experiencias propias, puede ocurrir lo siguiente :

- A. no hay contacto (el predador no toca la larva con el rostro); esto puede ser debido a falta de estímulos adecuados o a una distracción en la actividad del predador, o a maniobras evasivas de la larva.
- B. hay contacto, y posteriormente puede ocurrir :
  - 1. la larva escapa y sobrevive
    - a. antes de la penetración de los estiletes del predador.
    - b. después de la penetración de los estiletes del predador.
  - 2. la larva muere debido a la efectiva predación del pentatómido.
  - 3. la larva que escapa luego de la penetración de los estiletes, muere (en este caso las larvas fueron aisladas en cápsulas de Petri y se determinó su supervivencia, alimentándolas normalmente).

II.C - EFECTO CUANTITATIVO DEL CONSUMO SOBRE EL CRECIMIENTO,  
TIEMPO DE DESARROLLO Y FECUNDIDAD  
DE *Podisus connexivus*

Las técnicas experimentales y los procedimientos utilizados en este estudio, se basaron en las descritas por Mukerji y LeRoux (1969,a).

Las ninfas de *P. connexivus* (del 2º al 5º estadios, ya que el 1º es fitófago), se criaron individualmente en cajas de Petri, sobre larvas de distintos tamaños de *Anticarsia gemmatalis*, designados como niveles de dieta I (larvas de 5 mm), II (larvas

de 10 mm), III (larvas de 15 mm) y IV (larvas de 20 mm), que generalmente (aunque no siempre) corresponden a los estadios larvales 2º, 3º, 4º y 5º, respectivamente. Cada predador fue alimentado diariamente con una larva de cada nivel de dieta.

Para cada nivel se siguió el desarrollo de 10 ninfas. Las 40 ninfas con que se inició el estudio provenían de una misma cohorte. Los adultos obtenidos al final del ensayo fueron criados por parejas, suministrándoles diariamente 2 larvas de cada nivel de dieta. Las posturas fueron retiradas al día siguiente de colocadas par evitar el canibalismo de los machos de *Podisus*.

Para las mediciones del peso se utilizó una balanza Bosch S-2000, con una precisión de 0,1 mg. Se efectuaron mediciones del peso de los predadores y de las larvas suministradas, antes y después de un periodo de exposición (24 hs). El peso vivo (PV) de los *Podisus* fue transformado en peso seco (PS) utilizando un factor de conversión. Para el cálculo de ese factor se emplearon ejemplares de una cría paralela a la del ensayo de consumo. Se pesaron 10 individuos de cada estadio en cada nivel de dieta, al comienzo y al final del periodo de alimentación (PeA : cantidad de días del estadio durante los que hubo efectiva predación). Luego se secaron individualmente, se promediaron los valores y se calcularon los coeficientes PS/PV. Esas tasas no difieren significativamente entre estadios o niveles de dieta, estableciéndose que 0,2 mg de PS equivalen a 1,0 mg de PV.

El PS estimado de cada nivel de dieta se obtuvo secando individualmente 20 larvas vivas del lepidóptero a 105°C durante 5 horas (o hasta peso constante) y promediando luego los valores.

El PS residual de las larvas suministradas se obtuvo secando

y pesando los restos de cada presa luego del periodo de exposición.

El PS estimado de la cantidad de presa viva consumida diariamente por el predador, en cada nivel de dieta (AC), se obtuvo por diferencia entre la media inicial estimada del PS de la larva suministrada, y el valor de PS de los restos de alimento al término de 24 hs de exposición.

El cambio diario en el peso del predador en cualquier estadio, se determinó por diferencia entre el peso antes y después de un periodo de 24 hs.

Para cada nivel de dieta, se registraron las siguientes variables :

AC = PSe - PSr , donde AC es el alimento consumido diariamente, PSe es el peso seco estimado (valor estándar de cada nivel de dieta) y PSr es el peso seco residual (peso de los restos diarios de la presa).

$$CMD = \frac{TAC}{\text{Cant. días de alimentación}}$$
 , donde CMD es el consumo medio diario para 10 ninfas de cada estadio y TAC es el total de alimento consumido.

$$CrMD = \frac{PSf - PSi}{\text{Cant.días PeA}}$$
 , donde CrMD es el crecimiento medio diario para 10 ninfas de cada estadio, PSf es el peso seco de cada ninfa al final del PeA y PSi es el peso seco de cada ninfa al comienzo del PeA.

Para obtener una estimación más exacta, el crecimiento fue determinado sólo durante el PeA, ya que en todos los estadios, cuando el predador detiene su alimentación, el peso se mantiene igual o desciende. Otros autores, como Turnbull (1962), dividen por la duración total en días de cada estadio.

Otras variables que se registraron durante el estudio, para

cada nivel de dieta, fueron : duración media de los estadios ninfales, fecundidad, fertilidad y longevidad de los adultos.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 10 repeticiones, considerando cada individuo como una repetición. El análisis de los datos consistió en ajustar modelos lineales y exponenciales, del crecimiento en función del consumo, mediante el método de mínimos cuadrados (procedimientos REG y NLIN de SAS).

#### II.D - RESPUESTA FUNCIONAL DE *Podisus connexivus*

##### A LA DENSIDAD DE LARVAS DE *Anticarsia gemmatalis*

Predadores y presas fueron criados a nivel experimental en el laboratorio, siguiendo la metodología detallada en Saini (1994a). La presa consistió en larvas de *A. gemmatalis* de 2do estadio (nivel de dieta II del estudio de consumo). En cuanto al predador, se utilizaron ninfas (N2 a N5) y adultos (machos y hembras) todos recién mudados.

#### II.D.1 - Influencia del estadio del predador en la R.F.

El universo de confinamiento consistió en cajas de plástico de 25 x 20 x 8 cm, en cuyo interior se depositó una base sustrato de 5 mm de espesor del alimento artificial utilizado para la cría masiva de *A. gemmatalis* (Greene, 1976), el cual era reemplazado cada 7 días. La tapa presentaba una abertura cubierta con muselina para evitar la condensación de agua en el interior de la caja.

Según el modelo de R.F. de Holling, la densidad de la presa debe mantenerse constante durante el experimento, reemplazando los ejemplares a medida que son predados, y la densidad del predador debe ser siempre 1 por caja. De acuerdo con esto, el planteo del experimento consistió en exponer durante 24 hs, en cada caja, un único predador de cada estadio ninfal o del estado adulto, a distintas densidades de *A. gemmatalis* de 2do estadio (2, 4, 8, 16 y 32 larvas). Concluido el período de exposición, se registró la cantidad de presas atacadas durante cada estadio ninfal del predador, y durante 10 días para los adultos, ya que su longevidad puede ser muy variada (distinta). En 24 hs las larvas de *A. gemmatalis* que no fueron predadas aumentaban considerablemente de tamaño e incluso mudaban; por lo tanto las presas fueron reemplazadas diariamente en su totalidad.

#### II.D.2 - Respuesta funcional de adultos del predador con mayor área de búsqueda.

Se estudió la R.F. en condiciones intermedias entre las de la experiencia anteriormente descripta y las que encontraría el predador en la naturaleza. Para ello el universo de confinamiento consistió en cilindros de acrílico de 35 cm de longitud y 12 cm de diámetro, con "ventanas" de muselina para permitir la aireación. Los cilindros contenían 3 plantas de soja de 25 cm de altura y con 5 hojas cada una. Las plantas fueron reemplazadas cuando el follaje era consumido considerablemente (aproximadamente cada 4 días).

El experimento consistió en exponer durante 24 hs, en cada

cilindro, un único adulto de *Podisus* (macho o hembra) a distintas densidades de *Anticarsia* en 2do estadio (1, 2, 4, 8 y 16 larvas). Las larvas fueron reemplazadas diariamente en su totalidad y se contó la cantidad de individuos predados, durante un máximo de 20 días, o hasta la muerte del predador.

La estructura de los experimentos corresponde a un diseño completamente aleatorizado. Algunos autores como Morris (1963) y Mukerji y Le Roux (1969b), fijaron que el error estandar de la media debía ser igual o menor de 10%, para establecer la cantidad de repeticiones para cada densidad de presa. Teniendo en cuenta la misma premisa, en este trabajo fueron suficientes 6 repeticiones del ensayo para el mismo nivel de error.

La ecuación básica de Holling utilizada en ambas experiencias fue:

$$y = a (T - by) x$$

donde  $y$  = cantidad de presas atacadas

$x$  = cantidad de la presa suministrada

$T$  = tiempo total (en días) durante el cual estuvieron expuestos predador y presa

$a$  = tasa de búsqueda, proporción de la presa que es atacada por unidad de tiempo de búsqueda

$b$  = tiempo de manipuleo, tiempo que utiliza el predador para atacar, comer, y estar nuevamente dispuesto para iniciar otra búsqueda.

El análisis de los datos consistió en estimar los parámetros  $a$  y  $b$  a través del método de cuadrados mínimos ordinarios para modelos no lineales, usando el procedimiento NLIN del SAS. Este enfoque resulta ser el más adecuado de acuerdo a los objetivos

del estudio, ya que brinda la curva que mejor se ajusta a los datos experimentales (Marquardt, 1963; Livdahl y Stiven, 1983; Houck y Strauss, 1985).

### II.D.3 - Eficiencia de búsqueda del predador.

Se estimó la eficiencia de búsqueda del predador a partir de la cantidad de presas atacadas y la cantidad de presa suministrada (Beddington, 1975), utilizando los guarismos obtenidos en las experiencias anteriores.

La ecuación empleada fue:  $E = P/X$

donde E = eficiencia de búsqueda

P = tasa de predación, cant.presas/predador/día

X = cantidad de presas suministradas por día

### II.E - INTERACCION *Podisus connexivus* Y EL VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR DE *Rachiplusia nu*

Los ensayos fueron conducidos a una temperatura de  $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ , la humedad relativa varió entre 40 y 60% y el fotoperíodo fue de 13 L : 11 O.

#### II.E.1 - Preferencia alimentaria de *Podisus connexivus* por larvas de *R. nu* sanas o infectadas con VPN.

La preferencia alimentaria se estudió en cajas de Petri (90 x 15 mm), conteniendo una ninfa de 5° estadio (N5) o un adulto del predador. El experimento consistió en observar la

alimentación de 10 N5 y 10 adultos de *Podisus*, durante un período de 9 horas. Para ello se introdujeron simultáneamente, en cada caja de Petri, una larva sana de *R. nu* y otra enferma. El estadio de ambas larvas podía ser distinto, ya que las larvas contaminadas muestran un atraso en su desarrollo y por lo tanto menor crecimiento, lo que dificulta la correcta determinación del estadio larval utilizado.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones. El análisis estadístico de los datos consistió en un test t para diferencias apareadas.

#### II.E.2 - Efecto de la calidad nutricional de las larvas de *R. nu* infectadas con VPN, sobre parámetros biológicos de *Podisus connexivus*.

El efecto de la calidad nutricional de las larvas de *R.nu* infectadas con VPN, se estudió también en cajas de Petri. Se utilizaron 2 cohortes de 30 ninfas de 2° estadio de *Podisus*, las que fueron alimentadas con larvas de *R. nu* sanas y enfermas, respectivamente, hasta el estado adulto. La cantidad y el estadio de la presa varió con el estadio del predador. Los individuos de cada cohorte fueron alimentados con igual cantidad de larvas de aproximadamente el mismo tamaño. No obstante, en todos los casos la presa se proveyó en exceso, tratando de evitar que el alimento fuera una limitante, ya que se evaluó la calidad nutricional y no la capacidad de consumo.

Los adultos obtenidos al final del desarrollo, fueron inmediatamente pesados. Los guarismos fueron transformados en

peso seco utilizando el factor de conversión calculado en el punto II.C. Luego se conformaron las respectivas parejas, las que continuaron siendo alimentadas en forma diferencial con larvas de R. nu sanas o enfermas.

Entre los parámetros biológicos estudiados, se determinaron: el tiempo de desarrollo hasta adulto, el peso seco inicial de los adultos obtenidos y el porcentaje de fertilidad de los huevos por ellos depositados, para cohortes alimentadas con larvas sanas y con larvas enfermas, respectivamente.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 3 repeticiones en el tiempo, correspondiendo cada repetición a una generación. El análisis estadístico de los datos consistió en un test t para diferencias apareadas.

### II.E.3 - Capacidad del predador para transmitir virus activos a través de sus deyecciones.

Para cuantificar y evaluar la capacidad del predador de diseminar poliedros activos, se alimentaron 10 ninfas de 4to estadio y 10 adultos de *P. connexivus*, con larvas de R. nu infectadas con VPN durante 24 hs. Ninfas y adultos fueron transferidos individualmente a cajas de Petri con papel de filtro estéril como sustrato y se les proporcionó larvas de R. nu sanas como alimento hasta el final del ensayo.

Para recuperar las deyecciones se reemplazaron los papeles de filtro cada 24 hs, durante 5 días consecutivos. La extracción de las deyecciones se efectuó recortando las áreas del papel que contenían las heces y se suspendieron en 5 ml de Tritón x-100 al

0,1%; se conservaron durante 24 hs a 4°C.

Para establecer la viabilidad del virus recuperado se utilizaron 20 larvas de R. nu de 4to estadio, a las que se les suministró alimento artificial contaminado en superficie con dicho virus.

La concentración se determinó por recuento en hematocitómetro bajo microscopía óptica.

#### II.E.4 - Análisis comparativo de la virulencia del VPN original y del VPN recuperado de las deyecciones.

La virulencia de la suspensión de poliedros recuperados de las deyecciones del primer día, fue comparada con una muestra de la solución madre de VPNRn, sobre larvas de R. nu de 2do estadio mediante la realización de un ensayo biológico por ingestión libre, en el que se dosificó el alimento artificial contaminado en cajas de 20 x 13 cm, divididas interiormente en celdas de 165 mm<sup>2</sup>.

A partir de la suspensión de poliedros recuperados, se preparó una serie de 6 dosis con factor de dilución cuatro. La contaminación del alimento artificial se efectuó por depósito en superficie de 25  $\mu$ l de suspensión viral.

Sobre el alimento contaminado se colocaron individualmente, por dosis probada, grupos de 50 larvas de R. nu premudas de 1er estadio.

Para establecer el porcentaje de actividad de cada una de las dosis, se registró la mortalidad durante el 2do y 3er estadio larval, considerándose como sobrevivientes a las larvas que

alcanzaron el 4to estadio.

Las concentraciones letales fueron estimadas puntualmente y por intervalos de confianza, utilizando el procedimiento Probit del SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### I - ESTUDIOS MORFOLOGICOS

#### I.A - DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS ESTADOS INMADUROS

##### DE *Podisus connexivus*

Los distintos estados de desarrollo de *P. connexivus* están representados en la figura 1. En la figura 2 se presenta el dimorfismo cromático de la ninfa de 5to estadio y los desoves normales y anormales de *P. connexivus*.

Huevo: 1,0 mm de largo y 0,7 mm de ancho máximo. Forma ovoide, extremos no achatados. Color ocre con reflejos metálicos dorados. Corion liso, cubierto de proyecciones rígidas color caramelo o negro, largos en el casquete apical y más cortos en el resto del corion. Banda anular por debajo del casquete apical, libre de proyecciones. Corona radial integrada por 12-16 (más frecuentemente 14) proyecciones micropilares blancuzcas, con forma de delgadas púas de aproximadamente 1/3 del diámetro del huevo.

Ninfa 1er estadio: Forma elipsoidal; pelos marginales muy cortos, escasos y hialinos; 1,7-1,9 mm de largo y 1,1-1,3 mm de ancho máximo. Cabeza: **tylus** excede a las **yugas**; superficie dorsal negra; ojos color borravino; antenas castañas oscuras, con áreas intersegmentales rojas, pelos cortos de dos tipos, negros y hialinos; proporción antenal (longitudes de segmentos antenales, en mm): 0,1:0,2:0,3:0,4 ; superficie ventral rojiza, rostro también rojizo, llega caudad hasta la mitad del metasterno. Tórax con márgenes laterales deprimidos y lisos; dorso negro, con delgada línea mediodorsal roja; superficie ventral rojiza; patas negras con pelos cortos y negros en la tibia, y largos y hialinos en el tarso. Abdomen con márgenes laterales no deprimidos; dorso rojo; siete placas mediodorsales negras (tres portadoras de hendiduras glandulares, y dos por delante y dos por detrás de ellas); placas laterales negras, subtriangulares; superficie ventral rojiza, placas medianas como manchas difusas, placas laterales negras.

Ninfa 2do estadio: Sin pelos marginales; 2,9-3,1 mm de largo y 1,9-2,1 mm de ancho máximo. Cabeza: **tylus** excede las **yugas**; superficie dorsal negra; ojos y antenas como en N1; proporción antenal 0,2:0,4:0,3:0,6 ; superficie ventral oscura, rostro negro, llega caudad hasta las coxas II. Tórax con márgenes laterales explanados en pro y mesonoto; superficie dorsal negra con alvéolos tipo "cáscara de naranja"; superficie ventral rojiza, coxas negras, patas negras con pelos negros y rígidos en la tibia, y hialinos y delicados en el tarso. Abdomen con márgenes laterales levemente deprimidos; dorso rojo, con seis

placas mediodorsales negras y dos pequeñas placas negras muy angostas a ambos lados de la línea media, inmediatamente por detrás del metanoto; placas laterales negras, subtriangulares; superficie ventral rojiza, placas laterales y medianas negras.

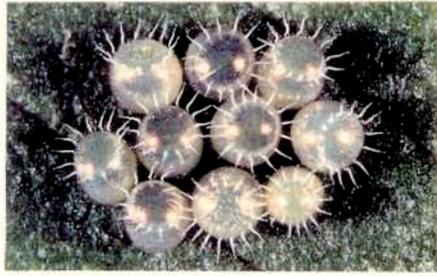
Ninfa 3er estadio: 4,6-4,8 mm de largo y 3,1-3,3 mm de ancho máximo. Cabeza: **tylus** tan largo como las **yugas**; superficie dorsal, ojos y antenas como en N2; proporción antenal 0,3:0,8:0,6:0,5 ; superficie ventral negra, rostro negro llega caudad hasta la mitad del mesosterno. Tórax con dorso, superficie ventral y patas como en N2. Abdomen con superficie dorsal rojiza, manchas blancas entre las placas mediodorsales y serie longitudinal de manchas amarillentas difusas, entre las placas laterales; seis placas mediodorsales como en N2 y dos placas delgadas negras por detrás del metanoto; placas laterales negras trapezoidales; superficie ventral rojiza, con placas laterales y medianas negras.

Ninfa 4to estadio: 6,4-6,6 mm de largo y 4,1-4,3 mm de ancho máximo. Cabeza: **tylus** tan largo como las **yugas**; superficie dorsal negra, con manchas castañas rojizas o sin ellas; ojos y antenas como en N2; proporción antenal 0,5:1,2:0,8:0,7 ; superficie ventral y rostro como en N3. Tórax con dorso como en N3, con manchas castañas rojizas o sin ellas; metanoto parcialmente cubierto por los esbozos alares y del escutelo; márgenes laterales del pronoto explanados y levemente serrulados; patas como en N3. Abdomen con dorso rojizo, manchas similares a las citadas para la N3, pero ocupando una mayor proporción de la

superficie; seis placas mediodorsales, la 1ra muy angosta; por detrás del metanoto desaparecen las dos placas angostas; placas laterales y superficie ventral como en N3.

