

DESENVOLVIMENTO NINFAL DO GAFANHOTO NEOTROPICAL SEMI-AQUÁTICO *Stenacris fissicauda fissicauda* (BRUNER, 1908) (ORTHOPTERA:ACRIDIDAE) EM CONDIÇÕES CONTROLADAS.

Maristela Ascensão AMORIM¹, Joachim ADIS²

RESUMO — Estudou-se a influência da temperatura e do fotoperíodo no desenvolvimento ninfal do gafanhoto semi-aquático *Stenacris fissicauda fissicauda* proveniente de uma região de várzea, perto de Manaus. Ninfas recém-eclodidas foram coletadas no campo na macrófita aquática *Paspalum repens* (Gramineae-Poaceae) e criadas sob condições controladas em câmaras de criação (8, 12 e 24 horas de luz, 27°C e 27/21°C de temperatura) e sob condições naturais. Esta espécie apresenta 5 estádios ninfais para os machos e 6 para as fêmeas sob condições de dia longo no laboratório e durante o período com menos precipitação (estação “seca”) sob condições naturais. No entanto, observou-se um estágio extra para machos (6º) e fêmeas (7º) sob condições de dia curto no laboratório. Este estágio ocorreu durante o período com mais precipitação (estação chuvosa) sob condições naturais. Constatou-se que a temperatura e o fotoperíodo interagiram no desenvolvimento ninfal sob condições controladas: 1) O número de estádios (especialmente em fêmeas) foi principalmente influenciado pelo fotoperíodo; 2) O tempo de desenvolvimento ninfal (em ambos os sexos) sobretudo foi influenciado pela temperatura. Os resultados estão sendo discutidos sob o ponto de que a luz pode atuar como fator de controle (ecofator) no número de estádios ninfais de insetos em ecossistemas tropicais, mesmo sendo situados perto do equador, devido à mudanças sazonais de insolação e/ou intensidade de luz durante o ano.

Palavras-chave: Orthoptera, Acrididae, desenvolvimento, ecofator, várzea, Amazonas, Neotropical.

Development of Nymphs in the Neotropical, Semi-aquatic Grasshopper *Stenacris fissicauda fissicauda* (Bruner, 1908) (Orthoptera:Acrididae) Under Controlled Conditions.

ABSTRACT — The effects of temperature and photoperiod on the nymphal development of the semi-aquatic grasshopper *Stenacris fissicauda fissicauda* from a Central Amazonian floodplain (várzea) near Manaus were studied. Newly hatched nymphs were collected in the field from the aquatic macrophyte *Paspalum repens* (Gramineae-Poaceae), and raised under controlled conditions in environmental chambers (8, 12 and 24 hours of light, 27°C and 27/21°C of temperature) and under natural conditions. This species has 5 nymphal instars in males and six in females under longday conditions in the laboratory, as well as during the period with lower precipitation (“dry season”) under natural conditions. However, an extra instar for males (6th) and females (7th) was observed under short-day conditions in the laboratory. This instar occurred during the period with higher precipitation (rainy season) under natural conditions. Temperature and photoperiod were found to interact in the nymphal development under controlled conditions: 1) The number of instars (especially in females) was principally influenced by the photoperiod; 2) The developmental time of instars (in both sexes) was mainly influenced by temperature. The results are discussed under the aspect that light can act as a controlling factor (ecofactor) on the number of nymphal instars during the development of insects in tropical ecosystems, even when located near the equator, due to seasonal changes in insolation and/or light intensity during the year.

Keywords: Orthoptera, Acrididae, development, ecofator, floodplain, Amazon, Neotropics.

¹ Parte da dissertação de mestrado, financiado pelo Projeto INPA/MAX-PLANCK através do Convênio INPA/MAX-PLANCK

¹ M.Sc. Maristela Ascensão Amorim - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Caixa Postal 478 - 69.011-970 Manaus - Amazonas - Brasil.

² Priv.-Doz. Dr. Joachim Adis - Max-Planck-Institut für Limnologie, AG Tropenkologie, Postfach 165, D - 24306 Pln, FRG.

INTRODUÇÃO

Stenacris fissicauda fissicauda (BRUNER, 1908), é encontrada na Colômbia (ao longo do Vale Magdalena) até o leste da Venezuela, Trinidad, Guianas, Norte do Brasil e no leste do Equador até o norte da Bolívia (ROBERTS, 1978). Na várzea (áreas periodicamente inundadas por água branca) (PRANCE, 1980) da Amazônia Central, desenvolve o seu ciclo vital na macrófita aquática *Paspalum repens* (Poaceae), que sofre influência direta do pulso de inundação.

Os dados sobre a biologia de *Stenacris fissicauda fissicauda* elaborados de 1986 à 1988 no Projeto INPA/MAX-PLANCK (NUNES, 1989; NUNES *et al.*, 1992), em criação sob condições naturais, indicaram que os machos apresentam cinco estádios ninfais e as fêmeas seis. Em criações sob condições controladas de laboratório (sob temperaturas e fotoperíodos diferentes), também ocorreram machos com seis e fêmeas com cinco estádios, o que foi atribuído ao fator temperatura.

A finalidade deste trabalho foi a reconfirmação desta observação, já que não existem indicações na literatura científica de que a luz tem influência como "fator de controle" (ecofator), no número de estádios de desenvolvimento nos insetos que habitam ecossistemas perto do equador.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de coleta está situada na Ilha de Marchantaria (3°15'S 59°58'W) (Fig.1), que está localizada no Rio Solimões, município de Iranduba, Estado do Amazonas, distante aproximadamente

15 km da foz do Rio Negro, e em torno de 20 km da cidade de Manaus (IRION *et al.* 1983).

Os animais usados no experimento foram trazidos do campo no dia 11/05/90 (coleta única) da Ilha de Marchantaria, na época chuvosa, período de enchente. Utilizou-se ninfas recém-eclodidas, cujo reconhecimento foi feito através da coloração marrom-claro, típica da espécie. Para alimentação das ninfas, coletou-se semanalmente folhas jovens de *P. repens*, que eram acondicionados em tanques de cultivo existentes atrás do laboratório.

Efetuuou-se as coletas com auxílio de uma rede entomológica, fazendo-se uma varredura sobre a vegetação.

Para a realização do experimento, 90 ninfas de *Stenacris fissicauda fissicauda* foram colocadas em grupos de 20-25, em câmaras de criação (Fig.2), instaladas no laboratório de Entomologia do Projeto INPA/MAX-PLANCK. Essas câmaras de criação, consistem em um tipo de refrigerador, com mecanismos de aquecimento, refrigeração, ventilação e iluminação (luz branca de 750 lux) e células fotoreceptoras. Além disso, foram acoplados termógrafos para controle permanente da temperatura, e também um termômetro interno para controlar a temperatura máxima e mínima. Com todos estes mecanismos, foi possível se obter um aparelho onde a temperatura e o fotoperíodo foram controlados.

Trabalhou-se com as seguintes condições de temperatura e fotoperíodo:

CÂMARA I - 08 horas com luz-27°C / 16 horas sem luz-27°C.

CÂMARA II - 12 horas com luz-27°C / 12 horas sem luz-27°C.

