



**MODELAGEM E SIMULAÇÃO DA DINÂMICA POPULACIONAL DA
CIGARRINHA-DAS-PASTAGENS, *Deois flavopicta*
(HOMOPTERA: CERCOPIDAE)**

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
Edison Ryoiti Suji
e aprovada pela comissão julgadora
16/04/98 *[Signature]*

EDISON RYOITI SUJI

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas área de Ecologia.

Professora Orientadora: Dra. MARIA ALICE GARCIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

1998

Campinas, 16 de abril de 1998

BANCA EXAMINADORA

Titulares:

Dra. Maria Alice Garcia (Orientadora)



Dr. João Vasconcellos Neto



Dr. Sérgio Furtado dos Reis



Dr. João Frederico C. Meyer



Dra. Eliana M. G. Fontes

Suplentes:

Dr. Woodruff W. Benson



Dr. Carlos Fernando S. de Andrade

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Setsuko e Seiji, e
a minha família, Lúcia, Patricia e Cristina.

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, pela oportunidade de realizar este treinamento e auxílio financeiro concedido.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa CNPq pelo apoio financeiro na forma de uma bolsa de estudos no país e uma bolsa sandwich no exterior.

Ao Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia, CENARGEN, da EMBRAPA, na pessoa de suas chefias, por colocar-me a disposição os recursos físicos, materiais e humanos do CENARGEN, na realização da tese.

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, CPAC, da EMBRAPA na pessoa de suas chefias adjuntas, pela permissão para utilização dos recursos físicos (laboratórios, estação climatológica e área de pastagem) do centro para realização da tese.

A Dra. Maria Alice Garcia pela orientação, incentivo, amizade e ensinamentos em todos as etapas do treinamento. Especialmente por acreditar nas minhas propostas e capacidade para realizá-las, batalhando ao meu lado por essas causas.

A Dra. Eliana M.G. Fontes que, desde a proposta de realização desse treinamento até as discussões finais na revisão dessa tese, sempre apoiou todas as minhas iniciativas.

Ao Dr. Robert J. O'Neil pela co-orientação na modelagem dos dados e por toda a ajuda durante o estágio na Purdue University em Indiana, EUA.

Ao Dr. João F.C. Meyer (Joni) pelas sugestões e orientação na modelagem dos dados e incentivo a interação com o pessoal da matemática aplicada.

A todos os colegas e estagiários do Laboratório de Ecologia da Área de Controle Biológico do CENARGEN pela ajuda na montagem e acompanhamento dos experimentos, convivência diária e discussões científicas, ou não.

A todos os colegas da Área de Controle Biológico e em especial ao Dr. Bonifácio Magalhães pelas sugestões na metodologia de análise e discussão dos resultados, além do constante incentivo.

A Helena Castanheira, Inara Leal, Márcio Pie, Paulo Oliveira e Jacques Delabie pela identificação das formigas e informações sobre seu comportamento e ecologia.

Ao apoio técnico do CENARGEN nas pessoas de Eugenia Bettoli da Biblioteca pelo levantamento bibliográfico de diversos assuntos discutidos na tese, a Célia Cordeiro da Informática pela ajuda nas análises estatísticas e Cláudio Melo da Difusão pela ajuda na confecção do material fotográfico.

Aos colegas do CPAC, Alexandre Barcellos e José Elino pela cessão e apoio para utilização de pastagens do CPAC e a Valdivino, José Luiz e José Lourenço pelas informações climáticas.

A todos os colegas do curso de pós-graduação em Ecologia e Botânica e, em especial, a Luciana Passos (Lú) e Fábio com quem tive a oportunidade de dividir os projetos, incertezas e esperanças de concretizar o projeto.

Aos colegas do Laboratório de Interações Inseto-Planta, na UNICAMP e Biocontrol em Purdue pela amizade e oportunidade de integração através da troca de experiências e de aprendizado. .

A minha esposa Lúcia, cuja presença e apoio constantes ajudaram-me a realizar e superar todas as etapas do treinamento com grande tranqüilidade e pela ajuda na revisão dos manuscritos.

A todos aqueles que de alguma forma contribuiram para a realização desse projeto e não foram citados nessas páginas.

3.4. Conclusões.....	3.12
3.5. Referências bibliográficas.....	3.13
 4. Variações meteorológicas como fator de mortalidade de populações da cigarrinha-das-pastagens	4.1
Resumo.....	4.2
4.1. Introdução.....	4.3
4.2. Material e Métodos.....	4.4
Estação seca e viabilidade de ovos diapáusicos.....	4.4
Chuvas esparsa no início da estação e sobrevivência de ovos pós-diapáusicos.....	4.5
Estiagem durante a estação chuvosa e sobrevivência de ovos em final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém eclodidas.....	4.7
Acompanhamento de coortes horizontais de populações sujeitas às condições meteorológicas e protegidas de inimigos naturais.....	4.7
4.3. Resultados e Discussão.....	4.8
Efeito da estação seca na viabilidade de ovos diapáusicos.....	4.8
Efeito da quantidade e distribuição das chuvas iniciais em ovos pós- diapáusicos.....	4.10
Efeito de períodos de estiagem durante a estação chuvosa na sobrevivência de ovos em final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém eclodidas.....	4.11
Sobrevivência em coortes horizontais de populações sujeitas às condições meteorológicas e protegidas de inimigos naturais.....	4.12
4.4. Conclusões.....	4.13
4.5. Referências bibliográficas.....	4.15
 5. Efeito de inimigos naturais na dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens.....	5.1
Resumo.....	5.2
5.1. Introdução.....	5.3

ÍNDICE

	Pág.
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	xii
Resumo	xix
Abstract	xxii
1.Introdução.....	1.1
1.1. Hipóteses.....	1.5
1.2. Objetivos específicos.....	1.6
2. Descrição da área de estudo.....	2.1
2.1. Localização geográfica.....	2.1
2.2. Clima.....	2.1
2.3. Vegetação natural da região.....	2.2
2.4. Descrição das áreas de pastagens.....	2.3
3.Temperatura do solo durante a estação seca como fator de regulação do término da diapausa da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i>	3.1
Resumo.....	3.2
3.1. Introdução.....	3.3
3.2. Material e Métodos.....	3.5
Baixas temperaturas e regulação do término da diapausa.....	3.5
Modelagem dos dados.....	3.7
3.3. Resultados e Discussão.....	3.8
Efeito de baixas temperaturas na regulação do término da diapausa.....	3.8
Modelagem do término da diapausa.....	3.9

5.2. Material e Métodos.....	5.4
Predação de ovos diapáusicos durante a estação seca.....	5.4
Coorte horizontal de ninfa a adulto teneral.....	5.5
Observação direta de predação.....	5.6
Formigas como agentes de controle biológico natural.....	5.7
5.3. Resultados e Discussão.....	5.7
Efeito de predação sobre ovos diapáusicos durante a estação seca.....	5.7
Sobrevivência em coortes horizontais de ninfa a adulto teneral	5.8
Observação direta de predação em comunidades de insetos em uma pastagem.....	5.11
Potencial de formigas como um agente de controle biológico natural.....	5.12
5.4. Conclusões.....	5.14
5.5. Referências bibliográficas.....	5.16
 6. Capacidade reprodutiva de populações da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> . Resumo.....	6.1 6.2
6.1. Introdução.....	6.3
6.2. Material e Métodos.....	6.4
Avaliação da capacidade reprodutiva.....	6.4
Criação de casais com fêmeas tenerais para avaliação de fecundidade.....	6.7
Diferentes densidade de adultos afetam a capacidade reprodutiva da população?..	6.8
Estimativa da produção de ovos e avaliação do método.....	6.8
6.3. Resultados e Discussão.....	6.9
Variação na capacidade reprodutiva.....	6.9
Capacidade reprodutiva das fêmeas em relação ao porte de fêmeas tenerais.....	6.12
Efeito da densidade de adultos na capacidade reprodutiva da população.....	6.13
Modelo para estimar a produção de ovos de uma população da cigarrinha	6.14
6.4. Conclusões.....	6.15
6.5. Referências bibliográficas.....	6.17

7. Movimentos de migração e dispersão de adultos da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i>	7.1
Resumo.....	7.2
7.1. Introdução.....	7.3
7.2. Material e Métodos.....	7.4
Entrada e saída de adultos da pastagem.....	7.4
Marcação e recaptura de adultos para avaliar a dispersão.....	7.5
7.3. Resultados e Discussão.....	7.6
Padrão de entrada e saída de adultos da pastagem.....	7.6
Velocidade e padrão de movimentação de adultos.....	7.10
7.4. Conclusões.....	7.11
7.5. Referências bibliográficas.....	7.13
8. Modelo para a simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i>	8.1
Resumo.....	8.2
8.1. Introdução.....	8.3
8.2. Material e Métodos.....	8.4
Sub-modelo fenológico.....	8.5
Sub-modelo sobrevivência.....	8.6
Sub-modelo fertilidade.....	8.8
Análise de sensibilidade	8.8
8.3. Resultados e Discussão.....	8.10
Efeito das variáveis nas simulações	8.11
8.4. Considerações finais.....	8.12
8.5. Referências bibliográficas.....	8.14
9. Literatura Citada.....	9.1

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Comparação do efeito da intensidade (temperatura) e duração (tempo de exposição) do choque térmico no tempo de incubação para eclosão de ninhas provenientes de ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i>	3.16
Tabela 4.1. Taxas de mortalidade (proporção) de coortes da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> em parcelas com gaiolas, observadas durante a estação chuvosa de 1995/96 em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> no Distrito Federal.	4.18
Tabela 5.1. Taxas de mortalidade (proporção) de coortes da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> em parcelas com e sem gaiolas, observadas durante a estação chuvosa de 1995/96 em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> no Distrito Federal..	5.19
Tabela 5.2. Coeficiente de Correlação de Pearson entre a densidade e taxa de mortalidade observada em cada quadrat durante os picos populacionais da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> (Homoptera: Cercopidae) no ano de 1995/96 no Distrito Federal.....	5.20
Tabela 6.1. Produção média diária de fêmeas de <i>Deois flavopicta</i> (Homoptera:Cercopidae) durante diferentes épocas do ano e utilizando diferentes métodos de criação.....	6.20
Tabela 6.2. Fêmeas de <i>D. flavopicta</i> criadas desde o estágio de adulto teneral até a morte do indivíduo em gaiolas de postura colocadas em uma pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> em Brasília, DF (n=45).....	6.21
Tabela 6.3. Efeito da densidade de adultos em gaiolas na produção de ovos por fêmeas da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i>	6.23

Tabela 6.4. Comparação das estimativas de produção de ovos por populações de <i>Deois flavopicta</i> durante cada pico populacional (aplicando diferentes taxas de oviposição diária) e as densidades observadas de ninhas de primeiro ínstar e ovos diapáusicos no solo na geração seguinte	6.23
Tabela 7.1. Comparação das taxas de captura média diária de adultos da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em painéis baixos e altos. Experimento montado em pastagens de <i>Brachiaria</i> na região do Distrito Federal.	7.16
Tabela 7.2. Taxa de capturas média diária de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , capturados em armadilhas de painéis com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> no Distrito Federal.	7.17
Tabela 7.3. Capturas médias diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal no período de 19 a 22 de dezembro de 1995. Painéis colocados na face interna da cerca ou no interior da área na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).	7.18
Tabela 7.4. Capturas médias diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal no período de 19 a 22 de dezembro de 1995. Painéis colocados na face externa da cerca na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).	7.19
Tabela 7.5. Capturas médias diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal no periodo de 9 a 22 de fevereiro de 1996. Painéis colocados na face interna da cerca ou no interior da área na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).	7.20

Tabela 7.6. Capturas médias diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal no período de 9 a 22 de fevereiro de 1996. Painéis colocados na face externa da cerca na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).	7.21
Tabela 7.7. Capturas médias diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal no período de 3 a 10 de dezembro de 1997. Painéis colocados na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).	7.22
Tabela 7.8. Distância média percorrida por adultos de cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , a diferentes intervalos de tempo em uma pastagem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> na região do Distrito Federal.	7.23
Tabela 8.1. Características biológicas dos diferentes estágios de desenvolvimento da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , utilizados para a modelagem de sua dinâmica populacional.	8.16
Tabela 8.2. Descrição das variáveis utilizada para testar a sensibilidade do modelo de simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, <i>Deois flavopicta</i> , à variações ambientais e a características intrínsecas da população.	8.17

LISTA DE FIGURAS

2.1. Localização geográfica das áreas de estudo.

2.2. Padrão climático da área de estudo.

3.1. Comparação dos tempos médios para eclosão das ninfas da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

3.2. Patamar superior da superfície de resposta do modelo que estima o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

3.3. Superfície de resposta do modelo apresentando relação inversa entre o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, e a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

3.4. Patamar inferior da superfície de resposta do modelo que estima o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

3.5. Figura 3.5. Distribuição dos desvios dos tempos médios para eclosão das ninfas provenientes de ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* submetidos a diferentes regimes de choque térmico.

3.6. Modelo fenológico para a simulação do início do ataque da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após o término da diapausa.

3.7. Comparação das curvas de distribuição acumulada da proporção de eclosões observadas no campo e simuladas pelo modelo para ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens.

4.1. Efeito da estação seca na inviabilização dos ovos diapáusicos (média ± desvio padrão) coletados no campo em diferentes épocas do ano e incubados em laboratório a 28°C e umidade de contato. (a) CAB Colégio Agrícola de Brasília 1990, (b) CAB 1991, Dados transformados por Arcoseno (proporção) e Teste de Tukey para comparação das médias ($p = 0,05$).

4.2. Tempo para eclosão das ninfas em ovos não diapáusicos de *Deois flavopicta* expostos a umidade inicial ótima por períodos variáveis seguida de estresse hídrico por 14 dias e retornando a umidade ótima. (a) tempo total para eclosão das ninfas. (b) tempo para eclosão descontado o tempo dos tratamentos iniciais (umidade + estresse hídrico).

4.3. Mortalidade produzida por diferentes períodos iniciais de umidade seguidos de 14 dias de estresse hídrico em ovos pós-diapáusicos de cigarrinhas-das- pastagens, *Deois flavopicta*. Simulação de chuvas esparsas no início do pico populacional seguidas de veranico no campo.

4.4. Padrão de eclosão de ninfas da cigarrinha-das-pastagens para diferentes períodos de exposição dos ovos a umidade de contato (100% de umidade)

4.5. Mortalidade (média ± desvio padrão) produzida por diferentes períodos de estresse hídrico sobre ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém-eclodidas de *Deois flavopicta*.

4.6. Mortalidade de ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninhas recém-eclodidas de *Deois flavopicta*, devido a diferentes combinações de período inicial de umidade do solo, afetando a distribuição das eclosões, seguida de estresse hídrico produzido pela falta de chuvas dessecando os indivíduos.

4.7. Taxas de mortalidade por estágio ninfal da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96. Cada ponto representa a mortalidade em uma parcela onde foi acompanhada uma coorte horizontal de ninfa a adulto. Para cada estágio ninfal, cada coluna de pontos se refere a 1º, 2º e 3º geração respectivamente.

4.8. Relação entre a densidade de ninhas nas parcelas e a mortalidade observada na respectiva parcela durante a fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96.

4.9. Modelo diagramático do impacto das variações meteorológicas na sobrevivência de diferentes estágios de desenvolvimento de *Deois flavopicta* na região do Distrito Federal.

5.1. Curva de sobrevivência para coortes de ninhas de *Deois flavopicta* sob diferentes densidades populacionais em quadrats de 0,6 X 0,6 m, em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no Distrito Federal.

5.2. Curva de sobrevivência da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96

5.3. Curva de sobrevivência da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal entre 1994 e 1997

5.4. Taxas de mortalidade por estágio ninfal da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96

5.5. Relação entre a densidade de ninfas nas parcelas e a mortalidade observada na respectiva parcela durante a fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96, (a) parcelas sem gaiola, (b) parcelas com gaiolas.

5.6. Variação na taxa de mortalidade de ninfas de *Deois flavopicta*, devido a predação, em função do padrão de agregação da população (Índice de Morisita).

5.7. Fauna de herbívoros e detritívoros (presas) observada durante estudos de observação direta de predação em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

5.8. Fauna de predadores potenciais de *Deois flavopicta* observada em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

5.9. Observações diretas de predação dos diferentes estágios da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

5.10. Desenho esquemático de uma grade de iscas de sardinha com a localização de diferentes ninhos da formiga *Pachycondyla obscuricornis* e as iscas visitadas por formigas de cada ninho.

5.11. Distribuição de presas capturadas pela formiga *Pachycondyla obscuricornis* no período de 9 às 12 h da manhã em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.

5.12. Modelo diagramático do impacto da predação na sobrevivência de diferentes estágios de desenvolvimento de *Deois flavopicta* em pastagens de *Brachiaria* na região do Distrito Federal.

6.1. Distribuição das densidades médias das populações de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, dos três picos populacionais de 1995/96 amostradas com rede entomológica.

6.2. Distribuição acumulada da população de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, observada em pastagem no Distrito Federal em 1995/96. Ajuste da distribuição Beta aos dados utilizando valores de $k=2$ e $h = 3,69$.

6.3. Distribuição acumulada da população de adultos da cigarrinha-das -pastagens, *Deois flavopicta*, observada em pastagem no Distrito Federal em 1996/97. Ajuste da distribuição Beta aos dados utilizando valores de $k=2$ e $h = 3,69$.

6.4. Produção média diária de ovos por fêmea de *Deois flavopicta* em cada pico populacional de 1995/96. Fêmeas coletadas no campo e criadas em gaiolas de oviposição.

6.5. Padrão de distribuição das oviposições acumuladas de uma população da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, criada em gaiolas individuais colocadas em uma pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.

6.6. Relação entre peso de fêmeas têneras e a sua capacidade reprodutiva em gaiolas mantidas em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.

- 6.7. Relação entre o tamanho da asa (maior comprimento) e a capacidade reprodutiva de fêmeas de *Deois flavopicta* mantidas em gaiolas individuais colocadas em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.
- 6.8. Efeito da densidade de adultos na fertilidade de *Deois flavopicta* avaliada em gaiolas com vasos plantados com *Brachiaria ruziziensis*.
- 6.9. Modelo de fertilidade da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta*
- 7.1. Desenho esquemático da pastagem de *Brachiaria ruziziensis* onde foi monitorada a movimentação de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* no campo experimental da EMBRAPA/CPAC, Distrito Federal.
- 7.2. Desenho esquemático da pastagem de *Brachiaria ruziziensis* onde foi monitorada a movimentação de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* no Parque de Exposições da Granja do Torto, Distrito Federal.
- 7.3. Adultos de cigarrinha-das-pastagens marcados com tinta fluorescente (Dayglo) e recapturados a diferentes intervalos de distância do ponto de liberação em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.
- 7.4. Distribuição dos adultos de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, recapturados após marcação com tinta fluorescente (Dayglo) e liberação por diferentes intervalos de tempo em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.
- 8.1. Descrição geral do modelo para a dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*.

8.2. Modelo diagramático da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*.

8.3. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1993/94 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no na EMBRAPA/CPAC, Brasilia, DF.

8.4. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados (curva) pelo modelo para o ano de 1995/96 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no na EMBRAPA/CPAC, Brasilia, DF.

8.5. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1996/97 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no na EMBRAPA/CPAC, Brasilia, DF.

8.6. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1996/97 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no na Granja do Torto, Brasilia, DF.

RESUMO

A modelagem matemática de processos bioecológicos relacionados a dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* Stal (Homoptera: Cercopidae) possibilitaram a construção de um sistema para simular o tamanho das populações anuais do inseto. O sistema foi construído utilizando o programa STELLA® VERSÃO 5.0 PESQUISA baseado em equações de diferença para cada estágio de desenvolvimento do inseto. O programa se encarrega de processar o modelo em equações diferenciais tornando o modelo discreto em funções contínuas, sendo que o intervalo entre as derivações é definido pelo usuário. O sistema foi estruturado em quatro estágios de desenvolvimento do inseto: ovos diapáusicos, ovos pós-diapáusicos ou de desenvolvimento normal, ninfas e adultos, sendo que o estágio adulto foi subdividido em fêmeas pré-reprodutivas, jovens, maduras e velhas. A fenologia do inseto é regulada por um sub-modelo que a partir de informações sobre a temperatura média mínima do solo abaixo de 18°C e o número de dias de exposição a estas temperaturas calcula o tempo médio e o desvio para o término da diapausa dos ovos. A data de início da estação chuvosa (chuvas > 30 mm), período em que o solo permanece úmido e o acúmulo de graus-dia durante a estação seca (junho até início das chuvas) determinam a curva de distribuição das eclosões de ninfas. Estudos dos fatores de mortalidade sobre diferentes estágios de desenvolvimento do inseto revelaram que a predação juntamente com variações meteorológicas atuam sobre ovos diapáusicos produzindo taxas em torno de 65% durante a estação seca. Os mesmos fatores de mortalidade atuam sobre a fase de ninfa a adulto produzindo taxas de 65% durante o primeiro e segundo pico populacional (setembro a fevereiro) e em torno de 40% no terceiro pico populacional (março a maio). Estas taxas de mortalidade não se mostraram densidade-

dependentes sugerindo que predadores inespecíficos como formigas sejam os principais inimigos naturais de *D. flavopicta*. A ocorrência de períodos de déficit hídrico após o início do desenvolvimento embrionário final (4 dias de umidade de contato) apresentaram relação positiva com o aumento de mortalidade devido a dessecação de ovos e ninfas recém-eclodidas. Esta função foi modelada por regressão linear simples e permite estimar como combinações de diferentes períodos de solo úmido, devido a chuva inicial, seguido de períodos secos e quentes devido a interrupção de chuvas mata proporções variáveis da população. Este conjunto de dados compõe o sub-modelo de sobrevivência dos diferentes estágios de desenvolvimento do inseto e simulam o tamanho das populações esperadas de adultos a cada geração. O monitoramento da população de adultos em pastagens de *Brachiaria* e estudos sobre a biologia reprodutiva do inseto subsidiaram a construção de um sub-modelo de fecundidade da cigarrinha. A dinâmica de oviposições e o período de pré-oviposição pode ser determinada a partir do acompanhamento de fêmeas criadas em gaiolas mantidas em áreas com *Brachiaria*. Dados de literatura subsidiaram a construção da curva de distribuição da produção de ovos diapáusicos e não-diapáusicos. Apesar da grande variação nas taxas de oviposição entre fêmeas de uma ou entre diferentes gerações, a taxa média de 5,5 ovos/fêmea/dia multiplicada por um índice relacionado com a idade das fêmeas parece simular com razoável precisão as populações observadas no campo. A simulação utilizando dados climáticos de diferentes áreas e anos comparadas aos dados de levantamento da flutuação populacional mostram que o modelo é capaz de descrever a distribuição temporal e a abundância dos estágios de desenvolvimento com boa precisão. As diferenças entre as observações de campo e os dados da simulação para o tamanho das populações de adultos e ovos diapáusicos em alguns períodos mostra a necessidade de estudos mais detalhados sobre a

longevidade de adultos no campo e os fatores que regulam a indução da produção de ovos diapáusicos. A análise de sensibilidade do modelo a diferentes variáveis mostra que as variáveis relacionadas a distribuição temporal da população como choque térmico em ovos diapáusicos e data de início da estação chuvosa apenas mudam a época de ocorrência e somente afetam o tamanho das populações em situações muito extremas. A fecundidade das fêmeas e os fatores que atuam sobre a sobrevivência dos estágio imaturos são determinantes na abundância do inseto e afetam a dinâmica populacional tanto entre gerações de um mesmo ano como em anos consecutivos. Densidades elevadas (> 1000 ovos/ m^2) de ovos diapáusicos produziram em quase 90% das simulações populações de mais de 30 adultos/ m^2 . Esta densidade é considerada o limiar econômico de dano para pastagens cultivadas suscetíveis. Dessa forma, tanto efeitos “top-down” na forma de predação e variações climáticas como “bottom-up” onde a qualidade da planta hospedeira afeta a fecundidade das fêmeas parecem ser igualmente importantes na determinação da abundância do inseto e no manejo da pastagem para o controle da praga.