Ninfa 5to estadio: 8,2-8,4 mm de largo y 5,4-5,6 mm de ancho máximo. Cabeza: **tylus** más corto que las **yugas**; superficie dorsal negra, generalmente con grandes manchas castañas rojizas; ojos y antenas como en N3; proporción antenal 0,6:1,8:1,5:1,4 ; superficie ventral castaña clara, rostro negro llega caudad hasta las coxas III. Tórax con márgenes laterales del pronoto explanados y serrulados; los esbozos alares llegan caudad hasta el borde posterior de la 3ra placa lateral; metanoto casi totalmente cubierto por los esbozos alares y del escutelo; superficie dorsal castaña oscura con manchas castañas rojizas, aunque también puede presentarse totalmente negra; patas y superficie ventral como en N3. Abdomen con dorso rojizo, manchas blancas entre las placas mediodorsales y las laterales; manchas amarillentas difusas sobre toda la superficie; cinco placas mediodorsales negras; placas laterales negras y trapezoidales; superficie ventral rojiza con placas oscuras.

Se han observado, tanto en las crías de laboratorio como en el campo, cohortes de coloración muy clara, aunque en baja proporción. En estos individuos suelen presentarse manchas castañas claras en el tórax (y a veces sobre la cabeza) a partir del estadio 3°, y además, la superficie dorsal del abdomen aparece casi totalmente blancuzca o amarillenta, resaltando sólo las líneas intersegmentales rojizas.



DESOVE



NINFA PRIMER ESTADIO



NINFA SEGUNDO ESTADIO



NINFA TERCER ESTADIO



NINFA CUARTO ESTADIO

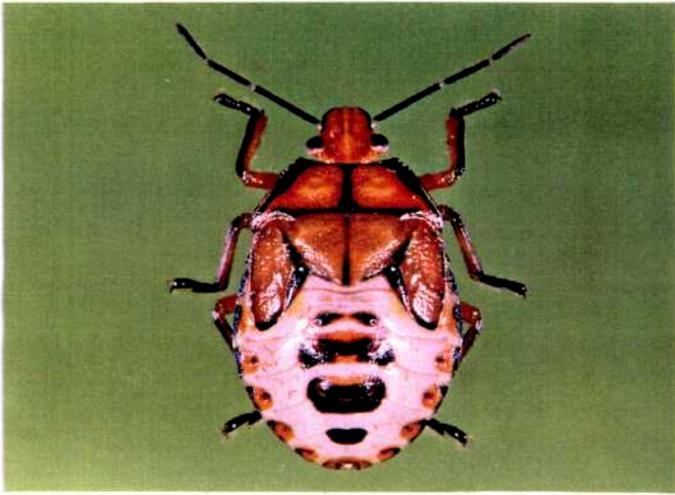


NINFA QUINTO ESTADIO



ADULTO

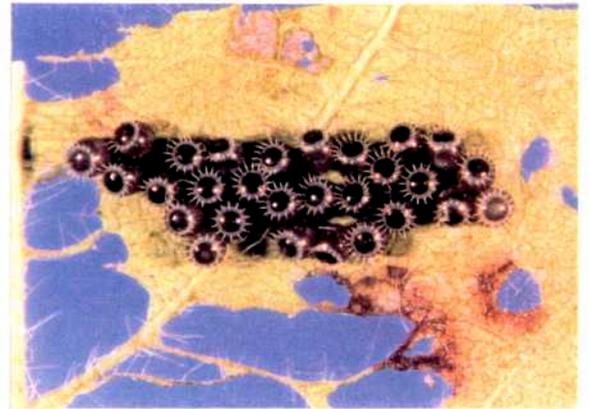
Figura 1 - Estados de desarrollo de *Podisus connexivus*.



A - NINFA QUINTO ESTADIO



B - DESOVE ANORMAL



DESOVE NORMAL

Figura 2 - A. Dimorfismo cromático en ninfas de 5to estadio.  
B. Desoves de *P. connexivus*.

I.B - CLAVES PARA LA IDENTIFICACION DE LOS ESTADOS INMADUROS  
DE PENTATOMIDOS ENCONTRADOS EN CULTIVOS DE SOJA.

En la figura 3 se presentan las distintas disposiciones de los huevos, las formas de las proyecciones micropilares y las diferencias específicas visibles en los opérculos de *E.meditabunda* y *E.rufomarginata*. En las figuras 4 y 5 se presenta el aspecto general de los huevos de las especies consideradas.

En la figura 6 se presenta un esquema general de la ninfa, en este caso de 5° estadio, señalando los aspectos morfológicos considerados.

En las figuras 7 a 17 se definen los términos utilizados y se establecen los criterios seguidos.

1) Estructura del rostro

En las especies predadoras (figura 7) el rostro está articulado al ápice del tylus; las búcúlas (1) son pequeñas y el 1er segmento del rostro (2) es corto, robusto y libre.

En las especies fitófagas (figura 8) el rostro está articulado un poco por detrás del tylus; las búcúlas son largas, paralelas o subparalelas, y el 1er segmento del rostro es largo, delgado y encapsulado en gran parte entre las búcúlas (DeCoursey y Allen, 1968).

No se encontró ningún carácter observable en vista dorsal que pudiera adicionarse al correspondiente dilema de la clave.

## 2) Alveolado de la superficie (cabeza, tórax y abdomen)

Este término, mencionado por DeCoursey y Allen (1968) como "hoyos", se utiliza para describir las pequeñas concavidades que aparecen, en menor o mayor grado, en casi toda la superficie del insecto.

Existen dos tipos de alveolado (figura 9):

a- alveolado tipo "cáscara de naranja" : como su nombre lo indica, se presenta en forma de pequeñas concavidades del mismo color, o un poco más oscuro (distinto tono) que la superficie en cuestión; siempre se distribuyen en forma homogénea.

b- alveolado contrastante : en este caso, las pequeñas concavidades presentan un color definido, ya sea negro, verde o rojo, que contrasta notablemente con el color general de la superficie; pueden distribuirse en forma homogénea o en áreas restringidas.

## 3) Márgenes laterales del tórax

Cuando se observa un conjunto de adultos de las especies consideradas en la clave, aparece un carácter que frecuentemente es utilizado para establecer de qué especie se trata. Las ninfas de estas especies, fundamentalmente las de los estadios 4° y 5°, presentan en el pronoto (y en el caso de *Arvelius* también en el mesonoto), esbozos de los que posteriormente serán los "espolones" del protórax del adulto.

En la figura 10 se esquematizan distintos pronotos ninfales con esbozos espiniformes. Especies tales como *A. armigera* (figura

10a), *D. furcatus* (figura 10b), *P. nigrolimbatus* (figura 10c) y *A. albopunctatus* (figura 10d), entre otras, exhiben este tipo de expansiones laterales espiniformes.

#### 4) Forma y coloración de las placas laterales

Se entiende por placas laterales a las placas situados en el borde, y de las cuales hay una porción dorsal (laterotergito) y otra ventral (lateroesternito).

La forma es muy diversa, pero se las puede reunir en tres clases, las cuales se esquematizan en la figura 11.

En cuanto a la coloración, no sólo se presentan diferencias entre las especies, sino también a lo largo del desarrollo de una especie en particular. Existen placas negras, simples, sin ningún otro patrón de coloración; las hay de color rojo, rosa, amarillo y naranja, y en estos casos generalmente aparece un borde negro. Por último hay placas blancas, o translúcidas, también con borde negro u oscuro; casi siempre estas coloraciones van acompañadas de alvéolos negros.

#### 5) Forma y coloración de las placas mediodorsales

Se entiende por placas mediodorsales a los tergitos abdominales ubicados sobre la línea media. Pueden aparecer 3, 4 ó 5 placas bien definidas. Las 3 placas más grandes se denominan funcionales, por estar asociadas con las hendiduras de las glándulas odoríferas. Pueden aparecer, en los primeros estadios, 1 ó 2 pequeñas placas por delante de la primera funcional.

Las placas funcionales se presentan, por lo general, con las formas esquematizadas en la figura 12. La primera placa tiene forma de boca, la segunda es subrectangular y la tercera trapezoidal.

Las diferencias que se advierten entre las especies, corresponden a las distintas coloraciones. La falta total o parcial de coloración es también frecuente, y esto determina que las placas resulten inconspicuas, y en ciertos casos se confundan con el resto de la superficie abdominal, apreciándose sólo las hendiduras glandulares.

Por lo general las placas mediodorsales presentan una coloración similar a la de las placas laterales, sobre todo cuando estas últimas muestran un alveolado negro, pero también se dan casos de diferente coloración entre las placas de ambas series en un mismo individuo.

Otra característica que se tuvo en cuenta para la clave, es la relación de tamaño entre el ancho de la primera placa funcional y el ancho máximo del abdomen. Algunas especies presentan placas mediodorsales con una forma muy particular, como por ejemplo las del género *Oplonus* en la Argentina y de *Murgantia* en los Estados Unidos (figura 13); en este tipo de placa, la 1ra funcional posee un ancho mayor que la mitad del ancho máximo del abdomen, mientras que en las especies con placas del tipo de la figura 12, la 1ra funcional es menor que  $1/3$  del ancho máximo del abdomen.

Por último, en especies tales como *O. cruentus* y *S. decastigma*, se presenta una placa ubicada en forma transversal, inmediatamente por detrás del límite entre Torax y abdomen

(figura 14). Esta placa puede ser considerada como carácter principal; aparece a partir del 2° estadio, y en el 5° está cubierta en gran parte por los esbozos alares y del escutelo. Su color es generalmente negro, excepto en el 5° estadio en que es totalmente color naranja (en *Stiretrus*) o amarillo (en *Oplonus*), confundiéndose con el resto de la superficie abdominal.

#### 6) Patrón de manchas en cabeza, tórax y abdomen

El patrón de manchas de las especies de pentatómidos es propio para cada una de ellas.

En la mayoría de los casos aparece sobre la superficie dorsal del insecto una serie de manchas que se presentan después de la primera ecdisis y se mantienen hasta el 5° estadio. Si bien la disposición de estas manchas es siempre la misma, la coloración puede sufrir algunos cambios. Por el contrario, existen otras manchas que se van adicionando al patrón inicial durante el desarrollo. Aparece también una tercera modalidad, que sin dudas es la que ofrece las mayores dificultades en cuanto a la descripción : muchas especies, como *N. viridula*, *A. armigera*, *O. cruentus*, etc., presentan en algunos estadios patrones de coloración con variantes. Esto se comprueba en la práctica analizando muestras suficientemente numerosas de individuos de un mismo estadio, donde aparecen pequeñas cantidades que carecen de una o varias manchas las que, erróneamente, podrían considerarse como típicas de la especie.

Estas variantes deben ser tenidas en cuenta, ya que su omisión puede acarrear problemas de identificación, sobre todo si se

trabaja con muestras poco numerosas.

Por consiguiente, cuando se utilice este carácter, se considerarán aquellas manchas comunes a, por lo menos, los estadios 3°, 4° y 5°, y que no estén sujetas a variantes. Cuando se mencione el patrón de manchas en su totalidad (para distinguir por ejemplo dos especies de un mismo género), se aclarará cuáles son las variantes observadas en cada estadio.

Por último se presentan algunos patrones de manchas abdominales muy particulares : en *D. furcatus*, entre otras especies, aparecen pequeñas manchas rojas o rosadas, circulares o alargadas, que se distribuyen en forma homogénea en toda la superficie dorsal del abdomen, sobre un fondo generalmente blancuzco o cremoso; en la figura 15 se esquematiza este patrón. En los estadios 2° y 3° (figura 15a) las manchas se disponen regularmente, ocupando toda el área entre sutura y pseudosutura; en cambio, en los siguientes estadios (figura 15b), las manchas disminuyen su tamaño y la distribución no es regular. Este patrón de manchas está asociado a placas laterales de colores claros, con alveolado y bordes oscuros.

En *N. viridula* y las especies de *Acrosternum*, el patrón de manchas es más complicado. Para aclarar la situación se esquematiza en la figura 16 un abdomen (en vista dorsal) hipotético (imaginario), el cual reúne los patrones más comunes. Las series de manchas se designan con letras griegas, que aparecen en la correspondiente clave:

$\alpha$  : serie de manchas relativamente pequeñas, por lo general blancas, alineadas cerca de los márgenes internos de las placas laterales, a partir de la 3° ó 4° placa.

$\beta$  : serie de manchas relativamente grandes, por lo general blancas, alineadas cerca de los márgenes laterales de las placas mediodorsales; puede o no aparecer simultáneamente con  $\alpha$ .

$\tau$  : serie de manchas pequeñas, de colores claros, alineadas entre las placas mediodorsales y laterales, una por cada placa lateral; cuando está presente no aparecen las series  $\alpha$  y  $\beta$ .

$\delta$  : serie de manchas grandes, blancas o amarillentas, alineadas por delante, o por delante y a los lados, de la primera placa funcional; generalmente asociada a la serie  $\alpha$ .

$\epsilon$  : serie de manchas pequeñas, a veces alargadas transversalmente, blancas, alineadas sobre la línea media, entre las placas mediodorsales.

$\pi$  : serie de manchas pequeñas, de variados colores, alineadas entre las placas laterales; a veces se unen formando una franja continua que rodea dichas placas.

#### 7) Forma de la cabeza y relación tylus-juga.

El aspecto general que puede presentar la cabeza se indica en la figura 17 : aguzada (a) o ensanchada (b) anteriormente. Si bien no está directamente relacionado, este carácter puede completarse con la relación entre el tamaño del tylus y de la juga. Esta relación, sin embargo, tiene el inconveniente de que puede variar a través del desarrollo; en los primeros estadios, por lo general, el tylus se extiende más allá de las jugae (c), siendo estas últimas iguales o mayores que el tylus en el 5° estadio (d).

## 8) Suturas y pseudosuturas

Las suturas tienen aspecto de surcos intersegmentales que conectan el margen lateral con las placas mediodorsales; las pseudosuturas, que aparecen como surcos más delgados que las anteriores, parten del vértice interno de las placas laterales, y generalmente no alcanzan las placas mediodorsales.

Pueden presentar diversas formas, pero a los fines prácticos se las agrupa en dos tipos : las casi imperceptibles, que se confunden con el resto de la superficie dorsal del abdomen, del mismo color que ella, y las de colores vivos (rojo, naranja, rosa, etc.), bien visibles y contrastantes con el resto de la superficie.

Este carácter será utilizado sólo en casos muy particulares.

## 9) Línea mediodorsal

En casi todas las especies, la línea mediodorsal se ve como una delgada línea rojiza sobre el dorso torácico, fundamentalmente en los primeros estadios. En algunas especies, dicha línea se continúa en el abdomen como una sucesión lineal de manchas, grandes o pequeñas, frecuentemente alargadas longitudinalmente, interrumpida por las placas mediodorsales.

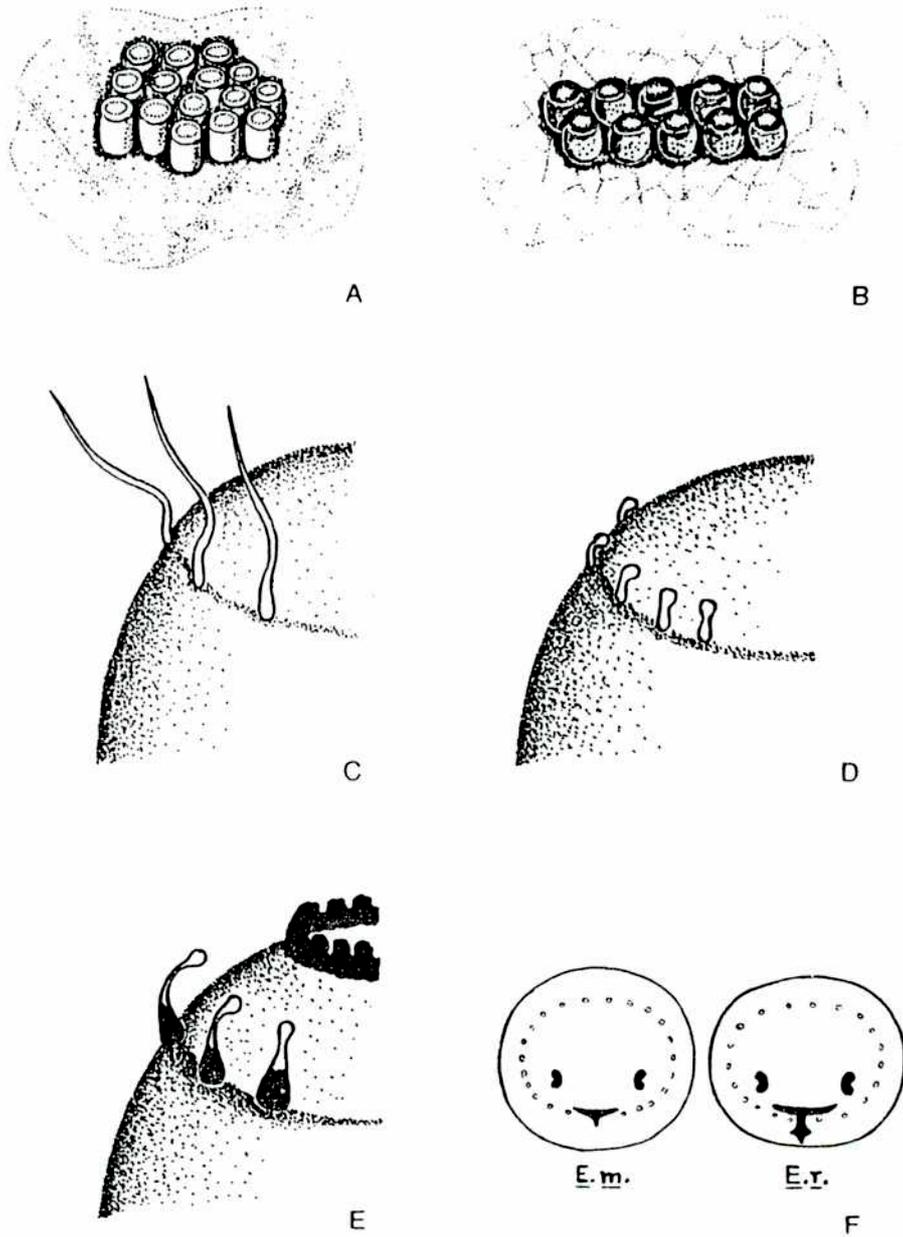


Figura 3 - Disposición de las posturas y caracteres morfológicos de huevos de pentatómidos. A.Huevos dispuestos en un grupo formado por 3 ó más hileras más o menos definidas; B.Huevos dispuestos en un grupo formado por dos hileras contiguas bien definidas; C.Proyecciones micropilares largas, como delgadas púas; D.Proyecciones micropilares cortas; E.Proyecciones micropilares en forma de largos ganchos capitados; F.Diferencias visibles entre *E. meditabunda* y *E. rufomarginata*.

