

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE O TÉRMINO DA DIAPAUSA DE OVOS E DENSIDADE POPULACIONAL DA CIGARRINHA-DAS-PASTAGENS, *Deois flavopicta* (STÄL) (HOMOPTERA: CERCOPIDAE)

Edison R. Sujii¹, Maria A. Garcia², Eliana M.G. Fontes¹ e Vinicius Carvalho¹

ABSTRACT

Temperature and Humidity Effect on the Diapause Egg Termination and Population Density of *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae)

The spittlebug, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae), is the main pest species in cultivated rangelands in Cerrados areas of Central Brazil. This insect diapauses as egg in the soil throughout the harsh dry season (from June to September). Low nocturnal soil temperatures (lower than 15°C) experienced by the eggs during the dry season trigger diapause termination. Average post-diapause developmental time was inversely correlated with the time of exposure to temperature regime of 23°/15°C day/night. The data was adjusted linearly from a minimum time of eight days exposure to this low temperature, deriving a model of the type broken-stick. The field observation showed that rainy season starting date affected the first instar nymphs synchronization due to natural diapause termination during the dry season. By monitoring weather conditions in the field and using the data to feed a model, the time and synchronism of egg hatching of the first generation was simulated in degree days above 13.7°C (threshold temperature). The monitoring of natural populations and its comparison with the simulation allowed the validation of the model.

KEY WORDS: Insecta, phenology, model, population dynamics.

RESUMO

A cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stål), principal praga de pastagens nas áreas de Cerrado do Brasil resiste à estação seca (junho a setembro) na forma de ovos diapáusicos. O tempo médio de desenvolvimento dos ovos pós-diapáusicos mostrou-se inversamente relacionado com o tempo de exposição a um regime de 23°/15°C (dia/noite). Os

Recebido em 01/09/94. Aceito em 11/09/95.

¹EMBRAPA/CENARGEN, Área de Controle Biológico, SAIN Parque Rural, Caixa postal 02372, 70849-970, Brasília, DF.

²Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, IB, Departamento de Zoologia, Caixa postal 6109, 13081-970, Campinas, SP.

dados foram ajustados linearmente para um modelo graficamente semelhante ao do tipo vara-quebrada ("broken-stick") com diferenças significativas das médias a partir de oito dias de exposição. Observações de campo mostraram que a data do início da estação chuvosa pode afetar o sincronismo de ocorrência de ninfas de primeiro instar devido ao término natural da diapausa durante a estação seca. O monitoramento das condições climáticas e a alimentação do modelo com estes dados permitiu a simulação do tempo em graus dia acima de 13,7°C (temperatura limiar inferior) e o sincronismo das eclosões das ninfas do primeiro pico populacional. O monitoramento de populações naturais e a comparação com a simulação, permitiu a validação do modelo.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, fenologia, modelo, dinâmica populacional.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos mecanismos que regulam a fenologia dos insetos é um requisito básico para estudos de sua dinâmica populacional. Populações reguladas por fatores independentes ou dependentes de densidade podem ser igualmente afetadas pela época de ocorrência e a sincronização dos indivíduos em relação ao seu ciclo de vida (Nicholson 1933, Andrewartha & Birch 1954, Lack 1954). Mesmo insetos que ocorrem em regiões tropicais podem apresentar forte variação sazonal em abundância, independente das variações relativamente pequenas no fotoperíodo e temperatura se comparados a regiões temperadas (Tauber et al. 1986). Dessa forma, eventos capazes de provocar alterações no metabolismo e conseqüentemente no ciclo de vida do inseto (como término da diapausa) podem ser essenciais para a compreensão das flutuações sazonais de suas populações.

A principal praga das pastagens no Brasil é o complexo de espécies conhecido por cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). Esta importância é devida a sua ocorrência generalizada, altos níveis populacionais e severidade dos danos provocados (Valério & Nakano 1987). A espécie mais importante na região de Cerrados do Brasil Central é *Deois (Acanthodeois) flavopicta* (Stål) (Botelho & Reis 1980, Cosenza & Naves 1980).

A cigarrinha *D. flavopicta* ocorre em três picos populacionais bem definidos que vão de outubro a maio em sincronia com a estação chuvosa e o período de maior desenvolvimento do capim (Reis et al. 1980, Milanez et al. 1981, Melo & Silveira Neto 1983, Fontes et al. 1989b, 1990, Fontes 1991, Sujii et al. 1991, Koller & Honer 1993). No período de maio a setembro o inseto resiste as condições adversas da estação (seca e baixas temperaturas) na forma de ovos diapáusicos, conforme a descrição de diapausa proposta por Tauber et al. (1986), (Cosenza & Naves 1980, Pacheco 1981, Cosenza et al. 1989, Fontes et al. 1989a, 1990, Koller & Honer 1993). Os ovos diapáusicos são postos, durante toda a estação chuvosa, em diferentes proporções e com programação para diferentes durações da diapausa. Esse comportamento produz uma estratégia de distribuição de risco de mortalidade ("bet-hedging") (Fontes et al., não publicado).

Estudos anteriores sobre a indução da diapausa demonstraram que alguns fatores ambientais como qualidade nutricional da gramínea (Sujii et al. 1990), fotoperíodo, precipitação e evaporação (Koller & Honer 1993) estão negativamente correlacionados com o aumento na frequência de ovos diapáusicos nas posturas de *D. flavopicta*, principalmente a partir do segundo pico populacional em janeiro. A quebra da dormência e a retomada do desenvolvimento embrionário dos ovos diapáusicos não é determinada pela umidade e fotoperíodo experimentados pelos ovos durante a incubação (Fontes et al. 1989a, Fontes 1991, Pires et al. 1991).

