

ECOLOGIA, COMPORTAMIENTO Y BIONOMIA**Efectos de la Temperatura y la Dieta en la Biología de *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae)**JAVIER E. GYENGE¹, JULIO D. EDELSTEIN² Y CÉSAR E. SALTO³¹EEA Alto Valle (INTA), C.C. 872 (8332) Gral. Roca, Rio Negro, Argentina.²EEA Manfredi (INTA), Ruta 9 Km 636 (5988), Córdoba, Argentina.³EEA Rafaela (INTA), C.C. 22 (2300), Rafaela, Sta. Fe, Argentina.

An. Soc. Entomol. Brasil 27(3): 345-356 (1998)Temperature and Diet Effects on the Biology of *Eriopsis connexa* (Germar)
(Coleoptera: Coccinellidae)

ABSTRACT - *Eriopsis connexa* (Germar) is an important aphidophagous coccinellid, widely distributed in several South American countries. The influence of different feeding and temperature conditions on biological features of the immature and adult stages, were studied. Cohorts of coccinellids larvae were reared on the combinations of four constant temperatures (9, 15, 19 and 27°C) and six diets based on *Acyrtosiphon pisum* Harris and *Schizaphis graminum* (Rondani) aphid species with, respectively, four and two different initial numbers and increasing rates. Tested temperatures above 15°C did not affect the number of eggs/cluster and their viability. Incubation time varied from 2.5 days and a 92% of hatched eggs at 27°C, to 13 days with a 71% of viability at 15°C. At 9°C, neither oviposition nor births were observed, although development until adult stage could be achieved at four experimental temperatures. The combination of food supply and temperature affected both aphid ingestion and immature developmental times, but not adult sizes. The number of *A. pisum* and *S. graminum* consumed varied approximately from 57 to 256 and from 104 to 641, respectively. Developmental times, from larval to adult stage, ranged from ca. 84 days at 9°C to ca. 12 days at 27°C. Larger adult sizes were observed at 19°C. Body weight of adults increased when they were offered greater numbers of aphids. Pronotum widths and femur lengths were slightly influenced by prey species but these dimensions were independent on larvae ingestion of food.

KEY WORDS: Insecta, *Acyrtosiphon pisum*, *Schizaphis graminum*, predation, development.

RESUMEN - *Eriopsis connexa* (Germar) es un importante coccinélido afidófago distribuido en varios países de Sudamérica. Se estudió el impacto de la temperatura y alimentación sobre parámetros biológicos de sus estados inmaduros e imagos resultantes. Cohortes de larvas del coccinélido fueron criadas en una combinación de cuatro temperaturas constantes (9, 15, 19 y 27°C) y 6 dietas de áfidos de las especies *Acyrtosiphon pisum* Harris y *Schizaphis graminum* (Rondani) con, respectivamente, cuatro y dos cantidades iniciales y tasas de incremento diarios. Las cantidades de huevos/postura y su viabilidad no fueron

afectadas por las temperaturas superiores a 15°C evaluadas. Los tiempos de incubación fueron desde 2,5 días y 92% de eclosión a 27°C, hasta 13 días con una viabilidad del 71% a 15°C. A 9°C no se registraron oviposuras ni nacimientos aunque el desarrollo hasta adulto pudo ser completado en las cuatro temperaturas experimentales. La combinación de oferta de alimento y temperatura afectó tanto la ingesta de áfidos como los tiempos de desarrollo inmaduro, pero no las dimensiones de los adultos. Las cantidades totales de pulgones consumidos oscilaron aproximadamente entre 57 y 256 ninfas de *A. pisum* y desde 104 a 641 áfidos de la especie *S. graminum*. Los tiempos para el desarrollo, desde larva hasta adulto, fueron cercanos a 83,7 días a 9°C hasta 11,8 días a 27°C. Las mayores dimensiones de imagos se registraron a 19°C. El aumento del número de pulgones ofrecidos causó un incremento del peso corporal del adulto. El ancho del pronoto y la longitud del fémur del adulto fueron levemente influenciados por la especie presa pero sería relativamente independiente de la cantidad ingerida por las larvas.

PALABRAS-CLAVE: Insecta, *Acyrtosiphon pisum*, *Schizaphis graminum*, depredación, desarrollo.

Eriopis connexa (Germar) es un coccinélido depredador, principalmente afidófago, distribuido en varios países de Sudamérica. A pesar de ser un insecto comúnmente reconocido es sólo mencionado en bibliografía de limitada difusión y escasamente estudiado en publicaciones científicas (Bosq 1943, Brader 1979, F.A.O. 1980, Saini 1983, Magalhaes *et al.* 1988, Quiroga *et al.* 1991, Michel 1992, Miller & Paustian 1992). Este coccinélido también llamado vaquita de San Antonio o v. variada, posee un nicho ecológico muy flexible, ya que se lo encontró activo en numerosos cultivos y sistemas como alfalfa, soja, sorgo, trigo, avena, jojoba, tomates, algodón, caña de azúcar, etc. En la región central de la República Argentina, la presencia de *E. connexa* fue registrada desde los meses de octubre hasta mayo en cultivos de alfalfa y cereales (Salto *et al.* 1990) aunque también es posible encontrarlo durante el resto del año en cultivos y malezas.

Para la evaluación del impacto de un depredador sobre poblaciones de insectos plaga debe tenerse en cuenta su voracidad, aprovechamiento del alimento y sincronización de sus poblaciones con las de

las presas (Hodek 1967). En este sentido, la temperatura es un factor importante en el estudio de la ecología poblacional de los insectos. La capacidad de alimentarse de un insecto, su respuesta frente a las diferentes densidades de presa, la tasa de desarrollo del ciclo de vida, etc., son algunos de los aspectos regidos por la temperatura (Campbell *et al.* 1974, Baumgaertner *et al.* 1981).