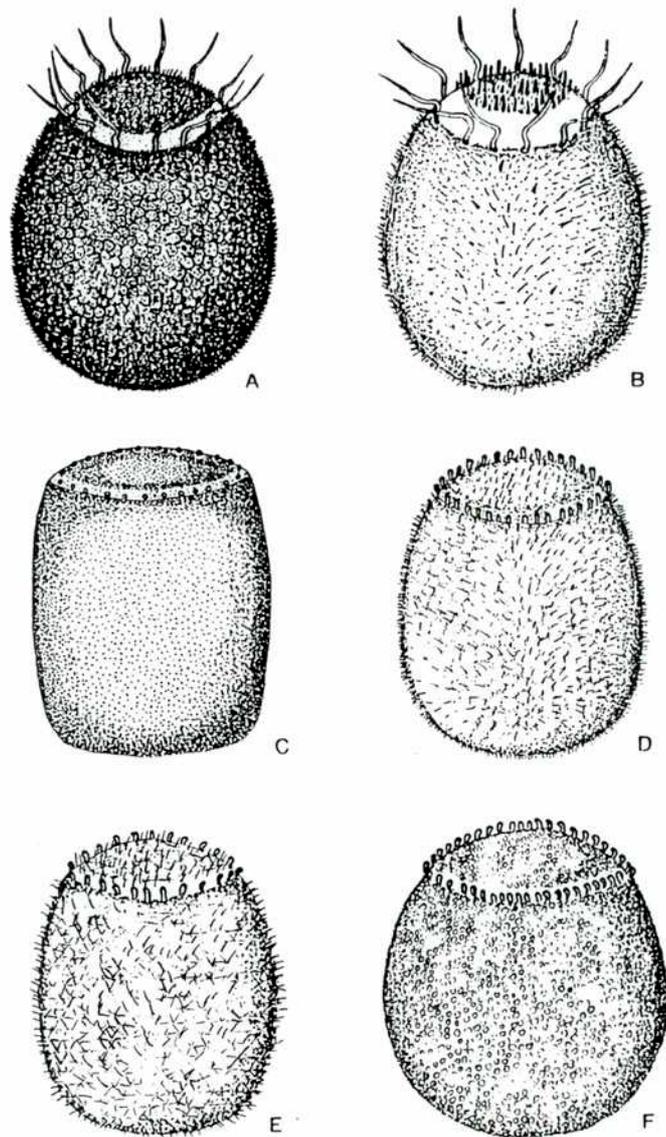


Figura 4 - Huevos de pentatómidos  
 A. *Podisus nigrolimbatus*  
 B. *Podisus connexivus*  
 C. *Nezara viridula*  
 D. *Dichelops furcatus*  
 E. *Acledra bonariensis*  
 F. *Acrosternum armigera* y  
*Acrosternum herbida*

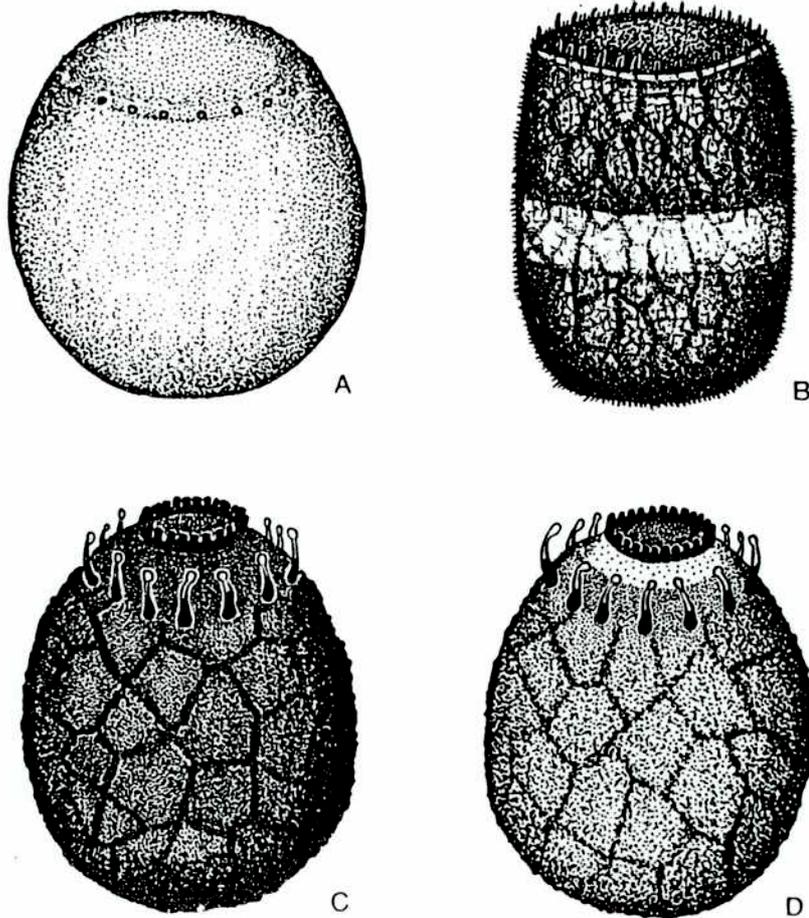


Figura 5 - Huevos de pentatómidos  
 A. *Edessa meditabunda* y  
    *Edessa rufomarginata*  
 B. *Piezodorus guildinii*  
 C. *Stiretrus decastigma*  
 D. *Oplonus cruentus*

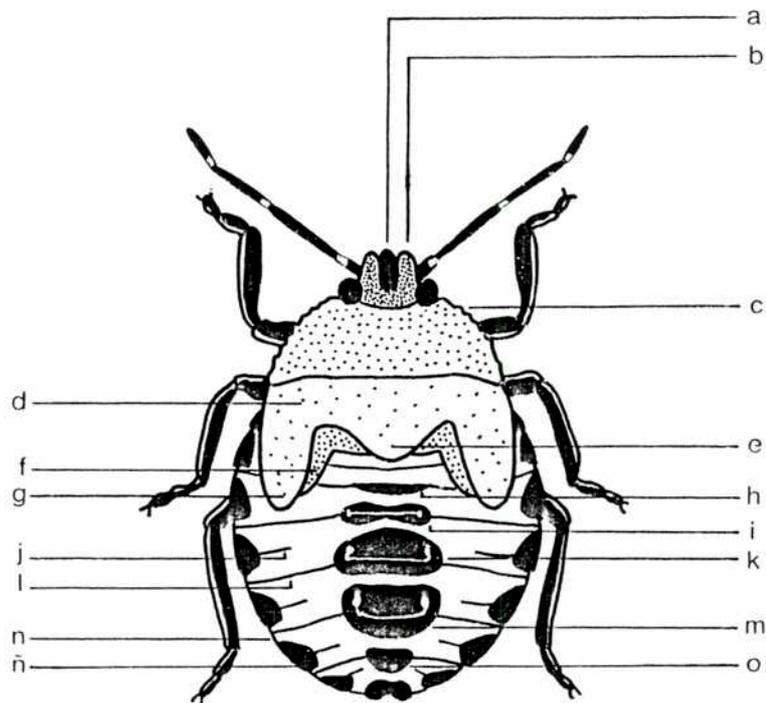


Figura 6 - Ninfa de pentatómido (en vista dorsal), mostrando las distintas estructuras consideradas en la clave.

- a. tylus
- b. juga
- c. margen lateral del pronoto
- d. alvéolos
- e. esbozo del escutelo (mesonoto)
- f. metanoto
- g. esbozo alar (mesonoto)
- h. 1ra placa mediodorsal no funcional
- i. 1ra placa mediodorsal funcional
- j. pseudosutura
- k. 2da placa mediodorsal funcional
- l. sutura
- m. 3ra placa mediodorsal funcional
- n. margen lateral del abdomen (conexivo)
- ñ. placa lateral
- o. placa mediodorsal posterior no funcional

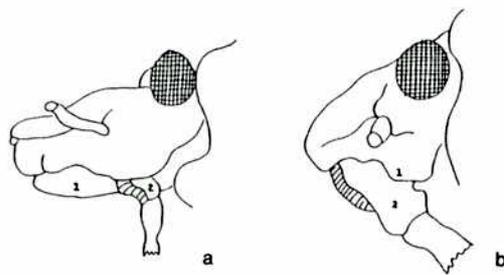


Figura 7

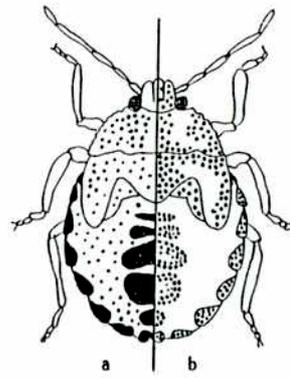


Figura 8

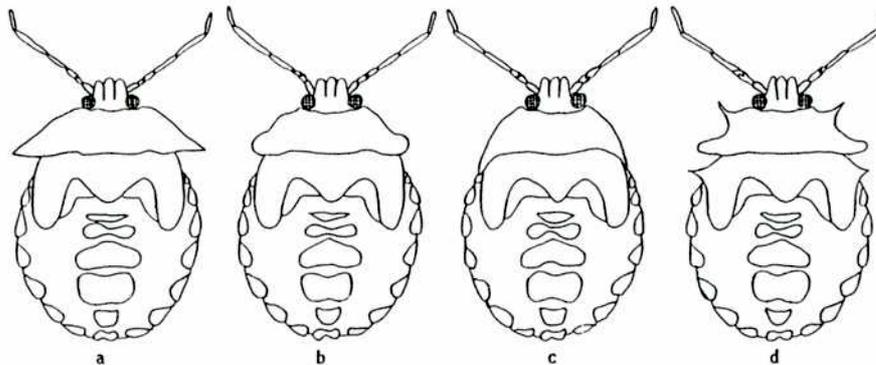


Figura 9

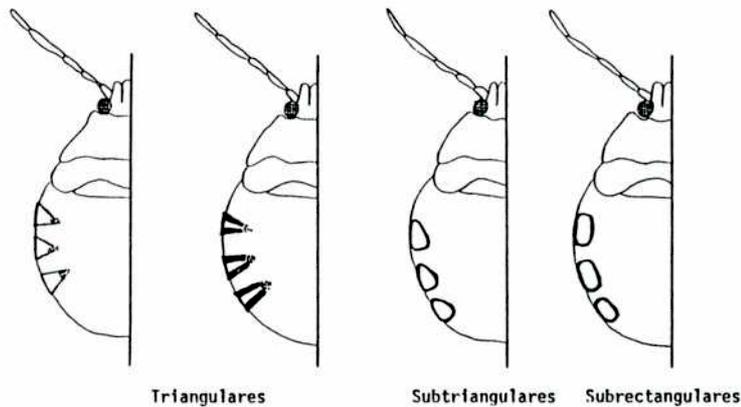


Figura 10

- Figura 7 - A. Articulación del rostro en Pentatominae.  
 B. Articulación del rostro en Asopinae.
- Figura 8 - Alveolado tipo "cáscara de naranja" (a) y contrastante (b).
- Figura 9 - Márgenes laterales del tórax : *Acrosternum armigera* (a), *Dichelops furcatus* (b), *Podisus nigrolimbatus* (c) y *Arvelius albopunctatus* (d).
- Figura 10- Formas de las placas laterales.

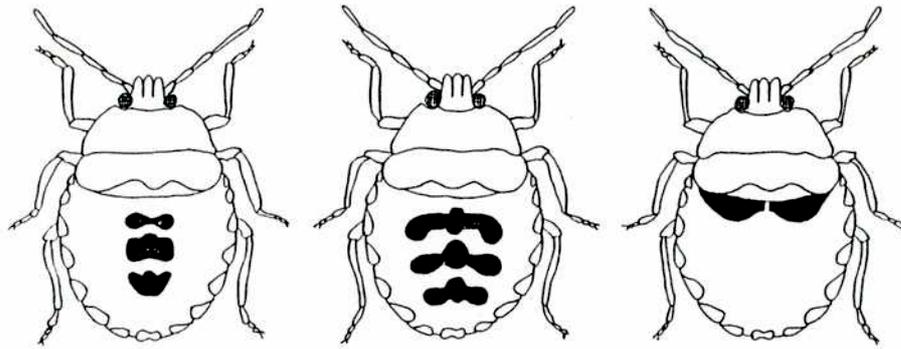


Figura 11

Figura 12

Figura 13

Figura 14

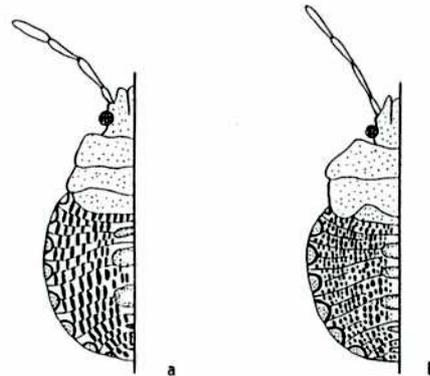


Figura 15

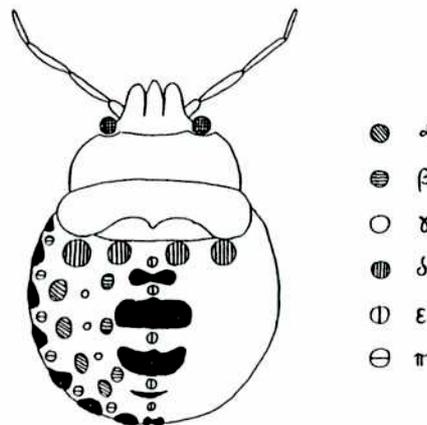


Figura 16

- Figura 11 - Forma típica de las placas mediodorsales.  
 Figura 12 - Forma particular de placas mediodorsales (género *Oplonus*).  
 Figura 13 - Placa no funcional típica de *Oplonus* y *Stiretrus*.  
 Figura 14 - Patrón de manchas abdominales de *Dichelops*.  
 Figura 15 - Abdomen (vista dorsal) imaginario, que reúne los distintos patrones de manchas.  
 Figura 16 - Forma de la cabeza : aguzada (a) y ensanchada anteriormente (b); tylus mayor que las jugas (c) y tylus menor que las jugas (d).

I.B.a - CLAVE PARA EL ESTADO DE HUEVO

- 1 . Huevos dispuestos en un grupo formado por  
3 o más hileras más o menos definidas.... (fig. 3 A)... 2
- 1'. Huevos dispuestos en un grupo formado por  
2 hileras contiguas bien definidas..... (fig. 3 B)... 3
- 2 . Con no más de 16 proyecciones micropilares  
largas, como delgadas púas de aproximada-  
mente 1/3 del diámetro del huevo, dispuestos  
en corona radial cerca del ápice del huevo o  
inmediatamente por debajo del opérculo (fig.3 C)..... 4
- 2'. Con más de 25 proyecciones micropilares  
cortas, en forma de ganchos romos curvados  
hacia el centro del huevo, y dispuestos  
como en 2 (fig.3 D)..... 5
- 4 . Color castaño oscuro con reflejos dorados;  
corion reticulado y cubierto de pequeñas  
proyecciones rígidas y de color negro (fig.4 A)  
..... **Podisus nigrolimbatus**
- 4'. Color ocre con reflejos dorados; corion  
liso y cubierto de proyecciones rígidas color  
caramelo o negras, largas en el casquete  
apical y más cortas en el resto del corion  
(fig.4 B)..... **Podisus connexivus**
- 5 . Forma cilíndrica, extremos achatados; color  
amarillento que se torna naranja con la  
madurez (fig.4 C)..... **Nezara viridula**
- 5'. Forma ovoide, extremos no achatados..... 6

- 6 . Corion cubierto por abundantes proyecciones cortas, delicadas y hialinas..... 7
- 6'. Corion típicamente granuloso; desprovisto de proyecciones (fig.4 F)..... 8
- 7 . Color verde claro; corion con mallas poligonales (fig.4 D)..... **Dichelops furcatus**
- 7'. Color blancuzco; corion con mallas típicamente triangulares (las proyecciones emergen de los vértices) (fig.4 E)..... **Acledra bonariensis**
- 8 . Color castaño claro, con 64 a 68 proyecciones micropilares en corona radial apical (fig.4 F)..... **Acrosternum armigera**
- 8'. Color crema-amarillento, con 48 a 54 proyecciones micropilares en corona radial apical (fig.4 F)..... **Acrosternum herbida**
- 3 . Forma esferoidal, color verde claro brillante; corion desprovisto de proyecciones (fig.5 A)..... **Edessa meditabunda** y **Edessa rufomarginata**  
 Nota : las diferencias visibles entre estas dos especies son el tamaño relativo (**E. meditabunda** < **E. rufomarginata**) y la forma del raptor ovi (fig.3 F).
- 3'. Forma ovoide o cilíndrica; color oscuro; corion cubierto de proyecciones, o sólo con proyecciones micropilares en corona radial apical ..... 9
- 9 . Forma cilíndrica, base redondeada; color gris pizarra, con una ancha banda blancuzca dispuesta en sentido transversal, aproxi-

- madamente en el centro del huevo, y una banda angosta del mismo color en el borde superior; corion reticulado y cubierto de pequeñas proyecciones hialinas (fig.5 B)
- ..... **Piezodorus guildinii**
- 9'. Forma ovoide; corion liso, desprovisto de proyecciones; con mallas poligonales de carenas bastante prominentes y un carenado apical también prominente (figs. 5 C y 5 D); una hilera radial de proyecciones micropilares por debajo del opérculo, como largos ganchos capitados curvados hacia el centro del huevo (fig.3 E) ..... 10
10. Color negro; 16 a 19 (más frecuentemente 16 ó 18) proyecciones micropilares en una corona radial apical; banda anular (ubicada entre la carena apical y la corona de ganchos) con superficie sin esculturas y del mismo color que el resto del corion (fig.5 C) .....**Stiretrus decastigma**
- 10'.Color castaño muy oscuro con reflejos dorados; 13 a 15 (generalmente 14) proyecciones micropilares en la corona radial apical; banda anular sin esculturas; de color naranja, amarillento o blancuzco (fig.5 D) .....**Oplonus cruentus**

I.B.b - CLAVE PARA EL ESTADO DE NINFA

- 1 . Primer segmento del rostro delgado y largo,  
encapsulado en gran parte entre las búculas;  
articulación del rostro por detrás del ápice  
del *tylus* (fig.7) (Pentatominae) ..... 2
- 1'. Primer segmento del rostro corto y libre,  
sólo su base encapsulada entre las búculas;  
articulación del rostro en el ápice del *tylus*  
(fig.8) (Asopinae) ..... 11
- 2 . Alveolado de la superficie de la cabeza, tórax  
y abdomen tipo "cáscara de naranja"  
(fig.9a) ..... 3
- 2'. Alveolado de la superficie de la cabeza, tórax  
y abdomen contrastante, de color negro,  
rojo o verde (fig.9b) ..... 5
- 3 . Dorso abdominal con las siguientes series de  
manchas: serie  $\alpha$  (5 manchas a partir de la  
3ra placa lateral), serie  $\beta$ , serie  $\delta$  (4 man-  
chas blancas por delante de la 1ra placa fun-  
cional) y serie  $\epsilon$ . Placas laterales típica-  
mente de color rosado (estadios 4° y 5°), con  
borde negro ..... **Nezara viridula**
- 3'. Dorso abdominal con las siguientes series de  
manchas: serie  $\alpha$  (4 u 8 manchas a partir de  
la 4ta placa lateral), serie  $\tau$  (3 manchas  
blancas y amarillentas por delante y a los  
lados de la 1ra placa funcional) y serie  $\epsilon$ .