Temperaturas inferiores a 18°C quebram a diapausa e permitem a retomada do desenvolvimento dos ovos da cigarrinha-das-pastagens quando expostos a alta umidade (Fontes 1991, Fontes *et al.* 1990, 1993, Pires *et al.* 1993). Esse comportamento sazonal de *D. flavopicta* evidencia que os fatores que regulam o término da diapausa representam a chave para a construção de um modelo fenológico capaz de permitir simulações sobre a época de ocorrência do inseto no campo e as densidades populacionais esperadas.

Considerando que durante a estação seca, as temperaturas mínimas do solo estão em torno de 15°C, testamos o efeito desta temperatura noturna do solo sobre os ovos diapáusicos para construirmos um modelo capaz de simular a época e a densidade em que *D. flavopicta* ocorre na região Centro-Oeste do país. Este modelo, associado a informações sobre os fatores de mortalidade e o potencial biótico do inseto, são fundamentais para um manejo adequado das pastagens visando o controle da praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Constante Térmica e Temperatura Basal de Ovos Normais. A partir de adultos de primeiro pico populacional (novembro/dezembro), coletados no campo com uma rede entomológica de varredura, foram montadas gaiolas de 21cm de comprimento x 10 cm de diâmetro contendo 25 casais para a obtenção de ovos. As gaiolas de plástico incolor foram fechadas na parte superior por uma tela de "nylon" e postas sobre bandeja de alumínio contendo uma camada de 1,0 cm de agar (20g de agar e 0,45 g ZnSO por litro de água) que serviu como substrato para as posturas. Visando oferecer superfície de apoio ao inseto, o agar foi sulcado com auxílio de uma espátula formando quadriculos de cerca de 0,5cm². Foram oferecidas aos insetos plântulas de *Brachiaria decumbens* cujas raízes estavam imersas em um recipiente de vidro ou Erlenmeyer revestido de papel alumínio contendo água (modificado de Magalhães *et al.* 1987, Koller 1991, Valério 1993). Os ovos foram coletados com o auxílio de um estilete, dois ou três dias após a montagem das gaiolas e em seguida lavados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Após esse processo, foram colocados para incubar em placas de Petri forradas com uma fina camada de algodão coberta com papel filtro umedecido.

Cada placa de Petri recebeu 30 ovos escolhidos ao acaso da população obtida, sendo que grupos de cinco placas foram incubados em câmaras de germinação do tipo BOD reguladas para 20°, 22°, 25° e 28°C e fotofase de 13 horas.

A temperatura limiar de desenvolvimento e a constante térmica dos ovos foram calculadas a partir da regressão linear entre o inverso do tempo de desenvolvimento de cada ovo e a temperatura na qual foi incubado, segundo o método da hipérbole retangular e análise de regressão linear (Silveira Neto *et al.* 1976).

Choque Térmico a 15°C. Ovos diapáusicos foram obtidos a partir de adultos do terceiro pico populacional (abril/maio) segundo a mesma metodologia descrita acima. Um total de 2.000 ovos diapáusicos foram distribuídos ao acaso em número de 50 por placa de Petri e conjuntos de cinco placas por tratamento (250 ovos), correspondendo a oito tratamentos. Estes ovos, expostos a umidade de contato nas placas, foram submetidos a temperatura de 23°/15°C (dia/noite). Por ser 15°C a temperatura mais baixa do solo durante a estação seca na região, estes tratamentos foram designados de "choque térmico". Foi atribuído a cada tratamento um período de: 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 e 64 dias que equivalem a 6; 12; 24; 48; 96; 192; 384 e 768 horas a 15°C. Após a exposição ao choque térmico cada tratamento foi transferido para uma incubadora à temperatura constante de 28°C, mantendo-se a umidade de contato. Um conjunto

de cinco placas (total de 250 ovos) não sofreu choque térmico e foi incubado desde o início do experimento a 28°C, servindo como controle.

O fotoperíodo utilizado durante toda a duração do experimento foi de 12,5 horas de fotofase, uma vez que esse é o valor médio que ocorre na região durante o período do experimento.

A intervalos regulares de dois dias todas as placas foram verificadas. As ninfas eclodidas e as respectivas cascas dos ovos foram removidas, sendo que a umidade da placa foi repostada com auxílio de uma pisseta. Ovos com alteração característica de cor (esbranquiçados ou pretos) e forma (achatados) foram considerados inviáveis e descartados. Os tempos de desenvolvimento embrionário observados foram corrigidos em graus dias acima da temperatura limiar de desenvolvimento, visando corrigir o fato dos tratamentos serem temporais e para tornar os dados comparáveis entre si. Essa medida também permitiu a distinção e retirada dos ovos de desenvolvimento normal das amostras, já que esses ovos não resistem à estação seca e portanto não influem na dinâmica populacional da estação seguinte (Fontes *et al.* 1993). Foram testados, por análise de variância, o efeito do tratamento (choque térmico) sobre a viabilidade dos ovos e o efeito da separação por placas na eclosão dos ovos. A distribuição de frequência do tempo de incubação dos ovos foi ajustada como normal e testada por Kolmogorov-Smirnov pela probabilidade de Liliefors (Wilkinson 1990). Foi feita uma análise de variância para comparar o efeito dos diferentes tratamentos sobre o tempo médio de eclosão das ninfas provenientes de ovos diapáusicos.