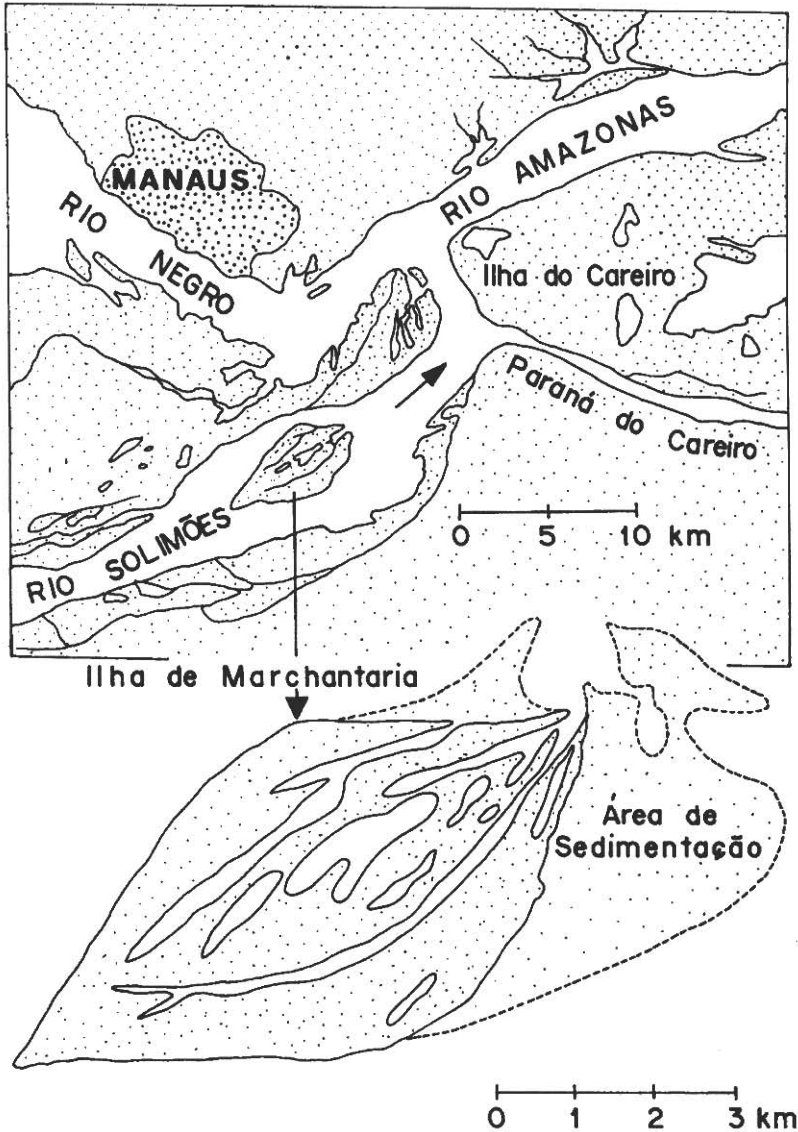


Figura 1. Área de coleta - Ilha de Marchantaria. (conforme SOARES *et al.* 1986).

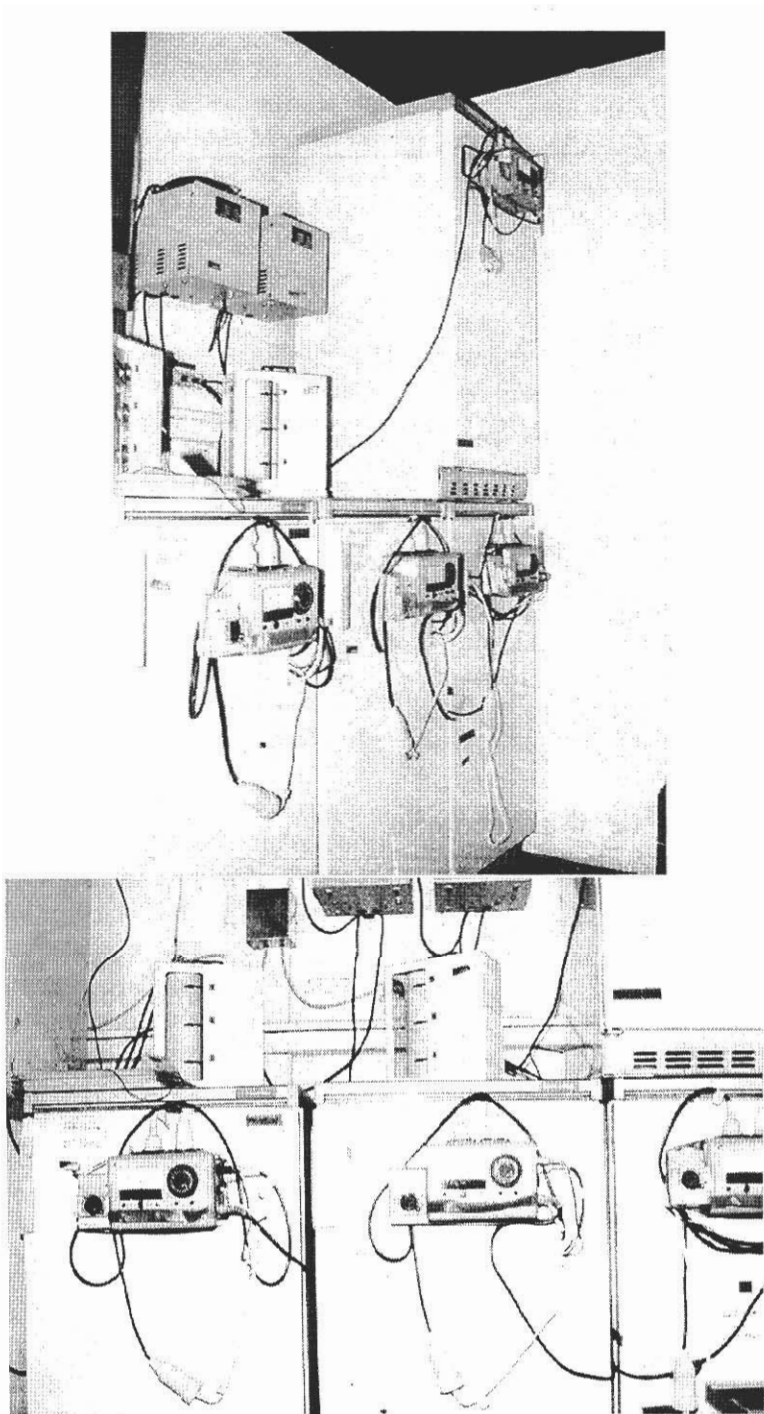


Figura 2. Câmaras de criação instaladas no laboratório do Projeto INPA/MAX-Planck.

CÂMARA III - 08 horas com luz-27°C / 16 horas sem luz-21°C.

CÂMARA IV - 24 horas com luz-27°C.

Preparou-se os copos de béqueres, aqui denominados “béqueres de criação” (Fig.3), que consistiam em recipientes de 300 ml, com algodão umedecido no fundo e uma folha de *Paspalum repens*. As ninfas foram colocadas individualmente nos béqueres, que eram cobertos com filme de PVC, para que a umidade fosse mantida. Cada recipiente recebeu uma etiqueta de identificação. Posteriormente, os béqueres de criação foram colocados nas câmaras de criação.

Acompanhou-se diariamente o desenvolvimento das ninfas, para a verificação da ocorrência da ecdise. As exúvias eram secadas numa estufa a 60°C por um período de 24 horas (conservação a seco).

Renovava-se a cada 48 horas o alimento e transferia-se a ninfa para um novo “béquer de criação”.

Paralelamente à criação em condições controladas, foi feita uma em condições “naturais”, onde um grupo de 20 ninfas recém-eclodidas, coletadas juntamente com as ninfas levadas às câmaras de criação. Manteve-se o conjunto em uma área externa ao laboratório, que consistia em um galpão coberto, sem paredes laterais com cobertura de telha de cimento amianto, não recebendo influência direta da luz solar e das chuvas, com temperatura média diurna de 28°C e noturna de 24°C.