- Placas laterales típicamente de color rojo o naranja (estadios 3°, 4° y 5°), con borde negro ..... **Acrosternum** ..... 4
- 4 . Pronoto con esbozos espiniformes (estadios 4° y 5°) (fig.10 a). Serie  $\alpha$  constituida por 4 manchas blancas, de las cuales la 3ra y la 4ta son alargadas transversalmente y alcanzan las placas mediodorsales. Serie  $\epsilon$  constituida por 4 manchas blancas entre las placas mediodorsales. Serie  $\pi$  constituida por manchas blancas entre placas laterales. Dorso torácico negro con manchas naranja o castaño claro ..... **Acrosternum armigera**
- Nota: en todos los estadios algunas manchas del dorso torácico pueden faltar.
- 4'. Pronoto sin esbozos espiniformes. Serie  $\alpha$  constituida por 8 manchas blancas (2 por segmento, separadas por pseudosuturas). Series  $\epsilon$  y  $\pi$  ausentes. Dorso torácico verde con manchas naranja sobre los márgenes laterales..... **Acrosternum herbida**
- 5 . Dorso abdominal sin manchas, con alveolado contrastante de color rojo. Placas mediodorsales inconspicuas, del mismo color que el resto de la superficie abdominal. Placas laterales de igual color que el resto de la superficie, con borde externo rojo o amarillo. Color general del cuerpo verde con már-

- genes laterales rojos o amarillos ..... **Loxa flavicollis**
- 5'. Dorso abdominal con patrón de manchas como en figuras 15 y 16. Placas mediodorsales y laterales conspicuas, de distinto color que el resto de la superficie abdominal ..... 6 6
- . Patrón de manchas del dorso abdominal como en la figura 15 ..... **Dichelops furcatus**
- 6'. Patrón de manchas del dorso abdominal constituido por series de manchas (fig.16) ..... 7
- 7 . Pro y mesonoto con esbozos espiniformes (estadios 2° al 5°) (fig.10 d). Suturas y pseudosuturas típicamente rojas, contrastantes con la superficie amarillenta del dorso abdominal ..... **Arvelius albopunctatus**
- 7'. Tórax sin esbozos espiniformes. Suturas y pseudosuturas casi imperceptibles, del mismo color que la superficie del dorso abdominal..... 8
- 8 . Ninfas no deprimidas dorsoventralmente. Cabeza ensanchada anteriormente; tylus de la misma longitud que la jugae. Placas laterales subrectangulares, negras o traslúcidas. Placas mediodorsales conspicuas, totalmente negras. Las manchas que constituyen las series abdominales no se presentan aisladas como en la figura 16, sino que forman franjas longitudinales de color blanco o rojo ..... 9
- 8'. Ninfas deprimidas dorsoventralmente. Cabeza

- aguzada anteriormente (fig.17 a); **tylus** más corto que **jugae** (fig.17 d). Placas laterales típicamente triangulares, traslúcidas y con borde negro (fig.11). Placas mediodorsales inconspicuas, con alvéolos negros ..... **Edessa**..... 10
- 9 . Dorso torácico de color verde y negro, con márgenes laterales oscuros. Placas laterales negras. Dorso abdominal con alvéolos verdes y negros..... **Piezodorus guildinii**
- 9'. Dorso torácico castaño claro con áreas castañas oscuras, márgenes laterales blancos. Dorso abdominal sin alvéolos, excepto algunos en las placas mediodorsales y laterales. Placas laterales traslúcidas con bordes negros .....  
..... **Mormidea paupercula**
10. Placas laterales traslúcidas con delgado borde negro. Serie  $\epsilon$  de manchas abdominales constituida por 4 manchas blancas: 2 grandes y circulares entre las placas funcionales y 2 pequeñas por delante y detrás de la 1ra y 3ra placas funcionales respectivamente. Mesonoto (estadios 4° y 5°) verde con 2 manchas negras, una a cada lado de la línea mediodorsal ..... **Edessa meditabunda**
- 10'. Placas laterales con parte central traslúcida y ancho borde negro. Serie  $\epsilon$  de manchas abdominales constituida por 5 ó 6 manchas blancas, alargadas longitudinalmente, entre

- las placas mediodorsales. Mesonoto (estadios 4° y 5°) castaño claro, sin manchas negras .....  
 ..... **Edessa rufomarginata**
11. Placas mediodorsales como en la figura 13:  
 1ra placa funcional con ancho transverso mayor que la mitad del ancho máximo del abdomen ..... **Oplonus cruentus**
- 11'. Placas mediodorsales como en la figura 12:  
 1ra placa funcional con ancho transverso menor que 1/3 del ancho máximo del abdomen..... 12
12. Dorso abdominal con gran placa transversal, inmediatamente por detrás del límite entre tórax y abdomen (fig.14), de color negro en los estadios 2°, 3° y 4° y naranja en el estadio 5° ..... **Stiretrus decastigma**
- 12'. Dorso abdominal sin la mencionada placa .. **Podisus** ... 13
13. Colores amarillentos, sin series de manchas abdominales. Placas mediodorsales (estadios 4° y 5°) inconspicuas debido a la presencia de áreas de igual color que el resto de la superficie abdominal ..... **Podisus nigrolimbatus**
- 13'. Colores rojizos, con series de manchas abdominales: serie  $\pi$  constituida por pequeñas manchas blancas entre las placas laterales, y serie  $\epsilon$  formada por manchas blancas grandes entre las placas mediodorsales. Placas mediodorsales totalmente negras, en todos los estadios ..... **Podisus connexivus**

## II - ESTUDIOS BIOLÓGICOS DE *Podisus connexivus*

### II.A - ASPECTOS BIOLÓGICOS BÁSICOS

#### II.A.1 - Observaciones en jaulas en el campo

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas en Castelar, pudo establecerse que el predador se encuentra en el cultivo desde mediados de enero hasta fines de abril. Con anterioridad a este estudio no existen datos acerca de la aparición estacional de *P. connexivus*, pero según Molinari (com.personal) en el área sojera de Oliveros, situada aproximadamente a 500 km al norte de Castelar, el pentatómido aparece en el cultivo a mediados de febrero.

Los huevos son depositados en masas irregulares, en un sólo estrato, casi siempre en el haz de las hojas. La cantidad de huevos por desove es variada, contándose entre 60 y 14 (máximo y mínimo, respectivamente). Las ninfas del estadio 1° permanecen agrupadas todo un día, pudiendo llegar a alimentarse de restos del corion; esto concuerda con lo observado por otros autores en *Podisus*, como Oetting y Yonke (1971) para *P. placidus*, Mukerji y LeRoux (1965) para *P. maculiventris*, Prebble (1983) para *P. seriventris*, y DeClercq y DeGheele (1990) para *P. sagitta*. A partir del 2° estadio las ninfas son predadoras; también se las puede observar con los estiletes hincados en las nervaduras de las hojas, obteniendo agua.

En la tabla 1 se presenta la duración del desarrollo grupal (en días) promedio de tres cohortes de cinco individuos cada una, en las jaulas de la parcela experimental.

La duración promedio, de huevo a ninfa de 5° estadio (inclusive), fue de 22-39 días. Los adultos vivieron en promedio 28-40 días. Los muestreos semanales efectuados en la parcela experimental durante tres temporadas, indicarían que *P. connexivus* tiene por lo menos dos generaciones estivales.

#### II.A.2 - Observaciones en laboratorio

El apareamiento se efectúa dos o tres días después de la ecdisis imaginal. El lapso en que los adultos permanecen en cópula es variado y se registró hasta un máximo de 12 horas continuas. Suele ocurrir un solo apareamiento antes de cada postura, aunque se observaron casos de varias oviposiciones con una sola cópula, lo cual concuerda con lo expresado por Rizzo y Saini (1987) para *Edessa rufomarginata* (DeGeer). El tiempo entre postura y postura también fue variado y osciló entre uno y cinco días. Las posturas fueron colocadas en cualquier sitio del recipiente destinado para las cópulas.

En la tabla 2 se presentan las cantidades de posturas y de huevos por hembra, la cantidad de individuos nacidos (n), de huevos infértiles (i) y de huevos no eclosionados, o sea con el embrión en su interior (m), y el porcentaje de fertilidad, promedios de cinco y diez hembras, para los desarrollos a 18°C y a 25°C, respectivamente.

Tabla 1 - Tiempo de desarrollo (días) promedio de tres cohortes de *P. connexivus*, en jaulas en el campo.

Estados y estadios de desarrollo	Rango promedio de tres cohortes
huevo	4-6
N1	3-5
N2	3-5
N3	3-6
N4	4-7
N5	5-10
adulto	28-40

Tabla 2 - Posturas, fecundidad y fertilidad de *P. connexivus*, a 18°C y a 25°C.

Temperatura de desarrollo	Cantidad de posturas	Cantidad de huevos por postura	Cantidad total de huevos	Cantidad de individuos	Fertilidad (%)
18°C	4,6(3-8)	35	159	29(n)	82,8
25°C	7,8(5-11)	35	277	27(n) 2(i) 8(m)	77,1

n:nacidos i:infértiles m:con embrión muerto

La cantidad total de huevos promedio por hembra aumentó con la temperatura ( $159 \pm 84,3$  y  $277 \pm 94,2$ , respectivamente). El segundo valor concuerda con lo expresado por Sazonova et al. (1976) para *P. maculiventris* y es algo mayor que el presentado por Zanuncio et al. (1991) para *P. connexivus* en Brasil (213 huevos a  $25^{\circ}\text{C}$ ). Por su parte, Artola et al. (1982) dicen que el total de huevos por hembra de *P. nigrolimbatus* en la Argentina es muy variado, entre 48 y 340 huevos. La cantidad de posturas es también variada, entre 3 y 11 oviposiciones, dato que también concuerda con el presentado para otras especies. Dicha cantidad es mayor a temperaturas más altas. La cantidad promedio de huevos por postura (35) fue idéntica para ambas temperaturas, y es similar a la indicada por Oetting y Yonke (1971) para *P. placidus* (30,1 huevos, a  $21-27^{\circ}\text{C}$ ) y por Zanuncio et al. (1991) para *P. connexivus* (38,2 huevos, a  $25^{\circ}\text{C}$ ). La viabilidad decae levemente en el desarrollo a  $25^{\circ}\text{C}$  (de 80,1% a 76,3%); ese valor es similar al expresado por Zanuncio et al. (1991) (76% de viabilidad), pero bastante menor que el presentado por Sazonova et al. (1976) para *P. maculiventris* (91% de viabilidad).

Desarrollo individual : en la tabla 3 se presenta la duración promedio (en días) del estado embrionario y de los cinco estadios ninfales, para el desarrollo a  $18^{\circ}\text{C}$  y a  $25^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Se aclara que en ambos casos se siguió el desarrollo de todos los individuos provenientes de las dos primeras posturas normales y que se promediaron sólo aquellos que llegaron a adultos (111 individuos a  $18^{\circ}\text{C}$  y 146 a  $25^{\circ}\text{C}$ ).

Tabla 3 - Duración promedio (días) del estado de huevo y de los cinco estadios ninfales de *P. connexivus*, a 18°C y a 25°C.

Estadio	Desarrollo a 18°C			Desarrollo a 25°C		
	n	promedio	rango	n	promedio	rango
huevo	237	7,6	7-10	400	5,2	4-6
N1	111	6,0	5-7	146	3,5	3-5
N2	111	8,5	7-10	146	4,4	3-5
N3	111	8,0	7-10	146	3,5	3-6
N4	111	8,7	6-10	146	3,3	2-5
N5	111	11,1	9-16	146	6,9	5-8
totales estado ninfal	111	42,3	34-53	146	21,6	16-29
totales huevo a adulto	111	49,9	41-63	111	26,8	20-35

La proporción de sexos a 18°C fue de 36,1% de machos y 63,9% de hembras (1:1,77), mientras que a 25°C fue de 37,4% de machos y 62,6% de hembras (1:1,67).

Por último, durante las observaciones se detectaron los parasitoides oófagos *Trissolcus caridei* Brethes y *Telenomus podisii* Ashmead, y de adulto *Cylindromyia* sp. (fig. 17); este último enemigo natural sólo fue hallado en la provincia de Misiones, con muy baja frecuencia.



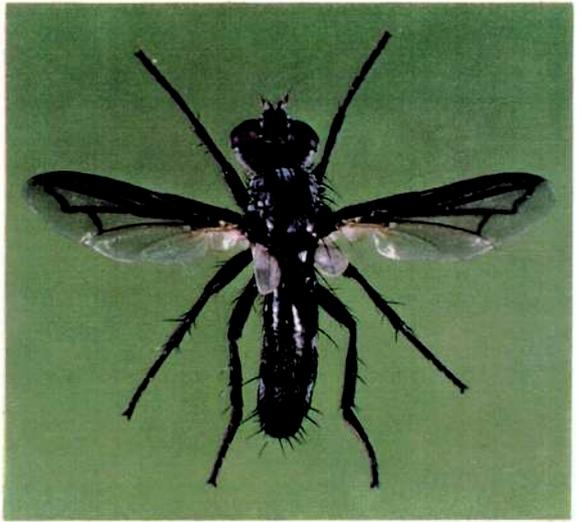
*Trissolcus caridei* Brèthes



*Telenomus podisii* Ashmead



ADULTO CON HUEVO DE *Cylindromyia* sp.



*Cylindromyia* sp.

Figura 17 - Parasitoides de *P. connexivus*

## II.B - PREFERENCIA ALIMENTARIA DE *Podisus connexivus*

### E INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO DE LEPIDOPTEROS PLAGAS DE LA SOJA SOBRE LA EFICIENCIA DEL PREDADOR.

El comportamiento de las larvas de los distintos lepidópteros que viven sobre las plantas de soja es diferente. *H. zea* y *S. frugiperda* se mueven mucho sobre la planta y comen relativamente poco; *R. nu* y *A. gemmatalis* se mueven algo menos, pero comen mucho más; *C. lesbia*, *S. virginica* y *E. indecisa* se desplazan muy poco y su alimentación es errática (Saini, 1994 b).

Cuando las larvas perciben la presencia del predador, asumen una típica actitud de alarma, elevando ligeramente la parte anterior del cuerpo; las larvas de *A. gemmatalis*, *R. nu* y *S. frugiperda*, principalmente, pueden morder o golpear al predador con bruscos movimientos hacia ambos lados. Otras, como *H. zea* y *C. lesbia*, escapan directamente.

En coincidencia con Marston et al. (1978), se observó que la actitud del predador fue también diversa y dependía del estado nutricional en el cual se encontraba con antelación al contacto con las larvas. Generalmente, si el período de inanición fue muy prolongado, el ataque era casi instantáneo ante el primer contacto y fue difícil establecer si existía alguna preferencia por alguna especie de larva atacada. Si la alimentación con antelación al ensayo fue normal, podría ocurrir que el predador deambulara un tiempo sobre las hojas e incluso que insertara sus estiletes en las nervaduras para tomar agua; esto también fue observado por Morris (1963).

Se ha comprobado que la actividad posterior a la detección de

la presa, está condicionada por el movimiento de ésta ; cuanto menos activa es la presa, más se prolonga el tiempo requerido para efectuar el contacto (Iwao y Wellington, 1970).

#### II.B.1 - Estudio de preferencia.

a) Con opción : se comprobó que existían diferencias significativas (chi cuadrado = 27,33) en cuanto a qué especie de lepidóptero era atacada en primer lugar, con una marcada preferencia por larvas de *R. nu*, seguida por larvas de *A. gemmatalis*; incluso se observó varios adultos de *Podisus* atacando la misma larva de *R. nu*, habiendo otras presas libres. A las 48 hs de iniciado el ensayo, y una vez que la mayoría de las larvas de *R. nu* y de *A. gemmatalis* habían sido consumidas, se comprobó que las chinches atacaban cualquier larva, excepto las de *S. virginica* y de *E. indecisa*.

b) Sin opción : el ataque a las larvas de *R. nu*, *A. gemmatalis* y *C. lesbia* era inmediato, mientras que para *S. frugiperda* y *H. zea* el ataque comenzó varias horas después de iniciado el ensayo. Al término de 24 hs todas las larvas habían sido predadas, excepto las de *S. virginica* y de *E. indecisa*.

#### II.B.2 - Estudio de la influencia del comportamiento de la presa sobre la eficiencia del predador

En la tabla 4 se presentan los resultados de los encuentros entre adultos de *Podisus* y larvas de 6 especies de lepidópteros. Nótese que por ejemplo, para *R. nu*, teniendo en cuenta que se

partió de 30 individuos, la cantidad de larvas contactadas fue de 26 (valor entre paréntesis), correspondiendo un porcentaje de contacto de 87; de ese total de larvas contactadas, murieron 20 (valor entre paréntesis), con un porcentaje de mortalidad de 77, y así sucesivamente.

No se observaron diferencias significativas en la efectividad del pentatómido para contactar las larvas (1) (Chi cuadrado= 0,775;  $P > 0,05$ ). Una vez concretado éste, la resistencia al ataque del predador (agresividad de la presa) afectó la mortalidad por larva contactada (2) en modo significativo (Chi cuadrado= 25,30;  $P < 0,01$ ).

En la figura 18 se esquematizan, en forma comparativa, los porcentajes de contacto y mortalidad para las 6 especies de lepidópteros.

Presas muy agresivas, como las larvas de *S. frugiperda* y *H. zea*, mientras eran atacadas, giraban bruscamente la cabeza e incluso mordían el rostro de *Podisus*, interrumpiendo frecuentemente el contacto y cayendo a veces de la planta. Estas larvas registraron los porcentajes de predación más bajos (25 y 40%, respectivamente) (fig. 18).

*A. gemmatalis* reaccionó en forma similar a las anteriores, pero siendo menos agresiva, raramente lograba interrumpir el contacto; mostró un porcentaje de predación intermedio (60%).

*R. nu* y *C. lesbia* presentaron la menor resistencia y en consecuencia fueron las larvas con mayor porcentaje de predación (75 y 85%, respectivamente) (fig. 18). *S. virginica* no fue predada, aunque en este caso parece jugar un papel preponderante su abundante pilosidad, ya que no es una larva muy agresiva.

Algunas larvas de *S. frugiperda* y *A. gemmatalis*, que escaparon después de la penetración de los estiletes, murieron antes de llegar a empupar. Esta mortalidad puede deberse a la inyección de toxina, daño físico o infección posterior (Mukerji y LeRoux, 1965).

Tabla 4 - Resultados de "encuentros" (%) entre adultos de *P. connexivus* y larvas de seis especies de lepidópteros plagas de la soja.