Modelagem dos Dados. A partir dos tempos médios para eclosão das ninfas do experimento acima, foi ajustado, por análise de regressão linear, um modelo graficamente similar ao do tipo vara quebrada ("broken stick"), para simular a distribuição provável das eclosões de ninfas no primeiro pico populacional. Este modelo é capaz de determinar o efeito das condições ambientais sobre os ovos diapáusicos na região do Distrito Federal e nas regiões de clima semelhante às condições do estudo.

O desvio padrão associado ao tempo médio para as eclosões das ninfas foi relacionado com o tempo de exposição ao choque térmico através de uma regressão linear.

O bom ajustamento do padrão de eclosão das ninfas a uma distribuição normal permitiu usar os estimadores: tempo médio e desvio padrão para calcular a variável padronizada Z (Snedecor & Cochran 1980). Desta forma foi possível obter a frequência teórica acumulada das eclosões de ninfas, em graus dia acima de 13,7°C, considerando o choque térmico experimentado pelos ovos diapáusicos.

O modelo foi validado através do monitoramento das condições climáticas da região e de populações naturais no campo. Os dados climáticos foram obtidos nas estações climatológicas do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - CPAC, EMBRAPA, situadas num raio de 6 Km das áreas de coleta e acompanhamento das eclosões de ninfas do primeiro instar, no início da estação chuvosa. A estação climática principal do CPAC encontra-se a cerca de 1.000m de altitude enquanto que a secundária está a 1.175m de altitude. As ninfas de primeiro instar foram recenseadas através de amostragens semanais utilizando 90 quadrados de 25 x 25cm escolhidos ao acaso em duas áreas de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* e *B. decumbens* localizadas respectivamente no CPAC e Colégio Agrícola de Brasília - CAB. As análises estatísticas foram feitas com o programa SYSTAT (Wilkinson 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constante Térmica e Temperatura Basal de Ovos Normais. Os ovos de *D. flavopicta*

apresentaram dois padrões distintos de desenvolvimento embrionário. O primeiro com ovos de desenvolvimento não diapáusico com a maioria (97%) das ninfas eclodindo entre 10 a 20 dias, sendo que alguns indivíduos de desenvolvimento prolongado demoram até 60 dias. O segundo com ovos diapáusicos, cuja incubação pode estender-se por um período de 60 a 360 dias, apresentando um período de quiescência antes da eclosão das ninfas (Fontes *et al.* 1989a, b, 1990). Durante a diapausa a atividade metabólica decresce progressivamente até um estado de dormência do embrião, que posteriormente reassume o seu desenvolvimento após um período de quiescência (Tauber *et al.* 1986). O conhecimento da constante térmica e da temperatura limiar de desenvolvimento são essenciais para a avaliação de fatores ambientais sobre a dinâmica da diapausa.

A análise de regressão entre a temperatura de incubação e o inverso do tempo para a eclosão das ninfas, proveniente de ovos de *D. flavopicta* do primeiro pico populacional (novembro/dezembro), mostrou um coeficiente de determinação de 93,4%. A constante térmica observada no presente estudo foi de 167,86 graus dia e a temperatura basal de 13,7°C (Fig. 1). Essa constante térmica assemelha-se ao dado de 160,06 graus dia obtido na região de Piracicaba, SP (Magalhães *et al.* 1983). Esse resultado demonstra que a temperatura do solo durante a estação seca no Brasil Central permanece geralmente acima da temperatura limiar, não representando um fator limitante. As observações de Reis *et al.* (1980) sobre a flutuação populacional da cigarrinha em diversas regiões de Minas Gerais apóiam a hipótese de que o início do surgimento do primeiro pico populacional é regulado pelas primeiras precipitações capazes de repor o déficit hídrico do solo.

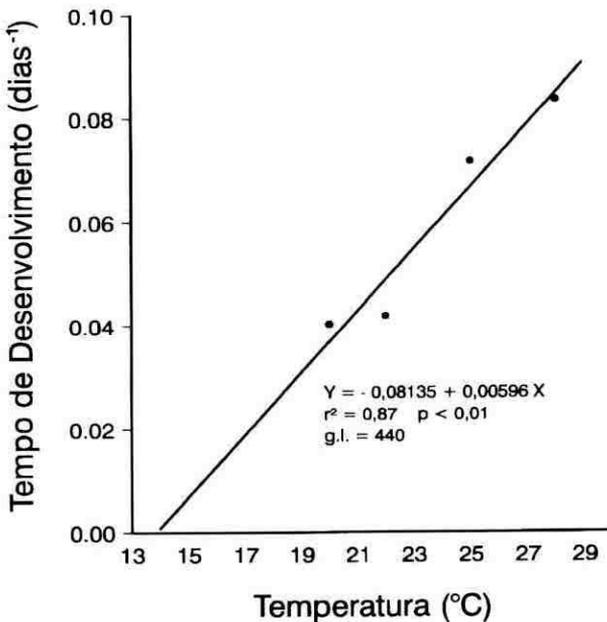


Figura 1. Análise de regressão entre o inverso do tempo de desenvolvimento embrionário até a eclosão de ninfas e a temperatura de incubação. Ovos provenientes de fêmeas de *Deois flavopicta* do primeiro pico populacional (novembro/dezembro).