Análise estatística dos dados

Para testar a hipótese de que as médias das populações de onde estas

amostras provieram eram iguais (hipótese H_0 , em oposição à hipótese H_1 , segundo a qual haveria diferença significativa), foi feita a análise de variância (nível de 5% de significância) e o teste de Tukey que permite, feita a análise de variância, comparar médias de tratamentos, duas a duas (VIEIRA, 1983). Para estas análises, considerou-se o tempo médio (dias) de desenvolvimento dos gafanhotos com as diferentes condições de criação (câmaras de criação I a IV e condições naturais, que passaremos a chamar de tratamentos 1 a 5), com as diferentes condições de luz (que chamaremos de tratamentos 1 a 3) e com as diferentes condições de temperatura (que chamaremos de tratamentos 1 a 2), conforme esquema a seguir:

Tratamentos

CONDICÕES DE CRIAÇÃO

1. CÂMARA I (27°C - 8 horas c/luz-16 horas s/luz)
2. CÂMARA II (27°C - 12 horas c/luz-16 horas s/luz)
3. CÂMARA III (27°C/21°C - 8 horas c/luz-16 horas s/luz)
4. CÂMARA IV (27°C - 24 horas c/luz)
5. CONDIÇÕES NATURAIS (\pm 28,1°C - 12 horas c/luz-12 horas s/luz)

LUZ

1. 8 horas c/luz-16 horas s/luz
2. 12 horas c/luz-12 horas s/luz
3. 24 horas c/luz

TEMPERATURA

1. 27°C (temperatura constante)
2. 27°/21°C (temperatura variável)

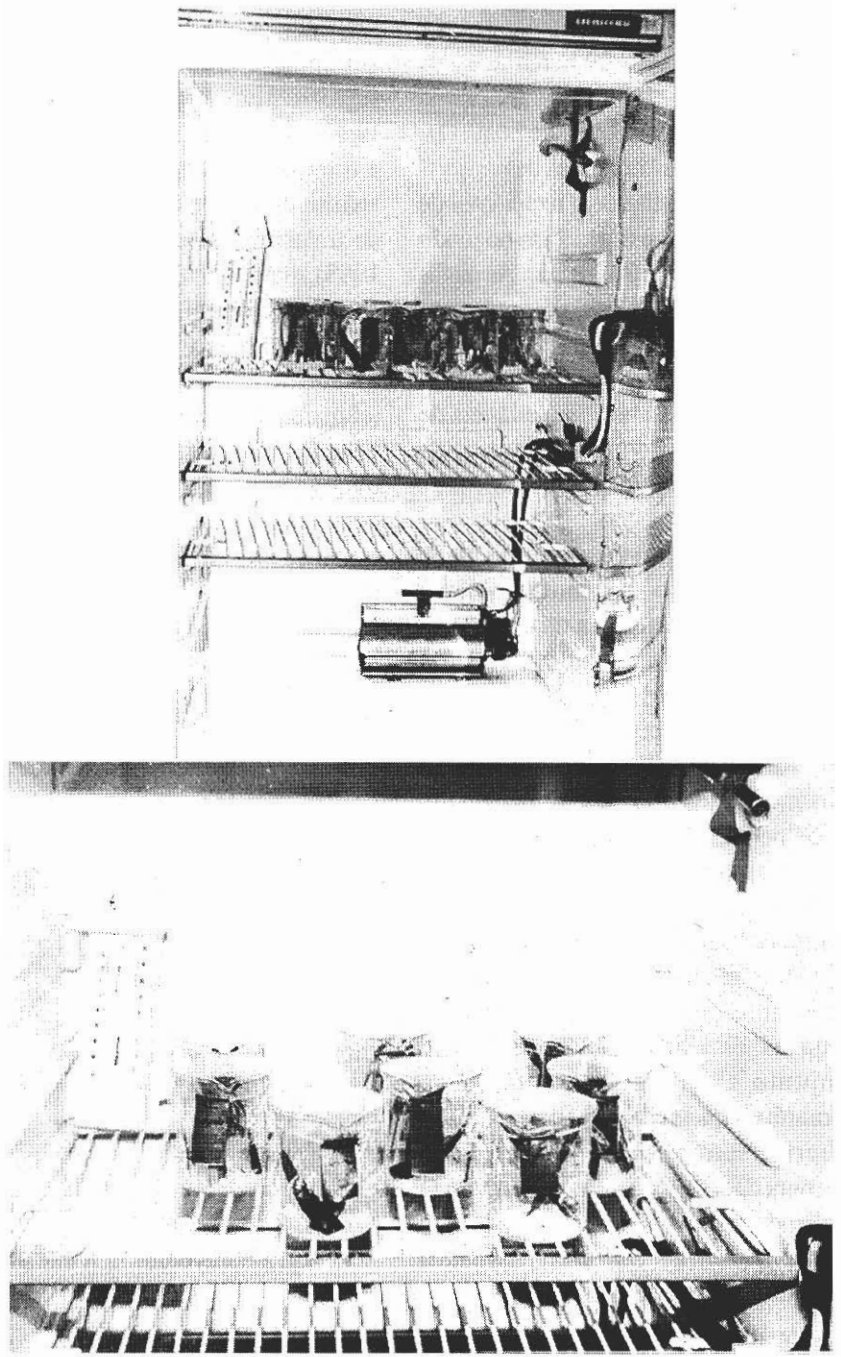


Figura 3. Béqueres de criação com ninfas de *Sternaeiris f. fissicauda*, nas câmaras de criação sob condições controladas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 110 ninfas recém-eclodidas, criadas em condições controladas e "naturais", 90 chegaram ao estágio final.

Na câmara I, observou-se que sob condições de dias curtos e noites longas com temperatura constante de 27°C, 66,7% dos machos apresentaram 6 estádios ninfais e 33,3% apresentaram 5 estádios. Quanto às fêmeas, 78,7% apresentaram 6 estádios e 27,3% apresentaram 7 estádios de desenvolvimento ninfal (Fig.4). Os machos de 5 estádios necessitaram de 58,0 dias, e os de 6 estádios necessitaram de 69,5 dias

para completar o seu desenvolvimento ninfal. As fêmeas de 6 e 7 estádios necessitaram respectivamente de 79,0 e 88,7 dias para atingir o estágio adulto (Fig.5; Tab.1).

Na câmara II (temperatura constante de 27°C; 12 horas com luz e 12 horas sem luz), os machos também apresentaram 5 e 6 estádios ninfais, numa proporção de 44,4% e 55,6%, respectivamente. As fêmeas apresentaram 6 e 7 estádios, numa proporção de 83,3% e 16,7%, respectivamente (Fig.4). Para completarem o estágio adulto o tempo gasto pelos machos com

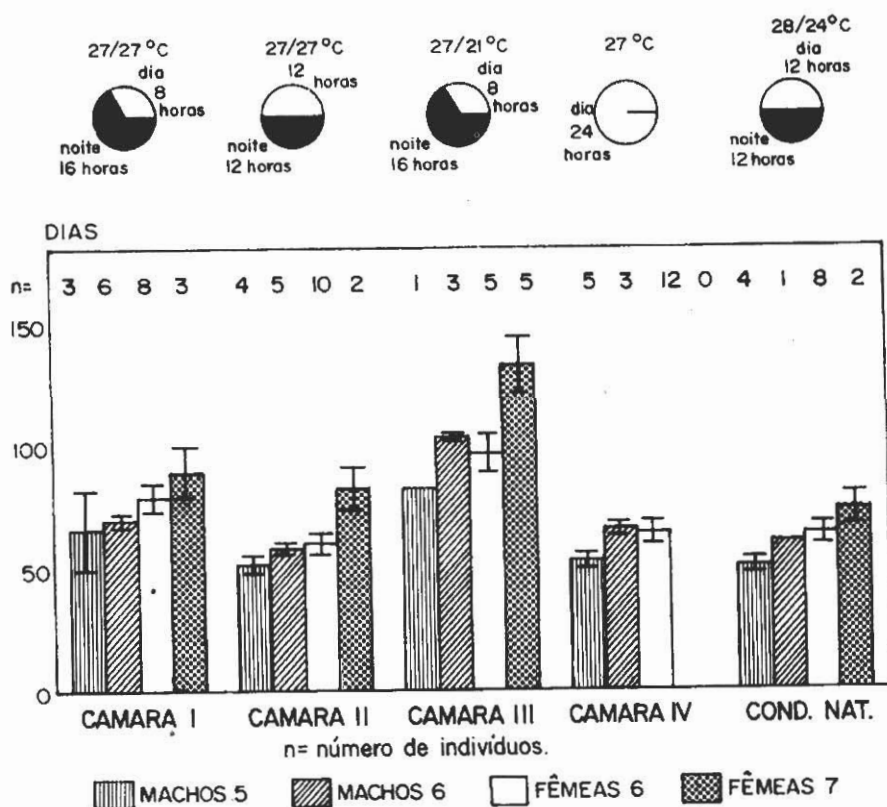


Figura 4. Tempo médio (dias) necessários para o desenvolvimento de *Stenacris f. fissicauda* em condições controladas e "naturais".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 110 ninfas recém-eclodidas, criadas em condições controladas e "naturais", 90 chegaram ao estágio final.