%	R.n.	A.g.	H.z.	C.l.	S.f.	S.v.
Sin contacto	13 (4)	10 (3)	17 (5)	13 (4)	17 (5)	100 (30)
Contacto <sup>(1)</sup>	87 (26)	90 (27)	83 (25)	87 (26)	83 (25)	0 (0)
Mortalidad por larva contactada <sup>(2)</sup>	77 (20)	59 (16)	44 (11)	85 (22)	24 (6)	
Escape por larva contactada	23 (6)	41 (11)	56 (14)	15 (4)	76 (19)	
Escape antes de penetración	83 (5)	36 (4)	57 (8)	100 (4)	47 (9)	
Escape después de penetración	17 (1)	64 (7)	43 (6)	0 (0)	53 (10)	
Mortalidad por larva que escapa después de penetración <sup>(3)</sup>	0 (0)	29 (2)	17 (1)	-	10 (1)	
Mortalidad total por larva encontrada <sup>(2+3)</sup>	67 (20)	60 (18)	40 (12)	73 (22)	23 (7)	

(1) no hay diferencias significativas entre los porcentajes de contacto (chi cuadrado= 0,775; P>0,05)

(2) existen diferencias significativas entre los porcentajes de mortalidad (chi cuadrado= 25,30; P<0,01)

R.n.=R. nu A.g.=A. gemmatalis H.z.=H. zea C.l.=C.lesbia  
S.f.=S.frugiperda S.v.=S.virginica

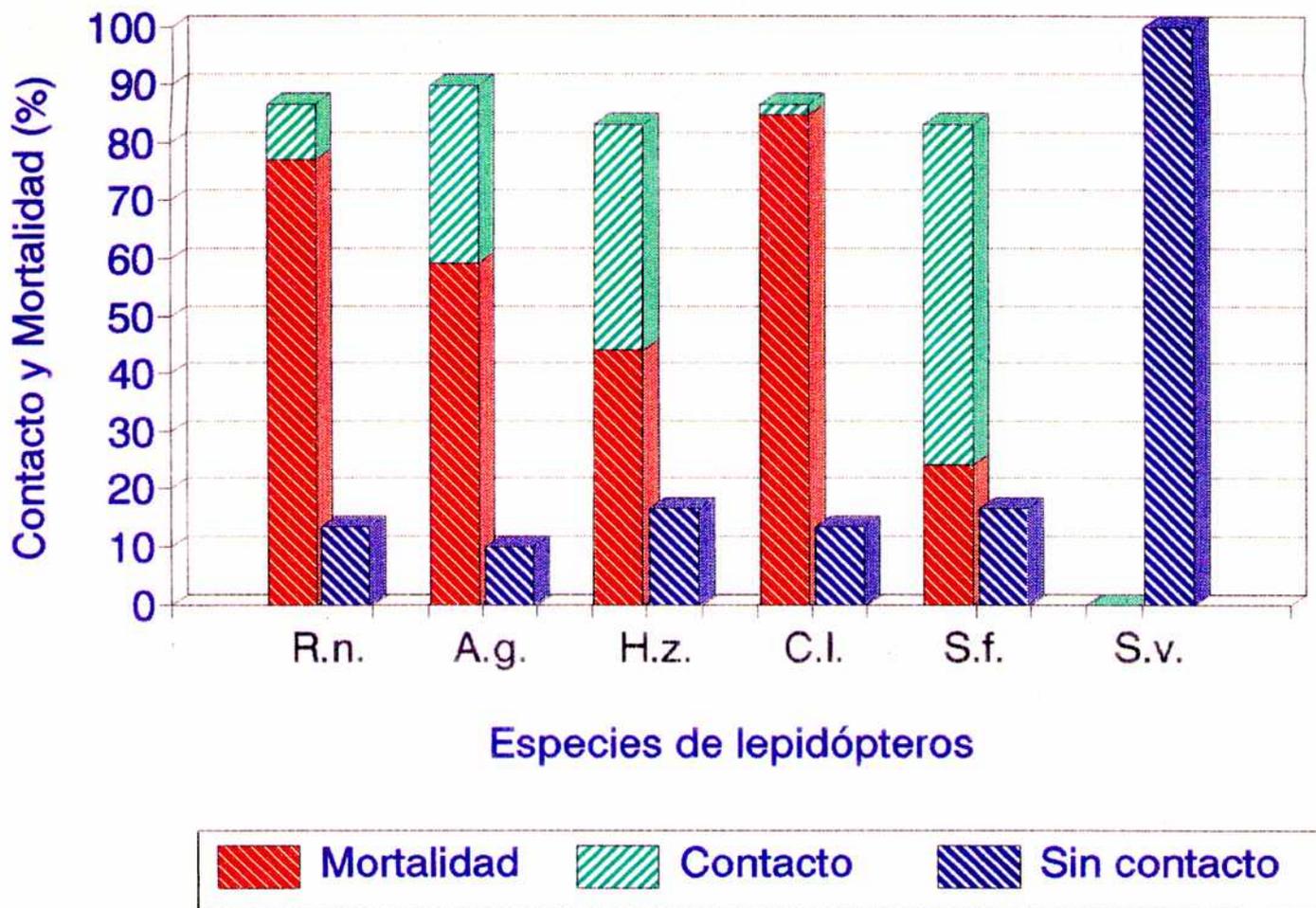


Figura 18 - Porcentajes de contacto y mortalidad, a partir de "encuentros" entre adultos de *P. connexivus* y larvas de seis especies de lepidópteros plagas de la soja.

II.C - EFECTO CUANTITATIVO DEL CONSUMO SOBRE EL CRECIMIENTO,  
TIEMPO DE DESARROLLO Y FECUNDIDAD  
DE *Podisus connexivus*.

II.C.1 - Estadios ninfales

Aprovechamiento de las presas y supervivencia

El porcentaje de ninfas de cada estadio que sobreviven en todos los niveles de dieta fue en general alto, aunque algo menor en los niveles I y II. En el nivel I el alimento se tornó insuficiente en los estadios 4º y 5º, lo que ocasionó una mortalidad de 50%, generalmente en el momento de la ecdisis. Este fenómeno concuerda con los resultados obtenidos por Turnbull (1962) y Mukerji y LeRoux (1969b) (aunque con otras especies), lo cual se debe presumiblemente a la falta de reserva energética requerida para ese crítico proceso.

En la tabla 5 puede observarse la duración promedio (en días) de los estadios ninfales y del adulto, y del PeA, para los 4 niveles de dieta.

En la figura 19 se grafican la duración promedio de los estadios ninfales y del adulto, para cada nivel de dieta.

Puede observarse que en el nivel I, la duración de los estadios 3º, 4º y 5º se prolonga marcadamente, debido a que el alimento se torna insuficiente. Algo parecido sucede en el nivel II, pero no es tan marcado. Esa insuficiencia alimentaria es crítica en los adultos, determinando la muerte en 7,6 días (para el nivel I) y en 23,3 días (para el nivel II).

Tabla 5 - Duración promedio y período de alimentación (días) de los cuatro últimos estadios ninfales y del adulto de *P. connexivus*, para los cuatro niveles de dieta (I-IV) de *A. gemmatalis*.

Estadio	Nivel de dieta	Duración promedio (en días)	Periodo de alimentación (en días)
N2	I	4,4	3,2
	II	3,14	1
	III	3,62	1
	IV	5,12	1
N3	I	8,4	7,5
	II	3,57	2
	III	3,12	1,12
	IV	4,5	1
N4	I	16,4	13,6
	II	5,57	3,71
	III	4,37	2,25
	IV	4,86	1,86
N5	I	24,2	22,6
	II	11,86	9,43
	III	7,25	4,12
	IV	7,14	3,57
adulto	I	7,6	7,6
	II	23,3	23,3
	III	76,6	76,6
	IV	88,7	88,7

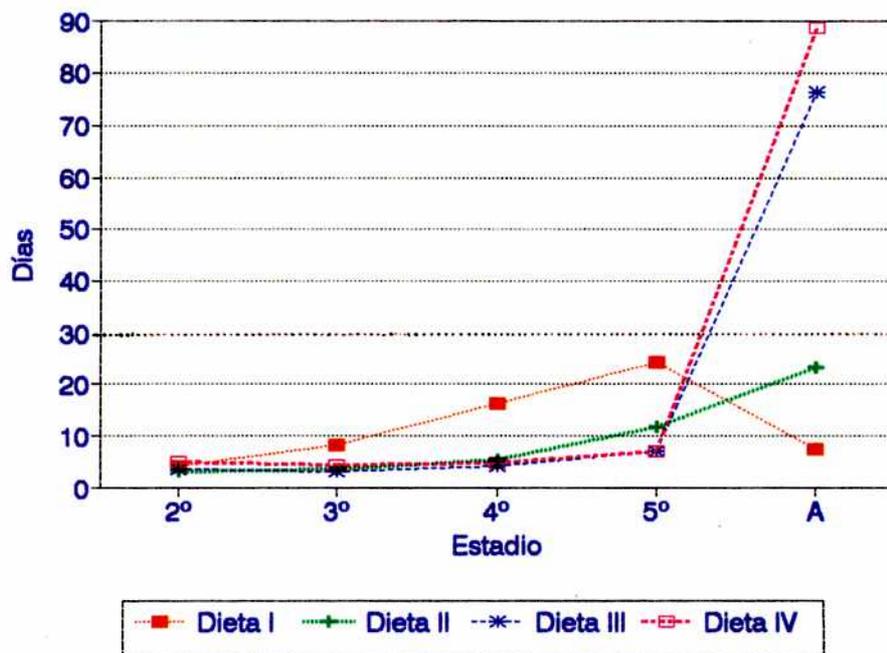


Figura 19 - Duración promedio (días) de los estadios ninfales y del adulto de *P. connexivus*, para los cuatro niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

## Tasa de consumo

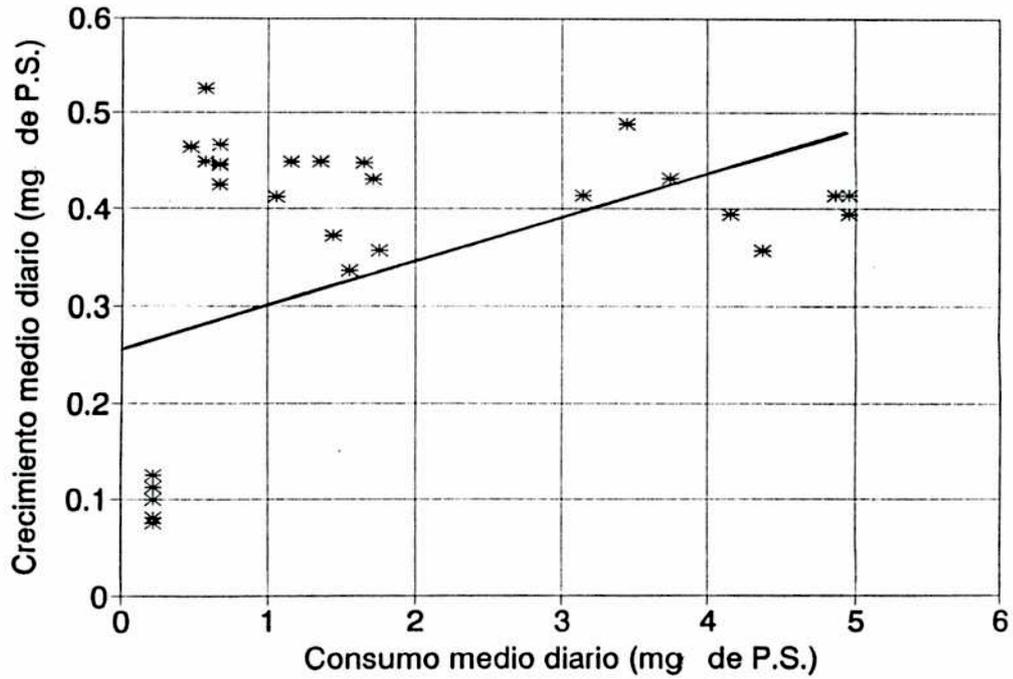
El consumo diario aumentó con el incremento de alimento suministrado, para los 4 estadios ninfales. Por otra parte, la cantidad de alimento consumida al comienzo y al final del período de alimentación, en cada estadio, resultó ser similar, a diferencia de lo obtenido por Mukerji y LeRoux (1969,b), quienes hallaron que el consumo al principio siempre fue mayor que al final del período de alimentación.

## Efecto del consumo diario de alimento sobre la tasa de crecimiento

En la figura 20 se representa la relación existente entre el CMD y el CrMD, ambos en mg de PS, para los 4 estadios ninfales de *P. connexivus*, sobre los 4 niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

En la tabla 6 se presentan los ajustes (lineal y exponencial) de la relación entre el CMD y el CrMD.

## Estadio 2º



## Estadio 3º

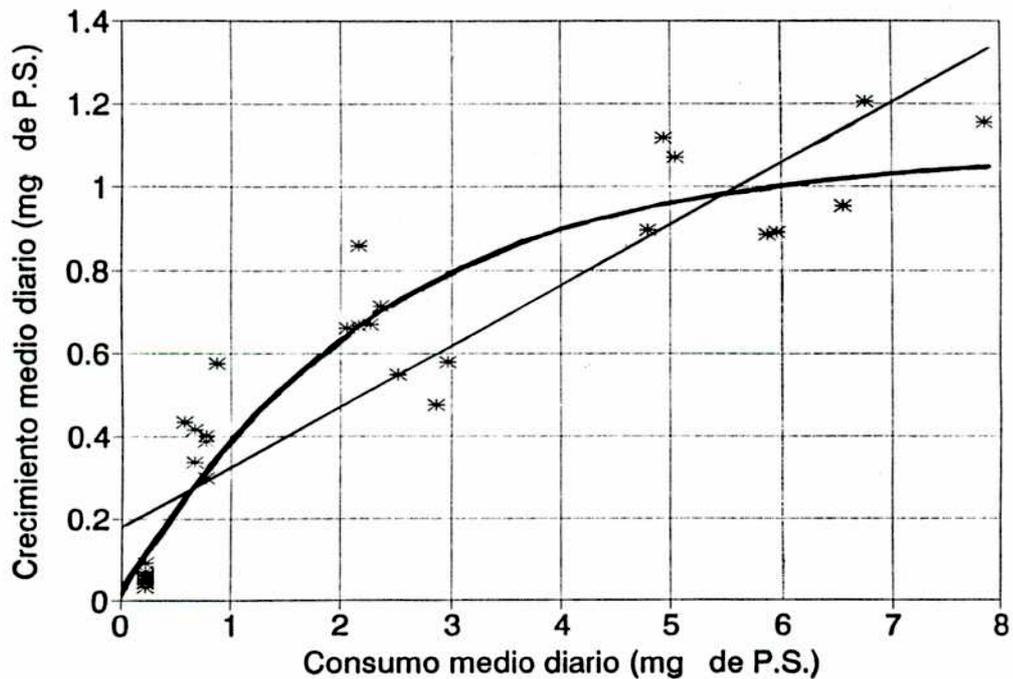
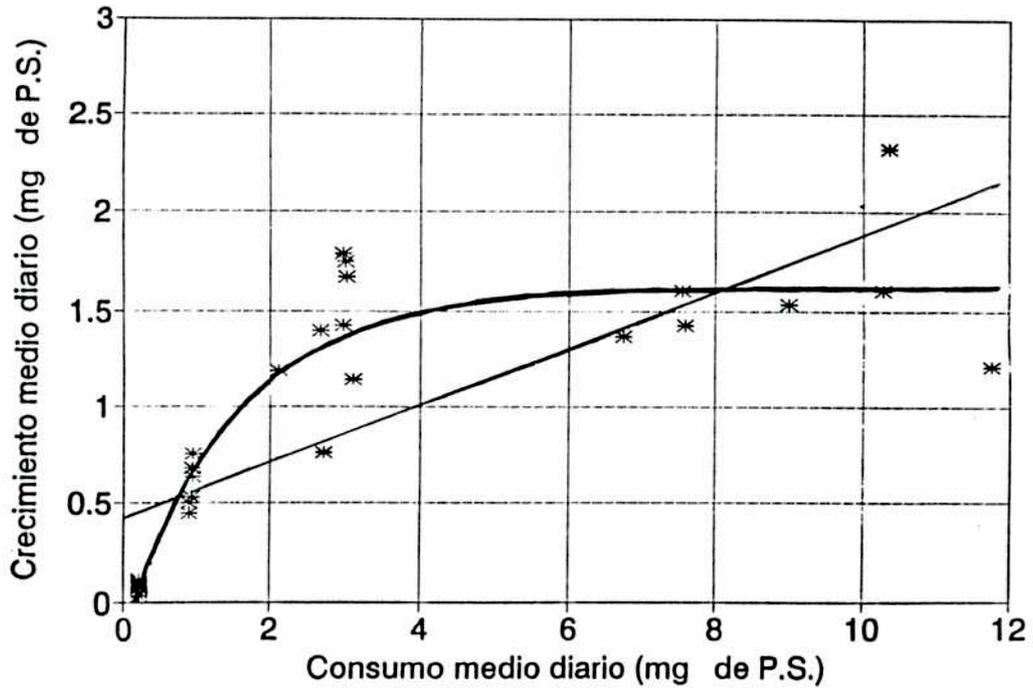


Figura 20 - Relación entre el consumo medio diario y el crecimiento medio diario (mg de peso seco), para los estadios ninfales 2do y 3ro de *P. connexivus*, sobre los cuatro niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

## Estadio 4º



## Estadio 5º

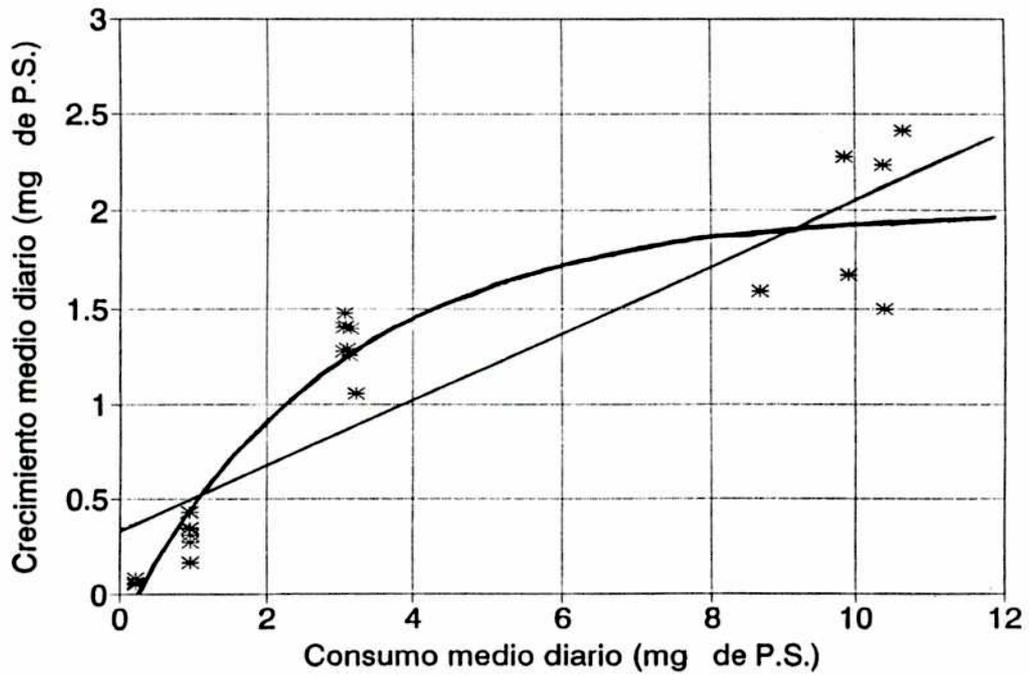


Figura 20 - Relación entre el consumo medio diario y el crecimiento medio diario (mg de peso seco), para los estadios ninfales 4to y 5to de *P. connexivus*, sobre los cuatro niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

Tabla 6 - Comparación entre los ajustes lineal y exponencial para la relación entre el crecimiento medio diario y el consumo medio diario de *P. connexivus*.

Estadio	Ajuste lineal (1)				Ajuste exponencial (2)			
	bo	b1	r(4)	R	ao	a1	a2	R
N2	0,255	0,045	0,467	0,218	-(3)	-	-	-
N3	0,178	0,146	0,904	0,818	1,08	1,074	0,439	0,945
N4	0,418	0,146	0,761	0,579	1,623	1,803	0,66	0,884
N5	0,322	0,173	0,883	0,78	2,008	2,178	0,341	0,921

(1) crecimiento =  $b_0 + b_1 \times \text{consumo}$   
(2) crecimiento =  $a_0 - a_1 \times \exp(-a_2 \times \text{consumo})$   
(3) El ajuste del modelo exponencial no convergió  
(4) Todos los coeficientes de correlación son altamente significativos ( $P < 0,01$ ), excepto en N2

Tal como puede apreciarse en la figura 20 y en la tabla 6, el modelo exponencial representa mejor que el modelo lineal simple al crecimiento en función del consumo (excepto en el estadio 2°, donde el modelo exponencial no convergió); dicho de otra manera, la proporción de la variación total de las observaciones, explicada por el modelo ( $R^2$ ) es mayor en el modelo exponencial.

En el estadio 2° se observó un brusco incremento del CrMD para el nivel de dieta II, lo que fue confirmado en una repetición puntual del ensayo.

Los coeficientes de correlación ( $r$ ) son bastante altos en los estadios 3° a 5°, con lo cual se podría obtener una buena estimación de la tasa de crecimiento para cualquier tasa de consumo (dentro del intervalo de niveles de dieta considerados en el estudio).

## Consumo total de alimento

En la figura 21 se grafica el total de alimento consumido por ninfa en mg de PS (considerando los individuos que llegaron a adulto), en los 4 estadios ninfales de *P. connexivus*, para los 4 niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

El total de alimento consumido por las ninfas de 2º y 3º estadio, es similar para los tres primeros niveles de dieta, pero se incrementa notablemente en el nivel IV. En los estadios 4º y 5º el total de alimento consumido se va incrementando con el aumento del nivel de dieta. Estos resultados son algo similares a los obtenidos por Mukerji y LeRoux (1969b).