Choque Térmico a 15°C. O acompanhamento das eclosões de ninfas provenientes de ovos postos por fêmeas de terceiro pico e expostos ao choque térmico, confirmou a presença de ovos com desenvolvimento não diapáusico que eclodiram em até 60 dias, segundo a caracterização feita por Fontes *et al.* (1990). Estes ovos foram retirados das amostras por se tornarem inviáveis quando mantidos durante período superior a oito semanas em condições secas como as que ocorrem no Brasil Central de maio a setembro (Fontes *et al.* 1993). A percentagem de ovos de desenvolvimento não diapáusico, em cada tratamento variou de 1,8% a 12,0% com média de 7,3% sugerindo que em locais onde as condições ambientais permaneçam favoráveis ao desenvolvimento do inseto, há uma variação em seu voltinismo prolongando o período anual de ocorrência. Este mecanismo conhecido como distribuição de risco de mortalidade ("bet-hedging") (Cohen 1966), foi identificado em *D. flavopicta* (Fontes *et al.*, não publicado). Levantamentos populacionais realizados em regiões com ausência ou baixa sazonalidade no regime pluviométrico mostraram a ocorrência da cigarrinha por um período mais longo do ano, com aumento na sobreposição dos picos populacionais (Reis *et al.* 1980, Melo & Silveira Neto 1983, Menezes *et al.* 1983).

A percentagem de ovos diapáusicos que se tornaram inviáveis variou entre 11,8 e 18,5% e não foi significativamente diferente entre as amostras. A análise de variância das taxas

Tabela 1. Análise de variância e teste de homocedasticidade da variância do tempo para eclosão de ninfas de *Deois flavopicta* provenientes de ovos diapáusicos submetidos a diferentes períodos de choque térmico (23°/15°C dia/noite) comparando os diferentes tratamentos. Cada ovo foi considerado uma unidade experimental. Dados padronizados para 14,3°C acima da temperatura basal de 13,7°C para análises estatísticas.

Tratamento (dias)	Média ± Erro Padrão (dias)	Tukey (p<0,05)	Número de ovos
T0 (0,0)	141,36 ± 1,703	a	184
T1 (0,5)	142,52 ± 1,769	a	193
T2 (1,0)	142,70 ± 1,671	a	190
T3 (2,0)	138,33 ± 1,588	a	190
T4 (4,0)	135,10 ± 1,691	a	181
T5 (8,0)	127,60 ± 1,946	b	193
T6 (16,0)	102,88 ± 1,577	c	198
T7 (32,0)	67,22 ± 1,849	d	110
T8 (64,0)	48,97 ± 0,211	e	214

Teste de Bartlett para Homocedasticidade $X^2 = 654,41$ $p = 0$.

Análise de variância (ANOVA) $F = 311,72$ $P << 0,001$.

transformadas pela função arcoseno mostrou que não houve influência do tratamento sobre a viabilidade dos ovos ($F = 0,536$ $p = 0,82$).

A análise do efeito das placas sobre a eclosão dos ovos mostrou não haver diferenças significativas entre o tempo médio para eclosão entre as placas de cada tratamento. No

tratamento 8 (64 dias de choque térmico) a análise de variância inicial apresentou diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade devido a variância muito estreita dos dados e a presença de quatro pontos discrepantes ("outliers"). A retirada desses 4 pontos do total de 214 ovos das cinco placas comprovou não haver diferenças significativas entre as médias das placas. Esse resultado permitiu que cada ovo fosse tratado como uma unidade experimental, independente da placa. A análise de variância comparando os tempos médios corrigidos em graus dia de cada tratamento mostrou diferenças significativas para eclosão das ninfas. A comparação das médias pelo teste de Tukey mostrou que a partir de oito dias de choque térmico houve alteração no padrão de eclosão com diferenças significativas (Tabela 1). Isto sugere que nas regiões ou anos em que houver um período mais prolongado de baixas temperaturas noturnas ($< 15^{\circ}\text{C}$) os ovos permanecerão quiescentes e prontos para o desenvolvimento embrionário final, assim que as condições de umidade se tornarem favoráveis. Isto permitiria a exploração de recursos mais cedo e com maior sincronismo da população, o que representa densidades populacionais relativamente mais altas. Por outro lado, esta estratégia de vida representa um risco de extinção local mais elevado se comparadas às condições mais amenas, como as que predominam no Brasil Central, onde as eclosões estariam dispersas por um período mais prolongado e os riscos de mortalidade distribuídos (Fontes *et al.*, não publicado).

Apresentação e Validação do Modelo. A distribuição de frequência de eclosão das ninfas dos diferentes tratamentos ao longo do tempo, mostram que, em condições ótimas para o