Na câmara I, observou-se que sob condições de dias curtos e noites longas com temperatura constante de 27°C, 66,7% dos machos apresentaram 6 estádios ninfais e 33,3% apresentaram 5 estádios. Quanto às fêmeas, 78,7% apresentaram 6 estádios e 27,3% apresentaram 7 estádios de desenvolvimento ninfal (Fig.4). Os machos de 5 estádios necessitaram de 58,0 dias, e os de 6 estádios necessitaram de 69,5 dias

para completar o seu desenvolvimento ninfal. As fêmeas de 6 e 7 estádios necessitaram respectivamente de 79,0 e 88,7 dias para atingir o estágio adulto (Fig.5; Tab.1).

Na câmara II (temperatura constante de 27°C; 12 horas com luz e 12 horas sem luz), os machos também apresentaram 5 e 6 estádios ninfais, numa proporção de 44,4% e 55,6%, respectivamente. As fêmeas apresentaram 6 e 7 estádios, numa proporção de 83,3% e 16,7%, respectivamente (Fig.4). Para completarem o estágio adulto o tempo gasto pelos machos com

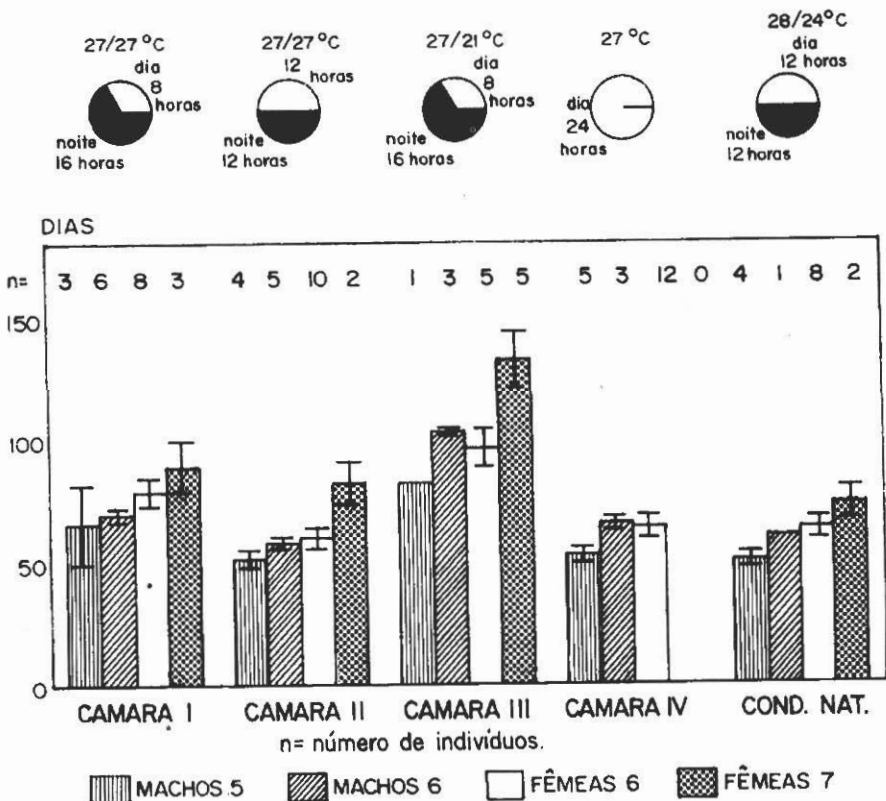


Figura 4. Tempo médio (dias) necessários para o desenvolvimento de *Stenacris f. fissicauda* em condições controladas e "naturais".

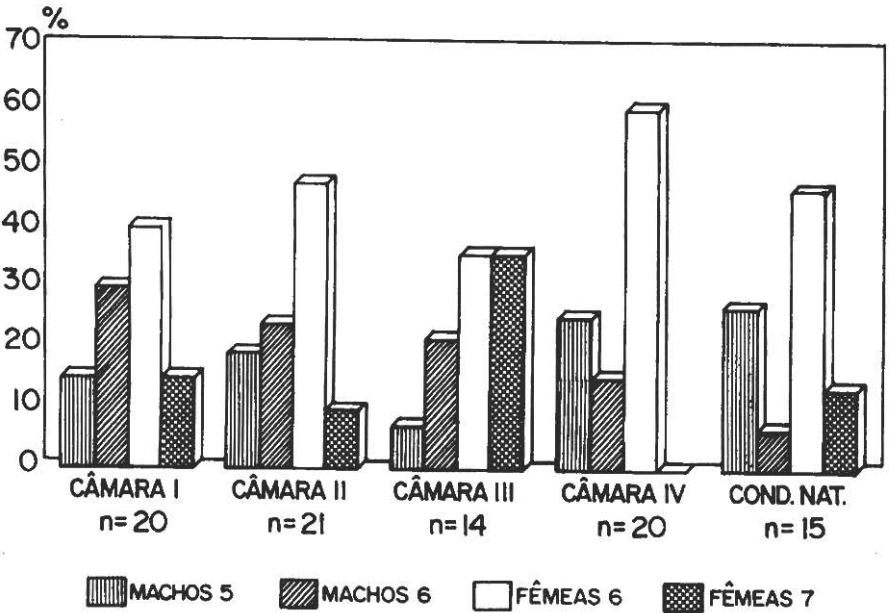


Figura 5. Percentual total de machos (5 e 6 estádios) e fêmeas (6 e 7 estádios), criados em condições controladas e "naturais".

5 estádios foi de 51,5 dias e para os de 6 estádios foi de 58,0 dias. Para as fêmeas com 6 estádios, o tempo gasto foi de 59,5 dias e para as de 7 estádios, 82,0 dias (Fig.5; Tab.1).

Na câmara III, que apresentava dias curtos e noites longas, (8 horas com luz e 16 horas sem luz) e com temperatura variável (27°C durante a fase com luz e 21°C na fase sem luz), os gafanhotos levaram maior tempo para atingir o estágio adulto. Nessas condições de temperatura e fotoperíodo, surgiu apenas um macho com 5 estágios (25,0%), com um tempo de 82,0 dias gasto para atingir a fase adulta. Os ma-

chos com 6 estádios (75,0%), precisaram de 103 dias para completar o seu desenvolvimento. As fêmeas ocorreram em maior número, alcançando 71,4%, do total de indivíduos testados das quais, 50,0% apresentaram 6 estádios e 50,0% apresentaram 7 estádios de desenvolvimento ninfal. O tempo gasto para atingir o estágio adulto foi de 96,4 e 133,2 dias respectivamente (Figs.4 e 5; Tab.1).

Na câmara IV com condição extrema de fotoperíodo (temperatura constante de 27°C e 24 horas de luz); a proporção de machos com 5 e 6 estádios

Tabela 1. Tempo mínimo e máximo (A) e o tempo médio com desvio padrão (B) de dias por estádio para o desenvolvimento completo de $\sigma\sigma$ e ♀♀ criados em condições controladas (Câmara de criação) e naturais; maio de 1990.