Al estudiar los comportamientos de alimentación de coccinélidos depredadores Kaddou (1960), Sundby (1966), Salto *et al.* (1991) y Bertolaccini (1984) hallaron que parámetros físicos como el peso de pupas y adultos de *Hippodamia quinquesignata* (Kirby), *Coccinella septempunctata* L., *H. convergens* Guerin-Meneville y *Colleomegilla quadrifasciata* var. *octodecimpustulata* Mulsant, estaban relacionados con las cantidades de alimento consumido. Sin embargo, esto mismo no ocurrió con *E. connexa* (Salto *et al.* 1990). Existe escasa información acerca de las influencias de la temperatura y la dieta sobre el aspecto físico de insectos depredadores, sobre todo en la variación de las dimensiones de partes rígidas del cuerpo que reflejen el crecimiento del individuo independientemente

de la turgencia del cuerpo.

Ya que durante el período de imago la movilidad y dieta de *E. connexa* se amplían, los objetivos del estudio se centraron en el período de desarrollo inmaduro. Se estudió el impacto de la temperatura y alimentación sobre parámetros biológicos de sus estados de huevo, larva y pupa e indicadores del desarrollo físico de los imagos resultantes, a través del análisis del peso corporal y de parámetros morfométricos.

Materiales y Métodos

Recolección y Cría de Insectos. Se colectaron individuos adultos de *E. connexa* en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela (INTA), provincia de Santa Fe, Argentina (31° 11' L.S.; 61° 33' L.W.). Los mismos fueron ubicados en pequeñas jaulas (aproximadamente de 1 x 0,5 x 0,3 m) de madera y malla metálica, alimentados *ad libitum* con diferentes especies de pulgones.

A partir de los huevos y larvas obtenidos de los insectos recolectados, se planteó un arreglo factorial de 24 tratamientos, según una combinación de cuatro temperaturas constantes, $9 \pm 1,5^\circ\text{C}$; $15 \pm 0,7^\circ\text{C}$; $19 \pm 1,3^\circ\text{C}$; $27 \pm 1,1^\circ\text{C}$, y 6 dietas consistentes en diferentes cantidades de áfidos de las especies *A. pisum* (dietas A, B, C y D) y *S. graminum* (dietas E y F). Se emplearon dos cámaras de cría y se estableció un fotoperíodo de 16:8 horas luz/oscuridad.

Los áfidos pertenecientes a la especie *A. pisum* fueron criados sobre plantas de haba (*Vicia faba*) (Samsøe - Petersen *et al.* 1989), mientras que los individuos de *S. graminum* se criaron sobre plantas de avena (*Avena sativa*) o sorgo (*Sorghum bicolor*), hospedante natural de estos insectos. Ambas especies tuvieron condiciones ambientales de crianza similares a los coccinélidos, en cámaras de cría a 19°C y 16 horas de fotofase.

Huevos (Número/Postura, Tiempo de Incubación y Viabilidad). Parejas de machos y hembras adultos fueron expuestas a las cuatro temperaturas experimentales con

alimentación *ad libitum* para verificar el número de huevos por postura en cada condición. Dichas posturas fueron aisladas y puestas a incubar en las mismas temperaturas a las que fueron obtenidas. Para el cálculo del tiempo de incubación se dividió el tiempo de desarrollo en períodos de 12 horas, contándose el número de estos intervalos entre la puesta de los huevos y el nacimiento de las larvas. De cada desove se registró la viabilidad de los huevos, definido como el porcentaje de larvas activas dividido por el número total de huevos en cada postura. Debido a que la distribución de los datos colectados no cumplieron con los supuestos de distribución normal, los tres parámetros observados para el estado de huevo fueron evaluados a través del test no paramétrico de Kruskal-Wallis con aproximación χ^2 ($\alpha = 0,05$), utilizando las medianas de las variables en consideración (Hollander & Wolfe 1973).

Estados Inmaduros (Ingesta y Desarrollo).

Las larvas obtenidas de las experiencias anteriores fueron mantenidas en su temperatura original y criadas en frascos de PVC transparentes, de 20 cc de capacidad, con un pequeño trozo de hoja de cereal o alfalfa para el mantenimiento de los pulgones presa con tapas de tela tipo voile sujeta por una banda elástica.

Los tratamientos A, B, C y D, basados en *A. pisum*, consistieron en diferentes cantidades iniciales e incrementos diarios de 10, 15, 20 y 25%, respectivamente. Estas dietas fueron repetidas en 20 larvas iniciales en cada tratamiento, con excepción de la dieta A que contó con 25 individuos, para contrarrestar una posible mayor mortalidad.

En los tratamientos denominados E y F, repetidos en 20 y 15 larvas respectivamente, con *S. graminum* como presa, se siguió un incremento de la alimentación definido por las siguientes ecuaciones calculadas por Salto *et al.* (1990), siendo x los días transcurridos desde el nacimiento de la larva, e y el total de pulgones a suministrar. Dieta E: $y = 1,5383 e^{0,26236x}$; Dieta F: $y = 4,2105 e^{0,64185x}$. Las larvas fueron alimentadas diariamente hasta la

pupa registrándose la cantidad de pulgones ingeridos. Simultáneamente, se registraron los tiempos de desarrollo para cada estado fenológico y total desde el nacimiento hasta la emergencia del imago.

La edad y tamaño de los áfidos ofrecidos fue aumentando en relación con la edad de la larva del depredador. Así, a las larvas de primero, segundo y tercer estadios les correspondieron el primero y segundo (ninfas chicas) y tercer estadios ninfales (ninfas medianas), respectivamente. A los individuos de la última edad larval se les suministraron pulgones del tercero y cuarto estadio (ninfas grandes).

Se registró diariamente las cantidades ofrecidas e ingeridas de alimento. La ingesta de áfidos fue analizada a través de análisis de las varianzas de los porcentajes de ingesta (ANOVA) con dos criterios de selección, con y sin interacción (Searle 1971). Los promedios de las sumas totales de áfidos consumidos (comidos total o parcialmente) fueron comparados entre dietas de manera gráfica. El conjunto de los tratamientos dentro de una misma dieta fue comparado por medio de análisis de las varianzas con 1 factor de selección (ANOVA). Las comparaciones entre pares de temperaturas con un mismo nivel de oferta de alimento se efectuaron a través de ANOVA con un factor de selección y test de Scheffé (Canavos 1988).