ABSTRACT

The mathematical modeling of the bioecological processes related to the population dynamics of the spittlebug, *Deoïs flavopicta* Stal (Homoptera: Cercopidae) allowed to make a system to simulating the annual population sizes of the insect. The system was made using the software STELLA® VERSION 5.0 RESEARCH based in differences equations for each stage of the insect development. The software process the model using differential equations turning the discrete model in continuous functions, and the interval between the derivations is defined for the user. The system was stage-structured in four developmental stages of the insect: diapause eggs, post diapause or non-diapause eggs, ninphs and adults. The adult stage was subdivided in pre-oviposition, young, mature and old females. The insect phenology was regulated for a sub-model that using field average minimum soil temperature bellow 18°C and the time in days of exposition to these low temperatures calculates the average time and the standard deviation to the end of the diapause of the eggs. The date of the beginning of the rainy season (more than 30 mm), the interval time that the soil remain humid, and the degree day accumulation during the dry season (June until restart of the rains) determine the eggs hatching distribution curve. Studies about mortality factors acting on different insect stages showed that predation alias adverse weather conditions are able to kill around 65% of diapause eggs during the dry season. The same factors was observed in horizontal cohorts killing 65% of nymphs in the first and second population peaks (September to February), and around 40% during the third peak (March to May). These mortality rates was not density-dependent suggesting that non-specific predators as carnivorous and detritivorus ants are the main natural enemies of *D. flavopicta*. The occurrence

of dry periods after the beginning of final embryonic development (4 days of contact humidity) was related to the increase of mortality due to the eggs and new hatched nymphs desiccating. This function was modeled by single linear regression and it estimates the mortality rates for different combinations of humid soil periods followed of the dry and hot periods due to the rain interruption. This data set are part of the survivorship sub-model for the developmental stages of the spittlebug and can simulate the expected population sizes of adults in each generation. The adults population surveys in *Brachiaria* pastures and the reproductive biology studies provide the basement to develop a fecundity sub-model of the spittlebug. The oviposition dynamics and the pre-oviposition time could be determined following a population of spittlebugs couples raised in cages placed in a *Brachiaria* field. Literature references provided the data about the diapause eggs production curve during the year. Although it was observed a large variation in the oviposition rate among females within a same generation or among generations, the mean rate of 5,5 eggs/female/day multiplied for a index related to the females age seems to simulate with reasonable precision the insect field populations. Simulations using climatic data of different places and years and compared with field population surveys showed that the system is able to describe the phenology and abundance of the developmental stages with good precision. The differences between field observations and the simulation data for the adults and diapause eggs populations suggests that additional studies about adult longevity in fields and regulation of induction of diapause eggs production should be developed. The sensitivity analyses showed that variables related to the time distribution of the population as low temperature shocks and the date of the starting of rainy season only change the time position of the populations and the size of populations is only affects in extremes conditions situations. The females fecundity and the

immature stage mortality factors are the key to determining the population size and influence the population dynamics within generations of the same year and populations of consecutive years. High densities of diapause eggs ($> 1,000$ eggs/m 2) resulted in almost 90% of the simulations in adults populations above 30 individuals/m 2 . This density is considered above the economic threshold level. We conclude that either top-down effects as predation and weather changes or bottom-up effects as plant quality affecting adults longevity and fecundity both are equally important in determining the insect abundance and to the pasture management to control the pest.

1. INTRODUÇÃO

A região de cerrados, que ocupa uma área de 203,7 milhões de hectares, vem sendo usada para a criação de gado bovino, principalmente na região Centro Oeste do Brasil. Nessa região concentra-se cerca de 53 milhões de bovinos, o que representa 33% do rebanho nacional. A área de pastagens cultivadas já atinge cerca de 30,8 milhões de hectares, enquanto a área com pastagens nativas é estimada em 79 milhões, totalizando aproximadamente 109 milhões de hectares (Rocha 1987 apud Scolari 1988). O uso do bioma Cerrado como pastagens nativas vem modificando a composição florística através do pastejo seletivo e a dispersão de espécies invasoras pelo gado (Filgueiras & Wechsler 1992), contribuindo o aumento de área perturbadas e degradadas no ecossistema. A otimização do uso das pastagens cultivadas, já implantadas, é de grande importância na conservação do ecossistema de Cerrados que vem sendo rapidamente destruído em função da facilidade de acesso e preparo mecanizado para a implantação de áreas cultivadas.

No início da década de 60 foram introduzidas da África várias espécies de gramíneas do gênero *Brachiaria* devido a sua elevada capacidade de suporte, resistência à seca e tolerância aos solos pobres e ácidos de diversas regiões do Brasil (Seiffert, 1980). Entre estas destaca-se *Brachiaria decumbens* Staff que cresce agressivamente demandando pouca adição de insumos e baixo manejo. Por esta razão é agora cultivada em mais de 80% dos pastos do cerrado, onde 42% do rebanho brasileiro é extensivamente criado (Scolari, 1988). *B. decumbens*, contudo, é muito suscetível ao ataque de um complexo de espécies conhecido como cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). Esses insetos são originários do continente americano e têm distribuição principalmente neotropical (sul dos Estados Unidos, México, Américas Central e do

Sul). No Brasil, cinco são as espécies mais importantes economicamente (uma delas com duas subespécies): *Zulia entreriana* Berg, *Deois flavopicta* Stål, *D. incompleta* Walker, *D. schach* Fabricius, *Aeneolamia selecta selecta* Walker e *A. selecta transversa* Lallemand (Menezes *et al.* 1983).

Este inseto originalmente ocorria de forma pouco abundante e endêmica, utilizando como plantas hospedeiras as gramíneas nativas e naturalizadas. A colonização pela cigarrinha das gramíneas suscetíveis como diversas espécies de *Brachiaria* que foram introduzidas e plantadas extensivamente em sistemas de monocultivo, propiciou a ocorrência de explosões populacionais com graves consequências econômicas (Cosenza e Naves, 1980).

A cigarrinha-das-pastagens, *Deois (Acanthodeois) flavopicta* (Stal) 1854 (Homoptera: Cercopidae), é atualmente a principal praga de pastagens cultivadas na região fitogeográfica do Brasil Central, originalmente coberta por vegetação de cerrados (Cosenza & Naves 1980 e Botelho & Reis 1980). Embora co-ocorra com *Zulia entreriana* em toda a região, ela é a espécie predominante no Distrito Federal (97,1% dos indivíduos coletados) (Sá, 1980).

Quando estão se alimentando, ninfas de *D. flavopicta* sugam a seiva e debilitam a planta, mas o grande dano é causado pelo adulto. *D. flavopicta*, assim como muitas outras espécies de Cercopídeos (Valério & Nakano, 1987, 1988), se alimenta no xilema e injeta secreções salivares tóxicas que causam fitotoxemia, amarelecimento e eventual morte das folhas. Todos esses danos resultam em grande redução na capacidade de suporte das pastagens (Cosenza *et. al.*, 1983), inclusive para a própria cigarrinha, que migra em busca de alimento mais nutritivo (Fontes *et al.* 1995), invadindo campos de arroz e milho (Nilakhe & Buainain 1988, Carneiro & Cunha 1984), onde também causam grandes danos.

A aplicação de diferentes métodos de controle, como manejo de pastagens, resistência de plantas, controle biológico, controle químico e métodos físicos, estudados isoladamente ou na forma de manejo integrado, apresentam resultados variáveis e algumas vezes contraditórios (Alves 1986, Barbosa *et al.* 1984, Batista Filho 1988, Botelho & Sá 1980, Carneiro 1988, Cosenza *et al.* 1983 e 1989, Cosenza & Naves 1980, Hewitt 1986 e 1988, Hewitt & Nilakhe 1986, Koller 1988, Koller & Valério 1988, Menezes *et al.* 1983, Naves 1980, Ramiro *et al.* 1984, Reis *et al.* 1984a e b, Valério & Oliveira 1982, Villacorta 1980).

Apesar da importância econômica desta praga, não existe uma estratégia de controle eficiente, largamente adotada, para *D. flavopicta*. Devido ao baixo valor por unidade de área e a característica extensiva da pecuária na região Central do Brasil, Valério e Koller (1992) sugerem que o manejo integrado da praga, com a utilização de métodos de controle de baixo custo e fácil adoção sejam recomendados.

A base para o desenvolvimento de um programa de manejo da praga está no conhecimento da biologia e dinâmica populacional do inseto. *D. flavopicta* é uma espécie tropical, que na região do Distrito Federal apresenta, em geral, três gerações formando picos populacionais bem definidos que vão de outubro a maio em sincronia com a estação chuvosa e o período de maior vigor do capim (Fontes *et al.* 1990 e Sujii *et al.* 1991). As populações de cigarrinha apresentam grande variação sazonal e anual em sua abundância e resiste à estação seca na forma de ovos diapáusicos colocados no solo (Fontes *et al.* 1995).

Outros grupos de insetos tropicais como besouros (Coleoptera: Chrysomelidae) (Medeiros & Vasconcellos-Neto 1994, Nakamura & Abbas 1987), borboletas do gênero *Ithominae* (Lepidoptera: Nymphalidae) (Freitas 1993, Vasconcellos Neto 1980, Young 1979),

abelhas do gênero Euglossini (Hymenoptera: Apidae) (Janzen 1982) e Homópteros de diversas famílias (Wolda 1982), são alguns exemplos que apresentam variações sazonais em sua abundância, podendo ainda apresentar fortes variações em suas populações anuais. Os fatores de regulação dessas populações são igualmente variáveis e podem ser bióticos, como inimigos naturais (Brown & Vasconcellos-Neto 1976) ou recursos alimentar (Wolda 1982), ou abióticos, como variações climáticas (Medeiros & Vasconcellos-Neto 1994) ou combinações desses fatores (Young 1979). A falta de informações sobre os fatores que regulam as populações das cigarrinhas-das-pastagens produzindo explosões populacionais é limitante para o desenvolvimento de estratégias de controle mais eficazes.

O conhecimento de como fatores ambientais influenciam a fenologia, sobrevivência, fecundidade e dispersão da cigarrinha-das-pastagens, podem regular ou modificar a sua dinâmica populacional, abre novas perspectivas para a proposição de novas estratégias de manejo da praga além de contribuir para o desenvolvimento da teoria ecológica de como a introdução de espécies vegetais podem afetar a dinâmica populacional de espécies herbívoras relacionadas e alterar o seu padrão de distribuição e abundância.

O principal objetivo deste projeto é construir um modelo matemático da dinâmica populacional de *D. flavopicta* no Brasil Central baseado nos estudos de sua ecologia populacional. As simulações resultantes do modelo esclarecerão a importância de diferentes fatores ambientais na determinação da abundância do inseto e orientarão estratégias futuras de controle além de auxiliar na tomada de decisões sobre o manejo da praga.

1.2. HIPÓTESES

A dinâmica da cigarrinha-das-pastagens é influenciada por fatores ambientais que atuam sobre as taxas de sobrevivência e o potencial biótico do inseto. A identificação e determinação da importância relativa dos fatores chaves permitirão a simulação do tamanho esperado das populações do inseto no campo.

Se a intensidade e a época em que os fatores chaves que atuam sobre a população de *D. flavopicta* produzem um gradiente de resposta relacionado a sua dinâmica, então é possível ajustar modelos matemáticos que descrevam estas relações e permitam a simulação da dinâmica populacional do inseto para diferentes épocas e condições.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar como a temperatura e umidade do solo regulam o término da diapausa dos ovos e afetam o padrão de distribuição das eclosões de ninfas no início da estação chuvosa.

Determinar as taxas de sobrevivência e identificar os fatores de mortalidade de cada estágio de desenvolvimento do inseto.

Determinar como variações (intensidade e época de ocorrência) dos fatores de mortalidade influenciam nas taxas de sobrevivência dos insetos.

Determinar o potencial biótico através da criação de casais em gaiolas. Avaliar como fatores ambientais, como densidade, experimentados pelo inseto produzem resistência à expressão do potencial biótico. Determinar a capacidade reprodutiva de fêmeas no campo e desenvolver um modelo de fertilidade que simule a quantidade de ovos esperados após cada pico populacional.

Determinar como movimentos de migração e dispersão podem influenciar as populações do inseto local e regionalmente.

Modelar as interações dos fatores ambientais com as características intrínsecas da dinâmica populacional da cigarrinha e construir um simulador para analisar os fatores que determinam abundância do inseto em diferentes condições.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização geográfica

O presente trabalho foi realizado no Distrito Federal na área nuclear dos cerrados brasileiros. Para os levantamentos de campo, foram utilizadas áreas de pastagens do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - CPAC da EMBRAPA, Parque de Exposições da Granja do Torto e Colégio Agrícola de Brasília - CAB. Estas áreas estão localizadas entre os paralelos 15° 35' e 15° 40' S e entre 47° 40' e 47° 45' W, a nordeste do Distrito Federal e a distâncias que variam de 5 a 40 Km do Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN/EMBRAPA. Os estudos em laboratório foram conduzidos na Área de Controle Biológico do CENARGEN (Figura 2.1).

2.2. Clima

O clima na região do Distrito Federal pode ser caracterizado como Tropical de Altitude - Cw (Filgueiras & Pereira 1989) ou Temperado Chuoso de Inverno Seco - Cwh, (Garrido *et al.* 1982), segundo a classificação de Köppen. A precipitação anual média é de 1.537 mm com 96% das chuvas concentradas de setembro a abril e uma estação seca no período de maio a agosto, quando as precipitações raramente ultrapassam 30 mm/mês. As temperaturas médias mensais apresentam pequena variação (19,8 a 23,2° C) em relação a amplitude térmica diária que freqüentemente ultrapassa 10° C, devido ao efeito da altitude. As descrições das médias, mínimas e máximas mensais de umidade relativa do ar, temperatura do ar e precipitação, além da evapotranspiração potencial mensal, calculada em 85% da evaporação em Tanque Classe A são apresentadas na Figura 2.2(a-c). Estes dados foram coletados na estação climatológica

principal do CPAC no período de 1974 a 1996. Os dados climáticos utilizados no presente trabalho foram obtidos junto à área de climatologia do CPAC que possui uma estação principal situada a 1.000 m de altitude e uma subestação climática, denominada Chapada, localizada na cota de 1.175 m de altitude e distante cerca de 3 km da principal. Ambas as estações estão num raio de 6 km das áreas de pastagens utilizadas nesse trabalho.

2.3. Vegetação natural da região

A fisionomia predominante, que ocupa 67% da área e dá unidade aos cerrados, é de savana mais ou menos densa, com um dossel descontínuo formado por espécies arbóreas baixas (até 8 m) ou arbustivas. Estas plantas são tortuosas com ramificações irregulares e galhos retorcidos, geralmente com evidências de passagem de fogo. Os troncos possuem geralmente uma casca com cortiça grossa fendida ou sulcada. As folhas são freqüentemente coriáceas e as gemas apicais são protegidas por uma densa pilosidade. A estacionalidade climática confere um aspecto exuberante ao estrato herbáceo, geralmente contínuo com 50 a 70 cm de altura, durante a estação chuvosa (Adámoli *et al.* 1986, Ribeiro *et al.* 1983).

Na região do Distrito Federal ocorrem diversos tipos de vegetação como Mata de Galeria, Vereda, Cerrado (em suas diversas graduações), Campo Sujo e Campo Limpo (Ribeiro *et al.* 1983). A predominância de fisionomias como Campo Sujo, Campo Limpo e Cerrado senso restrito são relevantes devido ao estrato herbáceo contínuo e bem desenvolvido. Neste estrato predominam as gramíneas e leguminosas que, em conjunto, representam 38% em número de espécies, sendo que as gramíneas representam 52% dos indivíduos (Dias 1992, Adámoli *et al.* 1986). Levantamentos feitos no Distrito Federal relatam a ocorrência de 270 espécies de

gramíneas nativas distribuídas em cerca de 80 gêneros (Filgueiras 1991). Entre estas, encontram-se diversas hospedeiras originais das cigarrinhas-das-pastagens.

2.4. Descrição das áreas de pastagem estudadas

Neste estudo foram utilizadas três áreas de pastagens com solos de características semelhantes. O solo do local é distrófico, com elevada acidez e altos teores de saturação de alumínio, seguindo o padrão geral observado em cerca de 90% dos Cerrados. O tipo de solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, que se caracteriza por ser bem drenado, possuir perfil profundo com horizontes A, B e C pouco diferenciados e apresentar baixa capacidade de troca catiônica (CTC) (Adámoli *et al.* 1986).

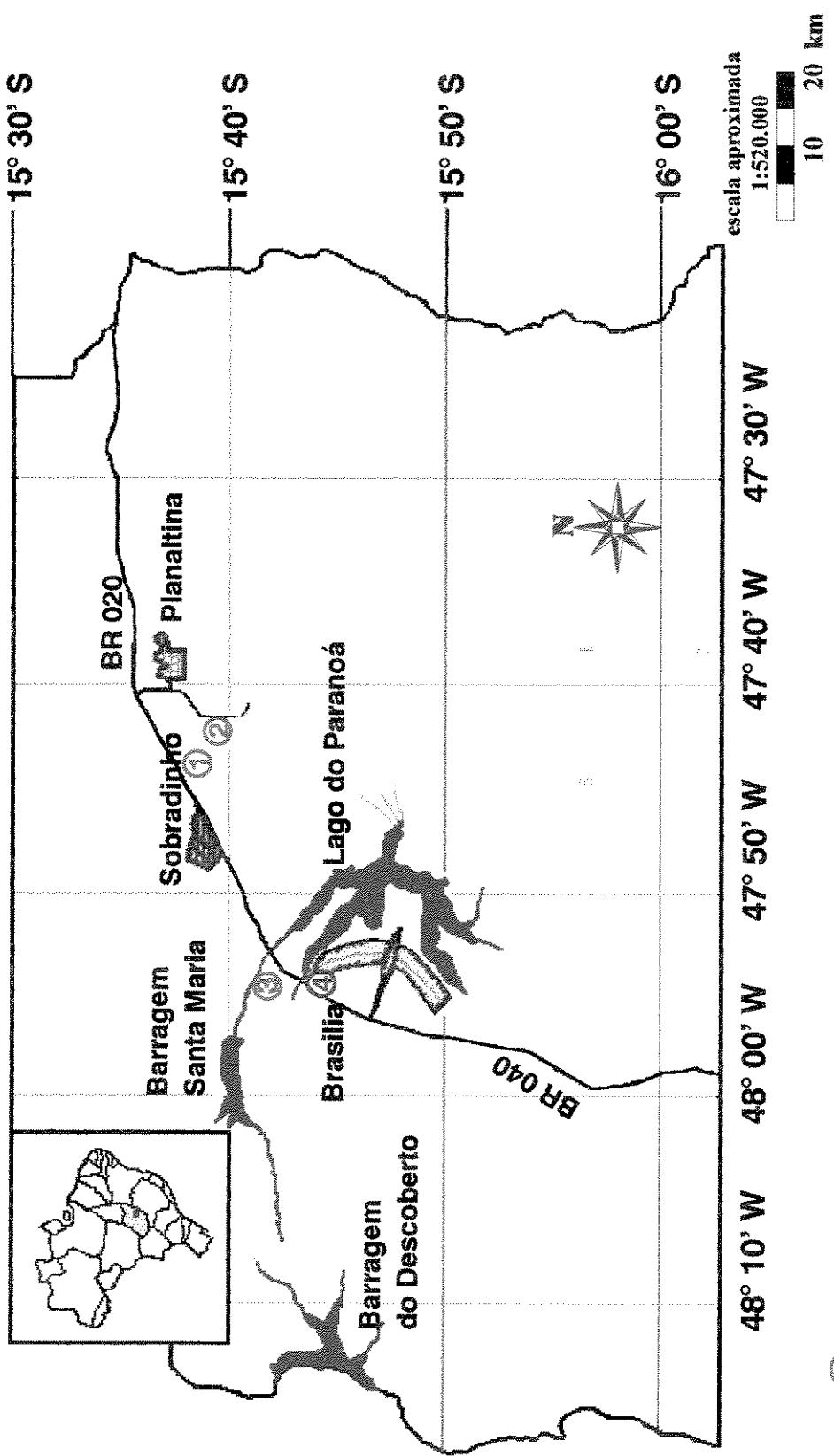
A pastagem do CPAC está a uma altitude aproximada de 1175 m, em um terreno praticamente plano (declividade < 3%), o que caracteriza uma formação denominada regionalmente como Chapada. Possui uma área aproximada de 40.000 m² (100 m X 400 m). Foi implantada em 1980/81 com a gramínea *Brachiaria ruziziensis*, tendo sofrido uma reforma em 1986/87 com a incorporação de calcário e adubação química (P₂O₅ e N). Nos limites desta pastagem estão uma área de pastagem nativa (cerrado bastante perturbado pelo pastejo), uma pastagem de *Andropogon gayanus* e outros 2 piquetes de *B. ruziziensis*.