Cond de Criação	CÂMARA 1	CÂMARA 2	CÂMARA 3	CÂMARA 4	CONDIÇÃO NATURAL	
	27/27 ^º C	27/27 ^º C	27/21 ^º C	27 ^º C	28/24 ^º C	
Estádios	8/16h n=20	12/12h n=21	27/21h n=14	24h n=20	12/12h n=15	
I	A	4 - 15	4 - 10	4 - 22	5 - 10	4 - 7
	B	9,96 ± 3,28	6,38 ± 1,39	11,78 ± 4,46	7,4 ± 0,97	5,66 ± 0,78
II	A	7 - 12	7 - 14	10 - 20	6 - 12	5 - 9
	B	9,95 ± 1,19	9,48 ± 1,94	15,29 ± 2,76	7,7 ± 1,45	8,13 ± 1,06
III	A	7 - 13	4 - 9	12 - 19	6 - 13	7 - 12
	B	9,45 ± 1,64	7,76 ± 1,51	15,57 ± 2,14	8,7 ± 2,03	10,27 ± 1,33
IV	A	10 - 21	8 - 12	11 - 22	8 - 14	7 - 12
	B	11,95 ± 2,68	8,81 ± 1,12	16,00 ± 2,96	10,7 ± 1,56	9,87 ± 1,13
V	A	11 - 13	9 - 18	14 - 23	9 - 18	10 - 17
	B	14,65 ± 4,12	12,24 ± 2,32	18,64 ± 2,56	14,20 ± 2,12	13,27 ± 2,28
VI	A	14 - 24	7 - 19	21 - 28	14 - 20	11 - 19
	B	19,24 ± 2,61	15,31 ± 2,69	24,54 ± 2,26	17,20 ± 1,61	16,09 ± 2,47
VII	A	15 - 23	18 - 25	25 - 34	***	14 - 22
	B	20,00 ± 4,36	21,51 ± 4,49	27,80 ± 3,70	***	18,00 ± 5,66
AD	A	48 - 102	49 - 88	86 - 150	49 - 70	48 - 70
	B	75,35 ± 10,70	59,76 ± 8,65	110,00 ± 20,16	61,60 ± 6,26	61,40 ± 8,38

n= Número total de animais.

AD= Adultos.

*** Ausência deste estádio.

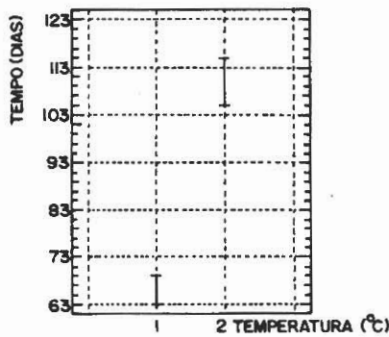
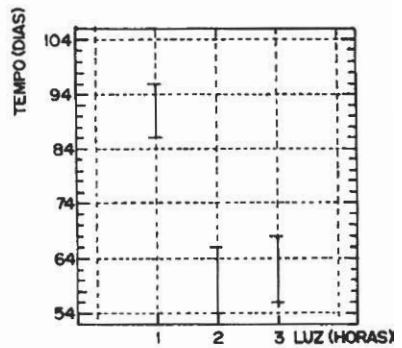
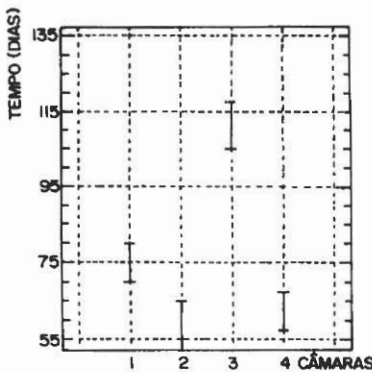


Figura 6. Análise de variância unilateral (ANOVA) com 99% de intervalo de confiança (teste de Tukey).
 a) Comparação feita entre o tempo de desenvolvimento ninfal (dias) e os tratamentos (condições de criação).
 b) Comparação feita entre o tempo de desenvolvimento ninfal dos gafanhotos e horas de luz.
 c) Comparação feita entre o tempo de desenvolvimento ninfal e a temperatura.

foi de 62,5%, e 37,5%, respectivamente. Eles precisaram um tempo de 44,0 e 65,6 dias respectivamente para atingir o estágio adulto. As fêmeas, que alcançaram 60,0% do total de animais testados, apresentaram 6 estádios ninfais (100%), e foram necessários 64,3 dias para que atingissem o estágio adulto (Figs.4 e 5; Tab.1).

Em condições “naturais” (temperatura média de 28,1°C), das 20 ninfas recém-eclodidas que foram criadas, apenas 15 chegaram ao

estádio final. Os machos apresentaram 5 estádios (80,0%), surgindo apenas um (1) indivíduo com 6 estádios (20,0%), que necessitou de 60 dias para completar o seu desenvolvimento, enquanto que, os de 5 estádios levaram 50,8 dias para isso. As fêmeas apresentaram 6 e 7 estádios, necessitando de 65,0 e 74,0 dias para atingir o estágio adulto respectivamente (Figs.4 e 5; Tab.1). As fêmeas com 7 estádios, surgiram numa proporção de 20,0% enquanto que as de 6 foi de 80,0%.

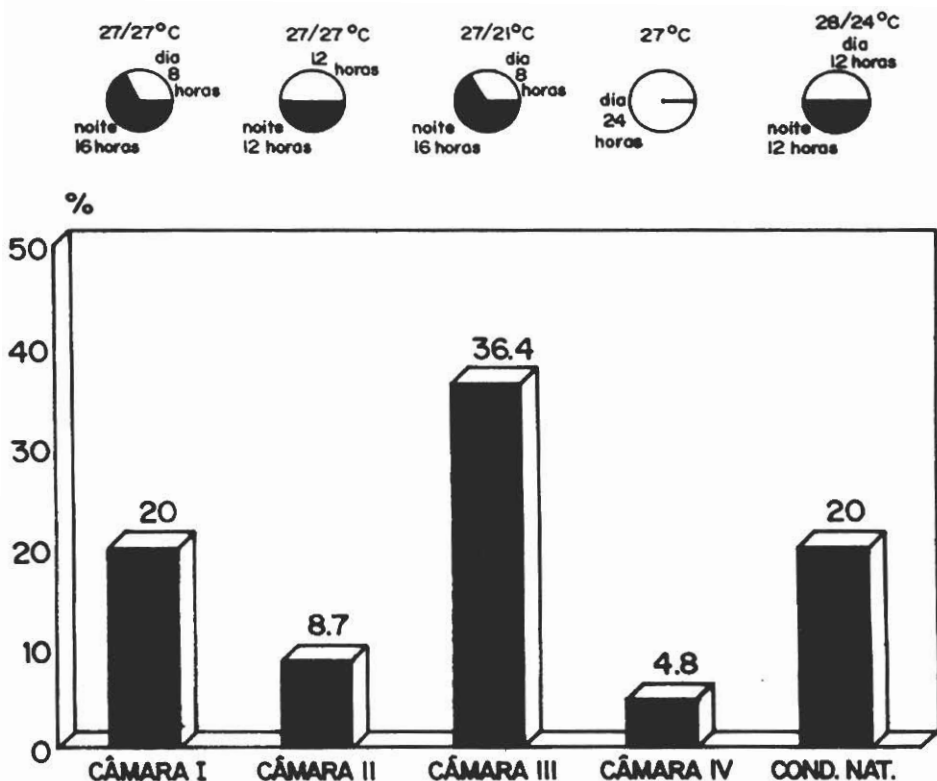


Figura 7. Percentual total de mortalidade ninfal de *Stenacris f. fissicauda* em condições controladas e "naturais".

A análise estatística dos dados mostrou que houve diferença significativa tanto entre as condições de criação na câmara I e III em relação as demais. Além disso, houve também diferença significativa entre o tempo médio de desenvolvimento dos gafanhotos e a temperatura ($P < 0,01$; Fig. 6 Tabs. 2-7). Com relação a comparação entre o tempo médio de desenvolvimento de *C. aquaticum* e as diferentes condições de luz, houve diferença estatisticamente significativa entre a câmara I em relação as demais (Fig.6).