Los registros de tiempo desarrollo de cada estadio larval, de pupa y totales, fueron comparados por medio de análisis de la varianza a un criterio de selección ANOVA, con tests de comparación de medias de Duncan, en cada temperatura. Al evaluar todas las condiciones térmicas, se realizaron análisis de las varianzas con 2 criterios de selección con y sin interacción, y test de Duncan.

Imago (Parámetros Físicos). En los imagos de *E. connexa* resultantes se practicaron mediciones de peso corporal, registrado con una balanza electrónica una vez endurecido el exoesqueleto, y de dos parámetros morfométricos: ancho mayor del pronoto y

longitud del fémur de la pata trasera izquierda. Los individuos fueron sacrificados por congelamiento antes de realizar la disección de las partes a medir. Para este registro se utilizó un microscopio equipado con objetivo de 10 X y ocular de medición de 1,25 X, dividido en escala de 1 a 10 ($1=1,5 \times 10^{-1}$ mm), con una precisión de $1,5 \times 10^{-2}$ mm. Los resultados obtenidos acerca de las relaciones entre ingesta, temperatura e ingesta x temperatura se sometieron a análisis de la varianza a ANOVA dos criterios de clasificación, con y sin interacción y para la comparación de medias, test de Duncan.

Resultados y Discusión

Huevos (Número/postura, Tiempo de Incubación y Viabilidad). La cantidad de huevos por postura y su viabilidad no fue afectada por la temperatura a 15, 19 y 27°C (Tabla 1), coincidiendo con lo estudiado en otras especies de coccinélidos (Frazer & McGregor 1992). A 9°C no se registraron oviposturas ni eclosiones. Se observaron cantidades variables de huevos con medianas comprendidas entre 19 y 20,5 huevos, sin diferencias significativas entre ellas. Los mismos requirieron de tiempos de desarrollo con un máximo de 13 días a 15°C y un mínimo de 2,5 días a 27°C. Al relacionarlo con otras especies, los huevos de *E. connexa* necesitaron de un período de incubación más largo a bajas temperaturas, aunque en temperaturas superiores a los 25°C los tiempos de incubación resultaron similares a los de varias especies ya estudiadas como *H. convergens*, *C. septempunctata*, *Adalia bipunctata* (L.) y la misma *E. connexa* en evaluaciones anteriores (Obrycki & Tauber 1981, Frazer & Mc Gregor 1992, Miller & Paustian 1992).

Aunque se ha observado una tendencia de incremento en su viabilidad en relación con la temperatura, no se dispone de suficientes datos que confirmen esta hipótesis. Los porcentajes medianos de eclosión variaron desde 71% a 15°C, hasta aproximadamente 92% a 27°C (Tabla 2). Estos valores de

Tabla 1. Parámetros biológicos observados en los huevos de *Eriopis connexa*, sometidos a tres temperaturas constantes (medianas (\pm E.E.) [n]).

Parámetro	15°C ¹	19°C ¹	27°C ¹
Nº de huevos / postura	20,5 (\pm 8,2) a [14]	19,0 (\pm 6,8) a [13]	20,0 (\pm 10,4) a [12]
Tiempo de incubación (días)	13,0 (\pm 0,8) a [13]	7,0 (\pm 0,1) b [12]	2,5 (\pm 0,4) c [14]
Porcentaje de eclosión (% viabilidad)	71,0 (\pm 18,1) a [12]	82,0 (\pm 17,2) a [11]	91,7 (\pm 17,9) a [12]

¹Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre columnas (Temperaturas) (test de Kruskal-Wallis, $\alpha=0,05$).

viabilidad de huevos resultaron aún mayores que los de otros coccinélidos, como *C. septempunctata*, *A. bipunctata* e *H. convergens*, según lo estudiado por Obrycki & Tauber (1981), Frazer & McGregor (1992) y Miller & Paustian (1992).

Al indagar sobre las razones de la falta de oviposición a baja temperatura, cabe mencionar que existirían razones de orden etológicas y fisiológicas, ya que el frío determinaría una menor actividad (Frazer & Gilbert 1976) y retrasos en el sistema reproductivo (Phoofolo *et al.* 1995). Según los trabajos de Miller & Paustian (1992) y este estudio, la temperatura mínima para la oviposición y eclosión de los huevos estaría limitada al rango entre 10 y 14°C, lo que coincidiría con el umbral mínimo para el desarrollo de folículos ováricos de *C. septempunctata* estimando en 13°C (Phoofolo *et al.* 1995).

Ingesta. El número de áfidos ingeridos por las larvas de *E. connexa* fue significativamente afectado por la interacción entre la oferta de alimento y la temperatura ($P = 0,0001$). Las cantidades totales aumentaron en relación con la oferta de alimento, pero no pudo establecerse una marcada influencia de la temperatura sobre las ingestas totales. Las cantidades totales de pulgones consumidos oscilaron entre 57 y 256 ninfas de *A. pisum* y desde 104 a 641 áfidos de la especie *S.*

graminum. Se encontraron diferencias significativas en las dietas D y E a 9 y 19°C, mientras que las diferencias no resultaron altamente significativas entre aquellos individuos expuestos a 27-19°C y 15-9°C, en los tratamientos A, B, F ($P = 0,01$) y C ($P = 0,005$) (Tabla 2). Teniendo en cuenta la escasa actividad de búsqueda y depredación de los individuos a bajas temperaturas, este alto consumo en las menores temperaturas se debió a la suma de un bajo número de presas capturadas diariamente durante un período larval prolongado.

Tiempo de Desarrollo. Los tiempos registrados en cada una de las etapas y en el total del desarrollo inmaduro, se encontraron afectados por la combinación de los efectos de la dieta y la temperatura. El tiempo de desarrollo larval de los individuos, al igual que en cada estadio, disminuyó al aumentar la temperatura. Esto coincide con lo afirmado para coccinélidos por Hodek (1967), Frazer & Gilbert (1976), Karner & Manglitz (1985) y Miller & Paustian (1992) e insectos en general (Campbell *et al.* 1974). Entre los 9 y 27°C, se establecieron cuatro niveles de duración según la temperatura experimental ($P = 0,0001$) (Tabla 3).