El período de alimentación en las ninfas de 2º a 5º estadio, para los cuatro niveles de dieta (tabla 5) fue prácticamente duplicándose en cada estadio. Cuando el alimento se vuelve insuficiente se requiere de mayor cantidad de días de alimentación antes de cada muda. Para los niveles de dieta III y IV, en los estadios 2º y 3º, los valores del PeA son del mismo orden.

El nivel de dieta I constituye una dieta de semi-inanición para el estadio 5º, y fue justamente en esta etapa donde se produjo la mayor mortalidad, generalmente en el momento de la muda. El nivel II también fue inadecuado para el óptimo desarrollo de las ninfas de 5º estadio. En contraposición, el nivel IV determinó los PeA más breves en los 4 estadios.

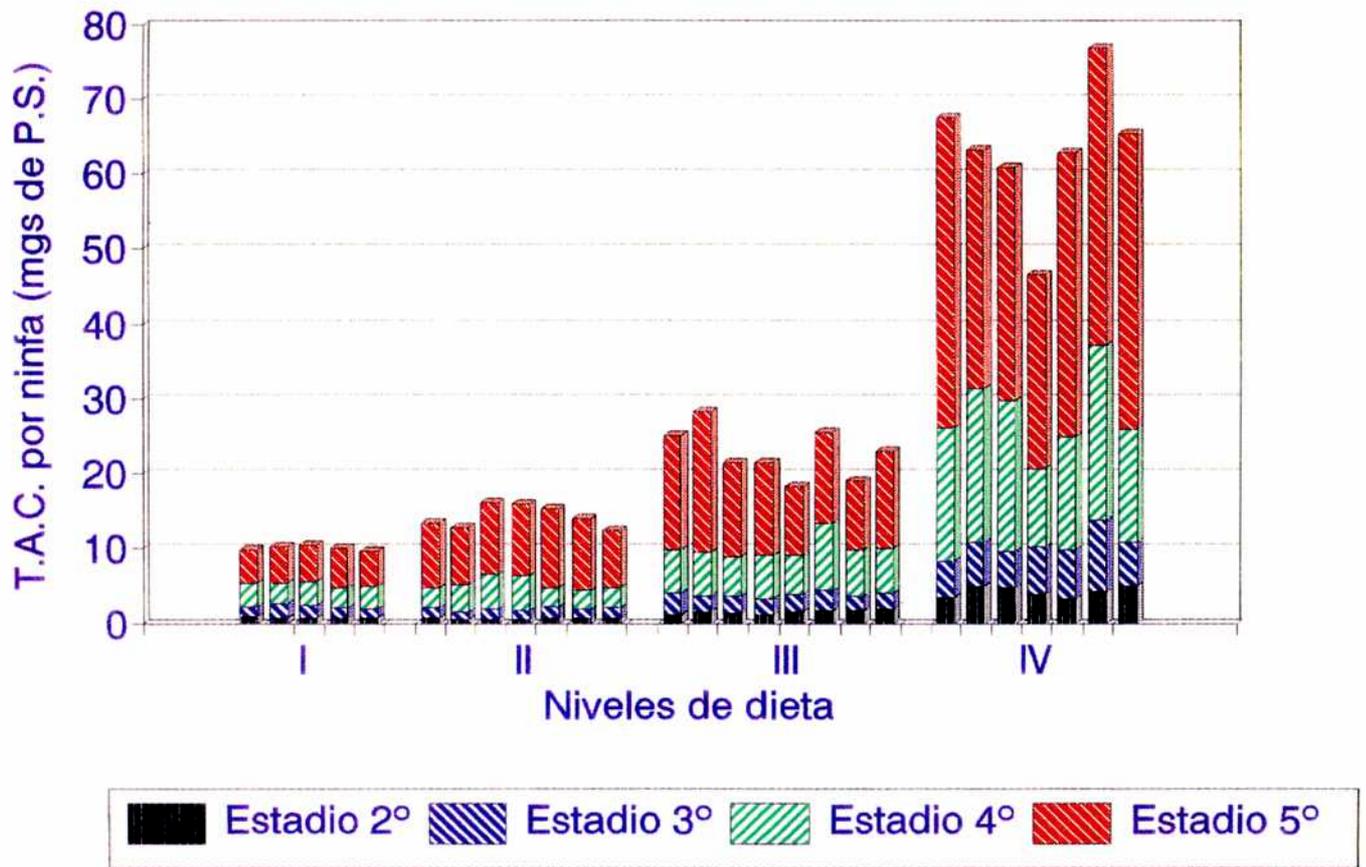


Figura 21 - Total de alimento consumido por ninfa, en los cuatro estadios ninfales de *P. connexivus*, para los cuatro niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

La cantidad total de alimento consumido durante los cuatro estadios ninfales, dan como resultado adultos de distinto peso y tamaño (figura 22), lo cual influye en su fecundidad y fertilidad, como se verá luego. Esto último concuerda con lo obtenido por Ulyett (1950) para *Lucilia sericata* Meig.; Nicholson (1950) para *L. cuprina* (Wied.) (Diptera, Calliphoridae) y Mukerji y LeRoux (1969,b) para *Podisus maculiventris* : cuando los estadios ninfales tienen alimento en abundancia, se obtienen adultos mayores en un período menor.

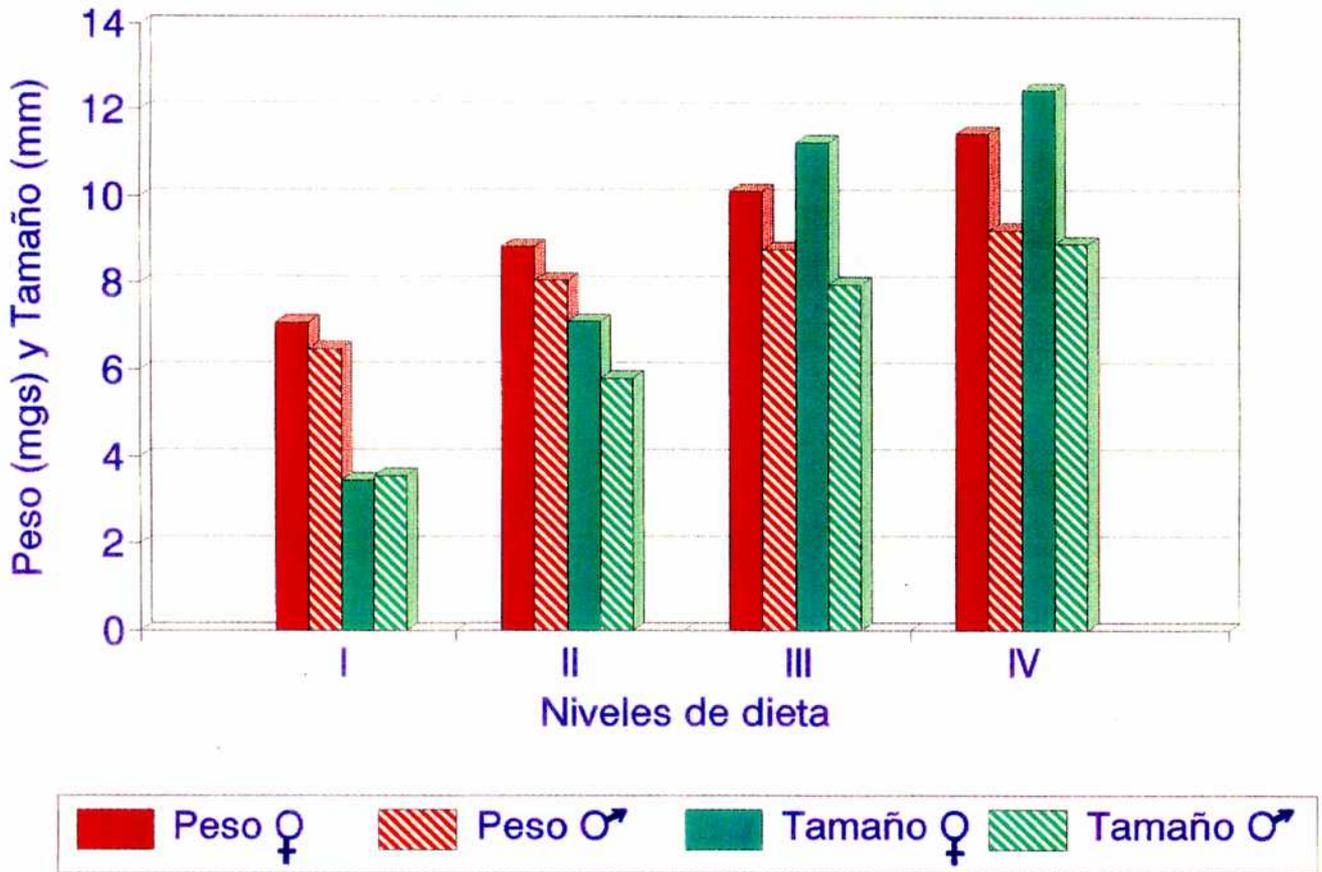


Figura 22 - Peso y tamaño medios de los adultos de *P. connexivus* resultantes del estudio de consumo sobre cuatro niveles de dieta de *A. gemmatalis*.

## II.C.2 - Estado adulto

A diferencia de las experiencias de Mukerji y LeRoux (1969,b), quienes utilizaron adultos de una cría general paralela a la del ensayo, con abundante alimento diario, en este trabajo se utilizaron adultos obtenidos de ninfas usadas en el estudio de consumo ninfal, con los cuales pudo demostrarse con mayor énfasis las diferencias debidas a la cantidad de alimento consumido; como contrapartida, la cantidad de individuos fue escasa. Los adultos criados con el nivel de dieta I, no progresaron, y murieron al poco tiempo. La longevidad de los restantes niveles de dieta aumentó con su incremento. En todos los casos los adultos se alimentaron todos los días, incluso en el momento de la cópula, por lo que el PeA es igual a la duración en días del estado adulto.

En la figura 23 se representa la cantidad promedio de huevos depositados en intervalos de 10 días (no acumulativos) y el promedio de huevos eclosionados, para los niveles de dieta II, III y IV (se recuerda que para el nivel I los adultos no copularon y murieron enseguida).

En el nivel de dieta II, las hembras depusieron escasa cantidad de huevos durante sólo 25 días. En los niveles siguientes la cantidad de huevos aumentó considerablemente; para el nivel III, el periodo durante el que hubo oviposiciones fue el mayor (75 días), pero la mayor cantidad de huevos por hembra (326) correspondió al nivel IV. Este número promedio fue similar al obtenido con hembras de *P. connexivus* criadas con alimento ilimitado (Saini, 1994a).

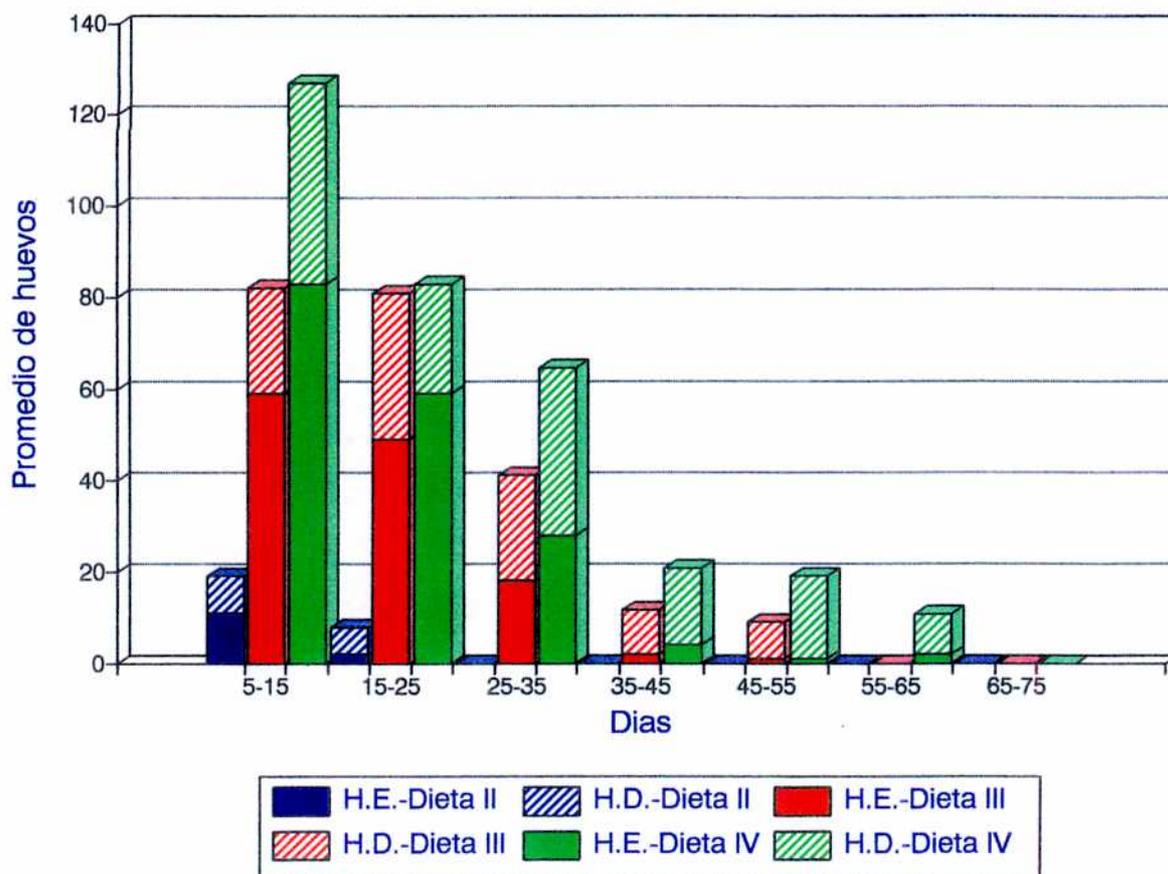


Figura 23 - Cantidad promedio de huevos depositados (H.D.) y de huevos eclosionados (H.E.) de *P. connexivus*, en intervalos de 10 días (no acumulativos), para los niveles de dieta II, III y IV.

En todos los casos, la mayor cantidad de huevos ocurrió durante los primeros 25 días, decayendo notablemente a partir de los 35 días. La cantidad de posturas fue ligeramente superior para el nivel IV, pero el mayor porcentaje de eclosiones correspondió al nivel III. El porcentaje de huevos eclosionados disminuyó progresivamente desde el comienzo de las posturas, hasta llegar a 0 (todos los huevos infértiles). Tal como sucede con *P. maculiventris*, en *P. connexivus* la fertilidad depende de la cantidad de apareamientos y de la edad de los adultos.

#### II.D - RESPUESTA FUNCIONAL DE *Podisus connexivus*

##### A LA DENSIDAD DE LARVAS DE *Anticarsia gemmatalis*

#### II.D.1 - Influencia del estadio del predador en la respuesta funcional de *Podisus connexivus* a la densidad de *Anticarsia gemmatalis*, en cajas de plástico con alimento artificial.

En la tabla 7 se presentan los datos experimentales y las estimaciones de los componentes de la respuesta funcional de ninfas y adultos de *P. connexivus* a la densidad de *A. gemmatalis*.

En la figuras 24 y 25 se grafica la cantidad de larvas de *A. gemmatalis* atacadas por un único predador en función de la cantidad de presa suministrada, para los 4 estadios ninfales estudiados (sobre alimento artificial) y para adultos (sobre ambos universos de confinamiento) de *P. connexivus*.

Tabla 7 - Datos experimentales y estimaciones de los componentes de la ecuación de Holling, para ninfas y adultos de *P. connexivus*, en relación a la densidad de larvas de *A. gemmatalis*.

Estado	T	x	y obs.	y est.	b	a	R <sup>2</sup>
N2	4,17	2	0,16	0,18	0,33	0,04	98,2
	4	4	0,29	0,25			
	3,83	8	0,31	0,32			
	3,33	16	0,36	0,37			
	3,17	32	0,42	0,4			
N3	3,67	2	0,17	0,17	0,21	0,04	97,6
	3,67	4	0,29	0,27			
	3,17	8	0,37	0,37			
	3	16	0,44	0,46			
	3	32	0,54	0,52			
N4	3	2	0,72	0,84	0,61	0,29	98,9
	3,33	4	1,22	1,08			
	3,17	8	1,33	1,27			
	3,33	16	1,35	1,39			
	3,33	32	1,42	1,45			
N5	5,5	2	1,24	1,45	0,36	0,26	98,3
	4,83	4	2,15	2,05			
	4,67	8	2,8	2,59			
	4,5	16	2,95	2,97			
	4,33	32	3,1	3,2			
hembra	10	2	1,96	2,31	0,15	0,16	99,3
	10	4	3,7	3,71			
	10	8	5,4	5,32			
	10	16	7,3	6,8			
	10	32	7,53	7,8			
macho	10	2	1,63	1,71	0,18	0,12	97,5
	10	4	2,6	2,72			
	10	8	4,03	3,84			
	10	16	4,9	4,84			
	10	32	5,46	5,56			

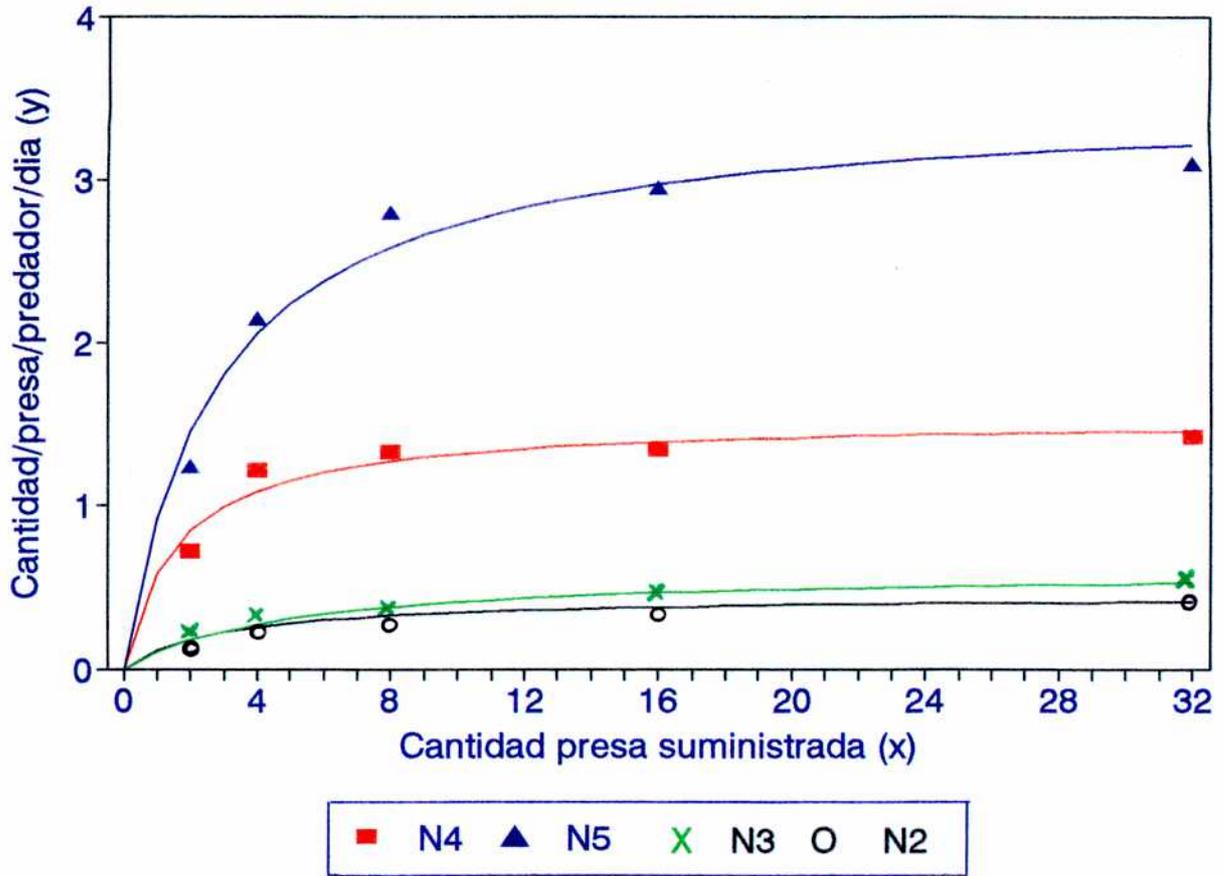


Figura 24 - Respuesta funcional de *P. connexivus* a la densidad de larvas de *A. gemmatalis* para los cuatro estadios ninfales del predador. La línea continua corresponde a la ecuación ajustada.