A área do CAB está a uma altitude aproximada de 1.010 m e possui uma declividade média de 4%. É formada com a gramínea *B. decumbens* e utilizada continuamente pelo gado a mais de 8 anos. O longo período de uso associado ao ataque anual constante da cigarrinha-das-pastagens, sem a prática de reformas periódicas, provocou a degradação da pastagem com áreas de baixa densidade na cobertura vegetal. A área estudada está limitada por duas outras áreas de

B. decumbens, uma faixa de Mata de Galeria e uma área de culturas anuais irrigada por pivô central.

A área do Parque de Exposições na Granja do Torto está a uma altitude aproximada de 1050 m e possui uma declividade média de 3%. A cobertura vegetal de *B. ruziziensis* é utilizada ao longo de todo o ano, pelo gado, durante as feiras agropecuárias. A área está bastante invadida por plantas invasoras herbáceas tanto de folha larga como estreita. A aparência visual sugere que o pasto não é reformado a vários anos. A pastagem é delimitada por outros piquetes do mesmo capim em três laterais e faz divisa com uma área de Cerrado pertencente ao Parque Nacional de Brasilia. Esta área de Cerrado possui características fisionómicas de um Campo Sujo com um estrato herbáceo bem desenvolvido e invadido por gramíneas do gênero *Brachiaria* na borda.

Uma área de 50 X 50 m foi demarcada com estacas dentro de cada uma das pastagens, onde foram feitas as coletas e os levantamentos populacionais.



- ① EMBRAPA/CPAC - Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária do Cerrado
- ② CAB - Colégio Agrícola de Brasília
- ③ Granja do Torto - Parque de Exposições
- ④ EMBRAPA/CENARGEN - Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biot

Figura 2.1. Mapa do Distrito Federal com a localização das áreas utilizadas no estudo e a EMBRAPA/CENARGEN

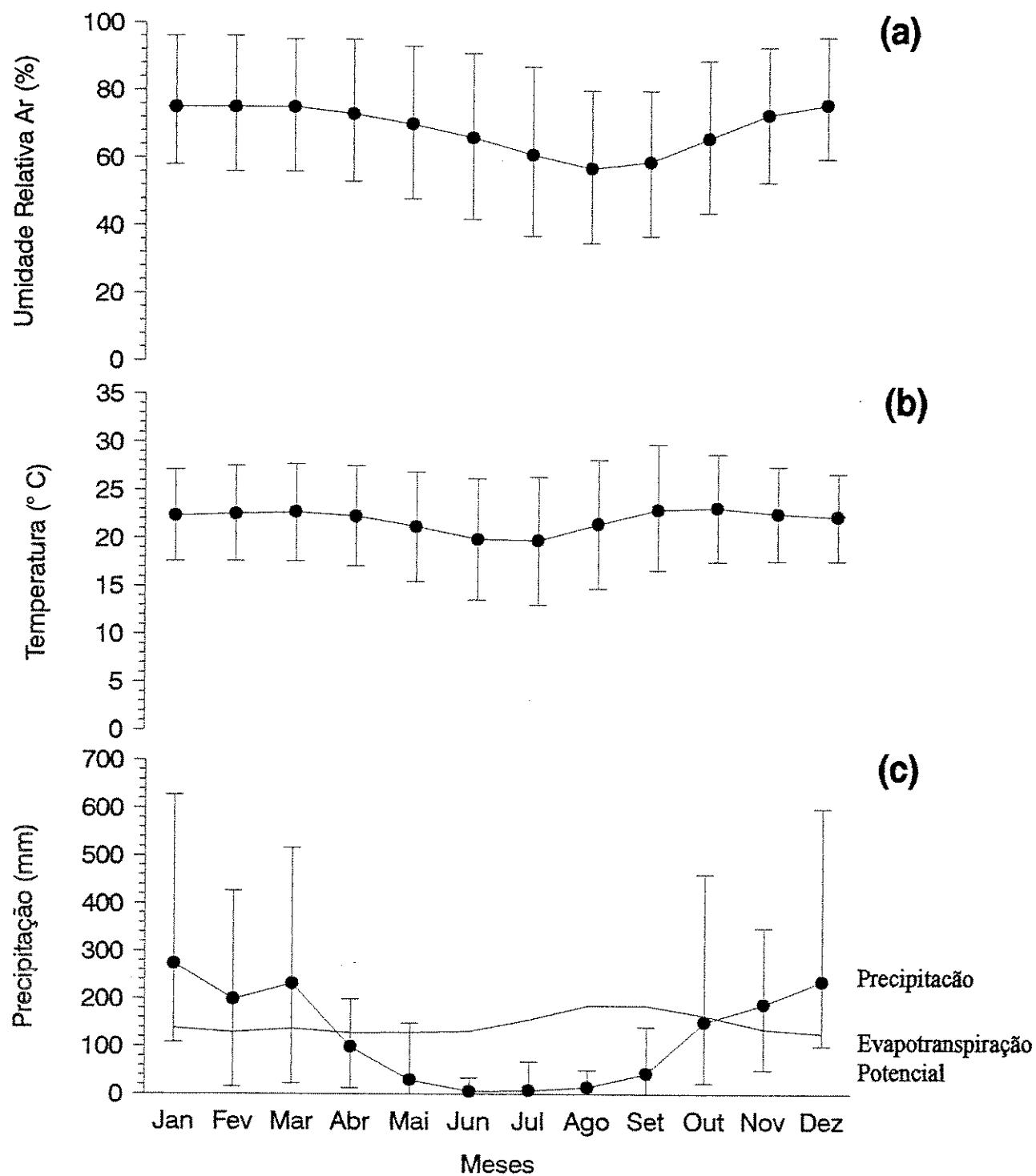


Figura 2.2 Variação climática mensal no Distrito Federal. Dados de média mensal, média das mínimas e média das máximas no período de 1974 a 1996, coletados na estação climática da EMBRAPA/CPAC.

3. Temperatura do solo durante a estação seca como fator de regulação do término da diapausa da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*: Modelagem e Simulação.

RESUMO

A exposição de ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae) a choques térmicos de baixas temperaturas noturnas (regime de 23/23, 23/15 e 23/18 °C dia/noite) por períodos de 0, 15, 30, 40, 50 e 60 dias, mostrou que a interação destes fatores influencia o tempo para eclosão das ninfas, quando, após o tratamento, os ovos são incubados em condições ótimas (28 °C e umidade de contato). A modelagem de uma superfície de resposta para o fenômeno observado apresenta três regiões distintas. A primeira, onde períodos curtos de exposição ao choque térmico não tem efeito e a diapausa termina naturalmente. A segunda, onde o aumento na intensidade e duração do choque térmico reduzem o tempo médio para a eclosão dos ovos até um nível, em torno de 40 dias. A terceira onde as diferenças para tempo de eclosão não são mais significativas, a partir do limite definido pela faixa anterior. O tempo médio para eclosão das ninfas e o desvio padrão foram calculados em graus-dia e modelados por regressão linear. A partir das equações resultantes e conhecendo as temperaturas médias mensais do solo e a data de reinício da estação chuvosa foi possível simular a curva de distribuição das eclosões das ninfas e comparar com as distribuições observadas no campo. Esta análise indica que a redução das temperaturas noturnas do solo que ocorrem na região Central e Sudeste do Brasil durante a estação seca (maio-agosto) produz um choque térmico capaz de regular o término da diapausa. Choques térmicos mais intensos reduzem o período de dormência mais profunda da diapausa produzindo um acúmulo de ovos pós-diapáusicos ou quiescentes mais sincronizados. A época de início da estação chuvosa foi outro fator de regulação do término da diapausa determinando início da infestação.

Palavras-Chave: Inseto, fenologia, dormência, choque térmico, dinâmica populacional

INTRODUÇÃO

A diapausa é um mecanismo de resistência dos insetos às condições adversas do ambiente e está associada a ocorrência de variações sazonais, na disponibilidade de alimento ou condições climáticas limitantes ao seu desenvolvimento (Tauber *et al.* 1986, Denlinger 1986). O entendimento dos fatores que regulam a diapausa e que determinam o padrão de ocorrência das populações de insetos pragas, no início da estação propícia, pode ser importante para o manejo da praga (Tauber *et al.* 1994). Na região central do Brasil alternam-se uma estação chuvosa e quente, quando as gramíneas desenvolvem-se vegetativamente e reproduzem, seguida de uma estação de acentuado déficit hídrico quando as plantas interrompem o desenvolvimento e praticamente secam. Nesta paisagem, o complexo de espécies conhecido como cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) é considerado a principal praga de pastagens cultivadas devido a sua abundância e potencial de dano (Valério e Koller 1992, Valério e Nakano 1987), sendo que nas regiões de Cerrado a espécie predominante é *Deois flavopicta* (Stal) 1854 (Botelho e Reis 1980, Cosenza e Naves 1980). As cigarrinhas-das-pastagens resistem à estação seca na forma de ovos diapáusicos colocados em diferentes proporções por fêmeas de segunda e terceira geração. Os ovos diapáusicos apresentam diferentes tempos de desenvolvimento embrionário produzindo um largo padrão de distribuição das eclosões e caracterizam um mecanismo duplo de distribuição de risco (bet-hedging) (Fontes *et al.* 1995, Koller 1999). A diapausa dos ovos parece terminar naturalmente, não necessitando de estímulos ambientais para a retomada do desenvolvimento embrionário (Fontes *et al.* 1995). As eclosões dos ovos colocados em condições favoráveis distribuíram-se de julho a dezembro com um pico em setembro/outubro (Sujii *et al.* 1995, Fontes *et al.* 1995, Koller 1991).

O fotoperíodo (Pires 1991), a temperatura e a umidade (Eliana Fontes, com. pessoal) parecem não estar relacionado com a manutenção e o término da diapausa, embora a umidade do solo seja a chave para a retomada do desenvolvimento embrionário em ovos pós-diapáusicos (Sujii *et al.* 1995, Fontes *et al.* 1993, 1990). No entanto, os ovos diapáusicos que experimentam temperaturas noturnas de 15°C durante a estação seca, saem do estado de dormência, eclodem de forma sincronizada e em um menor período de tempo (Sujii *et al.* 1995). Este fenômeno foi modelado permitindo realizar simulações sobre a época de ocorrência e densidades relativas esperadas das ninfas na região do Distrito Federal.

O presente estudo foi desenvolvido visando entender como a interação entre o tempo de exposição e a intensidade das temperaturas noturnas abaixo de 18°C regulam a manutenção e término da diapausa. A modelagem do fenômeno permitirá um melhor entendimento de seu impacto na dinâmica populacional do inseto e servirá como uma ferramenta para o manejo da praga.

ÁREAS DE ESTUDO

Os experimentos de laboratório e casa de vegetação foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN/EMBRAPA) em Brasília-DF. As coletas e os outros experimentos de campo foram realizados na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC/EMBRAPA) e Colégio Agrícola de Brasilia (CAB), situados na região de Planaltina-DF, em pastagens formadas por *Brachiaria ruziziensis* e *B. decumbens*.

MATERIAL E MÉTODOS

Baixas temperaturas e regulação do término da diapausa

Adultos de *D. flavopicta* foram coletados, no período de fevereiro a abril de 1993/94, com auxílio de uma rede entomológica de varredura em pastagens de *Brachiaria ruziziensis* Stapf, na região do Distrito Federal. Estes insetos foram usados para montagem de gaiolas contendo 25 casais para a obtenção de ovos diapáusicos. As gaiolas eram constituídas de um cilindro plástico transparente com cerca 21 cm de comprimento por 10 cm de diâmetro. O cilindro era fechado em sua parte superior por uma tela de "nylon" e posto sobre uma bandeja de alumínio contendo uma camada de aproximadamente 1,0 cm de agar (20 g de agar e 0,45 g ZnSO por litro de água) que serviu como substrato para as posturas. Visando oferecer uma melhor superfície de apoio ao inseto, o agar foi sulcado com auxílio de uma espátula formando quadrículas de cerca de 0,5 cm². No interior da gaiola foram oferecidas aos insetos plântulas de *Brachiaria decumbens* cujas raízes estavam imersas em um pequeno recipiente de vidro ou Erlenmeyer revestido de papel alumínio contendo água (modificado de Valério 1993, Koller 1991 e Magalhães *et al.* 1987). Os ovos foram coletados do agar, 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, eles foram colocados para incubar em placas de Petri forradas com uma fina camada de algodão coberta com papel filtro umedecido.

Grupos de 25 ovos diapáusicos, tomados ao acaso entre aqueles obtidos pelo método descrito acima, foram distribuídos em placas de Petri com umidade de contato. Estes ovos foram submetidos aos regimes térmicos de 12°/23°C, 15°/23°C e 18°/23°C (noite/dia) por períodos de 15, 30, 40, 50 e 60 dias em incubadoras do tipo B.O.D.

Cada tratamento foi composto de 4 placas, totalizando 100 ovos. Após a exposição aos tratamentos, os ovos foram transferidos para uma incubadora a 28° C, mantendo a umidade de contato. Um tratamento controle foi acompanhado simultaneamente, mantendo-se um grupo de 100 ovos sob umidade de contato em incubadora a 28°C.

O fotoperíodo utilizado durante toda a duração do experimento foi de 12,5 horas de fotofase. A fotofase varia entre 12 horas em 27 de maio e 13 horas em 28 de setembro, com um mínimo de 11 horas e 52 minutos em 22 de junho na região (Estação climatológica da EMBRAPA/CPAC).

A intervalos regulares de 2 dias todas as placas eram verificadas. As ninfas eclodidas e as respectivas cascas dos ovos eram removidas, sendo que a umidade da placa era reposta com auxílio de uma pisseta. Ovos com alteração na cor (esbranquiçado ou pretos) e forma (achatados) eram considerados inviáveis e descartados. Os tempos de desenvolvimento embrionário observados foram corrigidos em graus dias acima da temperatura limiar de desenvolvimento (13,7 °C) determinada por Sujii *et al.* (1995), visando corrigir o fato dos tratamentos serem temporais e tornar os dados comparáveis entre si. Essa medida também permitiu a distinção e retirada dos ovos de desenvolvimento normal das amostras. Estes ovos eclodem antes de 30 dias e morrem devido as condições adversas da pastagem ou se tornam inviáveis, por não resistirem à estação seca, eles não influem na dinâmica populacional da estação seguinte (Fontes *et al.* 1993). Foram testados, por análise de variância de dois fatores (Wilkinson 1990), (temperaturas mínimas noturnas e dias de exposição), o efeito do tratamento (choque térmico) sobre o tempo médio de eclosão das ninfas provenientes de ovos diapáusicos. Visando reduzir o efeito do elevado número de repetições que, ao aumentar o número de graus

de liberdade do resíduo, afeta o resultado final da análise, foram sorteados ao acaso 50 dados de cada tratamento para a realização da análise de variância. A distribuição de freqüência do tempo de incubação dos ovos foi ajustada como normal e testada por Kolmogorov-Smirnov pela probabilidade de Liliefors (Wilkinson 1990). A análise de resíduo demonstrou a existência de 10 pontos discrepantes no total de 900 repetições (Resíduo Studentizado $> 3,0$). Estes ponto foram retirados das amostras visando estabilizar a variância e aumentar o poder de inferência da análise.

Modelagem dos dados

Os tempos médios para eclosão das ninfas do experimento acima foram ajustados por análise de regressão linear, para simular o período provável de ocorrência das eclosões das ninfas no primeiro pico populacional.

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 ajuste 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 (Snedcor & Cochran 1980). Desta forma foi possível obter a freqüência 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 na estação climatológica do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - CPAC, da EMBRAPA, situada num raio de 6 km

das áreas de coleta e acompanhamento das eclosões de ninfas do primeiro ínstار, no início da estação chuvosa. As ninfas de primeiro íнстар foram recenseadas através de amostragens semanais utilizando 90 quadrados de 25x25 cm, lançados ao acaso em duas áreas de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* e *B. decumbens*, localizadas respectivamente, no CPAC e Colégio Agrícola de Brasília - CAB. Todas as análises estatísticas, acima citadas, foram feitas com os programas SYSTAT da SYSTAT Inc. (Wilkinson 1990) e SIGMASTAT da Jandel Scientific (Kuo *et al.* 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de baixas temperaturas na regulação do término da diapausa

O monitoramento da eclosão de ninfas provenientes dos ovos coletados entre fevereiro e abril mostrou que a diapausa termina naturalmente a partir de agosto, ocorrendo o acme em outubro e estendendo-se até dezembro. Esses dados são semelhantes a aqueles obtidos por Sujii *et al.* (1995) e Fontes *et al.* (1995) para o padrão de eclosão de ovos diapáusicos e confirmam a ocorrência do término natural da diapausa e, apesar da grande variabilidade, a existência de uma constante térmica do desenvolvimento embrionário.

O acompanhamento das eclosões mostrou que o tempo de exposição às baixas temperaturas noturnas (choque térmico) dos tratamentos está inversamente relacionado com o tempo médio em graus-dia de desenvolvimento embrionário, produzindo curvas do tipo "vara-quebrada". A análise de variância (ANOVA, Tabela 3.1) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$) dos tempos médios, em graus-dia, para a eclosão das ninfas, comprova o ajuste proposto (Figura 3.1). A partir dos 40 dias, os tratamentos térmicos não diferiram entre si em relação ao tempo para eclosão das ninfas e produziram um patamar. A observação de que a exposição por 15 dias a 23°/18°C não quebrou a

dormência dos ovos indicou a existência de um limiar superior mínimo para alterar a seqüência normal de eventos ligados à diapausa. Estudos anteriores também mostraram que a exposição dos ovos por 4 dias a 23°/15°C não é suficiente para quebrar a dormência (Sujii *et al.* 1995).

Os resultados apresentados por Sujii *et al.* (1995), assim como os dados de eclosão relativos aos tratamentos analisados no presente estudo, mostram que a intensidade do choque térmico (temperaturas do solo inferiores a 18°C) e o tempo de exposição a este choque invertem o padrão esperado reduzindo o tempo médio para eclosão dos ovos e aumentando o sincronismo das eclosões. Estes resultados apóiam a caracterização desses ovos como diapáusicos. Os tratamentos possivelmente atuam sobre a manutenção da diapausa, fase de dormência mais profunda segundo Tauber *et al.* (1986), reduzindo este período. A retomada do desenvolvimento embrionário na pós-diapausa, ou quiescência, dos ovos teria a mesma constante térmica dos ovos não diapáusicos desde que a umidade do solo não seja um fator limitante.

Modelagem do término da diapausa

A composição dos 3 regimes térmicos dos tratamentos em uma superfície de resposta mostra a existência de 3 regiões graficamente distintas.

Na primeira, períodos curtos de baixas temperaturas noturnas não são capazes de quebrar a dormência dos ovos (Figura 3.2). O tempo limiar em dias para que ocorra a quebra da dormência foi modelada pela função:

$$LD = 0,167 + 0,004 * e^{(-TS/2,156)}$$

Onde: LD = Tempo limiar de manutenção da diapausa em dias,

TS = Média das temperaturas mínimas diárias do solo < 18°C.

Este ajuste apresentou $r^2 = 0,99$ e $p < 0,01$.

A segunda região é representada por um plano inclinado onde ocorre uma relação linear inversa entre o tempo de desenvolvimento embrionário e o número de dias a uma dada temperatura noturna do solo (Figura 3.3). Este plano foi modelado pela função:

$$GD = 782,6 + 26(TS) - 12,3(D) \pm 51,1$$

Onde: GD = Tempo em graus-dia,

TS = Média das temperaturas mínimas do solo $< 18^\circ\text{C}$ e

D = tempo total com temperatura $< 18^\circ\text{C}$ em dias.

Este ajuste apresentou $r^2 = 0,93$, e $p < 0,01$.

A terceira região representa um limiar inferior onde já não ocorrem variações significativas no tempo médio para eclosão sob qualquer choque térmico (Figura 3.4).

O conjunto de desvios de cada tratamento mostrou um padrão de distribuição espacial semelhante ao das médias, sugerindo que períodos mais longos e/ou temperaturas mais baixas, até um limiar, aumentam o sincronismo das populações. Estes desvios foram modelados por regressão linear da mesma forma que os tempos médios para eclosão (Figura 3.5).

A análise de regressão linear dos desvios, em relação a temperatura mínima do solo ($T = 0,485$ $p = 0,641$) e tempo ($T = -4,789$ $p = 0,001$) demonstrou que apenas o fator número de dias com temperaturas inferiores a 18°C apresentou relação significativa. A análise de variância do modelo indica que as diferenças das médias para as estimativas são significativas ($F = 11,563$ $p = 0,004$) e o coeficiente de variação $r^2 = 0,004$, assim, a equação resultante do modelo é:

$$DP = 162,87 - 2,77 D$$

onde: DP = desvio padrão em graus dia para eclosão dos ovos para o choque térmico equivalente
D = tempo total com temperatura < 18°C em dias.

O monitoramento das temperaturas mínimas do solo durante a estação seca (a partir de junho) permite simular o tempo médio e a distribuição das eclosões das ninfas do primeiro pico populacional. A simulação utiliza os modelos para o tempo médio em graus dia para eclosão e para o desvio padrão. A padronização destes dados pela variável Z da distribuição normal permite prever as eclosões acumuladas para as diferentes condições. Considerando que o primeiro pico é o precursor dos picos seguintes, este estudo abre novas perspectivas para o manejo da praga quando associado aos estudos de dinâmica populacional.

A modelagem deste conjunto de dados é apresentada diagramaticamente na Figura 3.6, em forma de um fluxograma.

O censo semanal de ninfas, durante o início da estação chuvosa em duas pastagens distintas do Distrito Federal, permitiu comparar os dados observados no campo com a simulação produzida pelo modelo a partir de dados climáticos obtidos na estação climatológica da EMBRAPA/CPAC (Figura 3.7). O teste de Kolmogorov-Smirnov para comparação de duas amostras independentes, demonstrou que não há diferenças significativas entre as proporções acumuladas de ninfas de primeiro instar que emergem semanalmente, indicando que o modelo pode ser utilizado para simular o período e a distribuição das eclosões das ninfas e auxiliar na tomada de decisões sobre o manejo da praga.

O modelo proposto descreve como fatores ambientais como temperatura do solo e data do início da estação chuvosa regulam o término da diapausa e o início da infestação das pastagens por *D. flavopicta*. As simulações produzidas pelo modelo para a distribuição de

freqüências das eclosões das ninfas é a informação básica para o entendimento da fenologia dos diferentes estágios de desenvolvimento do inseto (Figura 3.8). Estes estudos associados aos estudos dos fatores de mortalidade e de fecundidade permitirão a estimativa do tamanho das populações anuais do inseto, na composição de um modelo geral da dinâmica populacional de *D. flavopicta* em pastagens de *Brachiaria*.