El desarrollo de los individuos desde el primer estadio larval hasta el adulto, pudo ser completado en todas las condiciones térmicas experimentales, a diferencia de estudios

Tabla 2. Número de áfidos ingeridos por larvas de *Eriopis connexa* al final de cada tratamiento (media (\pm E.E) [n]).

Temp.	A ¹	B ¹	C ¹	D ¹	E ¹	F ¹
27	56,6 (\pm 6,1) a [20]	75,3 (\pm 5,5) a [19]	101,2 (\pm 11,2) a [14]	137,7 (\pm 62,5) a [18]	104,1 (\pm 13,4) a [19]	174,7 (\pm 44,0) a [15]
19	95,3 (\pm 17,0) b * [20]	127,1 (\pm 21,2) b * [16]	259,3 (\pm 44,2) b * [15]	247,3 (\pm 29,0) b [18]	307,8 (\pm 27,1) b [15]	641,1 (\pm 81,3) b * [14]
15	81,5 (\pm 9,5) c * [14]	105,5 (\pm 20,7) c * [11]	140,5 (\pm 16,3) c [12]	118,7 (\pm 16,9) a [11]	194,6 (\pm 23,7) c [12]	406,6 (\pm 82,3) c [8]
9	126,0 (\pm 9,6) d [10] * P = 0,01	191,8 (\pm 16,6) d [13] * P = 0,01	217,7 (\pm 14,3) d * [12] * P = 0,005	256,2 (\pm 32,1) b [12]	310,0 (\pm 31,2) b [8]	558,8 (\pm 22,4) d * [8] * P = 0,01

¹ Letras diferentes representan diferencias significativas entre filas (Temperaturas, misma dieta) (ANOVA y test de Scheffé, $\alpha = 0,05$).

*P = Nivel de probabilidad en ANOVA, entre los tratamientos señalados, cuando P es cercano a α .

previos en donde ninguna larva se desarrolló hasta el estado de imago a 10°C (Miller & Paustian 1992). El mayor período de

desarrollo inmaduro (larva + pupa) se registró a 9°C y fue de 83,7 días, mientras que el menor fue de 11,8 días a 27°C. A 9 y 15°C los

Tabla 3. Tiempos de duración requeridos para cada etapa de estado inmaduro de desarrollo de *Eriopis connexa*, correspondiente a cada tratamiento, expresado en días (media (\pm E.E.) [n]).

Temp.	Tratamiento		Tiempo/Estado						
	Presa	Dieta ¹	LI ²	LII ²	LIII ²	LIV ²	Larva ²	Pupa ²	Total ²
9°C	<i>A. p.</i>	A	15,2(\pm 0,7) a[12]	12,6(\pm 0,9) a[10]	14,8(\pm 0,6) a[11]	27,8(\pm 1,2) a[8]	68,9(\pm 1,7) a[8]	15,2(\pm 1,0) bc [5]	82,0(\pm 0,6) a [5]
9°C	<i>A. p.</i>	B	14,6(\pm 0,7) ab[12]	13,0(\pm 0,7) a[11]	14,5(\pm 0,7) a[11]	25,6(\pm 0,9) a[10]	67,6(\pm 1,6) ab[10]	16,9(\pm 0,9) bc [7]	83,7(\pm 1,7) a [7]
9°C	<i>A. p.</i>	C	12,3(\pm 0,6) b[14]	13,7(\pm 0,6) a[11]	16,1(\pm 1,4) a[9]	27,5(\pm 1,0) a[8]	66,1(\pm 1,2) ab[10]	13,8(\pm 1,7) c [4]	77,1(\pm 3,3) a [4]
9°C	<i>A. p.</i>	D	15,6(\pm 1,0) a[16]	12,2(\pm 0,8) a[12]	13,0(\pm 0,6) a[10]	25,1(\pm 1,6) a[7]	64,6(\pm 2,7) abc[7]	16,3(\pm 2,9) bc [4]	81,8(\pm 2,7) a [4]
9°C	<i>S. g.</i>	E	13,9(\pm 0,8) ab[12]	11,4(\pm 0,8) a[8]	11,8(\pm 0,9) a[6]	25,0(\pm 1,0) a[5]	61,9(\pm 1,2) bc[7]	17,5(\pm 0,7) b [6]	79,6(\pm 0,9) a [6]
9°C	<i>S. g.</i>	F	12,4(\pm 0,8) b[8]	11,8(\pm 1,1) a[8]	11,8(\pm 1,1) a[8]	22,4(\pm 0,8) a[8]	59,1(\pm 3) c[8]	21,2(\pm 0,3) a [7]	78,2(\pm 2,8) a [7]
15°C	<i>A. p.</i>	A	10,5(\pm 0,4) a[17]	9,8(\pm 0,4) a[14]	9,9(\pm 0,6) a[9]	18,0(\pm 0,8) ab[10]	47,2(\pm 0,9) a[12]	14,0(\pm 0,4) a [12]	61,7(\pm 1,0) a [13]
15°C	<i>A. p.</i>	B	8,6(\pm 0,7) bc[13]	8,8(\pm 0,7) ab[11]	9,4(\pm 0,9) a[7]	17,1(\pm 0,5) bc[7]	10,8(\pm 0,8) bc[7]	13,9(\pm 0,5) a [5]	54,5(\pm 1,3) b [5]
15°C	<i>A. p.</i>	C	9,3(\pm 0,5)	7,2(\pm 0,2)	8,1(\pm 0,3)	15,6(\pm 0,6)	40,1(\pm 1)	14,9(\pm 0,4)	54,4(\pm 1,1)