Taxa de mortalidade

Verificou-se que a maior taxa de mortalidade ocorreu na câmara III. Nesta

câmara, que apresentava dias curtos (8 horas) com a temperatura alta (27°C) e noites longas (16 horas) com a temperatura baixa (21°C), o percentual de mortalidade foi de 36%, ocorrendo tanto nos estádios iniciais, como nos estádios finais de desenvolvimento (Fig.7).

A menor taxa de mortalidade (5 % no 2º estágio) ocorreu na câmara IV, onde a temperatura manteve-se constante (27°C), com um fotoperíodo extremo de 24 horas de luz (Fig.7).

Na câmara I, a taxa de mortalidade foi de 20 %, principalmente nos primeiros estádios ninfais (12 % no 1º, 4 % no 2º e 4 % no 3º) (Fig.7).

Na câmara II, a taxa de mortalidade foi de 9 %, ocorrendo nos estádios médios

Tabela 2. Resultado da análise de variância comparando-se o tempo médio de desenvolvimento do gafanhoto e a temperatura.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média	F
Entre grupos	22473.749	1	22473.749	131.722
Dentro grupos	12454.918	73	170.615	
Total	34928.667	74		

Tabela 3. Análise das comparações múltiplas das médias 2 a 2 do tempo médio de desenvolvimento dos gafanhotos e temperatura.

		Média	Grupos homogêneos
1	61	65.75377	x
2	14	11.00000	x
contraste			Diferença ± limites
1 - 2			- 44.4262 ± 7.71254

* demonstra diferença significativa ($p < 1\%$)

Tabela 4. Resultado da análise de variância comparando-se o tempo médio de desenvolvimento do gafanhoto e luz.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média	F
Entre grupos	15336.913	2	7668.4564	28.182
Dentro grupos	19591.754	72	272.1077	
Total	34928.667	74		

Tabela 5. Análise das comparações múltiplas das médias 2 a 2 do tempo médio de desenvolvimento dos gafanhotos e luz.

		Média	Grupos homogêneos
2	21	60.142857	x
3	20	61.600000	x
1	34	89.558824	x
contraste			Diferença ± limites
1 - 2			29.4160 ± 10.9569*
1 - 3			27.9588 ± 11.1250*
2 - 3			- 1.45714 ± 12.3346

* demonstra diferença significativa ($p < 1\%$)

Tabela 6. Resultado da análise de variância comparando-se o tempo médio de desenvolvimento do gafanhoto e as condições de criação.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média	F
Entre grupos	27224.267	4	6806.0669	54.419
Dentro grupos	10630.721	85	125.0673	
Total	37854.989	89		

Tabela 7. Análise das comparações múltiplas das 2 a 2 do tempo médio de desenvolvimento dos gafanhotos e as condições de criação.

		Média	Grupos homogêneos
2	21	60.14286	x
5	15	61.40000	x
4	20	61.60000	x
1	20	75.25000	x
3	14	110.00000	x
contraste			Diferença +/- limites
1 - 2			15.1071 ± 9.73922*
1 - 3			- 34.7500 ± 10.8622*
1 - 4			13.6500 ± 9.85727*
1 - 5			13.8500 ± 10.6471*
2 - 3			-49.8571 ± 10.7552*
2 - 4			-1.45714 ± 9.73922
2 - 5			-1.25714 ± 10.5379
3 - 4			48.4000 ± 10.8622*

* demonstra diferença significativa ($p < 1\%$)

(4 % no 3º e 4% no 4º) (Fig.7).

Em condições “naturais”, a taxa de mortalidade foi de 20 %, ocorrendo tanto nos estádios iniciais (12 % no 2º) como nos finais (4% no 5º e 4% no 6º) (Fig.7).

DISCUSSÃO

A criação de ninfas desta espécie de gafanhoto em condições controladas e “naturais”, resultou no aparecimento de estádios extras no desenvolvimento, assim como diferenças no tempo gasto para completar o desenvolvimento ninfal.

Comparando-se as câmaras, observou-se que os dois fatores abióticos testados, temperatura e fotoperíodo, interagiram, exercendo influência no número de estádios ninfais e no tempo do desenvolvimento.

Na câmara I, o tempo de desenvolvimento foi maior que na câmara II (Fig.5; Tab.1). Neste caso, o fator que exerceu maior influência foi o

fotoperíodo, já que a temperatura nessas duas câmaras foi igual.

Na câmara III, o tempo gasto para completar o desenvolvimento ninfal foi o maior de todo o experimento. Supõe-se que isso se deve ao fato de que as ninfas foram submetidas à uma temperatura variável (menor durante a fase sem luz) e a um período curto de luminosidade, o que resultou numa redução da atividade alimentar deste gafanhoto diurno.

Na câmara IV, que teve a temperatura constante (27°C) e fotoperíodo extremo (24 horas de luz), o tempo necessário ao desenvolvimento foi o menor, além do fato de que as fêmeas não apresentaram o 7º estágio (estádio extra), como nas demais câmaras e na criação feita em condições “naturais”.

Diante desses fatos, verificamos que tanto a temperatura como o fotoperíodo influenciam o desenvolvimento desta

espécie: a temperatura tem uma influência direta no tempo de desenvolvimento ninfal, e promove, quando interagindo com o fotoperíodo, um aumento deste tempo; o fotoperíodo influencia principalmente o número de estádios ninfais nas fêmeas (ausência do estádio extra).

NUNES (1989) atribuiu ao fator temperatura o aparecimento de um estádio extra nos machos (6º estádio) e a ausência de um estádio nas fêmeas (o 6º estádio) de *Stenacris f. fissicauda*. Nos experimentos realizados por NUNES, nas câmaras onde a variação da temperatura foi menor (31°C - 24°C), as fêmeas apresentaram 5 estádios ninfais, enquanto os machos só mostraram alteração no número de estádios quando a diferença na temperatura foi maior (36°C - 24°C). Para as duas variações de temperatura, o fotoperíodo foi de 12 horas com luz, 12 horas sem luz e 10 horas com luz, 14 horas sem luz, respectivamente, ou seja, só houve uma diferença de 2 horas menos de luz, comparando-se com o fotoperíodo de 12 horas com luz e 12 horas sem luz. Em nossas criações sob condições controladas e naturais o estágio adulto foi atingido com 6 e 7 estádios ninfais, mas nunca com cinco estádios.

A influência da temperatura e do fotoperíodo como fator de controle no desenvolvimento de gafanhotos sobre macrófitas aquáticas pode ser discutido para mais duas espécies.

THOMÁS (1980) realizou criações com *Paulinia acuminata* (De Geer), Pauliniidae, de Trinidad em Zimbábue (África) em temperatura

constante (25, 27, 30 e 32°C) com 12 horas de luz artificial (condições controladas), usando ninfas agrupadas e isoladas, e encontrou diferenças no número de estádios. Em todos os tratamentos surgiram machos e fêmeas com 5 e 6 estádios, sendo seis estádios mais frequentes em temperaturas mais baixas (25 e 27°C). THOMÁS(1980) constatou que quanto maior a temperatura, menor foi o tempo de desenvolvimento, especialmente em ninfas agrupadas. SANDS & KASSULKE (1986) observaram 5 e 6 estádios em machos e fêmeas numa população de *Paulinia acuminata* do sul do Brasil (Rio Guaraguaçu, Paraná) criadas em condições controladas de laboratório em Brisbane, Austrália (animais isolados, temperatura de 28°C (dia) e 22°C (noite), 16 horas de luz artificial).

VIEIRA (1990) encontrou 6 estádios ninfais para *Paulinia acuminata* criados em Manaus sob condições "naturais", com a temperatura local variando entre 36°C (dia) e 22°C (noite), e CARBONELL (1964) encontrou 5 estádios ninfais em condições de laboratório (luz do dia, 15-18°C) no Uruguai.