CONCLUSÕES

As interações das condições de temperatura do solo inferiores a 18°C com o tempo de exposição a estas temperaturas produzem um choque térmico capaz de alterar a dinâmica da diapausa dos ovos de *D. flavopicta* reduzindo o período de manutenção da diapausa e aumentando o sincronismo das eclosões. A data de início da estação chuvosa funciona como um fator secundário da regulação do término da diapausa devido ao acúmulo de ovos quiescentes que permanecem no solo ao final do término natural da diapausa. Assim, para uma mesma quantidade de choque térmico, o início da estação chuvosa no final de agosto ou início de setembro vai encontrar uma menor proporção de ovos pós-diapáusicos prontos para eclodir, produzindo populações mais distribuídas e em menor densidade em relação ao que ocorreria com o início das chuvas mais tardias.

AGRADECIMENTOS

A Shirley, Sávio, Carlos e Carmen pela ajuda na montagem dos experimentos. Ao Miguel Petrere pelas sugestões nas análises estatísticas. Ao CNPq pelo apoio financeiro na forma de uma bolsa de doutorado no Curso de Ecologia da UNICAMP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botelho, W. & P.R. Reis. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens Homoptera- Cercopidae em *Brachiaria decumbens* sob diferentes cargas animais. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.101-111.
- Cosenza, G.W. & M.A.. Naves. 1980. O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasilia,. 4 p. (EMBRAPA/CPAC, Comunicado Técnico, 6).
- Denlinger, D.L. 1986. Dormancy in tropical insects. Ann. Rev. Entomol. (31):239-264.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- 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: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos..., ESALQ, Piracicaba, 807 p.
- 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 o seu controle biológico com fungos entomopatogênicos. p. 107. In: Simpósio de Controle Biológico 2, Brasília, 1990, Resumos..., EMBRAPA/CENARGEN, Brasilia, 170p.
- Koller, W.W. 1991. Cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae): Porcentagem de ovos diapáusicos ovipositados em diferentes datas do período de infestação e a sua relação com condições climáticas que precederam cada oviposição. UFPR, 106p. Tese de Doutorado.

- Kuo, J., E. Fox, & S. MacDonald. 1992. SigmaStat: statistical software for working scientists. Jandel Scientific, San Francisco.
- Magalhães, B.P., J.R.P. Parra, & A. de B. Silva. 1987. Técnica de criação e biologia de *Deois incompleta* em *Brachiaria*. *Pesq. Agrop. Bras.* 22(2): 137-144.
- 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 *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p.203 In: Cong. Bras. de Entomologia, 13, Recife, 1991, Resumos ... ,vol. I, Recife, SEB, 366p.
- Sujii, E. R., M.A. Garcia, E.M.G. Fontes & V. Carvalho. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 24(3): 465-478.
- Snedcor, G.W. & W.G. Cochran. 1980. Statistical methods. 7^a ed. Iowa State University, Iowa, 507 p.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber & J.P. Nyrop. 1994. Soil moisture and postdormancy emergence of Colorado Potato Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae): descriptive model and field emergence patterns. *Env. Entomol.* (23):1485-1496.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber & S. Masaki. 1986. Seasonal Adaptations of Insects. Oxford University Press, New York, 411 p.
- Valério, J.R. 1993. Obtenção de ovos de cigarrinhas (Homoptera: Cercopidae) em Agar-água. *An. Soc. Entomol. Brasil* 22(3):583-590.
- Valério J.R. & W.W. Koller. 1992. Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. EMBRAPA/CNPGC, Campo Grande, 37 p. (EMBRAPA/CNPGC, Documentos, 52).

- Valerio, 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. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 16(2):341-250.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanson, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

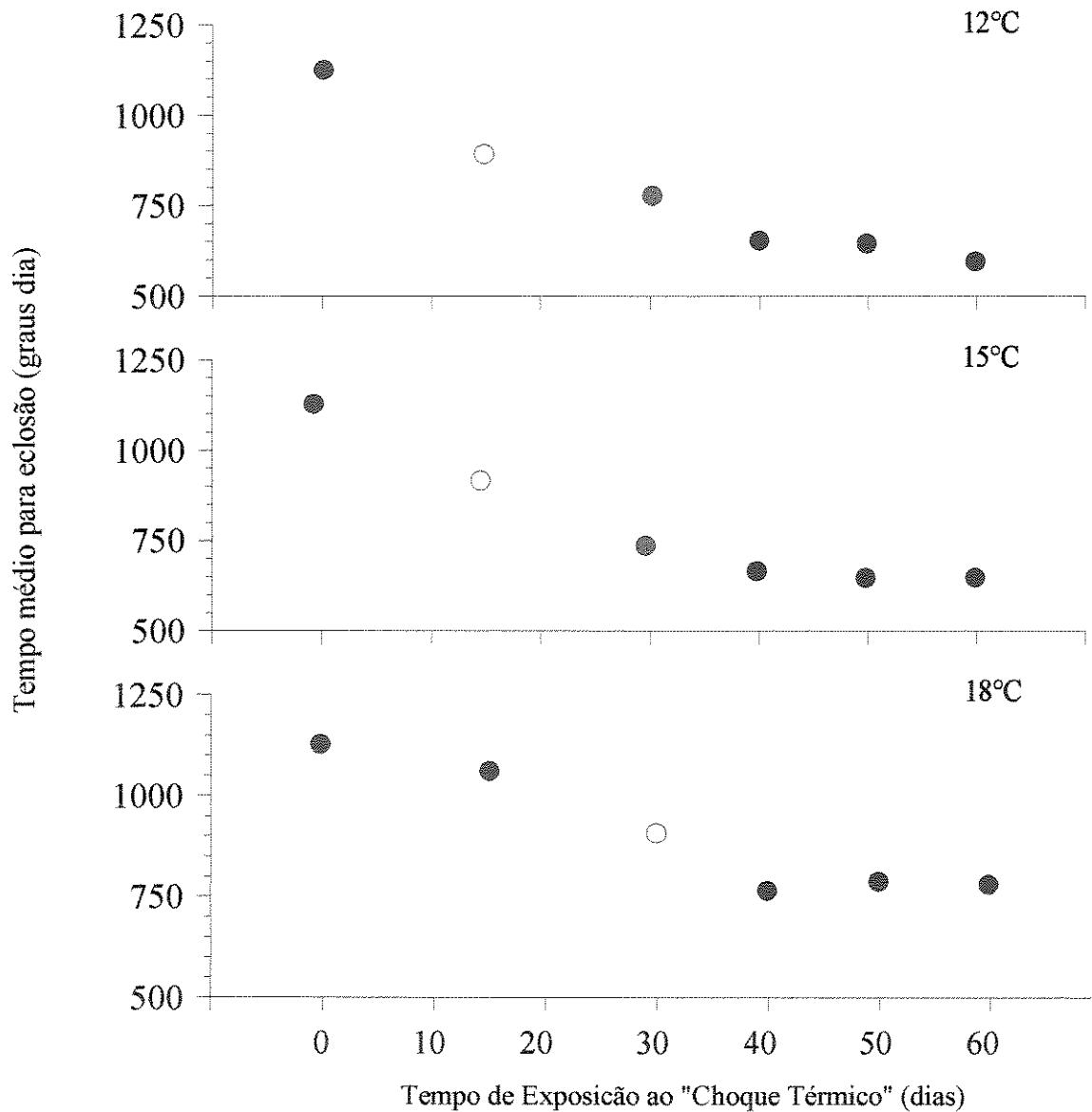
Tabela 3.1. Comparação do efeito da intensidade (temperatura noturna) e duração (tempo de exposição) do choque térmico no tempo de incubação (graus-dia) para eclosão de ninfas provenientes de ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*.

		Temperaturas noturnas ¹		
		12°C	15°C	18°C
tempo (dias)				
0	1117,8 ± 172,1 (48) ²	1117,8 ± 172,1 (48)	1117,8 ± 172,1 (48)	1117,8 ± 172,1 (48)
15	890,1 ± 169,2 (50)	911,3 ± 99,0 (48)	1057,8 ± 109,9 (50)	
30	774,6 ± 83,1 (50)	727,6 ± 130,3 (50)	905,3 ± 122,3 (50)	
40	656,5 ± 92,7 (50)	665,1 ± 77,6 (50)	764,7 ± 64,4 (48)	
50	643,2 ± 82,7 (50)	650,5 ± 75,6 (50)	785,6 ± 58,4 (50)	
60	595,6 ± 67,9 (50)	646,9 ± 70,6 (50)	780,4 ± 52,5 (50)	

ANOVA Two-Way				
Fontes de Variação	g.l.	F	p	Poder da análise $\alpha = 0,05$
Temperatura	5	112,59	< 0,001	> 0,999
Choque térmico	2	375,55	< 0,001	> 0,999
Temper. x Choque térmico	10	6,00	< 0,001	> 0,999

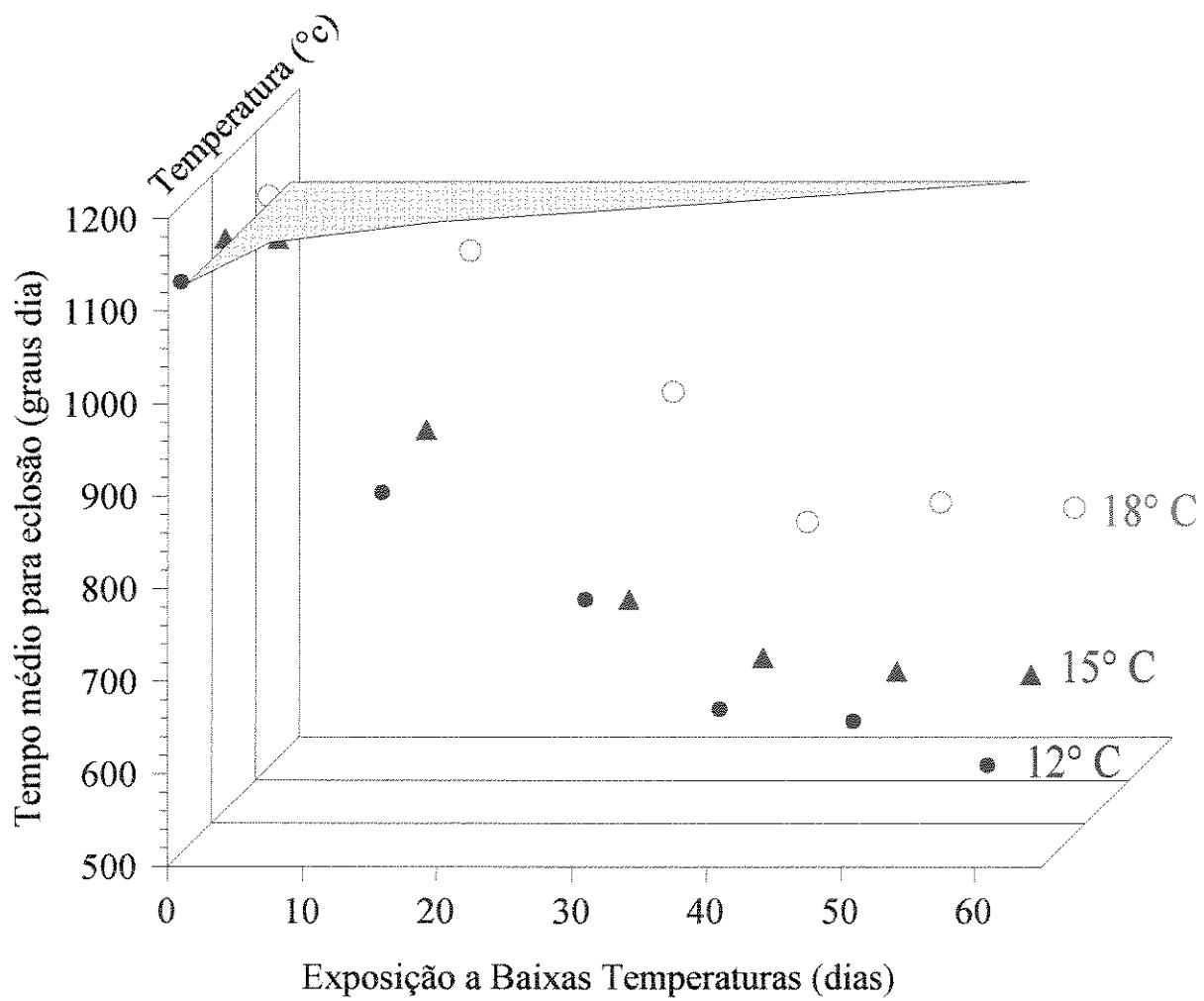
¹ Temperatura durante a fotofase de 23°C para todos os tratamentos.

² O número entre parenteses se refere ao número de repetições de cada tratamento após a retirada dos pontos discrepantes.



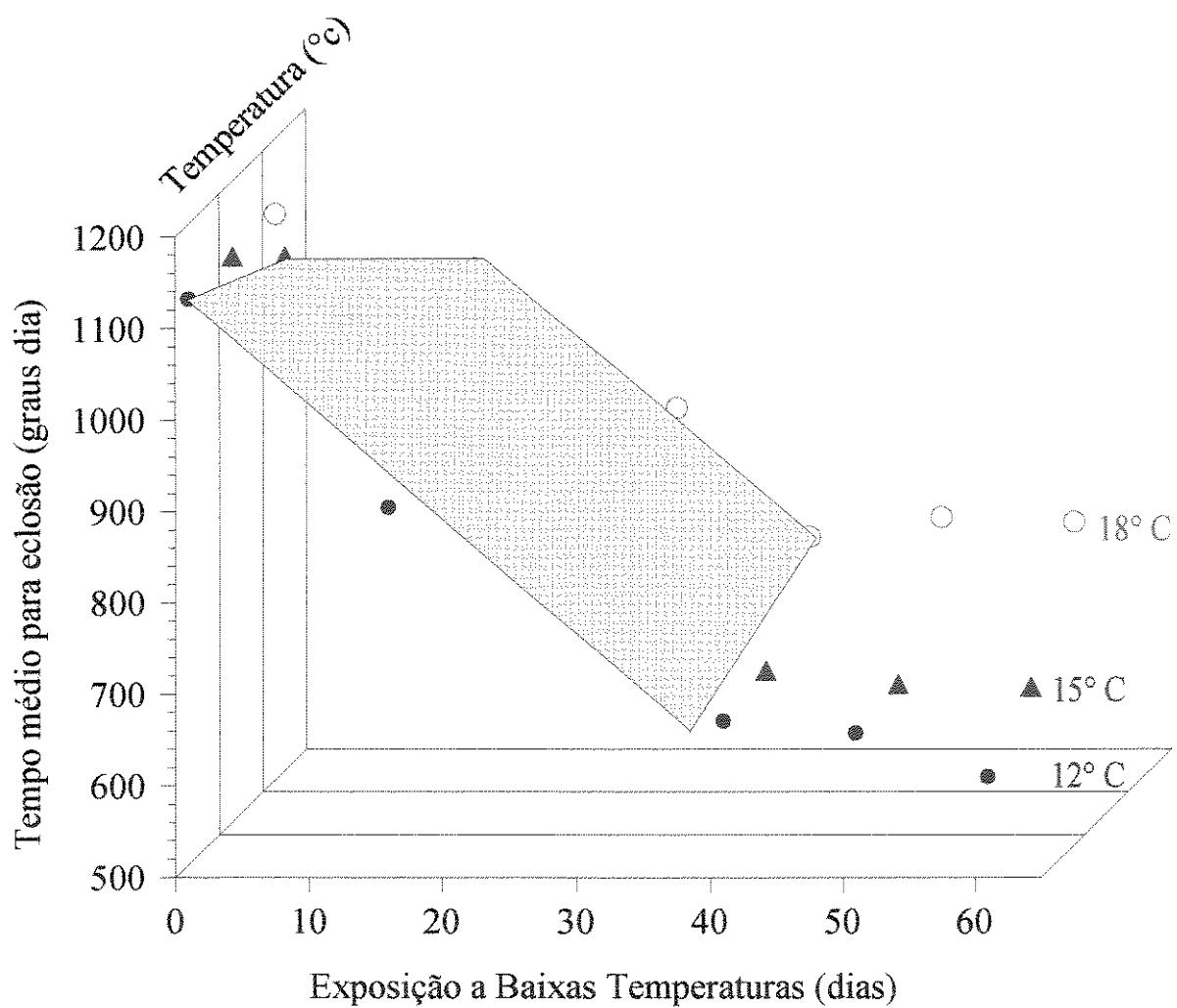
Pontos de mesma cor representam medias que não diferem significativamente (Tukey $p < 0,05$).

Figura 3.1. Comparação dos tempos médios para eclosão das ninfas da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".



Plano ajustado manualmente

Figura 3.2. Patamar superior da superfície de resposta do modelo que estima o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".



Plano ajustado manualmente

Figura 3.3. Superfície de resposta do modelo apresentando relação inversa entre o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, e a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

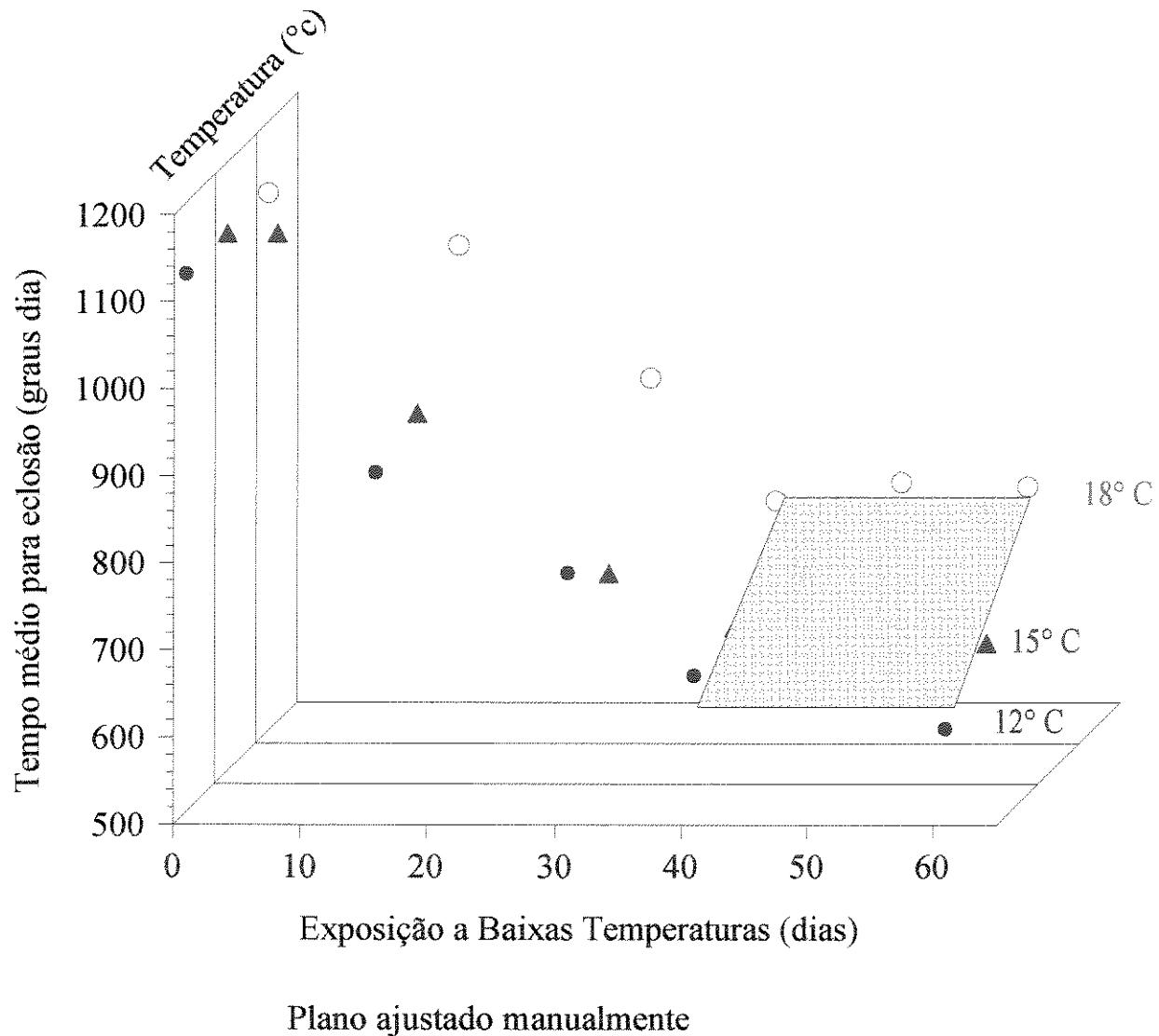


Figura 3.4.. Patamar inferior da superfície de resposta do modelo que estima o tempo médio para eclosão das ninfas de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após a exposição dos ovos diapáusicos a diferentes condições de "choque térmico".

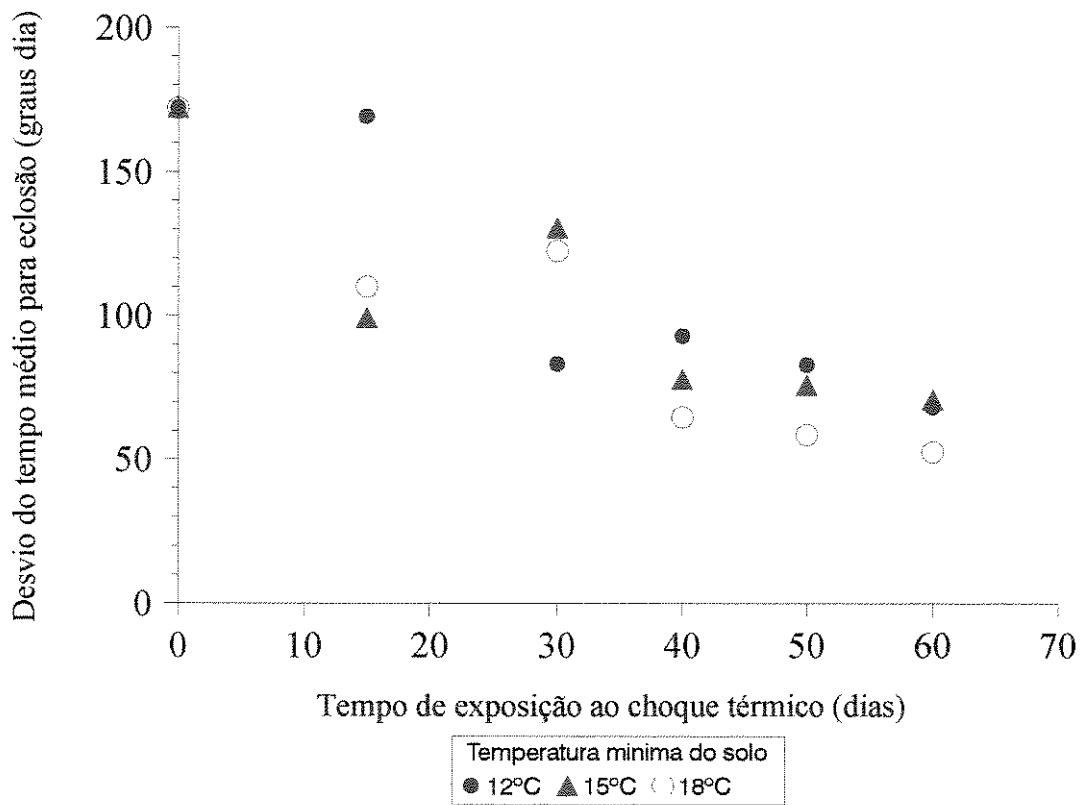


Figura 3.5. Distribuição dos desvios dos tempos médios para eclosão das ninfas provenientes de ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* submetidos a diferentes regimes de choque térmico.