			ab[10]	b[6]	a[7]	c[10]	c[11]	a [9]	b [9]
15°C	<i>A. p.</i>	D	9,1(± 0,5)	8,4(± 0,7)	8,6(± 0,4)	16,2(± 0,6)	42,3(±1,2)	14,1(± 0,3)	56,8(± 1,3)
			ab[13]	ab[10]	a[10]	bc[9]	bc[9]	a [7]	b [7]
15°C	<i>S. g.</i>	E	8,6(± 0,5)	9,0(± 0,8)	9,5(± 0,8)	18,0(± 0,7)	43,8(±1,1)	12,3(± 0,3)	54,5(± 1,3)
			bc[11]	ab[9]	a[8]	ab[8]	b[12]	b [7]	b [7]
15°C	<i>S. g.</i>	F	7,4(± 0,5)	7,8(± 0,2)	8,3(± 0,2)	20,0(± 1,1)	42,9(±1,1)	13,9(± 0,8)	56,3(± 0,8)
			c[9]	b[8]	a[6]	a[6]	bc[8]	a [7]	b [7]
19°C	<i>A. p.</i>	A	5,8(± 0,4)	3,7(± 0,2)	4,0(± 0,3)	8,1(± 0,1)	21,2(±0,2)	7,6(± 0,2)	29,3(± 0,3)
			a[23]	bc[16]	a[13]	a[19]	a[19]	b [20]	a [20]
19°C	<i>A. p.</i>	B	4,8(± 0,3)	3,1(± 0,2)	4,2(± 0,2)	7,6(± 0,3)	20,0(±0,3)	7,1(± 0,1)	26,9(± 0,2)
			b[15]	c[14]	a[15]	a[15]	bc[15]	bc [14]	b [14]
19°C	<i>A. p.</i>	C	5,2(± 0,3)	3,8(± 0,4)	4,3(± 0,4)	8,2(± 0,2)	21,5(±0,4)	6,8(± 0,2)	28,3(± 0,5)
			ab[17]	ab[11]	a[10]	a[9]	a[15]	c [12]	a [12]
19°C	<i>A. p.</i>	D	4,4(± 0,2)	3,1(± 0,2)	3,8(± 0,1)	7,8(± 0,3)	19,0(±0,4)	7,8(± 0,2)	27,0(± 0,5)
			b[15]	c[15]	a[16]	a[18]	c[19]	a [17]	b [17]
19°C	<i>S. g.</i>	E	5,9(± 0,3)	4,4(± 0,2)	3,1(± 0,2)	7,5(± 0,1)	20,6(±0,3)	7,6(± 0,1)	28,3(± 0,3)
			a[16]	a[13]	a[10]	a[11]	ab[15]	ab [14]	a [14]
19°C	<i>S. g.</i>	F	5,2 ± 0,2	3,6(± 0,1)	3,3(± 0,1)	7,5(± 0,2)	19,3(±0,3)	7,6(± 0,2)	27,2(± 0,3)
			ab[14]	bc[14]	a[13]	a[13]	c[14]	ab [14]	b [14]
27°C	<i>A. p.</i>	A	3,0(± 0,2)	3,1(± 0,2)	3,9(± 0,2)	5,6(± 0,3)	15,5(±0,3)	3,3(± 0,2)	18,8(± 0,3)
			a[23]	a[23]	a[21]	a[14]	a[15]	abc [15]	a [15]
27°C	<i>A. p.</i>	B	3,2(± 0,2)	2,9(± 0,1)	3,4(± 0,2)	5,5(± 0,2)	14,9(±0,2)	3,6(± 0,1)	18,6(± 0,2)
			a[20]	a[20]	a[20]	a[17]	a[17]	a [18]	a [17]
27°C	<i>A. p.</i>	C	2,6(± 0,1)	2,1(± 0,2)	2,8(± 0,2)	4,8(± 0,2)	12,1(±0,2)	3,6(± 0,1)	15,7(± 0,2)
			bc[18]	b[17]	a[16]	b[14]	b[15]	a [15]	b [15]
27°C	<i>A. p.</i>	D	2,5(± 0,1)	1,9(± 0,1)	2,2(± 0,1)	4,1(± 0,3)	10,8(±0,2)	3,5(± 0,2)	14,3(± 0,1)
			cd[20]	b[17]	a[17]	c[14]	c[16]	ab[16]	d[16]
27°C	<i>S. g.</i>	E	2,9(± 0,1)	1,9(± 0,1)	2,5(± 0,2)	4,6(± 0,1)	11,9(±0,1)	3,1(± 0,1)	15,0(± 0,2)
			ab[17]	b[16]	a[16]	bc[16]	b[18]	c [18]	c [18]
27°C	<i>S. g.</i>	F	2,1(± 0,1)	1,7(± 0,1)	1,5(± 0,1)	3,4(± 0,2)	8,7(±0,2)	3,1(± 0,2)	11,8(± 0,3)
			d[15]	b[15]	a[14]	d[14]	d[14]	bc [14]	e [14]

¹Dietas A, B, C, D = incrementos diarios de 10, 15, 20 y 25% en la oferta de *A. pisum*;
 E: $y = 1,5383 e^{0,26236 x}$; F: $y = 4,2105 e^{0,64185 x}$, siendo y la oferta diaria de *S. graminum*.

²Letras diferentes representan diferencias significativas entre filas de una misma temperatura (ANOVA y Test de Scheffé, $\alpha=0,05$).

A. p. = *Acyrtosiphon pisum*; *S. g.* = *Schizaphis graminum*.

tiempos de desarrollo en los tratamientos con distintas ofertas de alimento no fueron estadísticamente diferentes. A 19°C la cantidad y especie de presa no ejercen una clara influencia en los tiempos requeridos para completar el desarrollo inmaduro. Las variaciones registradas provienen de los diferentes tiempos en los estadios larvales I, II y pupa, ya que L III y LIV no fueron significativamente diferentes. En las

experiencias a 27°C fue clara la diferencia resultante de la variación en la calidad y cantidad de alimento. Los tiempos de duración total y en la mayoría de los estados inmaduros, con excepción al tercer estadio larval, disminuyeron en relación con el aumento de la oferta de alimento y la utilización de *S. graminum* en vez de *A. pisum* como alimento.