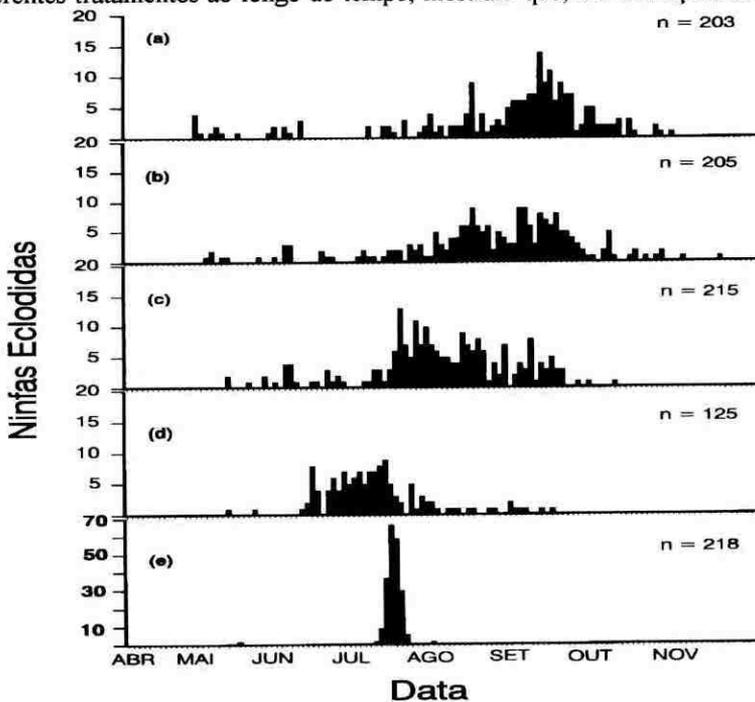


Figura 2. Distribuição de frequência das eclosões de ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* submetidos a diferentes períodos de choque térmico ($23^{\circ}/15^{\circ}$ dia/noite). (a) Ausência (0 dias), (b) 8 dias, (c) 16 dias, (d) 32 dias, (e) 64 dias.

desenvolvimento embrionário, a maior duração do choque térmico resulta em maior sincronização de eclosões e redução do tempo médio necessário ao desenvolvimento dos ovos (Fig. 2 a-e). A partir desse dado desenvolvemos um modelo que simula o decréscimo graus dia, do tempo necessário para a eclosão das ninfas, com o aumento na duração do choque térmico. A partir de aproximadamente 39 dias ocorre uma estabilização e o surgimento de um patamar na curva (Fig. 3). Nas regiões de ocorrência de *D. flavopicta*, mais ao sul do país onde o inverno

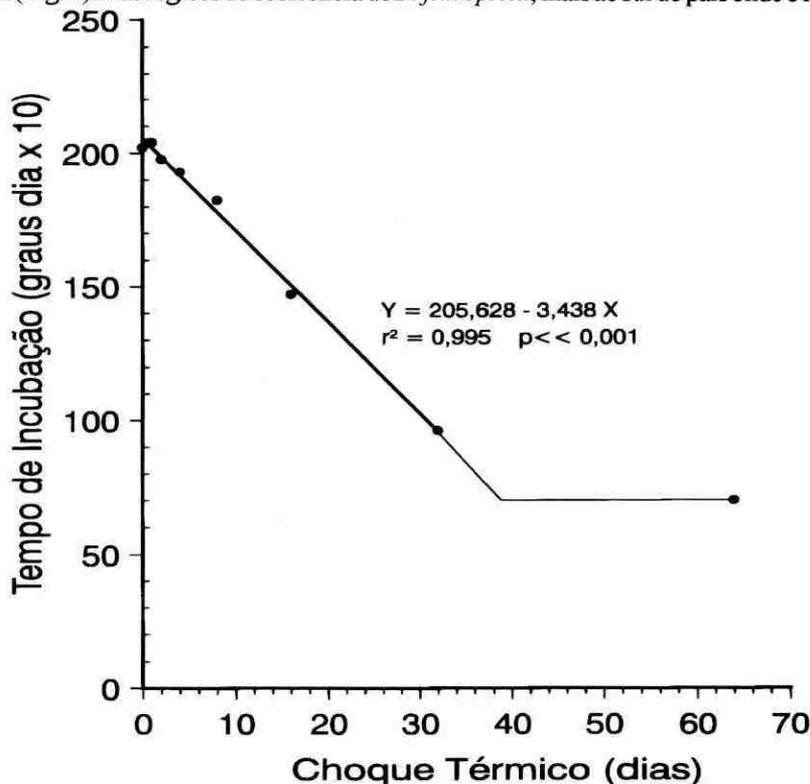


Figura 3. Modelo teórico para descrever o tempo médio de eclosão dos ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* baseado no tempo de exposição ao choque térmico (23°/15° C dia/noite). A análise de regressão somente ajusta a região inclinada da curva.

é mais prolongado e rigoroso, o modelo exige observações complementares sobre o efeito das baixas temperaturas na quebra da diapausa. Estas observações devem se concentrar no período de 32 a 64 dias para confirmar a estabilização da curva e aumentar o seu intervalo de confiança.

O tempo médio de desenvolvimento embrionário simulado pelo modelo possui uma distribuição de frequência associada que pode ser considerada normal com base no teste de Kolmogorov-Smirnov (Tabela 2). Isto sugere que o desvio padrão reflete a sincronização das eclosões. Portanto, é possível obter a distribuição de probabilidade de eclosão dos ovos, para qualquer choque térmico, através da transformação da quantidade de unidades de calor acima da temperatura basal (graus/dia) do tratamento na variável normal padronizada Z.

Tabela 2. Teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade das distribuições de frequência do tempo de desenvolvimento de ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* submetidos a diferentes períodos de choque térmico (23°/15°C dia/noite).

Tratamento (dias)	Desvio Máximo D	Probabilidade de Lilliefors (bilateral)
0(0)	0,100	0,000
1 (0,5)	0,073	0,016
2 (1)	0,118	0,000
3 (2)	0,108	0,000
4 (4)	0,117	0,000
5 (8)	0,066	0,044
6 (16)	0,081	0,004
7 (32)	0,181	0,000
8 (64)	0,182	0,000

O desvio padrão apresentou uma tendência de diminuição em função do aumento do período de exposição dos ovos ao choque térmico refletindo um aumento de sincronização das eclosões, principalmente nos tratamentos mais prolongados 32 e 64 dias. A análise de regressão linear para os desvios padrão das distribuições do tempo de desenvolvimento embrionário apresentou um coeficiente de determinação de 90,7% com uma forte influência (leverage) exercida pelos dados do tratamento de 64 dias sobre o ajuste da regressão (Fig. 4). A ausência de dados sobre tratamentos intermediários entre 32 e 64 dias tornam o nível de confiabilidade baixo nessa região de curva. Dessa forma, para aplicação do modelo em regiões de inverno mais intenso e prolongado como os que ocorrem ao sul do Brasil Central, deverão ser coletados dados adicionais para aumentar a precisão e a área de aplicação do modelo.