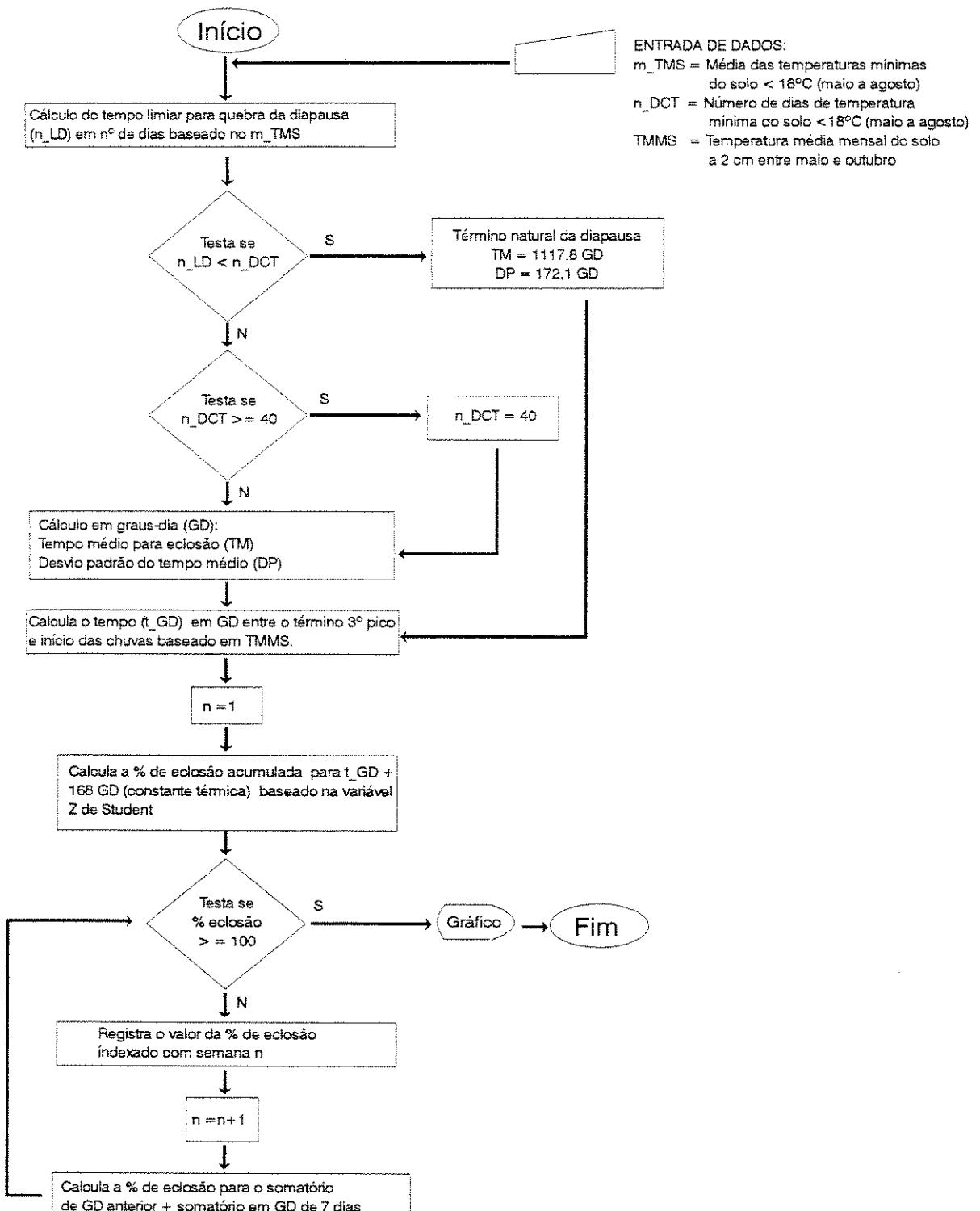


Figura 3.6. Modelo fenológico para a simulação do início da infestação de ninhas da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, após o término da diapausa.

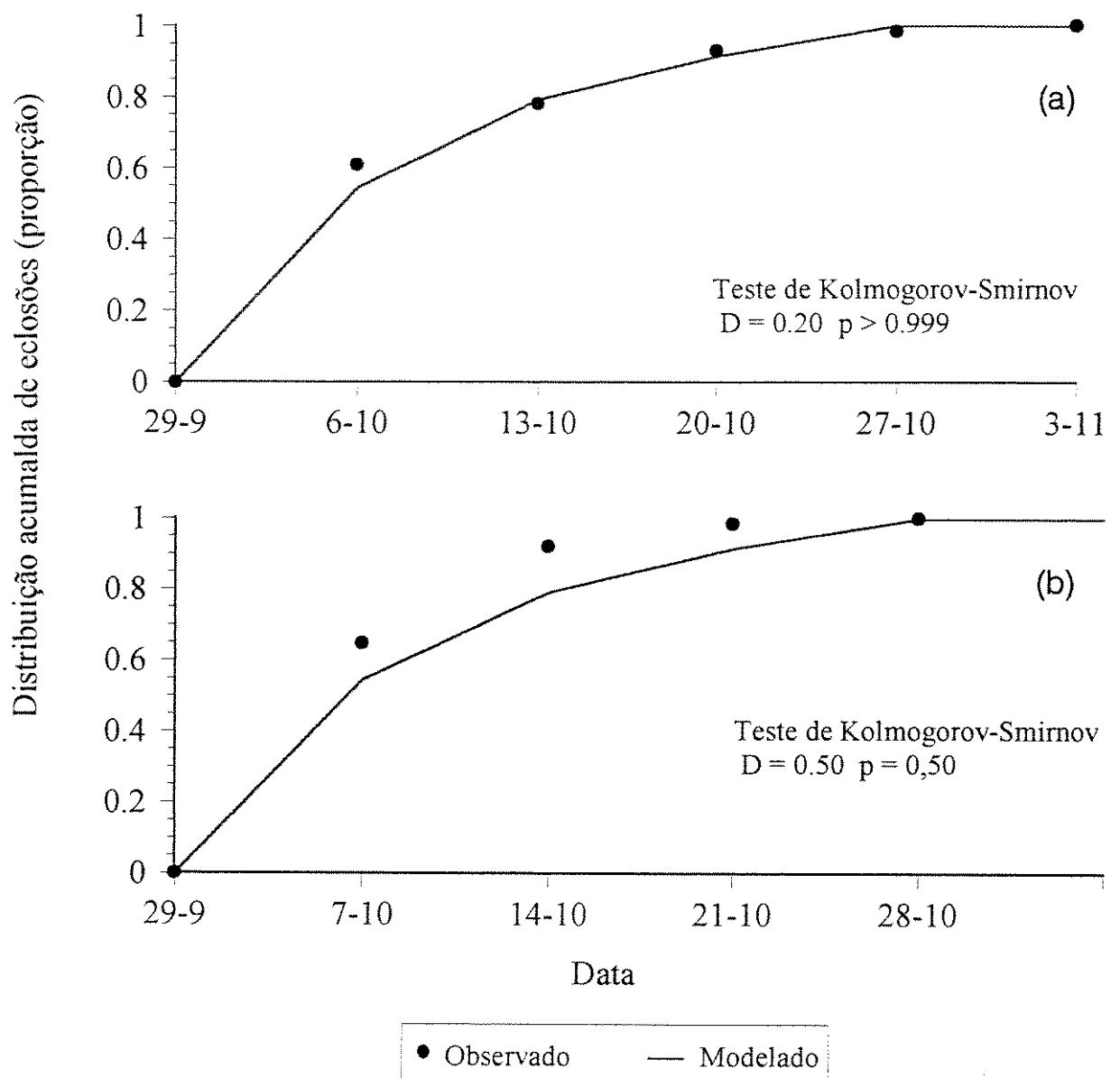


Figura 3.7. Comparação das curvas de distribuição acumulada da proporção de eclosões observadas no campo e simuladas pelo modelo para ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*. (a) CPAC (b) CAB

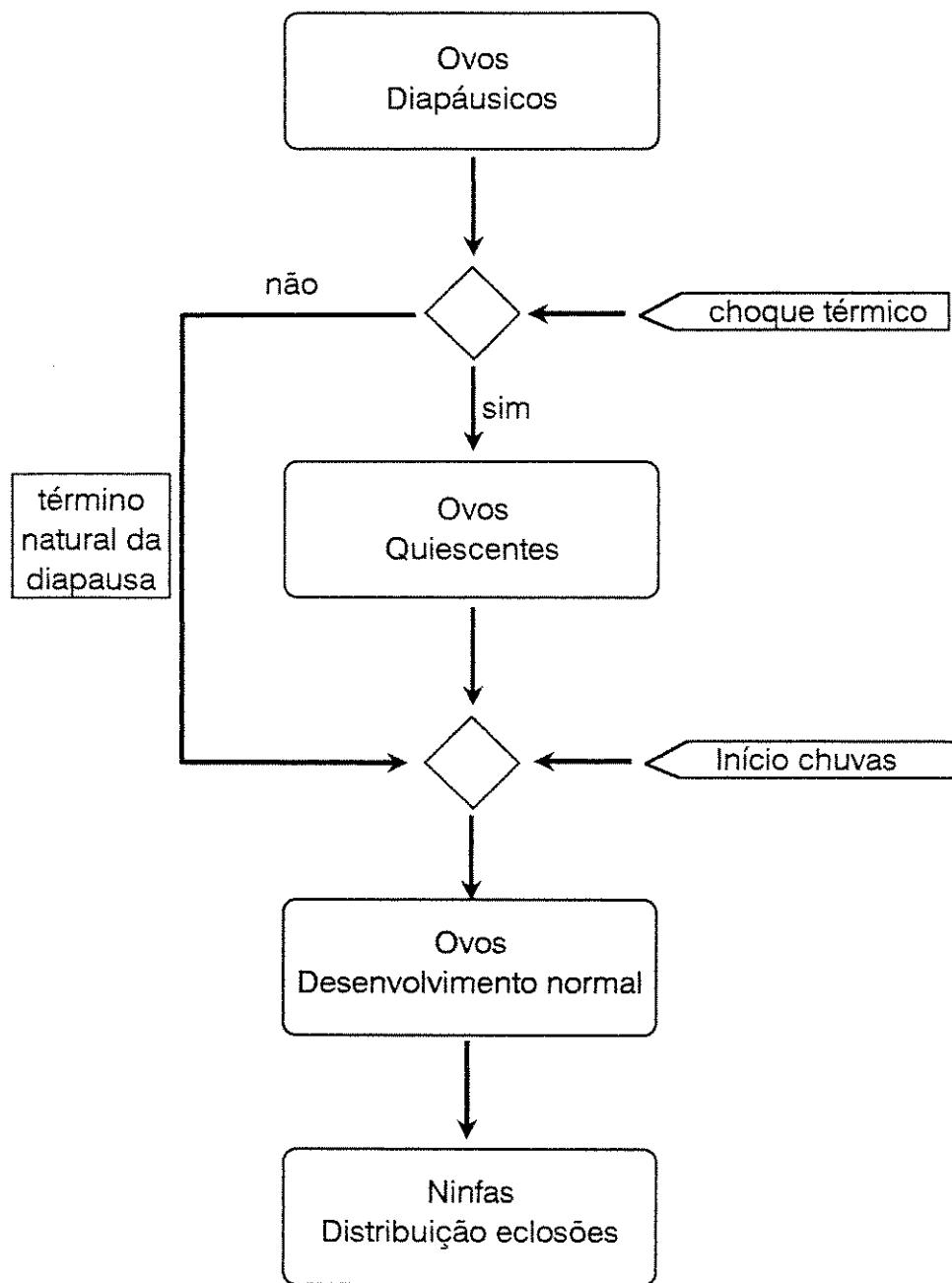


Figura 3.8. Digrama esquemático do modelo da regulação do término da diapausa dos ovos de *Deois flavopicta* e início da ocorrência das ninfas no campo.

**4. Variações meteorológicas como fator de mortalidade de populações da
cigarrinha-das-pastagens.**

RESUMO

Os ovos diapáusicos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* Stal (Homoptera: Cercopidae), não apresentaram diferenças significativas nas taxas de mortalidade durante a estação seca em pastagens de *Brachiaria* em diferentes anos. A taxa média de 9,3% pode ser usado para modelar o efeito da baixa umidade sobre a população de ovos neste período. Experimentos em laboratório demonstraram que populações de ovos quiescentes, quando expostos a período variáveis de umidade, apresentam taxas progressivamente maiores de retomada do desenvolvimento embrionário. A distribuição das proporções acumuladas de ovos quiescentes que retomam o desenvolvimento embrionário foi modelada pela distribuição Beta em função do período de exposição a umidade de contato. A ocorrência de períodos sem chuvas e altas temperaturas após o início do desenvolvimento embrionário final apresentou uma relação negativa com a sobrevivência das ninfas. Dessa forma, a combinação de períodos de precipitação seguidos de períodos secos, com déficit hídrico são responsáveis por taxas variáveis de mortalidade da população de ninfas recém-emergidas antes de seu estabelecimento na gramínea hospedeira. As ninfas que conseguem se estabelecer na planta hospedeira e iniciar a produção de espuma são pouco suscetíveis a dessecação e mortalidade produzida por períodos sem chuvas. O acompanhamento de populações de ninfas protegidas por gaiolas de exclusão de predadores mostrou que as taxas de mortalidade variaram entre 13 e 30% com média em torno de 18%. Dessa forma, os eventos meteorológicos que mais fortemente influenciam na abundância do inseto no campo são as variações no volume e intensidade de precipitação no início da estação chuvosa (a partir de setembro) e a sua ocorrência por períodos superiores a 4 dias.

Palavras-chave: Inseto, dinâmica populacional, fatores de mortalidade, modelagem

INTRODUÇÃO

A cigarrinha-da-pastagen, *Deois (Acanthodeois) flavopicta* (Stal) 1854 (Homoptera: Cercopidae), é atualmente a principal praga de pastagens cultivadas na região fitogeográfica do Brasil Central, originalmente coberta por vegetação de cerrados (Cosenza e Naves, 1980 e Botelho e Reis 1980). Embora co-ocorra com *Zulia entreriana* em toda a região Central do Brasil ela é a espécie predominante no Distrito Federal (97,1% dos indivíduos coletados) (Sá, 1981), além de outras áreas do Cerrado onde existe uma forte sazonalidade no regime pluvial.

A cigarrinha possui uma complexa estratégia de vida que possibilita a resistência da população à estação seca na forma de ovos diapáusicos (Fontes *et al.* 1995) e um mecanismo de regulação do término da diapausa que sincroniza a sua ocorrência no campo com o ciclo de suas plantas hospedeiras (Sujii *et al.* 1995). Outras características biológicas como oviposição em locais protegidos (no solo e restos de palha da pastagem), produção de espumas pelas ninfas protegendo-as contra dessecação e inimigos naturais, além da capacidade de colonizar várias espécies de gramíneas introduzidas e plantadas extensivamente, principalmente do gênero *Brachiaria*, promoveram a ocorrência periódica de explosões populacionais do inseto. A ocorrência de elevadas densidades populacionais, tanto de *D. flavopicta* como de outras espécies de cigarrinhas, parece estar relacionada com alguns fatores climáticos como precipitação, temperatura e evapotranspiração (Sujii *et al.* 1995, Melo *et al.* 1984, Milanez *et al.* 1981, Reis *et al.* 1980, Ribeiro *et al.* 1980, Oomen, 1975)

Face às dificuldades para o controle da praga, devido às características biológicas acima descritas, associadas ao baixo valor agregado das pastagens e ao sistema de criação extensivo dos bovinos, somente o manejo integrado das pastagens pode viabilizar o aumento da capacidade de

suporte destes sistemas (Valério & Koller 1992). Neste contexto, o entendimento de como as variações meteorológicas que ocorrem durante os diferentes estágios de desenvolvimento do inseto ao longo do ano produzem diferentes taxas de mortalidade e afetam a sua dinâmica populacional são a chave para a proposição de novas alternativas para o manejo da praga.

Neste trabalho foram determinadas as variações na taxa de mortalidade produzidas por diferentes eventos meteorológicos durante três estágios distintos do desenvolvimento da cigarrinha: ovos diapáusicos durante a estação seca, ovos pós-diapáusicos ou quiescentes até o estabelecimento de ninfas de primeiro ínstar na planta e ninfas recém estabelecidas nas plantas até a emergência do adulto teneral. O entendimento de como estas taxas variam e afetam a abundância do inseto serão úteis na modelagem de sua dinâmica populacional e construção de um simulador e o manejo da praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Estação seca e viabilidade de ovos diapáusicos

Durante os meses de abril/maio (final do 3º pico populacional), adultos de *D. flavopicta* foram capturados, semanalmente, com a ajuda de redes de varredura e colocados em 12 gaiolas na própria pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf (Gramínea) em que se encontravam. As gaiolas consistiam de armações cilíndricas de ferro, medindo 0,80 m de altura pôr 0,30 m de diâmetro, recobertas com uma tela de nylon e sem fundo. Deste modo as fêmeas tinham acesso ao capim para alimentação e ao solo que serviu de substrato para as posturas. Ao final do pico populacional, após a morte dos insetos, as gaiolas foram desmontadas e a sua localização demarcada com o auxílio de estacas de madeira.

No início de cada mês, de junho a setembro, todo o solo sob as gaiolas numa profundidade de 2 cm era recolhido e levado para o laboratório onde os ovos eram coletados. A coleta dos ovos foi feita sob microscópio estereoscópico após a filtração do solo, flotação dos ovos em solução saturada de NaCl (400 g por litro de água) e lavagem do sobre nadante com água destilada. Os ovos recuperados foram incubados a 28°C e 100% de umidade de contato até a eclosão das ninfas ou inviabilização dos mesmos para avaliação da perda de viabilidade dos ovos devido a estação seca.

Chuvas esparsas no início da estação e sobrevivência de ovos pós-diapáusicos

O efeito de chuvas esparsas no início da estação chuvosa foi testado experimentalmente através da simulação de períodos variáveis de precipitação inicial seguido de um período de 14 dias de déficit hídrico.

Ovos diapáusicos coletados durante os meses de abril/maio foram mantidos em placas de Petri a seco no período de maio a agosto (estação seca). No início de setembro, quando a diapausa dos ovos já está naturalmente terminando, grupos de 4 placas contendo 15 ovos escolhidos ao acaso foram submetidas a Condição 1: que consistia dos tratamentos: 6 e 12 horas, além de 1, 2, 4, 6, 8 e 15 dias a umidade de contato, 28°C e fotoperíodo ambiente. A umidade de contato era mantida forrando-se as placas com uma camada de algodão e papel filtro sobre a qual eram depositados os ovos que eram molhados com auxílio de uma pisseta a cada dois dias. As condições de temperatura eram mantidas por uma incubadora com porta de vidro.

Após este período de exposição à umidade, os ovos foram transferido para a Condição 2: onde eram mantidos por um período de 14 dias em placas sem água a 28°C. Esta condição

visava impedir a retomada do desenvolvimento embrionário dos ovos que não foram afetados pelo tratamento inicial e produzir a inviabilização dos ovos em fase de desenvolvimento embrionário avançado (Koller *et al.* 1987).

Após o período a seco, os ovos eram transferidos para a Condição 3: quando voltaram à condição de umidade, descrita acima, e foram mantidos até a eclosão ou morte de todos os ovos. Ninfas que deixaram o córion e movimentaram-se pela placa de Petri foram consideradas eclosões bem sucedidas, enquanto aquelas que ficaram presas ao córion, durante a eclosão ou que não saíram do interior dos ovos após 60 dias, foram consideradas como mortas devido aos tratamentos.

A partir das freqüências de distribuições das eclosões e mortalidade dos ovos para diferentes períodos de exposição a alta umidade foi construído um gráfico de proporções acumuladas de retomada de desenvolvimento embrionário. Baseado na forma geral da curva foi tentado o ajuste da distribuição β (Stinner *et al.* 1975).

$$F(a) = (1 - Z)^{hZ^k} \quad 0 \leq Z \leq 1$$

onde h e k são parâmetros calculados empiricamente e $Z = (B-a')(B-A)^{-1}$ onde A é o dia da primeira eclosão, B é o dia da última eclosão e a' é o tempo acumulado em dias para o dia a no intervalo entre A e B . O bom ajuste de $k=2$ para descrever o padrão de emergência de populações de insetos observado por Stinner *et al.* (1975) foi considerado para a escolha do parâmetro. O valor de h foi ajustado empiricamente baseado nas distribuições de freqüência de cada pico populacional. As curvas de proporção acumulada geradas pelo modelo foram comparadas com os dados observados no experimento usando o teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras (Wilkinson 1990).

Estiagem durante a estação chuvosa e sobrevivência de ovos em final de desenvolvimento embrionário e ninhas recém eclodidas

A mortalidade, produzida por períodos variáveis de estiagem sobre os ovos pós diapáusicos de *D. flavopicta* após o início e durante a estação chuvosa, foi avaliada experimentalmente em casa-de-vegetação. Ovos obtidos de uma população de adultos do campo foram coletados em laboratório e incubados em placas de Petri forradas com algodão e papel filtro umedecido. As placas foram mantidas em incubadoras a 28 ± 2 °C com fotoperíodo ambiente até a fase final de desenvolvimento embrionário (Koller *et al.* 1987).

Grupos de 15 ovos foram escolhidos ao acaso e colocados em vasos com plantas de *B. ruziziensis*, molhados até a saturação, 24 horas antes do início do experimento. Após essa rega inicial os vasos foram mantidos sem água por períodos de 4, 8, 12, e 16 dias (tratamentos) e voltaram ao regime de umidade plena por irrigação diária através de microaspersão. Cada vaso era uma parcela e cada tratamento tinha 8 repetições. Um tratamento foi mantido sob irrigação diária desde o início do experimento e serviu como controle.. Os vasos eram observados 3 vezes por semana sendo a presença de ninhas de primeiro ínstar anotada e as ninhas que alcançavam o segundo ínstar retiradas.