Estos resultados llevan a la hipótesis de

que a temperaturas inferiores a 19°C, la cantidad y especie de alimento no serían factores claves para el desarrollo del insecto, aunque los tiempos de desarrollo en el tercer estadio larval y de pupa serían excepciones a esta expresión. En la L III no se encontró interacción alguna entre la temperatura y la ingesta ($P=0,0001$) y sólo se encuentran diferencias comparando los tratamientos entre temperaturas (todas las dietas ofrecidas) y oferta de alimento (todas las temperaturas). En la etapa de pupa sólo se encontró una influencia significativa de la combinación de temperatura con la cantidad de alimento previamente ingerido pero no un efecto por cada factor de variación.

Parámetros Físicos de los Adultos. A diferencia de los otros parámetros biológicos antes descritos, las dimensiones de los

adultos resultantes, no fueron afectadas por la combinación de las variables temperatura y dieta ingerida durante su período inmaduro de desarrollo. Se registraron diferencias significativas en las dimensiones de los adultos según la temperatura de cría de las larvas, aunque no se observaron efectos en relación con la especie de áfido (Tablas 4, 5, 6). Los mayores valores se registraron en los tratamientos a 19°C. El aumento del número de pulgones ofrecidos causó un incremento significativo del peso corporal (Tabla 4).

El efecto de la ingesta durante la etapa larval sobre los parámetros morfométricos medidos (ancho de pronoto y longitud del fémur) no fue importante, registrándose leves variaciones en función de la cantidad de alimento. En el caso de los tratamientos con *A. pisum*, la influencia de la ingesta sobre la longitud del fémur no pudo ser completamente

Tabla 4. Peso corporal de los adultos de *Eriopis connexa* emergidos en cada tratamiento, expresado en mg (media \pm E.E.) [n].

¹ Presa	Dieta ¹	Peso/Tratamiento				Media ³
		9°C	15°C	19°C	27°C	
<i>A. p.</i>	A	5,7 (\pm 0,4)	7,7 (\pm 0,4)	10,0 (\pm 0,3)	5,7 (\pm 0,3)	7,8 (\pm 0,3) c[51]
<i>A. p.</i>	B	6,3 (\pm 0,3)	8,3 (\pm 0,5)	10,1 (\pm 0,4)	6,7 (\pm 0,2)	8,0 (\pm 0,3) c[47]
<i>A. p.</i>	C	6,0 (\pm 0,3)	7,9 (\pm 0,7)	11,3 (\pm 0,5)	7,3 (\pm 0,4)	8,8 (\pm 0,4) b[37]
<i>A. p.</i>	D	5,9 (\pm 0,5)	7,3 (\pm 0,5)	11,5 (\pm 0,4)	8,1 (\pm 0,4)	9,5 (\pm 0,4) a[43]
<i>S. g.</i>	E	6,4 (\pm 0,3)	7,3 (\pm 0,5)	9,7 (\pm 0,4)	6,8 (\pm 0,3)	9,3 (\pm 0,3) ab[45]
<i>S. g.</i>	F	8,4 (\pm 0,5)	8,0 (\pm 0,4)	11,0 (\pm 0,3)	8,5 (\pm 0,4)	7,7 (\pm 0,3) c[38]
	Media ²	6,5 (\pm 0,2) d[26]	7,9 (\pm 0,2) b[42]	7,9 (\pm 0,2) a[94]	7,1 (\pm 0,2) c[96]	

¹Dietas A, B, C, D = incrementos diarios de 10, 15, 20 y 25% en la oferta de *A. pisum*; E: $y = 1,5383 e^{0,26236 x}$; F: $y = 4,2105 e^{0,64185 x}$, siendo y la oferta diaria de *S. graminum*.

²Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de columnas (Temperaturas) (test de Duncan; $\alpha=0,05$).

³Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de filas (Dietas) (test de Duncan; $\alpha = 0,05$).

A. p. = *Acyrtosiphon pisum*; *S. g.* = *Schizaphis graminum*.

definida, ya que sólo difirió significativamente entre los pares de dietas A-B y C-D (Tabla 5). El ancho del pronoto fue diferente entre la dieta menor (A) y el conjunto de las superiores (B-C-D) (Tabla 6). Estas observaciones se ven reforzadas al tomar en cuenta la falta de diferencias significativas en las dietas con *S. graminum*, a pesar de ser cantidades muy diferentes. Estos datos relativizarían las observaciones realizadas en *C. quadrfasciata var. octodecimpustulata* (Bertolaccini 1984) e *H. convergens* (Salto et al. 1991), con *S. graminum* como presa, donde los pesos de los individuos variaron en

asimilación del alimento dependería de la especie presa y el desarrollo morfométrico del adulto sería relativamente independiente de su alimentación durante la etapa larval al sobrepasar una cantidad mínima de ingesta.

El menor tamaño de los individuos criados a 9°C, podría hallar su explicación en la observación de una escasa captura diaria y del consumo de las partes blandas de los pulgones (abdomen, por ejemplo) y, posiblemente, en porciones cada vez más reducidas al descender la temperatura desde los 19°C. Esto último concuerda con lo descrito por Kaddou (1960). Si bien las cantidades totales de

Tabla 5. Longitud del fémur de los adultos de *Eriopis connexa* emergidos en cada tratamiento, expresado en mm (media (± E.E.) [n]).