Para a validação do modelo proposto para a região de cerrados do Brasil Central foi feito um levantamento das temperaturas mínimas do solo observadas na estação seca de 1993. Os dados climáticos das duas estações do CPAC mostraram que durante o período seco de 1993 (maio a agosto) não ocorrem temperaturas do solo inferiores a 18°C, indicando que os ovos diapáusicos durante essa estação não foram submetidos às temperaturas noturnas de 15°C. Nessas condições de ausência de choque térmico o modelo por simulação prevê $2.056,28 \pm 357,57$ (média \pm desvio padrão) graus dia acima de 13,7°C (temperatura limiar) para a eclosão dos ovos pós-diapáusicos.

A primeira chuva intensa (17,5mm no CPAC e 10,0mm no CAB) capaz de repor o solo acima da capacidade de campo, nível de umidade mínimo para a retomada do desenvolvimento dos ovos (Pires *et al.* 1993), ocorreu em 20 de setembro. Baseado na temperatura média diária do solo, foram construídas curvas considerando a quantidade de graus dia acima da temperatura basal acumulada para cada estação climática do CPAC a partir de 17 de abril de 1993 (final do 3° pico populacional) até o dia anterior a cada levantamento de ninfas no campo, criando um modelo teórico de eclosões acumuladas para cada estação climática. Utilizando os dados de censos semanais foi possível plotar a curva acumulada de ninfas de primeiro ínstar

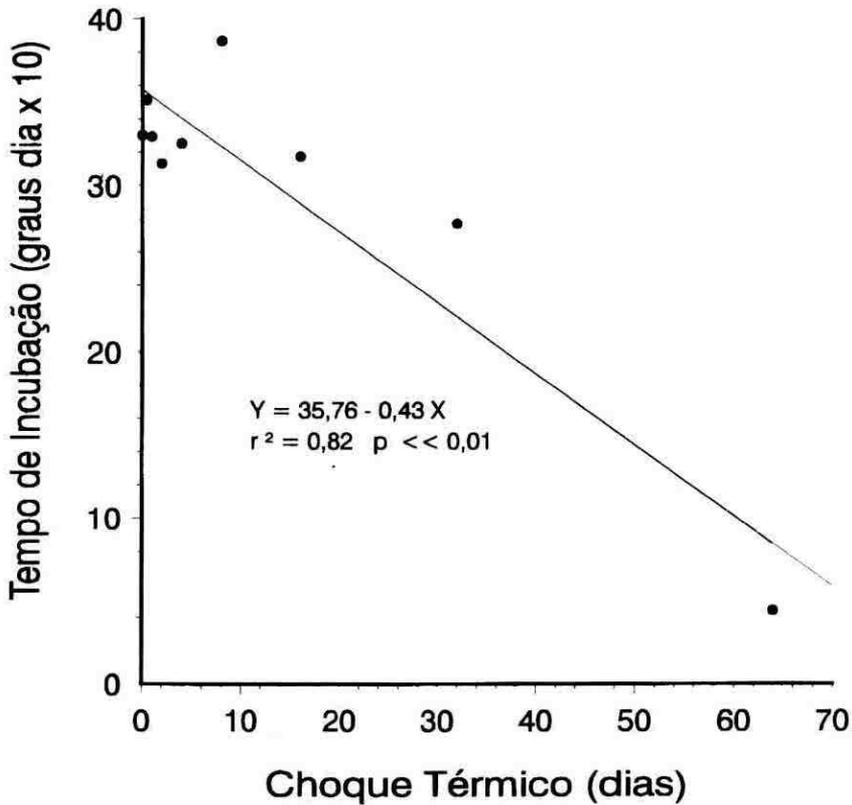


Figura 4. Análise de regressão entre o desvio padrão do tempo médio de eclosão dos ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* e o tempo de exposição ao choque térmico (23°/15°C dia/noite).

observadas no campo (Fig. 5). A comparação das curvas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov mostra que não há diferenças significativas entre as curvas das eclosões observadas entre as duas áreas (CPAC x CAB $p=0,82$), e entre as áreas e a curva de eclosão teórica simulada pelo modelo, a partir dos dados das estações principal e secundária ($p=0,820$ para o CAB e o CPAC). Estes resultados indicam um bom ajustamento do modelo para a região do Distrito Federal compreendida pelas estações do CPAC e mostram que não há necessidade de coleta de dados locais (na própria área) para uma simulação das eclosões confiável a nível de 95% de probabilidade. Os ovos diapáusicos possuem uma programação genética para diferentes durações numa ampla faixa de variação (Koller 1991, Fontes *et al.* 1989), sendo que após o término natural da diapausa os ovos permaneceriam quiescentes aguardando condições favoráveis de temperatura e umidade para a eclosão das ninfas (Fontes *et al.* 1990). As observações de campo no ano de 1993 mostraram que além das baixas temperaturas do solo