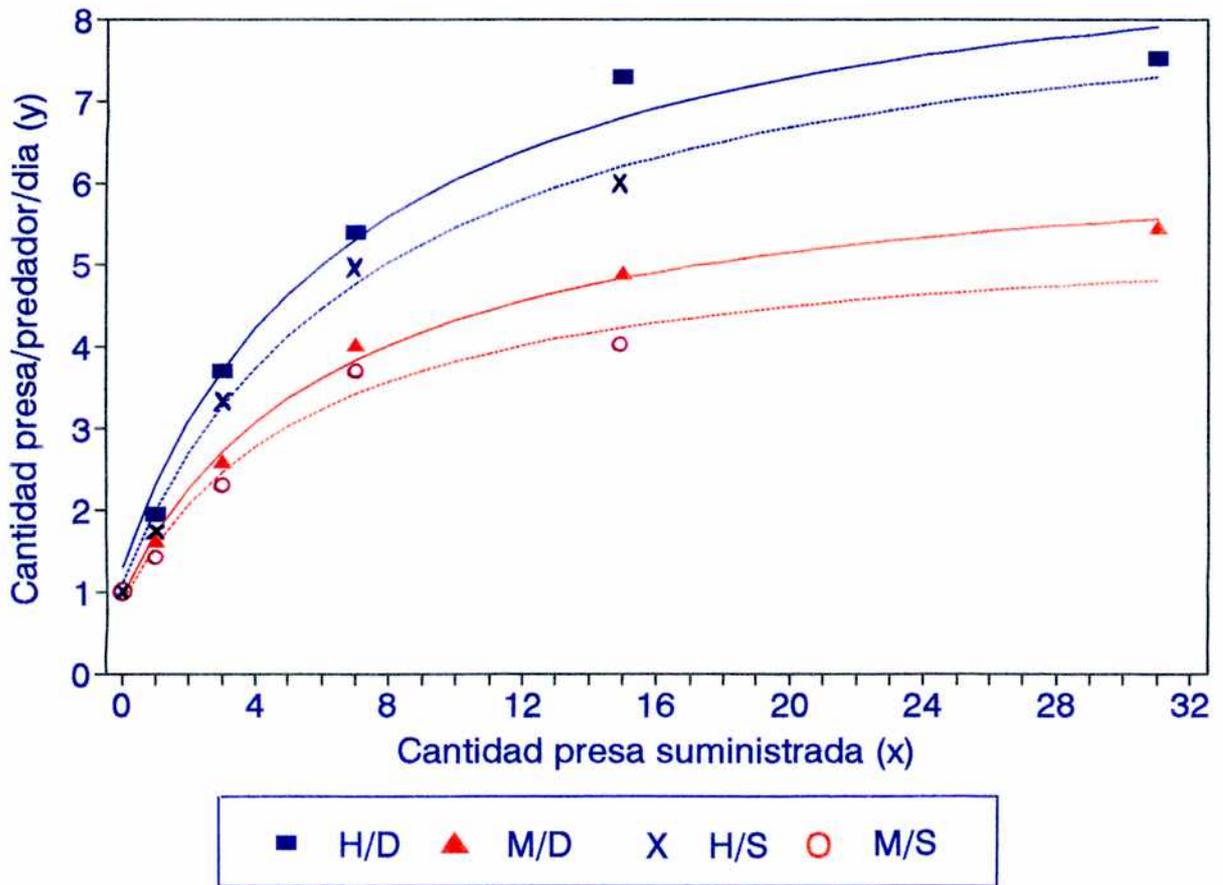


Figura 25 - Respuesta funcional de *P. connexivus* a la densidad de larvas de *A. gemmatalis*, para adultos (H=hembra y M=macho) del predador. Las líneas corresponden a la ecuación ajustada (entera para alimento artificial y puntos para soja).

La cantidad de larvas predadas por ninfas y adultos de **Podisus** (y) aumenta con el incremento de la cantidad de presa suministrada (x) hasta alcanzar una asíntota. Los modelos ajustados fueron estadísticamente significativos, con valores de  $R^2$  (porcentaje de la variación explicada por el modelo) superiores a 90% , lo que indica un muy buen ajuste (tabla 7). Esto quiere decir que la ecuación básica de R.F. de Holling describe satisfactoriamente los datos experimentales. A pesar de ello, no se debería suponer que la ecuación explica completamente la respuesta del predador. Para completar la verificación habría que cronometrar experimentalmente a y b, lo cual es muy difícil de realizar, sin contar con los equipos adecuados.

Para el cálculo de b se deben tener en cuenta tres componentes:

1. tiempo de ataque : es prácticamente 0 o de muy pocos segundos.
2. tiempo que utiliza en comer : experimentalmente se observó que, en el caso de una larva de **A.gemmatalis** de 2do estadio, un adulto de **Podisus** tarda aproximadamente 40 minutos por presa.
3. tiempo que transcurre entre que deja de comer y ataca una nueva presa: **Podisus** puede predar tanto de día como de noche y habría que permanecer las 24 hs cronometrando individualmente 30 individuos, lo cual hace prácticamente imposible la medición de este parámetro.

Para el cálculo de  $a$  sucedería algo similar. Luego de haber comido una larva, no comienza de inmediato a buscar una nueva. Según Morris (1963) permanece "emboscado", con movimientos lentos. Este comportamiento es difícil de interpretar y por lo tanto dudosa su distinción respecto de una búsqueda.

El análisis de los parámetros  $a$  y  $b$  estimados, permite establecer claramente la relación entre el estadio del predador y la R.F. Según el modelo teórico propuesto por Holling, la tasa de búsqueda para cada estadio del predador sería menor con altas densidades, o sea que a menor densidad se emplea la mayor parte del tiempo en la búsqueda; esto fue corroborado en el presente trabajo.

En cuanto al estadio del predador, el valor de  $a$  se incrementa gradualmente desde la N2 hasta la N5 y se mantiene aproximadamente igual en los adultos. Esto está relacionado con el balance de los estados de inanición y saciedad, que varían con el estadio del predador, de tal manera que cuanto más viejo es éste emplea menos tiempo en la alimentación y más tiempo en la búsqueda.

El parámetro  $b$  decrece con la edad del predador y esto se relaciona con el hecho de que las ninfas de los estadios más avanzados y los adultos pueden dominar a sus presas más rápidamente y más eficazmente que las ninfas de los primeros estadios.

II.D.2 - Respuesta funcional de adultos de Podisus connexivus a la densidad de larvas de Anticarsia gemmatalis, en jaulas con plantas de soja.

En la tabla 8 se presentan los datos experimentales y las estimaciones de los componentes de la R.F. de adultos de *P. connexivus* a la densidad de *A. gemmatalis* estudiada.

Tabla 8 - Datos experimentales y estimaciones de los componentes de la ecuación de Holling, para adultos de *P. connexivus*, en relación a la densidad de larvas de *A. gemmatalis*.

Estado	T	x	y obs.	y est.	b	a	R <sup>2</sup>
hembra	20	1	0,95	1,13	0,14	0,06	97,7
	20	2	1,78	2			
	20	4	3,48	3,27			
	20	8	4,9	4,77			
	20	16	6,1	6,2			
macho	20	1	0,95	0,92	0,19	0,05	96,8
	20	2	1,48	1,58			
	20	4	2,36	2,46			
	20	8	3,7	3,42			
	20	16	4,1	4,24			

En la figura 25 se grafica la cantidad de larvas de *A. gemmatalis* predadas por un único adulto de *Podisus* (macho o hembra) en función de la cantidad de presa suministrada, sobre soja.

La ecuación básica de R.F. describe también satisfactoriamente los datos obtenidos sobre plantas de soja, si bien con el nivel

de densidad de 16 larvas aún no se alcanza una asíntota.

Como en la experiencia anterior, las hembras matan más presas que los machos en el mismo lapso de tiempo y esto se corresponde con el hecho de que las hembras requieren de menos tiempo de manipuleo (b), y por consiguiente disponen de más tiempo para la búsqueda (a) que los machos.

Se intentó establecer si existían diferencias en la R.F. entre ambos universos de confinamiento.

En experiencias realizadas en jaulas en el campo, se han encontrado, para una misma densidad de presa, tasas de predación del orden de 1 ataque/predador/2 días, contra 10 o más ataques/predador/día, en estudios de laboratorio (O'Neil, 1989, para *P. maculiventris* vs *Epilachna varivestis*). Las tasas de predación bajas y la declinación en la eficiencia de búsqueda, fueron atribuidos a las actividades de b (Beddington, 1975). Pero evidentemente, al comparar resultados de laboratorio y de campo, aparece otro factor como el principal responsable de tal diferencia, y es la limitación que tiene el predador para encontrar una presa, cuando el espacio de búsqueda es grande, como en el caso de las plantas de soja en el campo.

Como puede apreciarse en las correspondientes tablas y figuras, los valores de y observados en los cilindros son menores que los de las cajas, para una misma densidad de presa. Aunque las diferencias en ambos universos de confinamiento no son tan evidentes como en las experiencias de O'Neil, el aumento del espacio de búsqueda debido a la introducción de plantas de soja, determina menores tasas de predación y menor eficiencia de búsqueda.

### II.D.3 - Eficiencia de búsqueda de *P.connexivus*

En la figura 26 se grafica la eficiencia de búsqueda de *P. connexivus* (E) en función de la cantidad de larvas de *A. gemmatalis* suministrada (x), para las experiencias realizadas en los 2 universos de confinamiento.

Los predadores tienen una R.F. distinta, dependiendo de la densidad de la presa en relación al espacio de búsqueda. Las tácticas de búsqueda apropiadas para altas densidades de presa no son exitosas con bajas densidades (O'Neil, 1990). Algo similar ocurre con la eficiencia de búsqueda. Como se aprecia en la figura 26, en ambos universos de confinamiento la eficiencia de búsqueda de *Podisus*, tanto de ninfas como de adultos, decrece con el aumento de la densidad de *A. gemmatalis*. Además, la eficiencia de búsqueda para ♀ y ♂, es menor en la experiencia realizada en jaulas con plantas de soja, que en la llevada a cabo en cajas de plástico con alimento artificial.

La cantidad de presas atacadas por predador y por día, aumenta con la edad de los ejemplares de *Podisus*, para todos los niveles de densidad de *Anticarsia*. La tasa de predación y la eficiencia de búsqueda son mayores en las hembras.

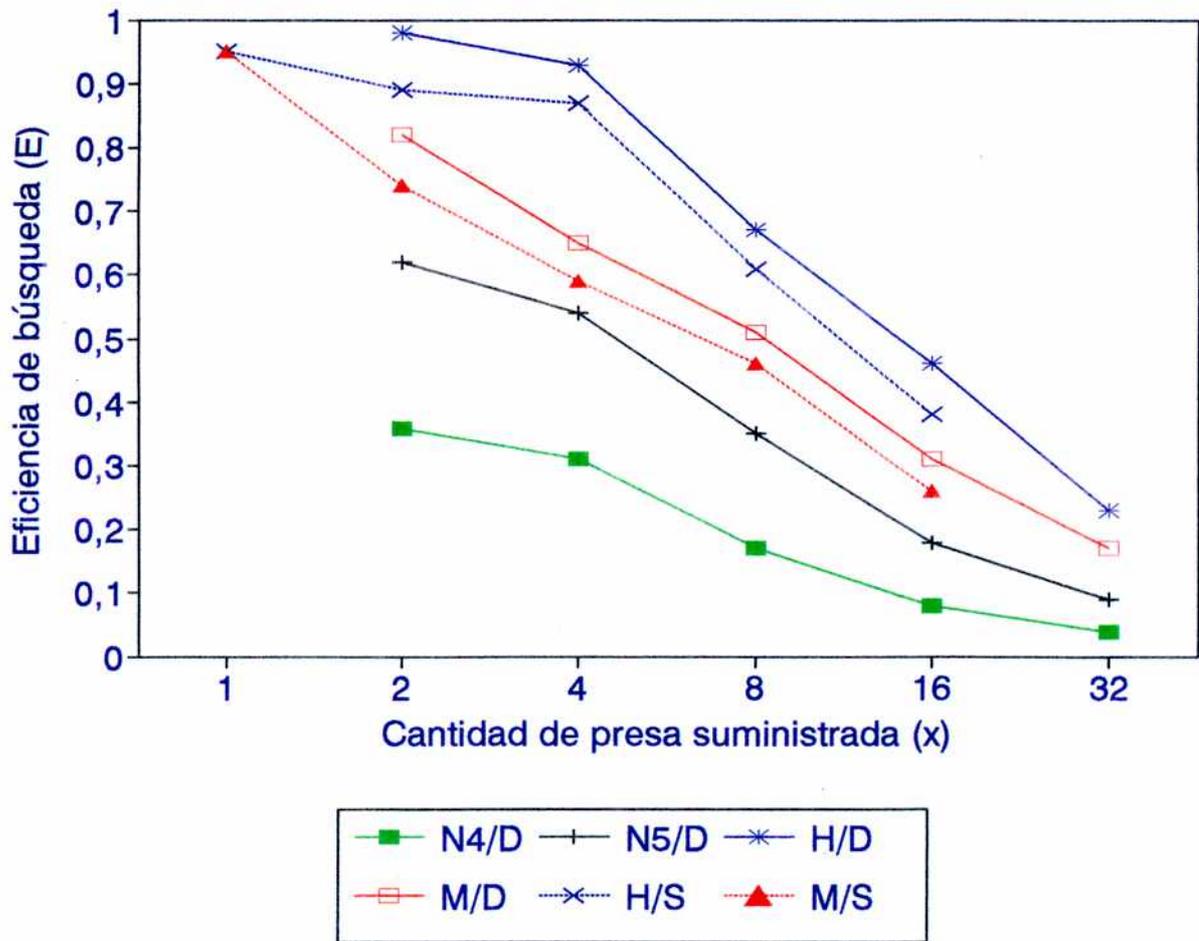


Figura 26 - Eficiencia de búsqueda de *P. connexivus* (N=ninfas, H=hembras y M=machos), en función de la cantidad de larvas de *A. gemmatalis* suministrada, sobre alimento artificial (D) y sobre soja (S).

II.E - INTERACCION ENTRE *Podisus connexivus* Y EL VIRUS  
DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR PARA *Rachiplusia nu*

II.E.1 - Preferencia alimentaria de *Podisus connexivus*  
por larvas de *Rachiplusia nu* sanas e infectadas  
con VPN.

En la tabla 9 se presentan porcentajes de larvas de *R. nu*, que indican hacia que tipo de larva (sanas o infectadas con VPN) dirigía su primer ataque el predador (ninfas de estadio 5° y adultos de *P. connexivus*).

No hubo diferencias significativas en cuanto a cual era la larva atacada en primer término. Al cabo del período de alimentación, ambas larvas fueron predadas (test t;  $p = 0,69$  para N5 y  $p = 0,75$  para adulto). En consecuencia el predador, tanto ninfa como adulto, no muestra preferencia por el tipo de larva suministrada. También se observó que cuando la larva infectada estaba muerta, el pentatómido se alimentaba por períodos de tiempo más cortos.

II.E.2 - Efecto de la calidad nutricional de las larvas de  
*Rachiplusia nu* infectadas con VPN, sobre  
parámetros biológicos de *Podisus connexivus*.

En la tabla 10 se presentan los tiempos de desarrollo y el porcentaje de sobrevivencia de los estadios ninfales de *P. connexivus* alimentados respectivamente con larvas sanas y con larvas enfermas, para las tres generaciones del predador.

Tabla 9 - Porcentajes de larvas de *R. nu*, sanas o enfermas, atacadas en primer término por ninfas de 5to estadio y adultos de *P. connexivus*.

Estado de desarrollo del predador	Tipo de larva	Porcentaje de larvas atacadas en primer término					
		días					total
		1	2	3	4	5	
N5	sana	60	50	60	45	40	51
	enferma	40	50	40	55	60	49
adulto	sana	60	60	50	40	50	52
	enferma	40	40	50	60	50	48

Tabla 10 - Tiempo de desarrollo promedio (días) y sobrevivencia (%) de los estadios ninfales de *P. connexivus*, en tres generaciones consecutivas, alimentados diferencialmente con larvas de *R. nu* sanas y enfermas.

Estadio	con larvas sanas					
	1ra generación		2da generación		3ra generación	
	t	s	t	s	t	s
N2	4,2+0,5	96,6(1)	4,2+0,5	93,3(2)	4,3+0,5	90(3)
N3	3,6+0,5	93,1(2)	3,5+0,6	96,4(1)	3,4+0,5	92,6(2)
N4	4,0+0,6	100(0)	3,9+0,6	92,6(2)	3,9+0,6	92(2)
N5	6,3+0,6	96,3(1)	6,1+0,5	92(2)	6,0+0,5	91,3(2)
T	18,1+0,5	96,5	17,7+0,5	93,6	17,6+0,5	91,5

Estadio	con larvas enfermas					
	1ra generación		2da generación		3ra generación	
	t	s	t	s	t	s
N2	4,2+0,6	93,3(2)	4,1+0,5	90(3)	4,2+0,6	90(3)
N3	3,6+0,6	92,8(2)	3,4+0,6	96,3(1)	3,6+0,6	92,6(2)
N4	4,1+0,5	96,2(1)	3,9+0,5	88,5(3)	4,0+0,7	88(3)
N5	6,4+0,7	92(2)	6,3+0,8	95,6(1)	6,1+0,6	90,9(2)
T	18,3+0,6	93,6	17,7+0,6	92,6	17,9+0,6	90,4

Los valores entre paréntesis corresponden a la cantidad de individuos muertos en cada estadio; t= tiempo de desarrollo (días); s= sobrevivencia (%).

No se observaron diferencias significativas entre el tiempo de desarrollo de predadores alimentados con larvas sanas o con larvas enfermas, para las tres generaciones (test t;  $\alpha = 0,05$ ;  $p = 0,73$  para la N2,  $p = 0,79$  para la N3,  $p = 0,71$  para la N4 y  $p = 0,69$  para la N5).

En cuanto a la sobrevivencia de *Podisus*, tampoco se observaron diferencias significativas entre los individuos alimentados con ambos tipos de larvas.

En la tabla 11 se presentan los valores de peso seco (ps) de las hembras resultantes de las tres generaciones, la cantidad promedio de huevos por ellas depositados (h) y su porcentaje de fertilidad (f).