¹Presa	Dieta¹	Dimensión/Tratamiento				Media³
		9°C	15°C	19°C	27°C	
A.p.	A	1375,5 (± 26,5)	1513,8 (± 27,9)	1611,4 (± 24,1)	1462,5 (± 18,4)	1521,8 (± 16,7) b[42]
A.p.	B	1341,0 (± 23,9)	1545,0 (± 49,5)	1659,2 (± 24,0)	1491,0 (± 20,4)	1542,9 (± 23,1) b[35]
A.p.	C	1510,5 (± 26,6)	1564,3 (± 53,2)	1745,5 (± 32,0)	1611,0 (± 26,8)	1647,4 (± 56,1) a[29]
A.p.	D	1430,0 (± 29,4)	1555,7 (± 40,6)	1762,5 (± 31,1)	1617,0 (± 38,5)	1640,6 (± 26,5) a[32]
S. g.	E	1395,0 (± 12,3)	1481,2 (± 47,7)	1673,1 (± 16,4)	1521,0 (± 24,3)	1558,7 (± 46,3) a[34]
S. g.	F	1477,5 (± 49,0)	1455,0 (± 97,6)	1714,1 (± 22,3)	1618,5 (± 29,7)	1609,0 (± 25,5) a[30]
	Media²	1413,8 (± 21,3) c [20]	1523,5 (± 18,2) b[44]	1523,5 (± 18,2) a[74]	1547,8 (± 13,6) b[64]	

¹Dietas A, B, C, D = incrementos diarios de 10, 15, 20 y 25% en la oferta de *A. pisum*; E: $y = 1,5383 e^{0,26236 x}$; F: $y = 4,2105 e^{0,64185 x}$, siendo y la oferta diaria de *S. graminum*.

²Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de columnas (Temperaturas) (test de Duncan; $\alpha=0,05$).

³Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de filas (Dietas) (test de Duncan; $\alpha = 0,05$).

A. p.= *Acyrtosiphon pisum*; S. g. = *Schizaphis graminum*.

concordancia con la cantidad de alimento ofrecido y amplían las realizadas en *E. connexa* (Salto et al. 1990). Según el presente estudio, en las larvas de *E. connexa* la

individuos muertos por acción del predador pueden resultar similares entre 9 y 19°C, esta interpretación llevaría a sobrestimar el consumo real a la menor temperatura. A bajas

Tabla 6. Ancho del pronoto de los adultos de *Eriopis connexa* emergidos en cada tratamiento, expresado en mm (Media (\pm E.E.) [n]).

¹ Presa	Dieta	Dimensión/Tratamiento				Media ²
		9°C	15°C	19°C	27°C	
A. p.	A	1560,0 (\pm 63,6)	1770,0 (\pm 35,2)	1850,8 (\pm 21,5)	1641,9 (\pm 30,0)	1742,8 (\pm 22,2) c[38]
A. p.	B	1687,5 (\pm 160,6)	1807,5 (\pm 50,0)	1851,9 (\pm 39,2)	1660,0 (\pm 33,0)	1821,5 (\pm 53,4) ab[36]
A. p.	C	1860,0 (\pm 168,0)	1760,0 (\pm 36,0)	1956,8 (\pm 36,8)	1765,5 (\pm 35,5)	1831,9 (\pm 26,4) ab[31]
A. p.	D	1940,0 (\pm 279,9)	1826,4 (\pm 44,0)	1954,1 (\pm 46,0)	1761,8 (\pm 43,5)	1864,1 (\pm 38,4) a[31]
S. g.	E	1670,0 (\pm 20,4)	1747,5 (\pm 43,2)	1790,8 (\pm 23,5)	1692,0 (\pm 40,0)	1740,9 (\pm 24,3) c[30]
S. g.	F	1701,0 (\pm 81,6)	1728,0 (\pm 40,4)	1815,0 (\pm 33,0)	1746,0 (\pm 26,7)	1762,0 (\pm 19,1) cb[36]
	Media ¹	1725,8 (\pm 68,8) b[18]	1777,4 (\pm 121,1) b[49]	1777,4 (\pm 121,1) a[73]	1711,2 (\pm 30,2) b[62]	

¹Dietas A, B, C, D = incrementos diarios de 10, 15, 20 y 25% en la oferta de *A. pisum*; E: $y = 1,5383 e^{0,26236 x}$; F: $y = 4,2105 e^{0,64185 x}$, siendo y la oferta diaria de *S. graminum*.

²Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de columnas (Temperaturas) (test de Duncan; $\alpha=0,05$).

³Letras distintas indican diferencias significativas entre los promedios totales de filas (Dietas) (test de Duncan; $\alpha=0,05$).

A. pisum = *Acyrtosiphon pisum*; *S. g.* = *Schizaphis graminum*.

temperaturas el alimento sería utilizado para el mantenimiento de las necesidades vitales, como la generación de calor corporal (Wigglesworth 1974), a 19°C la misma cantidad de áfidos capturados sería suficiente para maximizar el crecimiento físico que a las demás temperaturas evaluadas. La mayoría de los procesos fisiológicos de *E. connexa* se verían facilitados a una temperatura óptima cercana a los 19°C. La mayor velocidad de los procesos metabólicos a lo que podría ser una "temperatura óptima", exigiría una mayor incorporación de nutrientes e induciría al incremento de la ingesta aunque con una mayor asimilación de los recursos nutricionales. Es destacable que la temperatura de 19°C coincide con la temperatura media anual de la localidad de Rafaela (Santa Fe) (Información proporcionada por la Estación Agrome-

teorológica Rafaela, INTA).

El peso de los individuos sometidos a 27°C fue menor que en los de 15 y 19°C, y hasta cercano a los valores registrados a 9°C. Sería interesante destacar que en los tratamientos a 27°C las larvas fueron observadas comiendo o royendo pequeñas porciones de la epidermis de las hojas, lo que se interpreta como "beber agua" y sería un signo de déficit hídrico (Scriber & Slansky 1981). Las restricciones hídricas podrían tener consecuencias en la utilización de las reservas contenidas en los cuerpos grasos y la consiguiente disminución de peso (Bursell 1974, Gutierrez et al. 1981).

La adaptabilidad de *E. connexa* a condiciones de baja temperatura y escasa alimentación destacan su rol como depredador de áfidos. Los estudios sobre este depredador deberían continuarse, de manera comple-

mentaria, con trabajos sobre las dinámicas temporales y ecología de sus poblaciones a campo para su posible manejo como herramienta de control biológico de poblaciones de insectos de interés agrícola.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Dr. Miguel A. Delfino (Cátedra de Entomología, FCEF y N - UNC) y al Laboratorio de Entomología de la EEA Rafaela (INTA). El autor JDE, reconoce el apoyo del CONICET como el de sus directores Dr. R.E Lecuona y Dr. E.V. Trumper durante el período en que este artículo fue preparado para publicación.