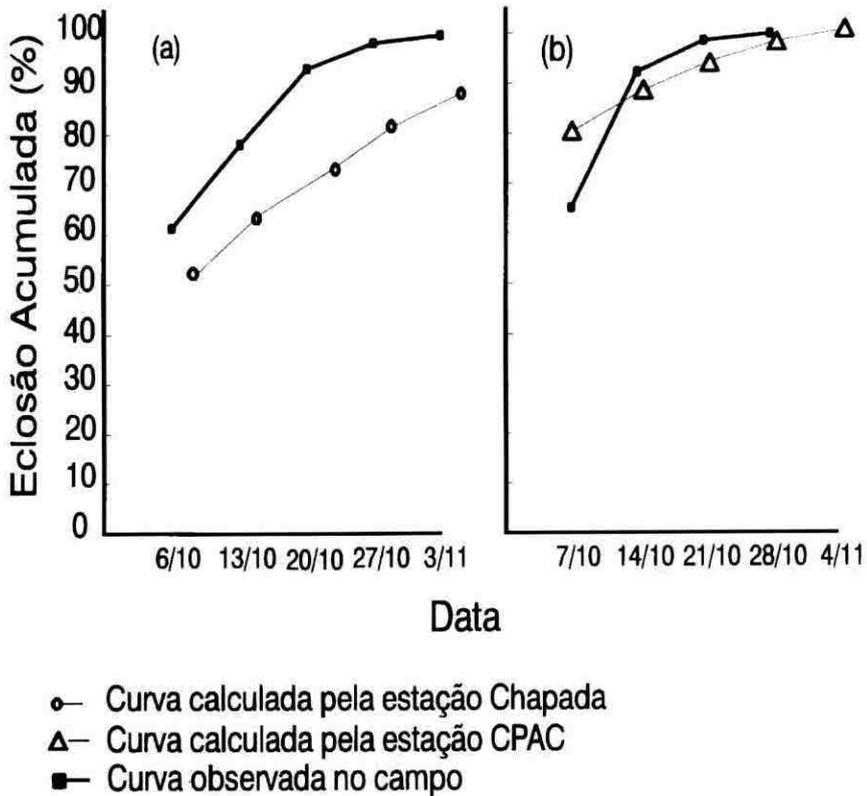


Figura 5. Eclosão acumulada teórica e observada de ninfas provenientes de ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* em dois locais no Distrito Federal. (a) Pastagem no Colégio Agrícola de Brasília/CAB, (b) Pastagem no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado/CPAC.

durante a estação seca, a época de início das chuvas pode representar um fator de sincronização dos ovos. O início tardio da estação chuvosa (20 de setembro) encontrou acima de 60% dos ovos com sua diapausa naturalmente terminada e prontos para eclodir, independente da ausência de choque térmico neste ano. Assim, o choque térmico parece ter maior importância para regiões com temperaturas de solo mais baixas no período de maio a setembro e ausência de uma estação seca bem definida. Observações feitas por Oomen (1975), para *Aeneolamia occidentalis* (Walk.) e *Prosapia simulans* (Walk.) (Cercopidae) no México, mostram que os indivíduos do primeiro pico populacional parecem ocorrer mais sincronizados e serem mais numerosos em áreas com um início brusco da estação chuvosa. Essas observações apóiam a hipótese de que em regiões, ou anos, em que houver um prolongamento da estação seca, seguido de precipitações intensas e temperaturas elevadas, as populações do primeiro pico são mais sincrônicas e mais densas.

Os fatores ambientais tempo de exposição à temperatura noturna de 15°C, data da primeira precipitação capaz de repor o déficit hídrico do solo e a temperatura média do solo influenciam na dinâmica da diapausa dos ovos de *D. flavopicta*. A modelagem desses dados numa função linear (graficamente similar a "broken-stick") é capaz de fazer previsões sobre a época de ocorrência e sincronismo (densidade) das ninfas do primeiro pico populacional e é também uma ferramenta valiosa no manejo da praga na região de cerrados do Brasil Central. Estudos complementares sobre o efeito de outras temperaturas, acima e abaixo da testada, permitirão a modelagem de uma superfície de resposta capaz de aumentar a abrangência geográfica do modelo.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas de laboratório, Carmen, Sávio, Shyrlei e Gutemberg pela ajuda na montagem dos experimentos. A Célia M.T. Cordeiro pela ajuda nas análises estatísticas. A Bonifácio Magalhães pela revisão e sugestões. Ao CPAC e CAB pela utilização de suas instalações (pastagens e laboratórios). Ao CNPq pelo apoio financeiro na forma de uma Bolsa de Aperfeiçoamento Científico.

LITERATURA CITADA

- Andrewartha, H.G. & L.C. Birch. 1954.** The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press.
- Botelho, W. & P.R. Reis. 1980.** Cigarrinhas-das-pastagens Homoptera: Cercopidae em *Brachiaria decumbens* sob diferentes cargas animais, p. 101-111. In _____. Projeto bovinos; cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. Belo Horizonte, EPAMIG, 153p.
- Cohen, D. 1966.** Optimizing reproduction in a randomly varying environment. J. Theoretical Biol. 12: 119-129.
- Cosenza, G.W., R.P. de Andrade, D.T. Gomes & C.M.C. da Rocha. 1989.** Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens. Pesq. Agropec. Bras. 24: 961-968
- Cosenza, G.W. & M. A. Naves. 1980.** O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasília, Com. Tec. 6, 4p.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires, D.F. Gomes & E.R. Sujii. 1993.** O papel da umidade e da temperatura na manutenção e término da dormência dos ovos de *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p. 72. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 14, Piracicaba, 807p.
- Fontes, E.M.G. 1991.** Life strategy of pasture spittlebug: Implication for population management and control. In Resumos Intern. Plant Protection Congress, 12, Rio de Janeiro.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires, L.H.C. Lima & S.O. Ferreira. 1991.** Efeito de baixas