Acompanhamento de coortes horizontais de populações sujeitas às condições meteorológicas e protegidas de inimigos naturais

Coortes horizontais de *D. flavopicta* foram demarcadas ao acaso em pastagens de *Brachiaria* e acompanhadas desde o estabelecimento de ninhas de primeiro ínstar até a eclosão

de adultos tenerais durante os três picos populacionais de 1995/96 edurante o segundo pico populacional de 1996/97. Cada coorte ficou protegida da ação de predadores através de gaiolas de exclusão de predadores permitindo estimar a mortalidade produzida apenas por condições meteorológicas adversas. As gaiolas eram constituídas de uma armação de madeira medindo 0,5 X 0,7 m de base e 0,5 m de altura recobertas por uma tela de nylon (organza). Elas possuíam ainda uma base de madeira que era enterrada por 10 cm, impedindo a entrada de insetos fossadores por baixo e garantindo uma perfeita vedação ao nível do solo.

A posição das ninfas dentro de cada quadrat foi demarcada por uma pequena estaca de madeira numerada. Anotações sobre a posição e o desenvolvimento das ninfas foram feitas em visitas a intervalos que variaram entre 1 e 3 dias, baseado nas descrições dos estágios ninfais feitas por (Sujii 1994 e Menezes *et al.* 1983). Estes dados permitiram estimar a taxa de mortalidade em cada ínstar. A partir desses dados foi construída a tabela de vida e traçada a curva de sobrevivência de ninfas de primeiro ínstar a adulto teneral, comparando as taxas de sobrevivência durante este estágio e em cada ínstar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da estação seca na viabilidade de ovos diapáusicos

A comparação das taxas de eclosão dos ovos, coletados no solo durante a estação seca em dois diferentes anos, mostra que ovos diapáusicos coletados no início de julho e agosto apresentaram menor taxa de mortalidade em relação aos ovos coletados em junho e setembro (Figura 4.1).

A análise de variância seguida do teste de comparação das médias indica que estas

diferenças são significativas. As altas taxas de mortalidade dos ovos observadas em junho, se comparadas com as de julho e agosto, são provavelmente devido a presença de ovos não diapáusicos colocados em abril/maio (terceiro pico populacional) que se tornaram inviáveis, mas ainda são encontrados nas amostras de solo em junho. A partir de julho estes ovos se decompoem e não são mais encontrados nas amostras, produzindo as diferenças observadas.

O término natural da diapausa associado à época de início da estação chuvosa é provavelmente a causa do aumento significativo na inviabilidade dos ovos a partir da segunda quinzena de agosto produzindo o padrão observado em diferentes anos. A ocorrência de chuvas ocasionais em julho não alterou a taxa média de mortalidade, indicando que não houve retomada do desenvolvimento embrionário até esta época do ano. Esta resistência a fatores ambientais adversos e o sincronismo observado entre as fenologias do inseto e planta hospedeira (Fontes *et al.* 1995) caracteriza um estágio de dormência profunda definida como período de manutenção da diapausa (Tauber *et al.* 1986).

O término natural da diapausa dos ovos ocorre a partir de agosto em proporções variáveis numa estratégia de distribuição de risco, “bet-hedging”, (Fontes *et al.* 1995). Na pós-diapausa, os ovos ainda mantém um baixo nível de atividade metabólica, porém a ocorrência de condições de temperatura e umidade favoráveis produzem a retomada do desenvolvimento embrionário caracterizando um estágio de quiescência. Ovos quiescentes são progressivamente mais suscetíveis a mortalidade em função da demora no início das chuvas.

As taxas de mortalidade em julho e agosto de diferentes anos não apresentaram diferenças significativas quando comparadas por análise de variância (ANOVA $F = 2,85$ $p = 0,075$). Desta forma, a média destas taxas de mortalidade ($9,3 \pm 6,7\%$ média \pm desvio padrão),

pode ser considerada como uma taxa constante que estima o efeito da estação seca sobre a população de ovos diapáusicos no solo em termos da modelagem da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens.

Efeito da quantidade e distribuição das chuvas em ovos pós-diapáusicos

A partir da segunda quinzena de agosto, com a aproximação da estação chuvosa, ocorre progressivamente o término da diapausa dos ovos (Sujii *et al.* 1995, Fontes *et al.* 1995). Neste período, a ocorrência de chuvas esparsas e irregulares, entremeadas de períodos de elevada evapotranspiração, produz um forte déficit hídrico que parece ser capaz de produzir taxas variáveis de mortalidade durante o desenvolvimento embrionário final dos ovos de cigarrinha. Estas variações na taxa de mortalidade ocorrem em função da estratégia de distribuição de risco (bet hedging) proposto por Fontes *et al.* (1995) e sua regulação estudada por Sujii *et al.* (1995, 1997 dados não publicados) e da combinação de períodos de solo úmido e seco que ocorrem durante a estação chuvosa.

O efeito da Condição 1, simulando diferentes períodos iniciais de umidade em placas de Petri, mostra que a partir do período de 6 dias de exposição a umidade de contato, há um aumento no tempo para eclosão das ninfas (Figura 4.2a). No entanto, ao padronizar os dados, subtraindo do tempo total o tempo gasto nos tratamentos (Condição 1 + 2), pode-se observar que os tempos se mantêm aproximadamente iguais e são semelhantes a aquele observado no controle (Figura 4.2b) . Este dado associado com as proporções crescentes de ovos inviabilizados pelo tempo de exposição à umidade, seguido do estresse hídrico, sugerem que existe uma proporção crescente de ovos que estaria reassumindo o desenvolvimento embrionário em função da

umidade inicial (Condição 1) e tornando-se inviável em função da baixa umidade (Figura 4.3). A partir de 12 dias haveria o início da eclosão das ninfas e as taxas de inviabilidade progressivamente tornar-se-iam menores mesmo na posterior falta de umidade. Desse modo, chuvas que produzam períodos de 6 a 12 dias de umidade do solo, próximo a capacidade de campo, seguida de um período de 14 dias de seca, produzem uma redução das taxas de eclosão de ninfas que podem chegar a 64% de mortalidade segundo o modelo proposto (Figura 4.3).

A distribuição β modelou satisfatoriamente a proporção acumulada de retomada do desenvolvimento embrionário em função do tempo de exposição dos ovos pós-diapáusicos a umidade de contato, utilizando os parâmetro $h = 1,465$ e $k = 2$ (Figura 4.4). Para estimar a curva de retomada do desenvolvimento embrionário foi subtraída uma taxa média de inviabilidade natural de 11,7% e o restante dos ovos inviáveis foram considerados como tendo se tornado inviáveis em função da retomada do desenvolvimento embrionário.

Efeito de períodos de estiagem durante a estação chuvosa na sobrevivência de ovos em final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém eclodidas

O estudo do efeito de períodos secos em casa de vegetação, sobre ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém eclodidas sugere que a partir de 4 dias de ausência de chuva haja um progressivo aumento na taxa de mortalidade de ninfas devido às condições adversas para o estabelecimento dos insetos nas plantas e início da produção de espumas (Figura 4.5). A relação entre o tempo de estresse hídrico e as taxas de mortalidade de ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém-eclodidas foi modelada por uma análise de regressão linear que ajustou a seguinte equação:

$$Y = 0,526 + 0,018 X$$

$$r^2 = 0,27 \quad F = 14,0 \quad p = 0,001 \quad n=40$$

Estas taxas de mortalidade aplicadas à distribuição de freqüência das eclosões de ovos pós-diapáusicos em função do período inicial de umidade mostram como a combinação destes eventos são capazes de mudar os níveis de abundância no campo e sua importância na determinação da ocorrência de explosões populacionais (Figura 4.6).

Sobrevivência em coortes horizontais de populações sujeitas às condições meteorológicas e protegidas de inimigos naturais

O acompanhamento de 10 gaiolas durante os 3 picos populacionais de 1995/96 e 5 gaiolas durante o segundo pico populacional de 1996/97 mostra que dentro da faixa de variação climática que ocorreu neste período na região do Distrito Federal a taxa de mortalidade foi baixa e não apresentou variações significativas (Tabela 4.1). Não foram detectadas diferenças entre as fases de desenvolvimento ninfal (Figura 4.7) ou correlação entre a densidade de indivíduos nas gaiolas com as respectivas mortalidades (Figura 4.8).

Aparentemente, as ninfas de primeiro ínstar que encontram locais propícios para alimentação e iniciam a produção de espuma são pouco sujeitas à ação de eventos meteorológicos capazes de infligir mortalidade massal em suas populações. A ocorrência de períodos de até 7 dias de estiagem como as que foram observadas no período de 1995/96 não teve efeito significativo detectado na mortalidade de ninfas já estabelecidas nas plantas e produzindo espumas. O desaparecimento ocasional das ninfas de segundo e terceiro instares parece estar relacionado principalmente ao compartilhamento de várias ninfas em uma mesma

espuma e ninfas localizadas em plântulas que, devido ao seu crescimento, buscam novos sítios de alimentação em plantas mais desenvolvidas. Estas ninfas ficam mais suscetíveis a dessecação ao falhar neste busca. A observação de uma correlação positiva entre a proporção de ninhas que se movimentaram da planta inicial onde se fixaram e o número de ninhas na mesma espuma apóia esta hipótese (Pearson $r = 0,899$ $p = 0,006$)

CONCLUSÕES

Variações nas condições meteorológicas que ocorrem durante o período de manutenção da diapausa dos ovos (junho a agosto) e durante o desenvolvimento ninfal, entre o estabelecimento das ninhas de primeiro ínstar até a emergência de adultos tenebris, parecem não alterar significativamente as taxas médias de mortalidade e consequentemente não alteram a dinâmica populacional do inseto.

A época do início e a regularidade das precipitações no início da estação chuvosa são fatores altamente relevantes para a determinação da abundância do inseto e consequentemente no seu manejo como praga. Anos em que as chuvas ocorrem a partir de setembro com distribuição regular (intervalos menores que 4 dias) maximizam a sobrevivência de ovos pós-diapáusicos e ninhas recém-eclodidas e aumentam as chances de uma explosão populacional. Por outro lado, a ocorrência de chuvas esparsas e mal distribuídas (6 a 12 dias de solo molhado pela chuva seguido de mais de 12 dias de estiagem), a partir da segunda quinzena de agosto, aumentam drasticamente a mortalidade e reduzem a chance de ocorrência de densidades populacionais economicamente importantes.

O conjunto de dados obtidos no presente estudo contribui para o entendimento de como

fatores abióticos, na forma de variações meteorológicas, produzem diferentes taxas de mortalidade durante os estágios de desenvolvimento do inseto ao longo do ano e determinam o tamanho das populações anuais de *D. flavopicta*. Estes dados serão modelados juntamente com o efeito de inimigos naturais como fator de mortalidade e comporão um modelo de sobrevivência que irá permitir a simulação das populações esperadas de adulto ao longo do ano (Figura 4.9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botelho, W. & P.R. Reis. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens Homoptera- Cercopidae em *Brachiaria decumbens* sob diferentes cargas animais. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.101-111.
- Cosenza, G.W. & M.A. Naves. 1980. O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasilia,. 4 p. (EMBRAPA/CPAC, Comunicado Técnico, 6).
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- Koller W.W., G.O. Paschoal & F. Adanya. 1987. Aspectos do desenvolvimento embrionário em *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae). An Soc. Entom. do Brasil 16(2):389-398.
- Melo, L.A.A., S. Silveira Neto, N.A. Villa Nova & P.R. Reis.1984. Influência de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas das pastagens. Pesq. Agrop. Brasileira, 19(1). p. 9-19.
- 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. CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 33 p.
- Milanez, J.M., J.R.P. Parra & M. Menezes. 1981. 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.

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. Projeto Bovinos, Cigarrinhas-das-pastagens, Relatório 1974-1979, EPAMIG, Belo Horizonte. p.60-65

Ribeiro C.M., F.Z. Antunes & J.A.B. Castillo. 1980. Contribuição ao estudo das relações entre as flutuações populacionais das cigarrinhas-das-pastagens e alguns elementos do clima. Projeto Bovinos, Cigarrinhas-das-pastagens, Relatório 1974-1979, EPAMIG, Belo Horizonte. p.94-99

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(3):225-238.

Sá, L.A.N. de. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae): distribuição geográfica e variabilidade genética. UNICAMP, Campinas, 119 p. Tese de mestrado

Stinner, R.E., G.D. Butler, J.S. Bacheler & C. Tuttle. 1975. Simulation of temperature-dependent development in population dynamics models. Can. Entomol. 107: 1167-1174.

Sujii, E. R. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas, SP, Tese de Mestrado, 77 p.

Sujii, E. R., M.A. Garcia, E.M.G. Fontes & V. Carvalho. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24(3): 465-478.

- Tauber, M.J., C.A. Tauber & S. Masaki. 1986. Seasonal Adaptations of Insects. Oxford University Press, New York, 411 p.
- Valério J.R. & W.W. Koller. 1992. Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. EMBRAPA/CNPGLC, Campo Grande, 37 p. (EMBRAPA/CNPGLC, Documentos, 52).
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanson, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

TABELA 4.1. Taxas de mortalidade (proporção) de coortes da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* em parcelas com gaiolas, observadas durante a estação chuvosa de 1995/96 e 1996/97 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no Distrito Federal.

Mortalidade de ninfas (proporção)		
Pico populacional	Gaiola média±desvio padrão(n)	Tukey ¹
1º/1995	0.134±0.156(10) ²	a
2º/1995	0.308±0.152(10)	a
3º/1995	0.157±0.252(09)	a
2º/1996	0.138±0.105(05)	a
ANOVA	F = 1.897 p=0.151	

¹ Teste de Tukey para comparação de médias, Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p > 0,05$)

² Dados transformados pela função arcsen para análise

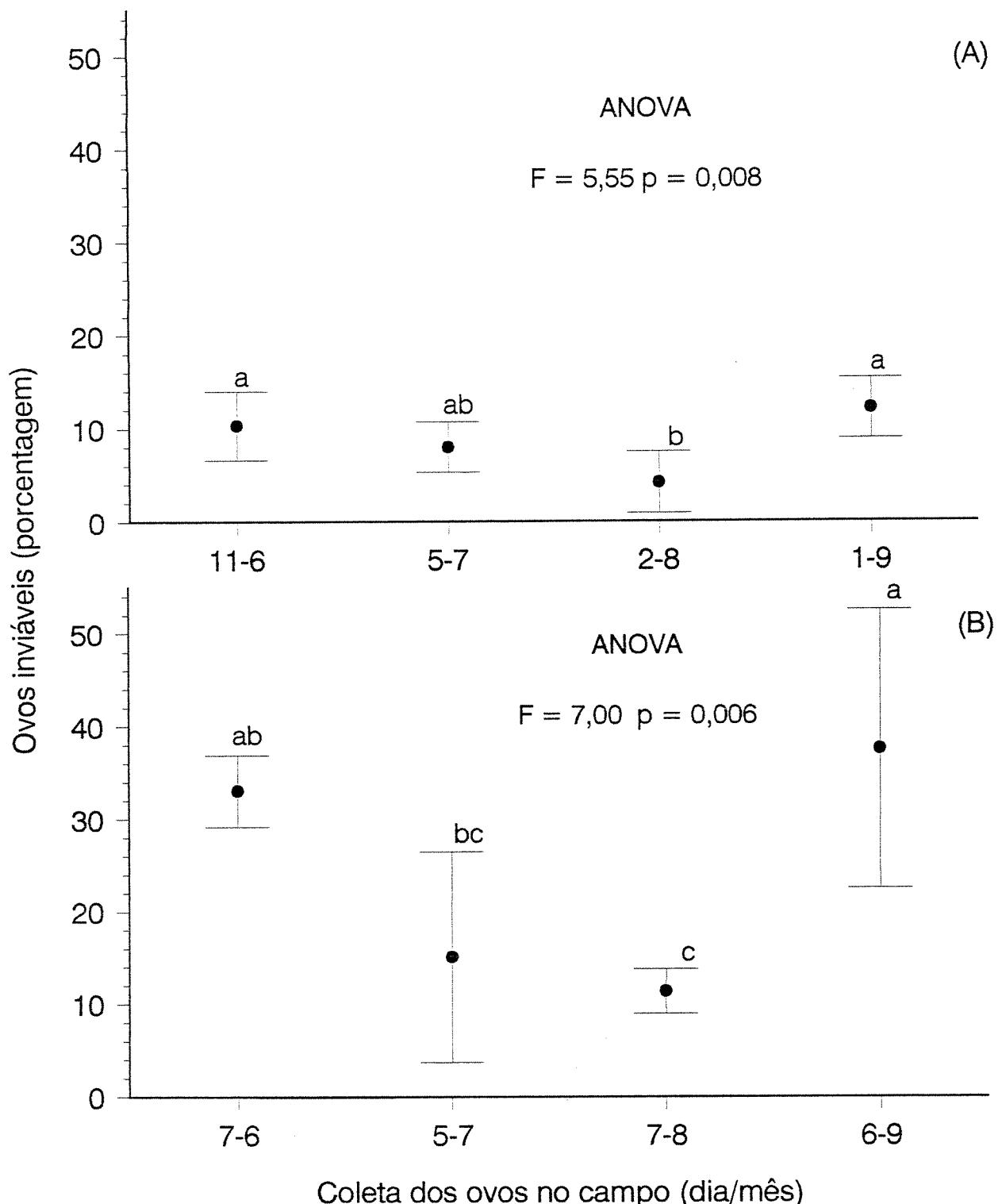


Figura 4.1. Efeito da estação seca na inviabilização (média ± desvio padrão) dos ovos diapáusicos de *Deois flavopicta* coletados no campo em diferentes épocas do ano e incubados em laboratório a 28°C e umidade de contato. (A) CAB Colégio Agrícola de Brasília 1990 (B) CAB 1991. Dados transformados por Arcoseno (proporção) para ANOVA e Teste de Tukey para comparação das médias ($p=0,05$).

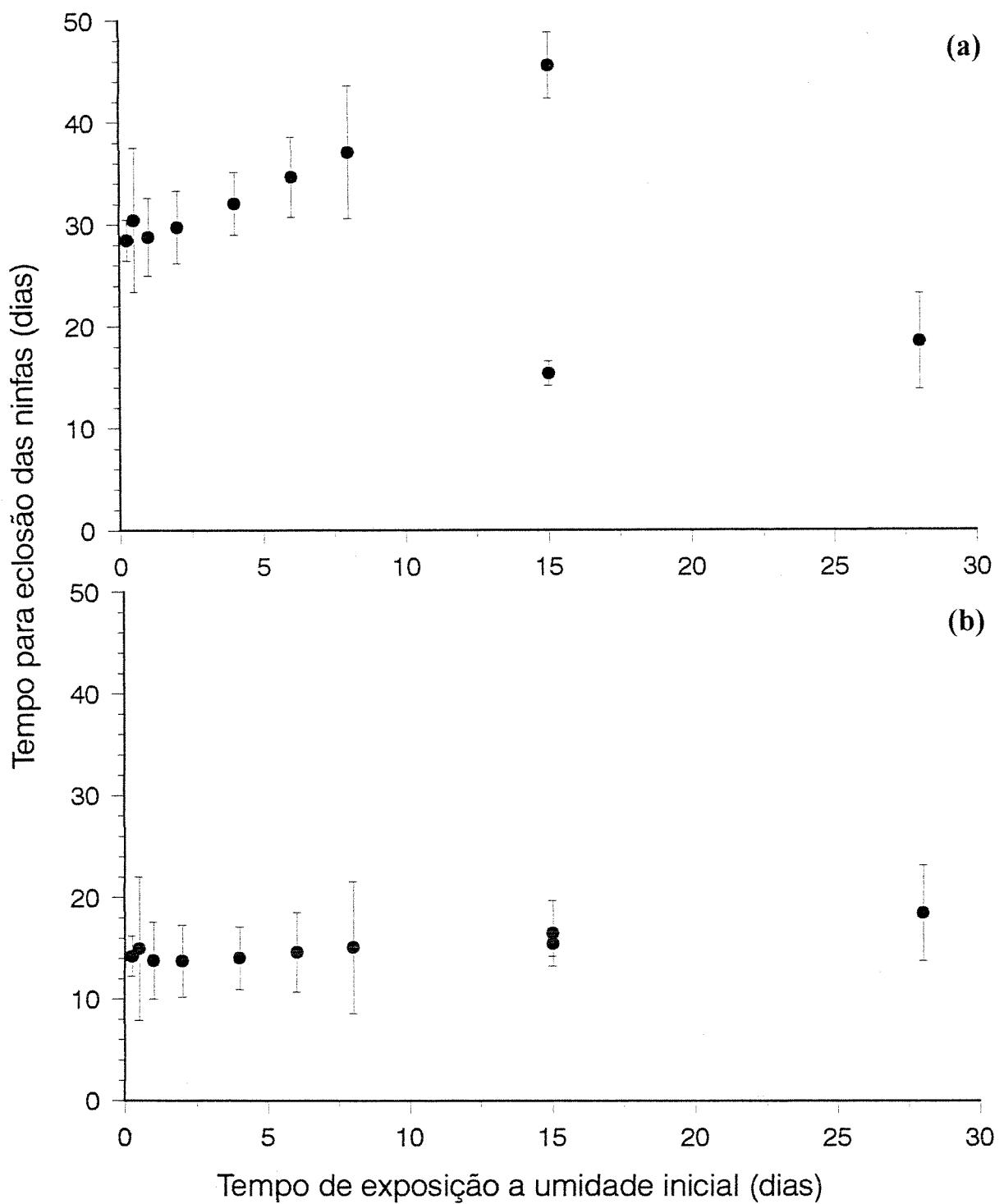


Figura 4.2. Tempo para eclosão das ninfas de *Deois flavopicta* expostos a umidade inicial ótima por períodos variáveis (Condição 1- tratamentos) seguida de estresse hídrico por 14 dias (Condição 2) e retornando a umidade ótima (Condição 3). (a) tempo total para eclosão das ninfas (Condição 1+2+3). (b) tempo para eclosão descontado o tempo dos tratamentos iniciais (Tempo total - Condição 1+2).