Literatura Citada

- Baumgaertner, J.U., A.P. Gutierrez & C.G. Summers. 1981.** The influence of aphid prey consumption on searching behavior, weight increase, developmental time, and mortality of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae. *Can. Entomol.* 113: 1007-1014.
- Bertolaccini, I. 1984.** Parámetros biológicos e influencia de distintos niveles alimenticios en el desarrollo de *Coleomegilla quadrifasciata* var. *octodecimpustulata* (Mulsant). *Univ. Nac. Litoral, Fac. Agron. Veter.* 16p.
- Bosq, N.M. 1943.** Coccinélidos útiles para la fruticultura tucumana. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* XI:461-470.
- Brader, L. 1979.** Integrated pest control in the developing world. *Annu. Rev. Entomol.* 24: 225-254.
- Bursell, E. 1974.** Humidity. p. 43-84. In *The physiology of insecta: Environmental aspects.* M. Rockstein, (ed.) 2nd Edition. New York-London, Academic Press, 692p.
- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974.** Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 2: 431 - 438.
- Canavos, G.C. 1988.** Probabilidad y estadísticas aplicaciones y métodos. España, McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V., 651p.
- F.A.O. 1980.** Introducción al control integrado de las plagas del sorgo. In *Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación. Estudio FAO: Producción y protección vegetal*, FAO, Roma, 224p.
- Frazer, B.D. & N. Gilbert. 1976.** Coccinellids and aphids: A quantitative study of the impact of adult ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) preying on field population of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *J. Entomol. Soc Brit. Columbia* 73: 33-56.
- Frazer, B.D. & R.R. McGregor. 1992.** Temperature - dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. *Can. Entomol.* 124: 305-312.
- Gelperin, A. 1971.** Regulation of feeding. *Annu. Rev. Entomol.* 16: 365-378.
- Gutierrez, A.P., J.U. Baumgaertner & K.S. Hagen. 1981.** A conceptual model for growth, development, and reproduction in the lady beetle *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Can. Entomol.* 113: 21-33.
- Hodek, I. 1967.** Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annu. Rev. Entomol.* 12: 79 - 104.
- Hollander, M. & D. Wolfe. 1973.** A distribution-free test (Kruskal-Wallis) pp

- 115-120. In M. Hollander (ed.), Nonparametric statistical methods. New York, J. Wiley & Sons eds, 528p.
- Howe, R.W. 1967.** Temperature effects on embryonic development in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 12: 15 - 42.
- Kaddou, I.K. 1960.** The feeding behavior of *Hippodamia quinquesignata* (Kirby) larvae. *Univ. Calif. Pub. Entomol.* 16: 181 - 228.
- Karner, M.A. & G.R. Manglitz. 1985.** Effects of temperature and alfalfa cultivar on pea aphids (Homoptera : Aphididae) fecundity and feeding activity of convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 58: 131- 136.
- Magalhaes, B.P., J.C. Lord, R.A. Daoust & D.W. Roberts. 1988.** Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Zoophthora radicans* to the coccinellid predators *Coleomegilla maculata* and *Eriopis connexa*. *J. Inv. Pathol.* 52: 471-473.
- Michel, B. 1992.** Information sur quelques Coccinellidae (Coleoptera) du Paraguay. *Cot. Fibr. Trop.* 47: 301-304.
- Miller, J.C. & J.W. Paustian. 1992.** Temperature - dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 21: 1139 - 1142.
- Obrycki, J.J. & M.J. Tauber. 1981.** Phenology of tree coccinellid species: Thermal requirements for development. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 74: 31 - 36.
- Phoofolo, M.W., J.J. Obrycki & E.S. Krafur. 1995.** Temperature-dependent ovarian development in *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88:72-79
- Quiroga, D., P. Arretz & J.E. Araya. 1991.** Sucking insects damaging jojoba, *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider, and their natural enemies, in the North Central and Central Regions of Chile. *Crop Prot.* 10: 469 - 472.
- Ross, H.H. 1982.** Introducción a la entomología general y aplicada. Barcelona, Omega, S.A., 536p.
- Saini, E.D. 1983.** Claves para la identificación de los estadios larvales de nueve especies de coccinélidos predadores. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 42: 397 - 403.
- Salto, C.E., I. Bertolaccini, J.M. Imwinkelried & J. Frana. 1990.** Parámetros biológicos e influencia de distintos niveles alimenticios en el desarrollo de *Eriopis connexa* Guerin (Coleoptera: Coccinellidae). *Pub. Téc. I.N.T.A. - E.E.A. Rafaela, 50, Argentina, 13p.*
- Salto, C.E., I. Bertolaccini, O. Quaino, J.M. Imwinkelried. 1991.** Parámetros biológicos e influencia de distintos niveles alimenticios en el desarrollo de *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae). *Pub. Téc. I.N.T.A. - E.E.A. Rafaela, 53, Argentina, 15p.*
- Samsøe - Petersen, L., F. Bieler, H. Bogenschütz, J. Brun, S.A. Hassan, N.L. Helyer, C. Kuhner, F. Mansour, E. Naton, P.A. Oomen, W.P. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann & A. Staubli. 1989.** Laboratory rearing techniques for 16 beneficial arthropod species and their host. *J. Plant Dis. Prot.* 96: 289 - 316.
- Scriber, J.M. & F. Slansky Jr. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. *Annu. Rev. Entomol.* 26: 183 - 211.
- Searle, S.R. 1971.** Linear models. New York, Wiley, 560p.
- Sundby, R. 1966.** A comparative study of the efficiency of three predatory insects. *Entomophaga* 11: 395-404.
- Wigglesworth, V.B. 1974.** Fisiología de los Insectos. Zaragoza, Acribia, 155p.

Recebido em 31/07/97. Aceito em 23/06/98.