- temperaturas sobre a quebra da diapausa de ovos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p. 107. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 13, Recife, 672p.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires, E.R. Sujii & L.H.C. Lima. 1990.** Estratégia de vida da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta*: Implicações para seu controle biológico com fungos entomopatogênicos. p. 107. In Resumos Simpósio de Controle Biológico 2, Brasília, 170p.
- Fontes, E.M.G., S.J. Rocha, D. Navia & W. Sihler. 1989a.** Padrão de eclosão de ovos diapáusicos de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p. 97. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 12, Belo Horizonte, 575p.
- Fontes, E.M.G., S.J. Rocha, D. Navia, W. Sihler & I.C. Bezerra. 1989b.** Fenologia da cigarrinha-das-pastagens no Distrito Federal: Implicações para seu manejo. p. 400. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 12, Belo Horizonte, 575p.
- Koller, W.W. 1991.** Cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae): porcentagem de ovos diapáusicos ovipositados em diferentes datas do período de infestação e sua relação com condições climáticas que procederam cada oviposição. Tese de doutorado, UFPR, Curitiba, 160p.
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1993.** Correlações entre fatores climáticos e a dinâmica de produção de ovos diapáusicos de duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 22: 597-612.
- Krebs, C.J. 1989.** Ecological methodology. Harper Collins, New York, 654p.
- Lack, D. 1954.** The natural regulation of animal numbers. London, Oxford University Press.
- Magalhães, B.P., J.R.P. Parra & A. de B. Silva. 1987.** Técnica de criação e biologia de *Deois incompleta* em *Brachiaria*. Pesq. Agropec. Bras. 22: 137-144.
- Magalhães, B.P., C.R.L. Bicelli, J.R.P. Parra & M.L. Haddad. 1983.** Influência da temperatura e da umidade relativa sobre ovos da cigarrinha das pastagens. p. 170-171. In Resumos Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3, Campinas, 215p.
- Melo, L.A.S., & S. Silveira Neto. 1983.** Tipos de amostragem e evolução populacional das cigarrinhas-das-pastagens. Pesq. Agropec. Bras. 18: 1303-1309.
- Menezes, M. de, M.K. El Khadi, J.M. Pereira & M.A.M. Ruiz. 1983.** Bases para o controle integrado das cigarrinhas-das-pastagens na região sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC-CEPEC, 33p.
- Milanez, J.M., J.R.P. Parra & M. Menezes. 1983.** Influência de alguns fatores climáticos nas flutuações populacionais de *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois flavopicta* (Stal, 1854) nas regiões de Nova Odessa e Piracicaba, Estado de São Paulo. Rev. Theobroma 11: 219-228.

- Nicholson, A.J.** 1933. The balance of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 2: 132-178.
- Oomen, P.A.** 1975. A population study of the spittle bugs *Aeneolamia occidentalis* (Walk.) and *Prosapia simulans* (Walk.) (Homoptera: Cercopidae) in Mexican Pangola pastures. *Z. Ang. Entomol.* 79: 225-238.
- Pacheco, J.M.** 1981. Aspectos da biologia e ecologia de *Dois (Acanthodeois) flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) na região de São Carlos, São Paulo, Brasil. Tese de doutorado. São Carlos, UFSCar, 111p.
- Pires, C.S.S., D.F. Gomes, E.M.G. Fontes & R.M.A. Andrade.** 1993. Fatores que induzem a quebra de dormência dos ovos de *Dois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae): umidade do solo. p. 82. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia 14, Piracicaba, 807p.
- Pires, C.S.S., E.M.G. Fontes, L.H.C. Lima & D.F. Gomes.** 1991. Influência do fotoperíodo sobre o término da diapausa de *Dois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p. 203. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 13, Recife, 672p.
- Reis, P.R., S. Silveira Neto, W. Botelho & L.A.C. Gaieras.** 1980. Flutuação populacional das cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) e condições climáticas que influenciam sua ocorrência. p. 60-65 In _____. Projeto Bovinos, cigarrinhas-das-pastagens, Relatório 1974-1979, Belo Horizonte, EPAMIG, 153p.
- Silveira Neto, S.O. Nakano, D. Barbin & N.A. Vila Nova.** 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 419p.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran.** 1980. Statistical methods. 7ª ed. Iowa, Iowa State University, 507p.
- Sujii, E.R., E.M.G. Fontes, C.S.S. Pires & D.N.M. Ferreira.** 1991. Seria o valor nutritivo da planta hospedeira um dos indicadores do ambiente para postura de ovos diapáusicos em *Dois flavopicta*? p. 126. In Resumos Congresso Brasileiro de Entomologia, 13, Recife, 672p.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber & S. Masaki.** 1986. Seasonal adaptations of insects. New York, Oxford University Press, 411p.
- Valério, J.R.** 1993. Obtenção de ovos de cigarrinhas (Homoptera: Cercopidae) em agar-agua. *An. Soc. Entomol. Brasil* 22: 583-590.
- Valério, J.R. & O. Nakano.** 1987. Danos causados pelo adulto de cigarrinha-das-pastagens *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera: Cercopidae) em plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf mantidas em diferentes níveis de umidade. *An. Soc. Entomol. Brasil* 16: 341-250.
- Wilkinson, L.** 1990. SYSTAT: The system for statistics: Statistics. Evanston, Illinois, SYSTAT Inc. 676p.
-