MEDEIROS (1984), criando ninfas de *Cornops aquaticum* (Bruner), Acrididae, (posturas provenientes dos rios Pery e Guaraguaçu) em grupos e isolados no laboratório de Curitiba (Paraná, Brasil) sob condições controladas (temperatura constante de 25 ± 2°C, fotoperíodo de 12 horas com luz artificial), constatou que as ninfas criadas em grupos apresentaram 5 estádios, enquanto que as ninfas criadas isoladas, as fêmeas apresentaram 5 e 6 estádios no

desenvolvimento ninfal. Isso foi atribuído a um possível hábito gregário da espécie (feromônio de maturação). Entretanto, ADIS (dados não publicados), verificou, em criações sob condições naturais com animais da Ilha de Marchantaria, que 5 estádios predominaram durante o período menos chuvoso com a maior insolação e a maior intensidade de luz do ano na Amazônia Central (junho-novembro: 165-248 horas de sol por mês) e que 6 estádios predominaram durante o período chuvoso com uma insolação menor (dezembro-maio: 105-155 horas de sol por mês; RIBEIRO & ADIS, 1984) e uma intensidade de luz mais baixa (aproximadamente um terço a menos; PIEDADE *et al.*, 1992). Experimentos de ADIS (dados não publicados), com ninfas criadas isoladas nas câmaras de criação em condições controladas, sob temperaturas variáveis e diferentes horas de exposição à luz, indicaram também que a luz - neste caso através do fotoperíodo - pode agir como fator de controle para o número de estádios.

Os dados de criação em condições naturais (comparável com a situação no campo), tanto de *Cornops aquaticum* como de *Stenacris fissicauda fissicauda*, indicam que as duas espécies na várzea da Amazônia Central estão compostas de duas populações, cada uma apresentando um número diferente de estádios ninfais. No caso de *Stenacris fissicauda fissicauda*, a primeira população representa machos com 5 e fêmeas com 6 estádios ninfais durante o período menos chuvoso (estação “seca” : junho-novembro), a segunda

machos com 6 e fêmeas com 7 estádios ninfais durante o período mais chuvoso (estação chuvosa : novembro-maio). No caso de *Cornops aquaticum*, as duas populações não mostraram números diferentes de estádios por sexo, sendo uma representada por 5 estádios e a outra por 6 estádios. Os dados de criação em condições controladas sugerem que, a presença ou ausência de um estádio extra (especialmente no caso das fêmeas nas duas espécies) está sendo influenciado pela luz, agindo este como um dos fatores de controle: no campo, através de uma menor ou maior insolação e intensidade de luz, devido as estações climáticas (chuvosa e “seca”; na criação em condições controladas, através de um fotoperíodo diferente (dia curto com 8 horas e dia extremo com 24 horas de luz artificial).

Em *Stenacris f. fissicauda* um dia extremamente longo (24 horas) junto com uma temperatura elevada, resultou na ausência do sétimo estádio ninfal, o estádio extra, nas fêmeas. Uma tendência semelhante, mas menos distinta, mostra-se nos machos. A ausência do estádio extra nas fêmeas é reforçado pelo fato de elas sempre ocorrerem em número maior que os machos nos experimentos. Nos machos, um dia curto, tanto sob temperatura variável como constante, resultou na prevalência do 6º estádio (Fig.4: câmaras I e III). Sob condições de um dia normal (12 horas; câmara II), a presença do estádio extra foi registrado para ambos os sexos, comparável com a criação em condições naturais.

Uma tendência semelhante, foi observada por ADIS (dados não

publicados) em *Cornops aquaticum*, onde a ausência do 7º estágio extra e uma ausência do 5º estágio, principalmente nas fêmeas, foi obtido na criação em condições controladas de dia longo (16 horas) mas, aparentemente, sem influência da temperatura.

A variação de estádios observada nestas duas espécies de gafanhotos, coletados sobre macrófitas aquáticas da Ilha de Marchantaria, pode ser discutida sob o ponto de vista da sua origem (ADIS *et al.*, em preparação). A América do Sul foi o centro de evolução da subfamília Leptisminae no Terciário (AMEDEGNATO, 1974; ROBERTS, 1978). Os representantes destes acridídeos adaptaram-se à uma vegetação herbácea em ambientes úmidos, sendo a bacia Amazônica o centro secundário de origem dos Tetrataeniini (*Cornops*, *Inusia*, *Oxyblepta*) e a sua margem meridional dos Leptysmini (*Belosacris*, *Leptysma*, *Stenacris*). As duas tribos posteriormente estenderam a sua distribuição da região tropical (23°N - 23°S) para o norte e para o sul, chegando via a região subtropical (aproximadamente 23°N/S - 30°N/S) até a região temperada (>30°N/S). No caso de *Stenacris*, aproximadamente até 40°N e 35°S (AMEDEGNATO, 1974; COPR, 1982). A distribuição da subespécie *Stenacris f. fissicauda*, conhecida até a presente data, estende-se da ilha de Trinidad (aproximadamente 10°N) até o norte da Bolívia (15°S) (ROBERTS, 1978). *Cornops aquaticum* ocorre do Sul do México (aproximadamente 23°N) até o Uruguai e o nordeste da Argentina (até 35°S)

(ROBERTS & CARBONELL, 1979; COPR, 1982).

Devido a sua origem, *Stenacris f. fissicauda* e *Cornops aquaticum* evoluíram em ecossistemas periodicamente inundados, sendo o pulso de inundação mais intenso no centro da bacia Amazônica do que na sua margem meridional, por exemplo, no pantanal do Mato Grosso. Estudos ecológicos na Amazônia Central, mostraram que o período de maior reprodução nestas duas espécies está correlacionado com o pulso de inundação (NUNES *et al.* 1992; ADIS & JUNK, em preparação, *apud* JUNK, 1990), sendo este o fator controlador original, ou seja, o fator ecológico primário (JUNK *et al.* 1989). Porém, a maioria dos artrópodos terrícolas e semi-aquáticos habitando as áreas alagáveis da Amazônia Central, se tornaram sensíveis aos fatores ecológicos secundários, principalmente abióticos, os quais já não são diretamente relacionados ao ciclo de inundação (ADIS, 1992). No caso de *Stenacris f. fissicauda*, o número de estádios está relacionado com a luz. Infelizmente não existem informações sobre o seu número de estádios em regiões subtropicais e temperadas. O que se espera devido a um período maior de luz (dia longo), é a ausência do estágio extra em ambos os sexos, principalmente o sétimo estágio nas fêmeas, conforme os nossos resultados obtidos na câmara de criação sob condições controladas de dia extremo (fotoperíodo de 24 horas).

Dados biológicos para *Cornops aquaticum* da Argentina e do Uruguai (30 - 35°S) (GUIDO & PERKINS, 1974; ZOLESSI, 1956), de fato indicam que 6 estádios ninfais ocorrem nesta região de dias mais longos. Quando

animais da área vizinha (Curitiba, Brasil; 25°S) foram criados individualmente em condições de 12 horas de luz artificial, comparável com um dia curto nesta região, até 85% das fêmeas e 100% dos machos apresentam 5 estádios, ficando assim a influência da luz como o fator regulador mais evidente e não um possível hábito gregário da espécie, como alegado por MEDEIROS (1984).

Espécies de Pauliniidae representam, igual aos acridídeos de Tetrataeniini, uma família endêmica da América do Sul, porém o centro de sua evolução é desconhecido (AMEDEGNATO, 1974). A distribuição de *Paulinia acuminata* estende-se das ilhas de Guadalupe, Aruba e Trinidad e do Panamá (aproximadamente 17°N) até o Uruguai (aproximadamente 35°S).

Animais levados do Sul do Brasil (número de estádios provavelmente 5) para a Austrália por SANDS & KASSULKE (1986) e animais de Trinidad (número de estádios desconhecido) introduzidos na África por THOMÁS (1980), tiveram 5 e 6 estádios ninfais, quando criados em laboratório nas condições abióticas diferentes daquelas do seu habitat natural. Porém, para reconfirmar de que a luz influencia o número de estádios ninfais também em *Paulinia acuminata*, faltam experimentos iguais de *Stenacris f. fissicauda*, comparando criações sob condições controladas e naturais com animais da região tropical de Manaus.