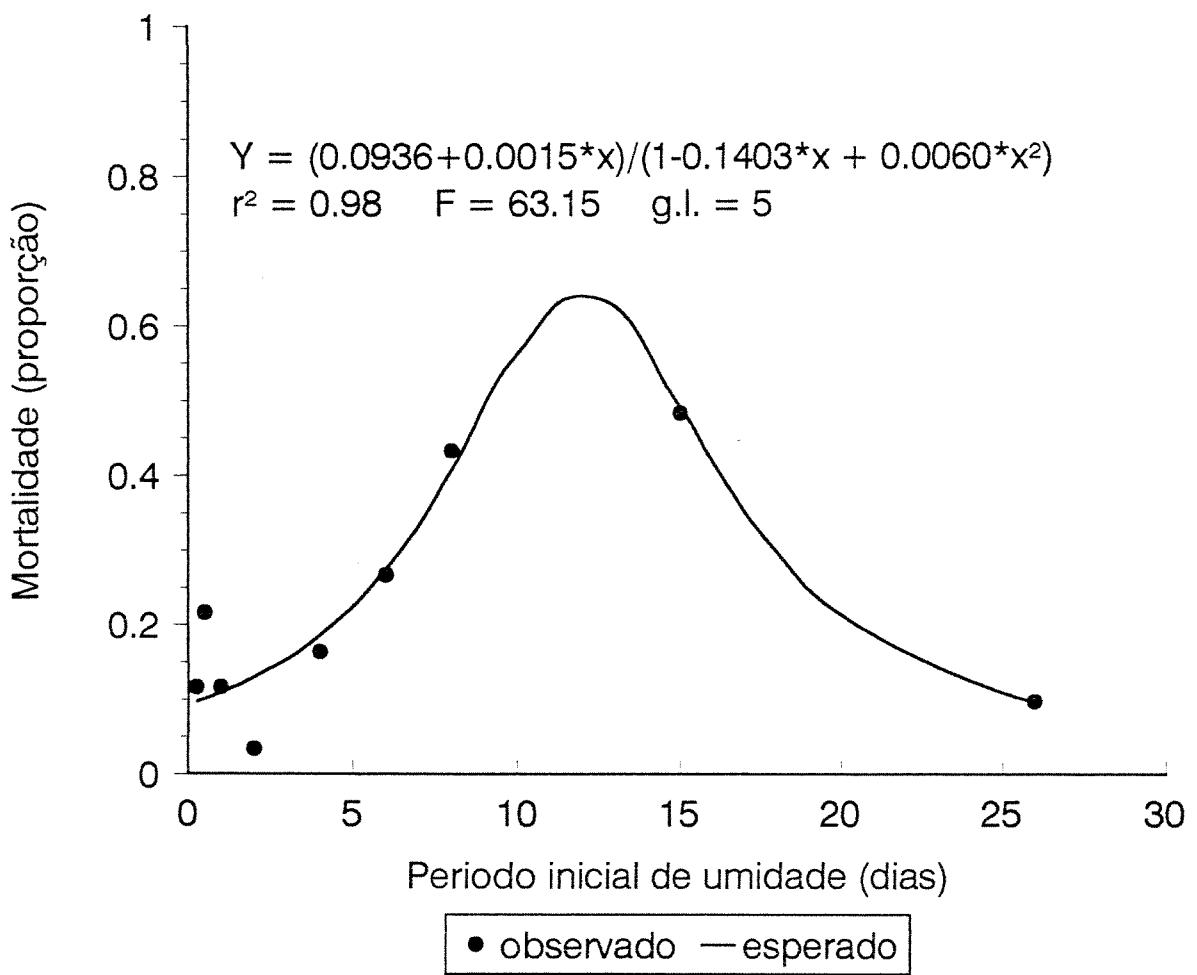


Figura 4.3. Mortalidade produzida por diferentes períodos iniciais de umidade seguidos de 14 dias de estresse hídrico em ovos pós-diapáusicos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*. Simulação de chuvas esparsas no início do pico populacional seguidas de veranico no campo.

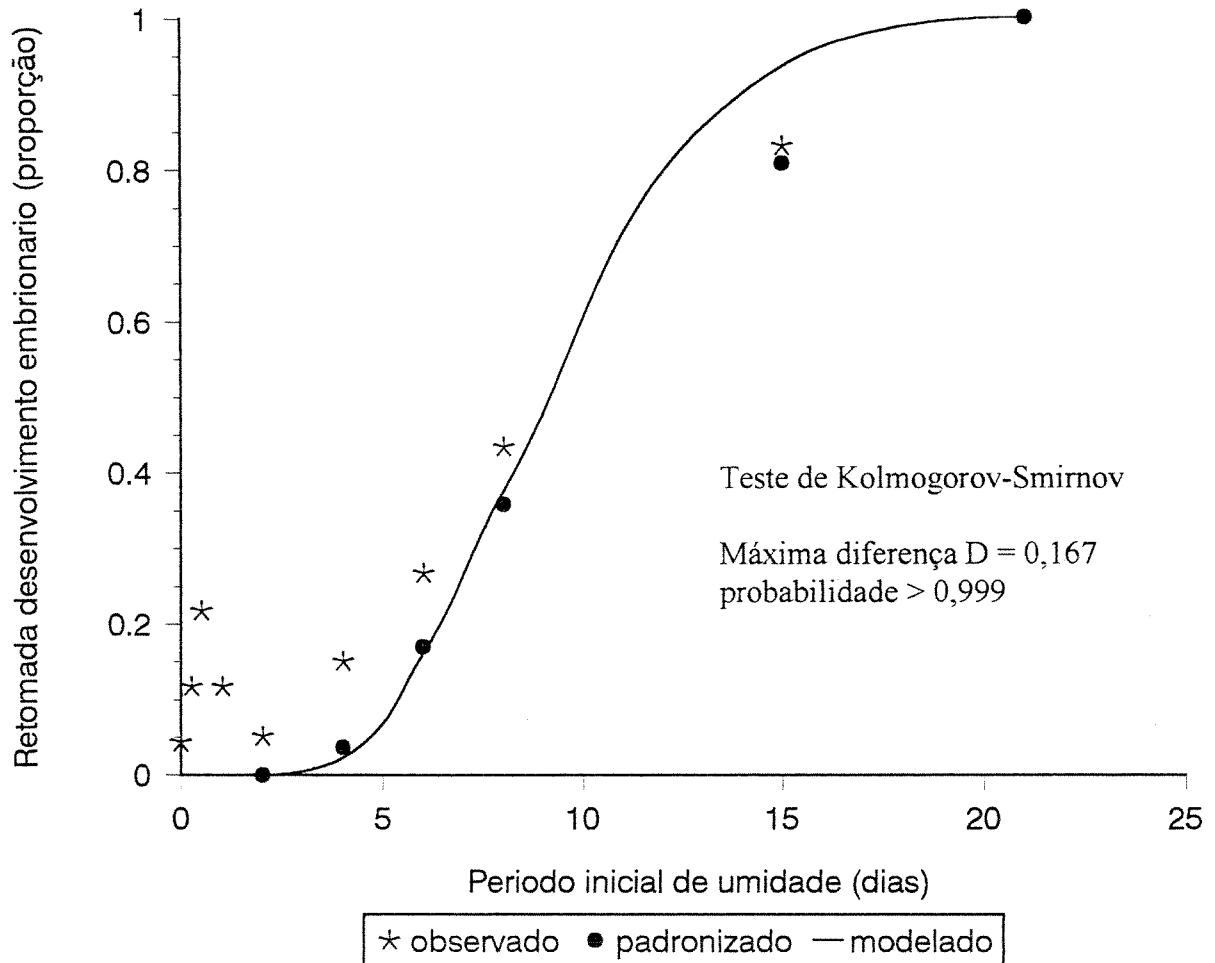


Figura 4.4. Padrão de eclosão de ninfas da cigarrinha-das-pastagens para diferentes períodos de exposição dos ovos a umidade de contato (100% de umidade). Modelo ajustado pela distribuição Beta, parâmetros $h = 1,465$ e $k = 2$.

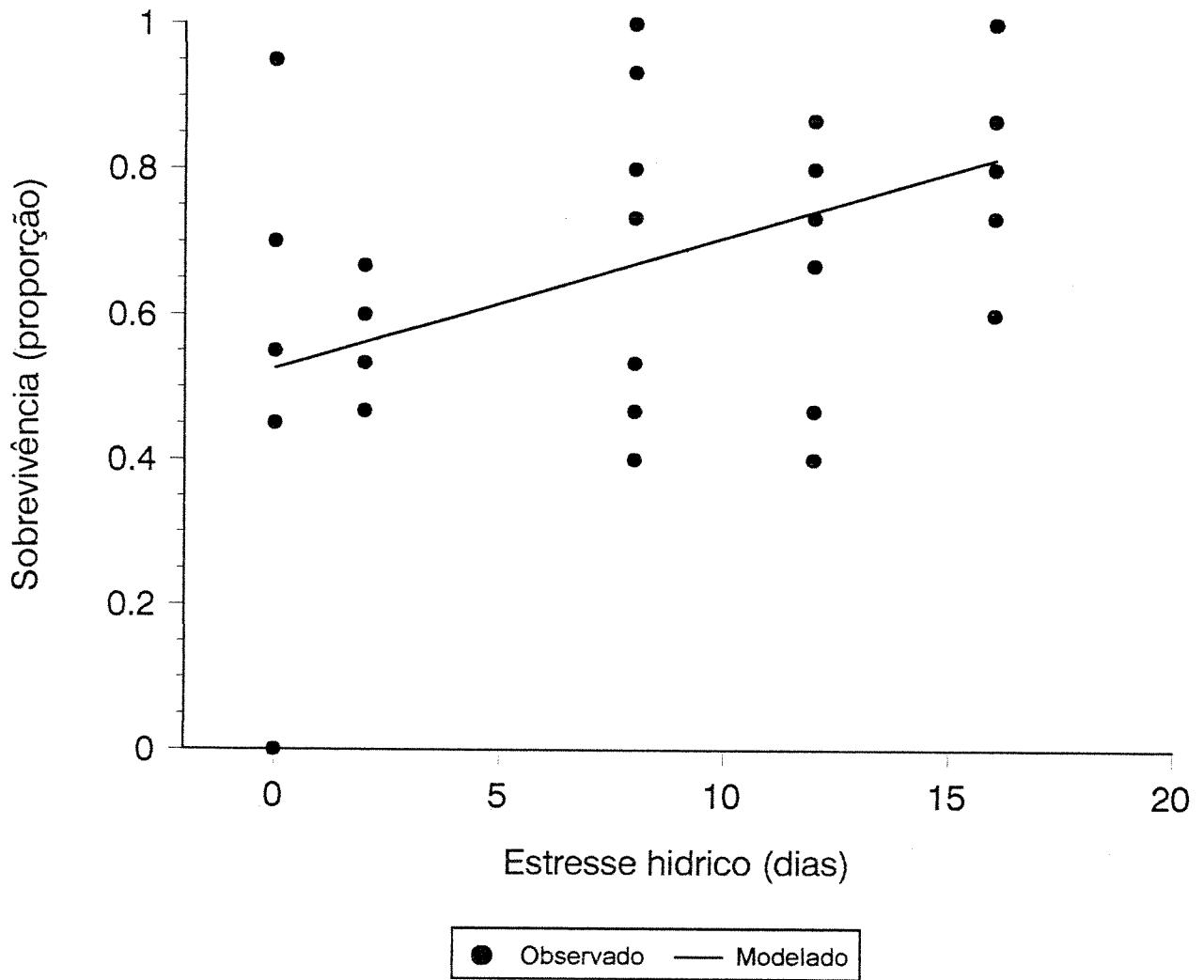


Figura 4.5. Mortalidade (média ± desvio padrão) produzida por diferentes períodos de estresse hídrico sobre ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninhas recém-eclodidas de *Deois flavopicta*.

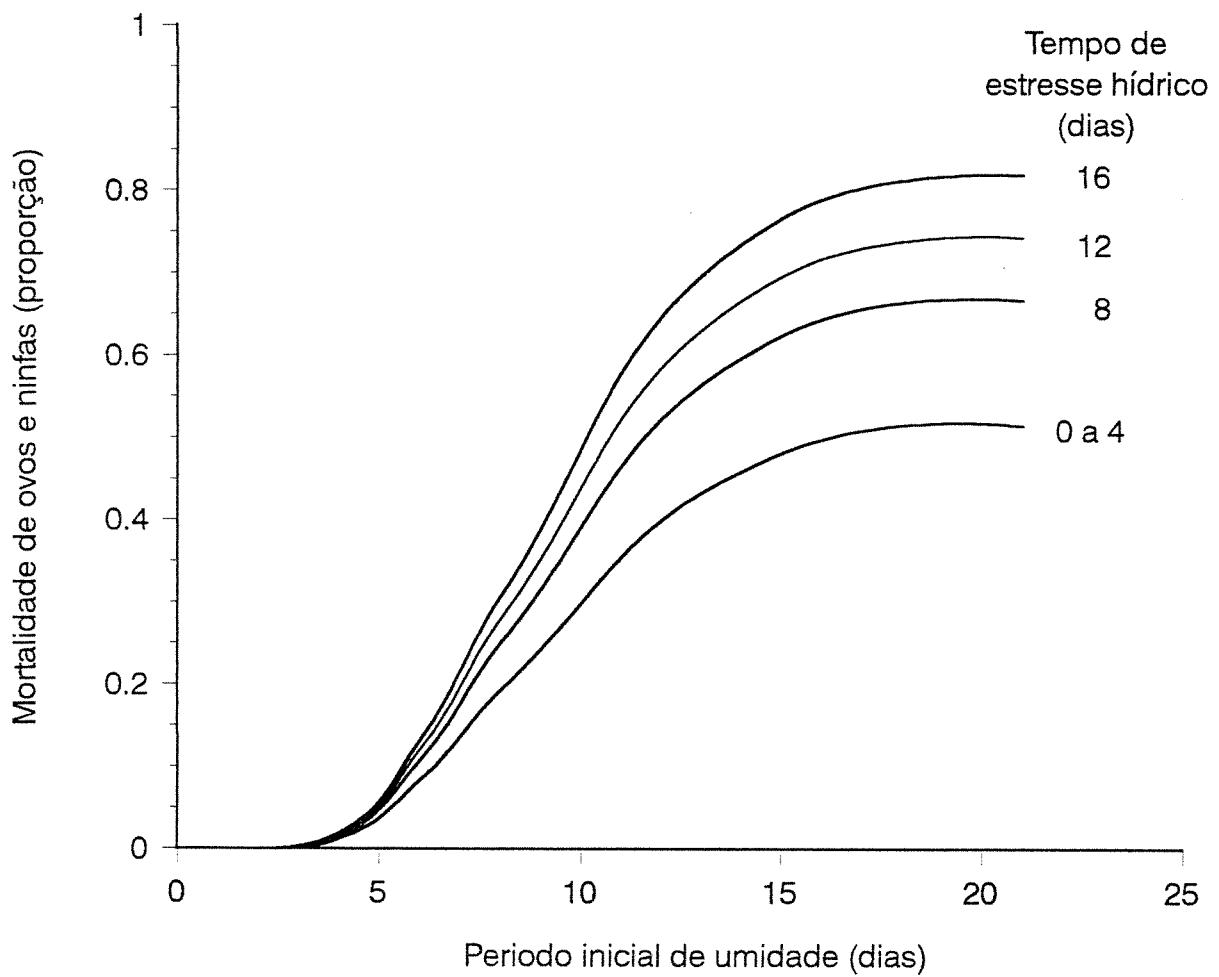


Figura 4.6. Mortalidade de ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninhas recém-emergidas de *Deois flavopicta*, devido a diferentes combinações de período inicial de umidade do solo, afetando a distribuição das eclosões, seguida de estresse hídrico produzido pela falta de chuvas dessecando os indivíduos.

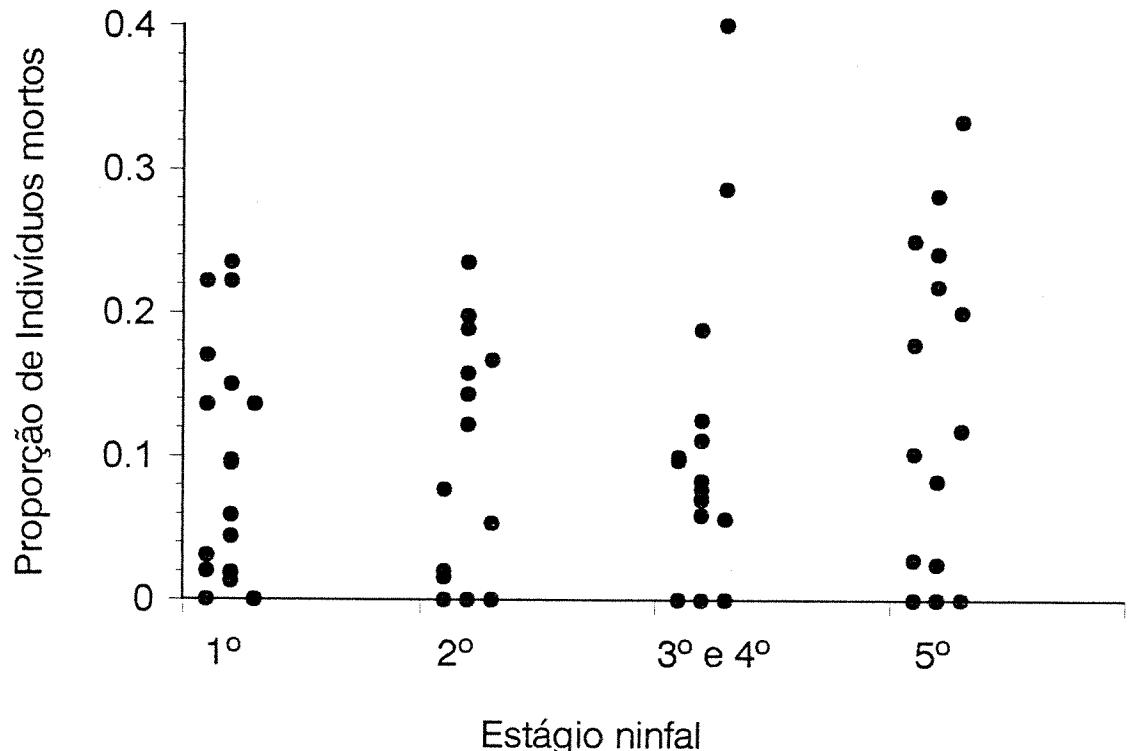


Figura 4.7. Taxas de mortalidade por estágio ninfal da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96. Cada ponto representa a mortalidade em uma parcela onde foi acompanhada uma coorte horizontal de ninfa a adulto. Para cada estágio ninfal, cada coluna de pontos se refere a 1°, 2° e 3° geração respectivamente.

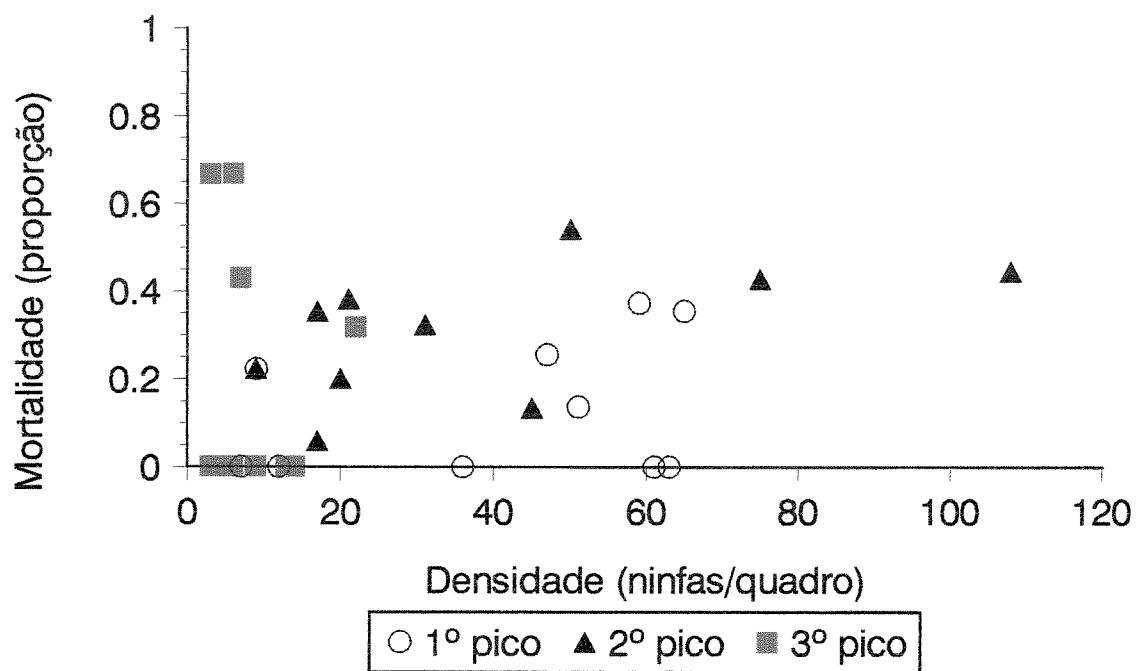


Figura 4.8. Relação entre a densidade de ninfas nas parcelas e a mortalidade observada na respectiva parcela durante a fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96

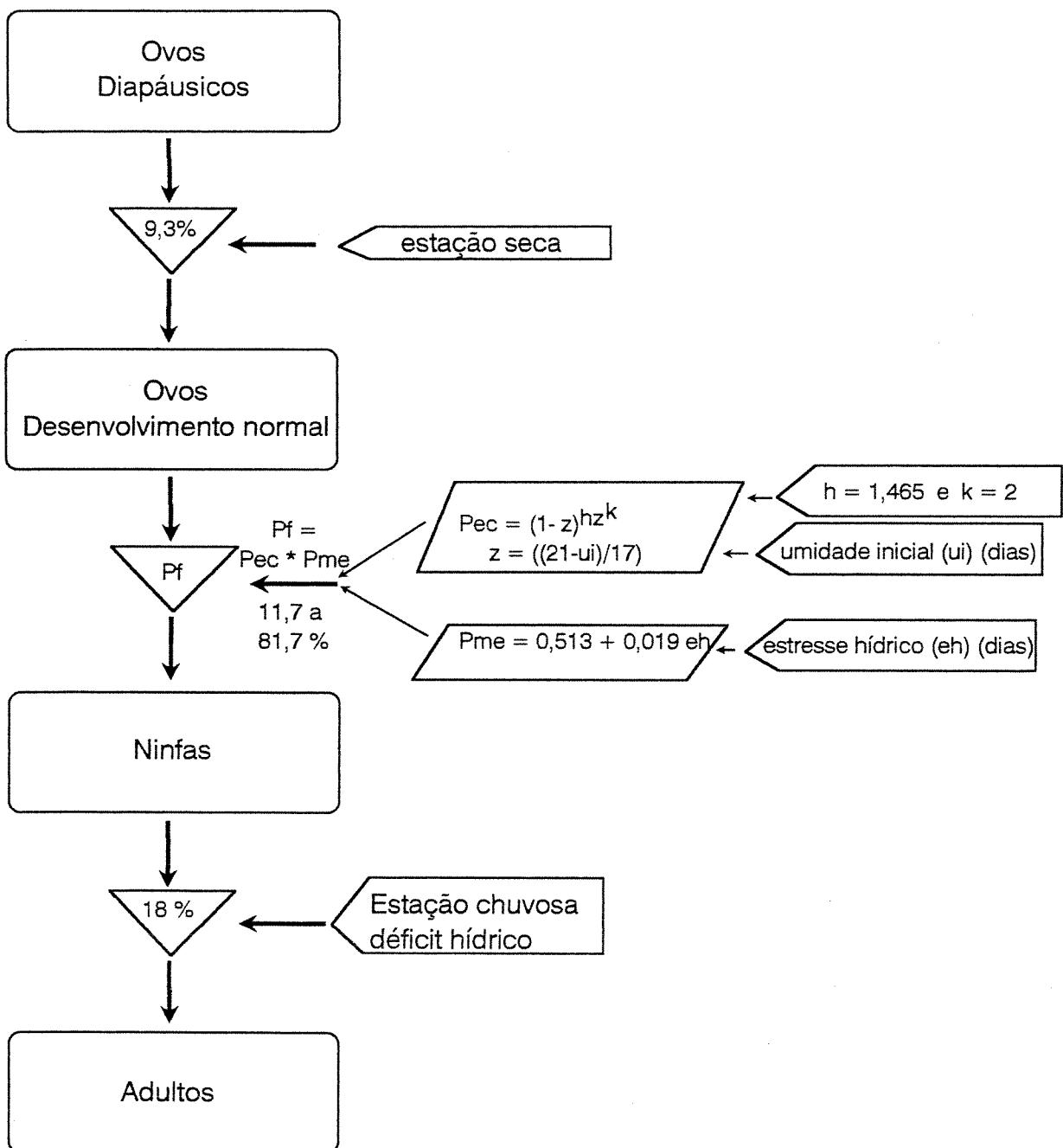


Figura 4.9. Modelo diagramático do impacto de variações meteorológicas na sobrevivência de diferentes estágios de desenvolvimento de *Deois flavopicta* na região do Distrito Federal.