Tabla 11 - Promedios de peso seco (mg), cantidad de huevos, y fertilidad (%), para hembras de *P. connexivus*, alimentadas diferencialmente con larvas de *R.* nu sanas y enfermas.

con larvas sanas								
1ra generación			2da generación			3ra generación		
p.seco	huevos	fertilidad	p.seco	huevos	fertilidad	p.seco	huevos	fertilidad
12,2	148	76,4	12,1	152	75,1	13,0	131	74,9
(6)	(7)		(8)	(6)		(7)	(6)	
con larvas enfermas								
1ra generación			2da generación			3ra generación		
p.seco	huevos	fertilidad	p.seco	huevos	fertilidad	p.seco	huevos	fertilidad
12,0	159	75,8	13,0	149	74,9	12,5	141	71,7
(5)	(6)		(7)	(7)		(7)	(6)	

Los valores entre paréntesis corresponden a la cantidad de hembras sobre la que se basan los promedios.

No se observaron diferencias significativas entre los valores de ambos grupos de individuos (test t;  $\alpha = 0,05$ ;  $p(ps) = 0,91$ ,  $p(h) = 0,84$ , y  $p(f) = 0,69$ .

### II.E.3 - Análisis de las deyecciones de *Podisus connexivus* y reinfestación de larvas de *Rachiplusia nu sanas*.

Se examinaron los extractos fecales de 10 adultos y 10 ninfas de *Podisus*, que habían sido alimentados con larvas de *R.nu* infectadas con VPN *R.nu*. Se estableció la cantidad relativa de cuerpos de inclusión recuperados por recuento en hematocitómetro con microscopía óptica. Los niveles de poliedros detectables variaron entre  $1,44 \times 10^7$  pol/ml para el 1er día de colecta, y  $7,44 \times 10^5$  pol/ml para el 4to día.

Los porcentajes de mortalidad acumulada para larvas de *R.nu* de 3er estadio, contaminadas con 25  $\mu$ l de extractos fecales, fueron de 89 y 28, para cada uno de los días considerados.

### II.E.4 - Comparación entre la virulencia inicial y la del extracto fecal.

La CL50 de los poliedros recuperados de las deyecciones fue estimada en 2,5 pol/ml, para larvas de 2do estadio de *R.nu* infectadas por ingesta de alimento artificial contaminado en superficie. La CL50 del patrón utilizado fue de 1,75 pol/ml.

## CONCLUSIONES

Las claves dilemáticas permiten la rápida y precisa diferenciación de los pentatómidos encontrados en cultivos de soja. Esto resulta de suma importancia para poder distinguir claramente las especies fitófagas de las predadoras, con el fin de controlar a las primeras y proteger a las segundas. Por otra parte, el hecho de poder diferenciar entre sí las especies de la subfamilia Asopinae, en sus distintos estados de desarrollo, permitirá evaluar correctamente la contribución de cada una de ellas en el control de las plagas del mencionado cultivo.

Cabe destacar que estas claves van acompañadas por catálogos fotográficos (Saini, 1985 y 1988), lo cual facilita su utilización por parte de extensionistas y productores, que en definitiva son los que deben disponer de la información básica necesaria para decidir la implementación de medidas de control.

En cuanto a la especie sobre la cual se llevaron a cabo los estudios biológicos, *Podisus connexivus*, y de acuerdo con las observaciones efectuadas sobre material de laboratorio y de campo, se encontró variabilidad en sus aspectos morfológicos, principalmente en cuanto a la coloración general. Existe además un marcado dimorfismo sexual.

No se encontraron diferencias notorias entre el material de laboratorio y el de campo, respecto de los principales caracteres analizados.

El estudio de los aspectos biológicos básicos, permitió realizar una primera aproximación tendiente a obtener una metodología de cría, lo cual fue de suma utilidad para la

realización de estudios más complejos.

Con respecto a la preferencia alimentaria, excepto **Spilosoma** y **Ecpantheria**, que no fueron predadas, las larvas de la demás especies ofrecidas como presas fueron aceptadas por **Podisus**, con una marcada preferencia por **Rachiplusia** y **Anticarsia**, en primer lugar, seguidas por **Colias**, en segundo, y por último por **Spodoptera** y **Heliothis**.

Las distintas especies de lepidópteros utilizadas en esta experiencia mostraron diferente comportamiento, mayor o menor agresividad, frente al ataque del predador, y esto determinó una diferencia en la eficiencia del pentatómido. Estos resultados tendrán aplicación en programas de manejo de plagas que involucren la liberación de **Podisus**. Teniendo en cuenta la evaluación preliminar sobre el comportamiento del agente de biocontrol (en este caso sobre la preferencia alimentaria) y la diversidad de especies a controlar en un cultivo dado, se sabría básicamente cuáles especies podría llegar a controlar y cuáles escaparían al ataque.

Los estudios cuantitativos del efecto del consumo sobre parámetros biológicos de **Podisus**, establecen que tanto las ninfas como los adultos del predador pueden sobrevivir alimentados con larvas de pequeño tamaño. Sin embargo, para obtener un mejor desarrollo y crecimiento, así como para mantener un alto potencial reproductivo, deben recibir larvas de mayor tamaño (estadios 4to y/o 5to de **A. gemmatalis**).

De acuerdo con los resultados, en el caso de que se decidiera implementar una cría masiva del predador, se deberían utilizar para los estadios 2° y 3° presas de tamaño mediano (nivel de

dieta II) reduciendo así al mínimo la mortalidad; en cambio, para los últimos estadios ninfales y el adulto, tendrían que utilizarse presas más grandes para obtener mayor fecundidad y fertilidad.

En cuanto a los estudios de respuesta funcional (R.F.), la ecuación básica de Holling (tipo II) describe satisfactoriamente los datos experimentales obtenidos. Los valores de  $R^2$  mayores que 90% indican la bondad del ajuste.

Las respuestas de los enemigos naturales a cambios en la densidad de la presa, influyeron significativamente en la dinámica de ésta última, en las condiciones del ensayo. Estos resultados, no obstante su utilidad, deberán acompañarse en el futuro con estudios de R.F. en el campo.

Los estudios de interacción entre *Podisus connexivus* y el virus de la poliedrosis nuclear VPN R. nu, indican que el agente en cuestión podría ejercer un interesante control, no sólo como predador, sino también como vehículo diseminador de virus entomopatógenos.

El VPN R. nu no tiene efectos adversos sobre el desarrollo del predador. En consecuencia, se podría liberar a *P. connexivus* alimentado con larvas de R. nu contaminadas con VPN, con el fin de iniciar una epizootia a través de las deyecciones. Estos estudios básicos de interacción con virus deben ser complementados con experiencias en el campo.

En resumen, *P. connexivus* es un promisorio agente de biocontrol de larvas de lepidópteros en cultivos de soja. Por lo tanto es necesario realizar los estudios intermedios en el campo, cumplidos los cuales se podrá contribuir al desarrollo de un

sistema de manejo integrado de plagas con tácticas no contaminantes, como puede ser la liberación de este enemigo natural.



## BIBLIOGRAFIA

- ABBAS, M.S.T. y BOUCIAS, D.G., 1984. Interaction between nuclear polyedrosis virus-infected *Anticarsia gemmatalis* (Lepid.-Noctuidae) larvae and predator *Podisus maculiventris* (Say) (Hem.:Pentatomidae). *Env. Entom.* 3, 2: 599-602.
- ALVARADO, L. y LECUONA, R., 1994. Control biológico en la República Argentina. Control biológico en el cono sur. Pelotas-RS : IICA - PROCISUR/EMBRAPA CPACT, 149p.
- ARGENTINA, BOLSA DE CEREALES. Datos de camaña 1993-1994.
- ARTOLA, J.A., GARCIA M.F. y DICINDIO, S.E., 1982. Bioecología de *Podisus nigrolimbatus* Spin. (Heteroptera-Pentatomidae) predator de *Pyrrhalta luteola* (Muller) (Coleoptera-Chrysomelidae). *IDIA - Mayo-Agosto* : 25-33.
- BEDDINGTON, J.R., 1975. Mutual interference between parasites or predators and its effect on searching efficiency. *J Anim Ecol* 44 : 331-340.
- BIEVER, K.D., ANDREWS, P.L. y ANDREWS, P.A., 1982. Use of a predator *Podisus maculiventris* to distribute virus and initiate epizootics. *J. Econ. Entomol.* 75 : 150-152.
- COSTA LIMA, L., 1940. Insetos do Brasil. 2° tomo. Hemipteros. Ed. Scola Nacional de Agronomia. Serie didática N° 3 - 1940.
- COUTURIER, A., 1938. Contribution a l'étude biologique de *Podisus maculiventris* (Say) prédateur américain du doryphore. *Annls. Epiphyties Phytogénétique (N.S.)* 4 : 95-165.

- CHIANG, H.C., 1974. Predation in retrospect and in prospect.  
Entomophaga, 7 : 83-88.
- DeBACH, P., 1964. Biological Control of Insect Pests and Weeds. Chapman and Hall, London, 323 pp.
- DeBACH, P., 1974. Biological control by natural enemies. Cambridge Univ. Press, London, 323 pp.
- DE CLERCQ, P. y DeGHEELE, D., 1990. Description and life history of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Hemiptera:Pentatomidae). Can.Ent. 122 : 1149-1156.
- DeCOURSEY, R.M. y ALLEN, R.C., 1968. A generic key to the nymphs of the Pentatomidae of the eastern U.S. (Hemiptera-Heteroptera). Univ. Connect. Occas.Papers, 1 (3): 141-151.
- DeCOURSEY, R.M. y ESSELBAUGH, Ch., 1962. Descriptions of the nymphal stages of some North American Pentatomidae (Hemiptera-Heteroptera). Annls.Ent.Soc.America, 55 : 323-342.
- EDWARDS, C.A., 1989. The concept of integrated systems in lower input/sustainable agriculture. Amer. J. of Alternative Agriculture, II, 4 : 148-152.
- EHLER, L.E. y van den BOSCH, R., 1974. An analysis of the natural biological control of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera:Noctuidae) on cotton in California. Can. Entomol. 106 : 1067-1073.
- ELVIN, M.K., 1982. Quantitative estimation of rates of arthropod predation on velvetbean caterpillar (*Articarsia gemmatalis* Hubner) eggs and larvae in soybeans. PhD Dissertation, Univ. Florida, Gainesville.

- EVANS, E.W., 1985. A key to nymphs of four species of the genus *Podisus* (Hemiptera:Pentatomidae) of northeastern North America. Proc. of Entomol. Soc. of Washington 87 (1) : 94-97.
- EVELEENS, K.G., van den BOSCH, R. y EHLER, L.E., 1973. Secondary outbreak induction of beet armyworm by experimental insecticide applications in cotton in California. Environ. Entomol. 2 : 497-503.
- GONZALEZ, D. y WILSON, L.T., 1982. A Food-web approach to economic thresholds : a sequence of pests/predaceous arthropods on California cotton. Entomophaga, 27 : 31-43.
- GRAZIA, J.M., DEL VECCHIO, M.C. y HILDEBRAND, A., 1985. Estudio de ninfas de heteropteros predadores : *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Pentatomidae, Asopinae). Anns.Soc.Entomol.Brasil 14 (2): 303-313.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C. y DICKERSON, W.A., 1976. Velvetbean caterpillar : A rearing procedure and artificial medium. J. Econ. Entomol., 69 : 498-488.
- HAGEN, K.S. y van den BOSCH, 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. Annu. Rev. Entomol. 13 : 329-384.
- HASSELL, M.P., LAWTON, J.H. y BEDDINGTON, J.R., 1977. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasites. J.Anim.Ecol. 24 : 249-262.
- HOLLING, C.S., 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can.Ent. 91 : 385-398.

- HOUCK, M.A. y STRAUSS, R.E., 1985. The comparative study of functional responses : experimental design and statistical interpretation. *Can.Ent.* 117 (5) : 617-629.
- HUFFAKER, C.B. y MESSENGER, P.S., 1976. Theory and practice of biological control. Academic Press, New York, 788 pp.
- IWAO, S. y WELLINGTON, W.G., 1970. The influence of behavioral differences among tent-caterpillar larvae on predation by a pentatomid bug. *Can.J.Zool.* 48 : 896-898.
- KOBAYASHI, T., 1959. The developmental stages of some species of the Japanese Pentatomoidea (Hemiptera). VII. Developmental stages of *Nezara* and it's allied genera (Pentatomoidea s. str.) *Jap.J.Appl.Ent.Zool.* 3 : 230-231.
- LeROUX, E.J., 1964. The application of ecological principles to orchard Entomology in Canada. *Can.Ent.* 96 : 348-356.
- LESTON, D. y SCUDDER, G.E., 1956. A key to the larvae of the families of British Heteroptera. *Entomologist* 89 : 223-231.
- LIVDAHL, T.P. y STIVEN, A.E., 1983. Statistical difficulties in the analysis of predator functional response data. *Can Entomol.* 115 (10) : 1365-1370.
- MARQUARDT, D.W., 1963. An algorithm for lest-squares estimation of nonlinear parameters. *J. Soc. indust. appl. Math.* 11 : 431-441.
- MARSTON, N.L, SCHMIDT, G.T., BIEVER, K.D. Y DICKERSON, W.A., 1978. Reaction of five species of soybean caterpillars to attack by the predator *Podisus maculiventris*. *Environm. Entom.* 7 (1): 53-56.

- MOLINARI, A., 1988. Comunicación personal.
- MORRILL, A.W., 1906. Some observations on the spined soldier bug (*Podisus maculiventris* Say). U.S. Div.Ent.Bull. (N.S.) 60 : 155-161.
- MORRIS, R.F., 1963. The effects of age and prey defense on the functional response of *Podisus maculiventris* Say to the density of *Hyphantria cunea* Drury. Can.Ent. 95 : 1009-1020.
- MOSCARDI, F.; ALLEN, G.E. y GREENE, G.L., 1981. Control of the velvetbean caterpillar by a nuclear polyedrosis and insecticides and impact of treatments on the incidence of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. J. Econ. Entom. 74 :480-485.
- MUKERJI, M.K. y LeROUX, E.J., 1965. Laboratory rearing of a Quebec strain of the pentatomid predator, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera-Pentatomidae). Phytoprotection 46 : 40-60.
- MUKERJI, M.K. y LeROUX, E.J., 1969,a. The effect of predator age on the functional response of *Podisus maculiventris* to the prey size of *Galleria mellonella*. Can.Ent. 101 : 314-327.
- MUKERJI, M.K. y LeROUX, E.J., 1969,b. A quantitative study of food consumption and growth of *Podisus maculiventris* (Hemiptera : Pentatomidae). Can.Ent. 101 : 387-403.
- MURDOCH, W.W., CHESSON, J. y CHESSON, P.L., 1985. Biological control in theory and practice. Am.Natur.125 : 344-366.
- NEDSTAM, B., 1992. Biological control of pests in Swedish pot plant production. Bull. OEPP/EPP0, 22 : 417-419.

- NICHOLSON, A.J., 1950. Population oscillations caused by competition for food. *Nature*, Lond. 165 : 476-477.
- OATEN, A. y MURDOCH, W.W., 1975. Functional response and stability in predator-prey systems. *Am.Natur.*109 : 289-298.
- OETTING, R.D. y YONKE, T.R., 1971. Immature stages and biology of *Podisus placidus* and *Stiretrus fimbriatus* (Hem.Pentatomidae). *Can.Entom.* 103 (11) : 1505-1516.
- O'NEIL, R.I., 1988. Predation by *Podisus maculiventris* (Say) on Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant, in Indiana soybeans. *Can.Entom.* 120 (2) : 161-166.
- O'NEIL, R.J., 1989. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera-Pentatomidae). *J.Kansas Entom.Soc.* 62 (2) : 148-165.
- O'NEIL, R.J., 1990. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. *New Directions in Biological Control* : 83-96, Alan R. Liss, Inc.
- O NEIL, R.J., 1994. Comunicación personal.
- O'NEIL, R.J., 1994. Curso sobre bioecología de insectos predadores. Gramado, Brasil, mayo de 1994.
- PREBBLE, M.L., 1983. The biology of *Podisus seriventris* Uhler in Cape Breton, N.S. *Can.J.Res.* 9 : 1-30.
- RIZZO, H.F. y SAINI, E.D., 1987. Aspectos morfológicos y biológicos de *Edessa rufomarginata* (DeGeer) (Hemiptera-Pentatomidae). *Revta.Fac.Agron.* 8 (1-2) : 51-63.

- RIZZO, H.F. y SAINI, E.D., 1990. Insectos perjudiciales al cultivo de la soja en la Argentina y sus principales enemigos naturales. Publicación INTA, auspiciada por Dowelanco S.A., 44 pp.
- SAINI, E.D., 1984. Identificación de los huevos de pentatómidos (Heteroptera) encontrados en cultivos de soja. IDIA 425-428 : 79-84.
- SAINI, E.D., 1985. Identificación práctica de pentatómidos benéficos y perjudiciales. Parte I. Dpto. Difusión INTA.
- SAINI, E.D., 1988. Identificación práctica de pentatómidos benéficos y perjudiciales. Parte II. Dpto. Difusión INTA.
- SAINI, E.D., 1989. Clave para la identificación de las ninfas de pentatómidos (Heteroptera) encontrados en cultivos de soja. Revta.Soc.Entom.Argentina, 46 (1-4) (1987): 129-139.
- SAINI, E.D., 1994a. Aspectos morfológicos y biológicos de **Podisus connexivus** Bergroth (Heteroptera-Pentatomidae). Revta.Soc.Entom. Argentina 53 : 35-42.
- SAINI, E.D., 1994b. Preferencia alimentaria de **Podisus connexivus** Bergroth (Heteroptera:Pentatomidae) e influencia del comportamiento de lepidópteros plagas de la soja sobre la eficiencia del predador. RIA, vol 25, 2: 151-157.
- SAS INSTITUTE INC., 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03 edition, Cary, NC : SAS Institute Inc., 1028 pp.
- SAZONOVA, R.A., SHAGOV, E.M. y STAADIMOVA, L.A., 1976. **Podisus**, a predator of the American white butterfly and

- the Colorado beetle. *Zashchita Rastenii* 8 : 52.
- SMITH, H.S., 1919. On some phases of insect control by the biological method. *J. Econ. Entomol.*, 12 : 288-292.
- SOLOMON, M.E., 1949. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18 : 1-35.
- TOSTOWARYK, W., 1972. The effect of prey density on the functional response of *Podisus modestus* to densities of the sawflies *Neodiprion swaini* and *N. pratti*. *Can. Entom.* 104 : 61-69.
- TURNBULL, A.L., 1962. Quantitative studies of the food of *Linyphia triangularis* Clerck (Araneae : Linyphiidae). *Can. Entom.* 94 : 1233-1249.
- TURNIPSEED, S. y KOGAN, M., 1976. Soybean Entomology. *Annu. Rev. Entomol.* 21 : 247-282.
- TURNIPSEED, S. y KOGAN, M., 1983. Soybean pests and indigenous natural enemies. Natural enemies of arthropod pest in soybeans. *S. Coop. Ser. Bull.* 285, 90 pp.
- ULLYET T, G.C., 1950. Competition for food and allied phenomena in sheep blowfly populations. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 234 : 77-174.
- WADDILL, V. y SHEPARD, M., 1975. A comparision of predation by the predators *Podisus maculiventris* and *Stiretrus anchorago* on the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. *Annls. Entom. Soc. Amer.* 68 : 1023-1027.
- WHITCOMB, W.H., 1974. Natural populations of entomophagous arthropods and their effect on the agroecosystem. *Procc. of the Summer Institute on biological control of plant insects and diseases.* University Press, Jackson,

Mississippi : 150-169.

ZANUNCIO, J.C., NASCIMENTO, E.C., SANTOS, G.P. SARTORIO, R.C.  
y ARAUJO, F.S., 1991. Aspectos biológicos do percevejo  
predador *Podisus connexivus* (Hemiptera-Pentatomidae).

Annls.Soc.Entom.Brasil, 20 (2) : 243-249.

ZUÑIGA, E., 1987. El control biológico. Conceptos y algunas  
características. IPA La Platina, 44 : 8-11.