Baseado na discussão apresentada, o fator luz parece influenciar o número de estádios ninfais em *Stenacris f. fissicauda*, *Cornops aquaticum* e *Paulinia acuminata*. Estudos futuros poderão esclarecer se o número de estádios ninfais varia de acordo

com o fotoperíodo na região tropical (dia curto com 12 horas de luz), bem como na subtropical e até na temperada (dia longo com mais de 12 horas de luz), e/ou de acordo com um período de insolação e intensidade de luz diferente, causado por uma maior ou menor presença de sol nestas regiões. Supõem-se que a quantidade de alimento consumido (por dia e/ou por noite) está relacionada com a atividade de cada espécie, podendo assim a velocidade do crescimento e o número de estádios estar regulados pela insolação e/ou pelo fotoperíodo.

Taxa de mortalidade

Quando insetos são criados em condições artificiais, espera-se que ocorram várias respostas em relação à essas condições, já que se sabe que os fatores abióticos como temperatura, fotoperíodo e umidade, influenciam diretamente a fisiologia dos insetos, alterando a fecundidade, fertilidade, índice de desenvolvimento, taxa de natalidade e mortalidade.

THOMÁS (1980), testando o efeito da temperatura no desenvolvimento ninfal de *Paulinia acuminata*, concluiu que quando a temperatura se afasta da faixa considerada "ótima" para esta espécie, alterações nos fatores anteriormente citados começam a ocorrer.

Nos nossos experimentos em condições controladas, constatou-se que a maior taxa de mortalidade ocorreu na câmara III, onde houve variação da temperatura entre dia e noite (27°C / 21°C) e do fotoperíodo (8 horas com luz/16 horas sem luz). Já na câmara I onde a duração de dia foi

curta (8 horas), porém com a temperatura constante (27°C), o percentual foi igual ao da criação feita em condições "naturais".

A condição extrema de fotoperíodo (24 horas de luz) e temperatura constante (27°C) da câmara IV, representou a melhor condição tanto de luz para a atividade alimentar desta espécie diurna, quanto para o desenvolvimento ninfal, o que resultou na menor taxa de mortalidade em todas as condições testadas.

Estes resultados sugerem, que o fator limitante para a atividade alimentar (consumo primário) nesta espécie é a duração do dia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelas valiosas sugestões a Elizabeth Nazaré Franklin e José Wellington de Moraes, e ao Max-Planck Institut für Limnologie pelo financiamento deste trabalho.

Bibliografia citada

- ADIS, J. 1992. Ueberlebensstrategien terrestrischer Invertebraten in Ueberschweemungswäldern Zentralamazoniens. *Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF)* 33: 21-114.
- AMORIM, M.A. 1992. *Desenvolvimento ninfal em condições controladas e consumo de alimento de um gafanhoto da várzea, Stenacris fissicauda fissicauda (Bruner, 1908) (Orthoptera:Acrididae)*. Tese de Mestrado, CPG INPA/FUA, Manaus, 109 pp.
- AMEDEGNATO, C. L. 1974. *Etude des Acridoidea Centre e Sud Americains (Cantanopinae sensu lato); anatomie des genitalia, classification, repartition e phylogenie*. Tese de Doutorado, Universidade Pierre et Marie Curie, Paris, França. 385pp.
- CARBONELL, C. S. 1964. Habitat, etologia y ontogenia de *Paulinia acuminata* (De Geer), (Acridoidea, Pauliniidae) en el Uruguay. *Rev. Soc. Uruguaya Ent.* 6:39-48.
- CENTRE FOR OVERSEAS PEST RESEARCH 1982. The locust and grasshopper agricultural manual. *Hobbs the Printers of Southampton*, Inglaterra. 690 pp.
- GUIDO, A. S.; PERKINS, B. D. 1974. Biology and host specificity of *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera:Acrididae), a potential biological control agent for water hyacinth. *Environ. Entomol.* 4(3):400-404.
- IRION, G.; ADIS, J.; JUNK, W.J.; WUNDERLICH, F. 1983. Sedimentological studies of the "Ilha de Marchantaria" in the Solimões / Amazon River near Manaus. *Amazoniana* 8 (1): 1-18.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: D.P. Dodge [ed.]. *Proceedings of the International Large River Symposium*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
- JUNK, W.J. 1990. *Die Krautvegetation der Várzea*. Tese de Livre Docência, Universidade de Hamburgo, Alemanha. 349 pp.
- MEDEIROS, M.L.M. DE B. 1984. *Insetos associados à Eichhornia crassipes (Mart.) Solms-Laubach, flutuação sazonal e biologia do Cornops aquaticum (Bruner, 1906) (Orthoptera:Acrididae)*. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Curitiba. 105 pp.
- NUNES, A.L. 1989. *Estudos sobre o ciclo de vida e fenologia de Stenacris fissicauda fissicauda, (Bruner, 1908) (ORTHOPTERA - ACRIDIDAE) em um lago de várzea da Amazônia Central, Brasil*. Tese de Mestrado, CPG INPA/FUA.
- NUNES, A.L.; ADIS, J.; NUNES DE MELLO, J.A.S. 1992. Estudo sobre o ciclo de vida e fenologia de *Stenacris f. fissicauda* (Bruner, 1908) (Orthoptera-Acrididae) em um lago de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia* 8(2): 349-374.

- PIEDADE, M.T.F. 1988. *Biomassa, produtividade e atividade fotossintética de Echinochloa polystachya (H.B.K.) Hitchcock (Gramineae-Poaceae) capim semi-aquático da várzea Amazônica*. Tese de Doutorado CPG INPA/FUA. 154p.
- PIEDADE, M.T.F. et al. 1992. A floodplain grassland of the central Amazon.. In: LONG, S.P., JONES,M.B.; ROBERTS, M.J. (eds.): *Primary productivity of grass ecosystems of the tropics and sub-tropics*. UNEP, Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Mandras: 127-158.
- PRANCE,G.T. 1980. A terminologia dos tipos de florestas Amazônicas sujeitas a inundação. *Acta Amazônica* 10 (3): 495-504.
- ROBERTS,H.R. 1978. A revision of tribe Leptysmini except the genus *Cylindrotetrix* (Orthoptera: Acrididae: Leptysminae). *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.* 129(3): 33-69.
- SANDS,D.P.A.; KASSULKE,R.L. 1986. Assessment of *Paulinia acuminata* (Orthoptera:Acrididae) for the biological control of *Salvinia molesta* in Australia. *Entomophaga* 31(1): 11-17.
- SOARES,M.G.M.; ALMEIDA,R.G.; JUNK, W.J. 1986. The tropic status of the fish fauna in Lago Camaleão, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. *Amazoniana* 9 (4): 511-526.
- THOMAS,P.A. 1980. Life-cycle studies on *Paulinia acuminata* (De Geer) (Orthoptera:Pauliniidae) with particular reference to the effects of constant temperature. *Bull. Ent. Res.* 70:381-389.
- VIEIRA,M. DE F. 1990. *Bionomia e biologia de Paulinia acuminata (De Geer) 1773, (Orthoptera: Pauliniidae) em um lago de várzea da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, CPG INPA/FUA.
- VIEIRA,M. DE F. 1992. Abundância e biomassa de *Paulinia acuminata* (De Geer,1773) (Orthoptera:Pauliniidae) em um lago de Várzea da Amazônia Central. *Amazoniana*: no prelo.
- VIEIRA, S. 1983. *Introdução à bioestatística*. 2ª ed. Rio de Janeiro. Campus. 295 pp.
- ZOLESSI,L.C. 1956. Observaciones sobre *Cornops aquaticum* BR. (Acridoidea,Cyrtacanthacr.) en el Uruguay. *Rev. Soc. Uruguaya Ent.* 1(1):3-28.

Aceito para publicação em 29.03.95