5. Efeito de inimigos naturais na dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens.

RESUMO

A comunidade de predadores inespecíficos presentes nas pastagens foram capazes de produzir taxas de mortalidade capazes de alterar significativamente a densidade das populações de *D. flavopicta* nos estágios de ovo e ninfa. As taxas de mortalidade, apesar de apresentarem valores elevados, podendo reduzir em cerca de 60% população de ovos diapáusicos e entre 20 e 47% a população de ninfas, não se mostraram um fator dependente da densidade de cigarrinha. As taxas de mortalidade de ninfas devido a predação não foram diferentes durante o primeiro e segundo pico populacional. As taxas de mortalidade devido à predação observadas no terceiro pico populacional foram significativamente menores que nos picos anteriores e podem estar relacionados ao maior grau de agregação das ninfas proporcionando um refúgio, ou a fatores climáticos afetando a fenologia da planta e consequentemente os níveis tróficos superiores. Observações diretas da abundância e de interações predador-presa em pastagens sugere que as formigas sejam o grupo com maior potencial para produzir as taxas de mortalidade observadas. No entanto, somente estudos experimentais avaliando o impacto de espécies de formigas predadoras presentes nas pastagens poderão explicar as variações observadas. As taxas de mortalidade significativamente maiores, observadas quando ovos e ninfas de *D. flavopicta* foram expostos a ação de predadores, indica que este é um fator que determina a abundância de adultos e portanto as práticas culturais e o manejo da pastagem no sentido de desfavorecer a ocorrência desta comunidade de predadores pode resultar em densidades populacionais mais elevadas da cigarrinha.

Palavras-chave: Inseto, Homoptera, Cercopidae, inimigos naturais, dinâmica populacional, formigas.

INTRODUÇÃO

Durante as décadas de 60 e 70 foram introduzidas da África e através da Austrália, diversas espécies de gramíneas do gênero *Brachiaria* que, devido a sua resistência à seca e adaptação a solos distróficos, foram plantadas em extensas áreas desde a região Centro Sul até a região Norte do Brasil (Seiffert 1980). Estas plantas que não posuem característica de resistência a um grupo de espécies conhecida como cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) (Cosenza et al. 1989, Nilakhe 1987), constituiram-se em um novo habitat e um recurso alimentar praticamente ilimitado para estes insetos (Cosenza & Naves 1980). A colonização destas novas pastagens, associada a uma fenologia pré-adaptada às variações sazonais no clima e consequentemente ao ciclo da planta hospedeira, além da ausência de inimigos naturais, propiciou a ocorrência de frequentes explosões populacionais do inseto. A cigarrinha tornou-se a principal praga de pastagens cultivadas em várias regiões do Brasil. Os níveis populacionais da cigarrinha nestes ambientes passaram a ser controlados por variações meteorológicas, reguladores intrínsecos da própria população além dos padrões de crescimento da gramínea hospedeira (Menezes et al. 1983).

Passados mais de 30 anos desde a introdução e plantio extensivo da *Brachiaria*, outros grupos de animais, além da cigarrinha, colonizaram estes novos agroecossistemas constituindo uma comunidade mais estável e menos sujeitas a explosões populacionais frequentes da cigarrinha-das-pastagens. Diversas espécies de insetos, aranhas, nematóides e aves são citados na literatura como inimigos naturais da cigarrinha e prováveis agentes de controle biológico natural (Pires et al. 1993, Batista Filho 1988, Marques 1988, Carneiro 1988, Bueno 1987, Hewitt & Nilakhe 1986, Alves 1986, Carneiro 1984, Barbosa et al. 1984, Menezes et al. 1983, Botelho e

Sá 1980, Villacorta 1980, Cosenza e Naves 1980).

As baixas taxas de parasitismo (< 2%) produzidas por *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae) em ovos da cigarrinha, *Deoïs flavopicta* (Stal), trazidos do campo (Pires *et al.* 1993), além da baixa taxa de ocorrência de entomopatógenos e ausência de parasitismo em ninhas e adultos, observados em coletas sistemáticas (Sujii 1994) indicam que estes não são fatores determinantes da abundância da cigarrinha nas pastagens. Por outro lado, predadores como formigas (Hewitt & Nilakhe 1986) e *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) (Marques 1988) em algumas regiões são citadas como possíveis fatores de mortalidade capazes de alterar a densidade da cigarrinha no campo. Neste estudo foi avaliada a ocorrência de predadores e o impacto da predação na dinâmica populacional da cigarrinha em seus diversos estágios de desenvolvimento visando estimar as populações esperadas de adultos em cada pico populacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Predação de ovos diapáusicos durante a estação seca

No início do mês de junho de 1996 foram demarcados aleatoriamente, com estacas de madeira, 15 pontos em uma área de pastagens cultivada com *B. decumbens*, no CENARGEN - DF, para verificar a influência da predação na sobrevivência dos ovos no campo.

Uma tela de organza de 10X10 cm foi colocada sobre o solo próxima a cada estaca e grupos de ovos diapáusicos foram colocados sobre a tela, tanto a tela como os ovos recobertos com uma camada de aproximadamente 1 cm de solo. A tela tinha a função de marcar a posição dos ovos e alterar ao mínimo as características de permeabilidade e acesso de inimigos naturais

aos ovos. Foram distribuídos ao acaso 5 grupos de 100 ovos e 10 grupos de 50 ovos para testar o efeito da densidade e avaliar as taxas de remoção dos ovos por predadores.

As amostras de solo sobre a tela de organza foram recolhidas no dia 20 de setembro e os ovos presentes nas amostras foram coletados utilizando peneiramento do solo, flotação em solução saturada de NaCl e triagem das amostras em microscópio estereoscópico, conforme metodologia descrita por Sujii (1994). As taxas de desaparecimento dos ovos nas amostras com diferentes densidades foram comparadas por teste t (Wilkinson 1990)

Coorte horizontal de ninfa a adulto teneral

Um estudo preliminar para avaliar a viabilidade do método MLRM (Marcação, Liberação e Recaptura Modificada), para estimar as taxas de mortalidade de ninfas, foi desenvolvido no início de 1995 (2º pico populacional). O método consiste em acompanhar a população de ninfas em parcelas de 0,5 x 0,5 m demarcados ao acaso na área de pastagem no início de cada pico populacional. A posição das ninfas dentro da parcela foi demarcada pôr uma pequena estaca de madeira numerada. O estádio de desenvolvimento das ninfas foi determinado a partir de características morfológicas observadas em ninfas criadas anteriormente em laboratório e descritas por Sujii (1994) e Menezes *et al.* (1983). A posição e o desenvolvimento das ninfas foram anotadas durante visitas de observação feitas a intervalos que variaram entre 1 e 3 dias.

A partir dos dados obtidos em janeiro/fevereiro de 1995 esta metodologia básica foi adotada nas estações posteriores. Durante cada pico populacional entre outubro de 1995 e maio de 1996, um conjunto de 10 parcelas de 0,5 x 0,5 m e 10 parcelas protegidas com gaiolas

medindo 0,5 X 0,7 pôr 0,5 m de altura foram demarcadas ao acaso na área de pastagem de *B. ruziziensis* do CPAC. As gaiolas eram constituídas de madeira e recobertas com tecido telado (organza) e visavam a exclusão de predadores permitindo quantificar a mortalidade produzida pelas variações meteorológicas na área.. A posição das ninfas dentro de cada quadrat foi demarcada por uma pequena estaca de madeira numerada. Anotações sobre a posição e o desenvolvimento das ninfas foram feitas em visitas a intervalos que variaram entre 1 e 3 dias.

Estes dados permitiram estimar a taxa de mortalidade em cada ínstar. A partir desses dados foi construída a tabela de vida e traçada a curva de sobrevivência de ninfas de primeiro ínstar a adulto teneral, comparando as taxas de sobrevivência durante este estágio e em cada ínstar. O efeito da densidade dos indivíduos em cada parcela foi comparada com as taxas de mortalidade observadas dentro e entre os quadrats.

Observação direta de predação

Uma subpopulação de ninfas em diferentes estágios de desenvolvimento foi monitorada durante 5 dias a intervalos regulares de aproximadamente 12 horas, no início da manhã (7 horas) e no final da tarde (18 horas), visando observar se a predação produz um maior número de desaparecimentos de ninfas durante o dia ou a noite.

Baseado no estudo acima foram feitas obsevações diretas de predadores, presas e predação em transectos de 0,5 X 20 m marcados ao acaso na área. A marcação dos transectos era realizada com auxilio de estacas e uma linha de nylón e os transectos foram inspecionados em diferentes horários visando cobrir todo o período do dia. Durante o levantamento, todas as presas e predadores avistados dentro do transecto eram anotados e os predadores eram seguidos por 5

minutos. Caso ocorresse algum ataque à cigarrinha neste período ambos eram imediatamente coletados. Insetos desconhecidos e predadores que já estivessem carregando presas também eram coletados para identificação. Os exemplares de insetos capturados predando cigarrinhas foram enviados para identificação na UNICAMP (Dr. Paulo Oliveira, Inara Leal e Marcio Pie), CEPEC/CEPLAC (Dr. Jacques Delabie) e UnB (Dra. Helena Castanheira).

Formigas como agentes de controle biológico natural

Os levantamentos da entomofauna local e as observações diretas mostraram que Formicidae foi, entre os predadores que ocorrem na área, o grupo mais abundante e potencialmente um agente de controle biológico natural importante na dinâmica populacional da cigarrinha. Assim, foi montado um “grid” de 30X30 m, de iscas de sardinha colocadas em placas de Petri distantes 5X5 m entre si, para coleta e identificação das formigas que poderiam ser potencialmente predadoras de ninfas e a localização de seus ninhos.

Estudos sobre horário de patrulhamento face às diferentes condições ambientais (luz, temperatura, chuvas), relações inter-específicas e composição da dieta alimentar, foram conduzidos a partir da observação de ninhos de *Pachycondyla obscuricornis* Emery (Formicidae: Ponerinae) permitindo uma melhor compreensão do papel desta espécie na regulação populacional da cigarrinha-das-pastagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de predação na sobrevivência de ovos diapáusicos durante a estação seca

A avaliação da remoção de ovos diapáusicos durante a estação seca pela ação de

predadores apresentou taxas de recuperação de ovos semelhantes nos conjuntos com 50 e 100 ovos por amostra. As taxas foram respectivamente de $40,0 \pm 26,1$ e $37,2 \pm 19,6\%$, não diferindo significativamente ($p < 0,05$). Estes dados se assemelham a aqueles observados por Hewitt (1986) e evidenciam a importância de predadores, principalmente formigas, como fator de mortalidade na dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens. Aparentemente em pastagens estabelecidas e sem práticas que causem perturbações de grande escala como incêndios ou gradagens frequentes estas taxas são bastante semelhantes para diferentes anos ou áreas na região de cerrados.

Sobrevida em coortes horizontais de ninfa a adulto teneral

No ano de 1994/95, o acompanhamento individual de 136 ninfas em 7 quadrats na forma de uma coorte horizontal permitiu a construção de curvas de sobrevida para diferentes densidades populacionais de ninfas observadas (Figura 5.1). Estes dados iniciais mostraram a viabilidade do método para avaliar as taxas de mortalidade de populações da cigarrinha nos estágios de ninfas de primeiro instar a adultos tenerais.

Não foi observada qualquer correlação entre as taxas de mortalidade e a densidade de ninfas nos diferentes quadrats. Estes dados sugerem que os fatores de mortalidade, possivelmente, não são dependentes da densidade das ninfas de cigarrinha. Por outro lado, foi observado um aumento na variabilidade das taxas de mortalidade em função do crescimento das ninfas, sugerindo que ninfas maiores estejam sujeitas a outros fatores de mortalidade que as ninfas menores, e que estes fatores atuem de modo diferenciado em diferentes sub-populações. A taxa de sobrevida média em toda a coorte acompanhada foi de $28,16 \pm 14,10\%$.

No ano agrícola de 1995/96, as chuvas ocorreram de forma bem distribuída, impedindo períodos prolongados de altas temperaturas ($>$ que 30°C) e baixa umidade do ar durante a maior parte da estação chuvosa (a não ser nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro onde ocorreram períodos de até 12 dias sem chuvas na área). Esta condição climática parece ter favorecido a sobrevivência das ninfas produzindo densidades elevadas. A densidade média de ninfas na área foi de aproximadamente 40, 60 e 20 indivíduos/m² durante os três picos populacionais respectivamente, chegando a alcançar mais de 200 indivíduos/m² nos sítios de agregação do inseto durante o segundo pico populacional.

Neste ano, foram observadas 1562 ninfas (888 nas gaiolas e 674 nos quadros sem gaiolas) em uma coorte horizontal nos quadrats cuja densidade variou entre 3 e 108 ninfas (equivalentes a 12 e 432 indivíduos/m²). Destas, 928 indivíduos alcançaram o estágio adulto (664 nas gaiolas e 264 nos quadros sem gaiola). A razão sexual calculada por:

$$\sum \text{fêmeas} * (\sum \text{machos e fêmeas})^{-1}$$

variou de 0,47 nas parcelas sem gaiola e 0,50 nas parcelas com gaiolas.

O acompanhamento de coortes horizontais, durante os anos de 1995/96 no CPAC e 1996/97 na Granja do Torto, permitiu a construção de tabelas de vida da fase ninfal para cada parcela e em cada pico populacional (Anexo 1). As taxas de sobrevivência foram mais altas nos quadros protegidos com gaiolas quando comparados aos quadros sem gaiolas nos quais as ninfas ficaram expostas, tanto a ação de predadores como aos fatores climáticos (Figura 5.2). A análise de variância seguida do teste de comparação das médias mostrou que as taxas de sobrevivência nos quadros protegidos com gaiolas não diferiram entre si nos três picos populacionais e que as mesmas foram significativamente mais altas do que os quadros sem gaiolas no primeiro e

segundo picos populacionais (Tabela 5.1). A taxa de sobrevivência mais alta observada no terceiro pico populacional pode ser devida à diferenças na fenologia de predadores não específicos da cigarrinha, face às alterações sazonais do ambiente ou a alteração no padrão de distribuição espacial devido a diferença nas densidades das populações de *D. flavopicta* observadas. Comparações entre curvas de sobrevivência de populações de segundo pico populacional em diferentes anos e densidades mostra que o padrão se mantém semelhante (Figura 5.3) sugerindo que a taxa de mortalidade produzida pela predação não varie significativamente para pastagens com sistemas de manejo de baixa perturbação.

Comparando as taxas de mortalidade pôr estágio de desenvolvimento ninfal pode-se observar que não ocorre nenhum tipo de padrão e que a taxa de mortalidade se mantém constante em diferentes picos populacionais e estágios ninfais tanto em populações protegidas como expostas à predação (Figura 5.4a e b).

Foi observada uma correlação significativa entre a densidade de ninfas nas parcelas amostrais e a taxa de mortalidade total, no respectivo quadro, nos tratamentos sem gaiola considerando os 3 picos populacionais, (Coeficiente de Pearson $r = 0,525$ $p=0,003$) (Figura 5.5.a), enquanto que a correlação não foi significativa nos tratamentos com gaiola (Coeficiente de Pearson $r = 0,305$ $p=0,108$) (Figura 5.5.b). Estes dados sugerem que a predação poderia estar ocorrendo de modo densidade-dependente, e que esta poderia influenciar na regulação populacional do inseto. No entanto, a correlação considerando apenas cada pico populacional independentemente (Tabela 5.2) mostra que não há correlação significativa entre a densidade de ninfas e a taxa de mortalidade observada em cada quadrat. A comparação entre as taxas de mortalidade observadas (médias e faixa de variação) em relação ao padrão de distribuição

espacial utilizando o índice de Morisita revela uma correlação negativa (Pearson $r = -0,91$ $p=0,09$) entre o grau de agregação da população de ninfas de cigarrinha com a mortalidade causada por predadores, além de uma menor faixa de variação (Figura 5.6). Esse resultado sugere que as baixas densidades associadas a um elevado índice de agregação permitiriam que sub-populações de ninfas se refugiassem da ação de predadores que patrulham a área ao acaso, enquanto que densidades elevadas tenderiam a reduzir a distância média entre as manchas de ninfas na área aumentando a taxa de encontro ao acaso com predadores e produzindo taxas de mortalidade mais elevadas e menos variáveis (Begon & Mortimer 1986).

A predação parece ter um papel significativo na dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, embora não tenha sido observada uma relação densidade-dependente significativa deste fator de mortalidade com a densidade de ninfas no campo.

Observação direta de predação em comunidades de insetos em uma pastagem

O acompanhamento de 46 ninfas distribuídas em estágios que variaram de segundo a quinto ínstar mostrou predominância dos desaparecimentos durante o dia (62%) sendo que não houve predominância de desaparecimento de qualquer estágio. As taxas de desaparecimento por estágio aparentemente estão relacionadas a abundância relativa do estágio.

Baseado neste estudo preliminar foram realizados 9 levantamentos em diferentes horários. Apenas 1 foi realizado durante a noite (20:00 às 21:00 h) e outro ao por do sol (18:00 às 19:00 h), todos os outros levantamentos foram distribuídos em diferentes horários, entre 7:00 e 18:00 h visando cobrir o período diurno.

A avaliação da comunidade de presas potenciais (herbívoros e detritívoros) observada

nos transectos mostra que a cigarrinha-das-pastagens, *D. flavopicta*, foi a população mais abundante em número de indivíduos e possivelmente a presa mais comum em termos de macrofauna de herbívoros (Figura 5.7). A avaliação dos predadores presentes nos transectos mostra que aranhas e formigas foram os grupos mais abundantes, sendo que as formigas pequenas como *Pheidole*, *Conomyrma* e *Mycocepurus* tiveram o seu número sub-estimado devido ao grande número em que costumam ocorrer devido ao comportamento de recrutamento para forrageamento (Figura 5.8).

Um desenho esquemático dos estágios de desenvolvimento da cigarrinha-das-pastagens e os predadores associados a cada estágio é apresentado na Figura 5.9. Estes resultados sugerem que não existe uma espécie ou grupo de predadores que isoladamente seja capaz de produzir os níveis de mortalidade por predação observados no acompanhamento de coortes horizontais de ninhas. Aparentemente a comunidade de predadores inespecíficos presentes na área, com destaque para as formigas, atuam sobre os diferentes estágios de desenvolvimento da cigarrinha produzindo o padrão observado nas diferentes épocas do ano.

Potencial de formigas como um agente de controle biológico natural

Observações diretas de predação na área mostraram que o grupo mais abundante e que poderia influir na dinâmica populacional da cigarrinha foram as formigas. Indivíduos dos gêneros: *Pachycondyla*, *Camponotus*, *Ectatoma*, *Pheidole*, *Conomyrma*, *Labidus* e *Crematogaster* foram observados na área carregando ninhas de cigarrinhas.

Pachycondyla obscuricornis se destaca neste grupo por ter apresentado a capacidade de reconhecer ninhas como presas e capturá-las dentro das espumas. Esta formiga apresenta

coloração negra com cerca de 12 mm de comprimento, possui hábito de patrulhamento e caça individual e deslocamento rápido. Não foi observado comportamento agonístico na defesa de território em relação à mesma espécie ou outras espécies. A utilização de íscas de sardinha para localizar ninhos e as distâncias patrulhadas por *P. obscuricornis* mostraram diferentes ninhos da mesma espécie a distâncias inferiores a 1 metro um do outro (Figura 5.10). Esta característica é bastante desejável em um agente de controle biológico, pois a competição entre os indivíduos é por exploração e a distribuição dos ninhos é limitado apenas pela disponibilidade de alimento.

A observação na entrada dos ninhos mostrou que as formigas de cada colônia podem remover quantidades que variam de 30 a 61 ninfas/dia, no período entre 9 e 12 h, quando a densidade de cigarrinhas no campo estava em torno de 55 ninfas/m². A avaliação da diversidade de presas capturadas mostrou que a cigarrinha representou cerca de 63,6% da composição alimentar no início da infestação e alcançou 93,7% quando a densidade da cigarrinha atingiu o pico populacional com a densidade acima citada (Figura 5.11).

A distribuição do tamanho das presas capturadas parece estar relacionada com a disponibilidade de presas na área, sugerindo que a captura ocorre ao acaso, independente de escolha por presas maiores ($X^2 = 6,96$ p > 0,05).

Apesar destas formigas patrulharem a distâncias superiores a 10 m, a presença de ninfas próximas aos ninhos sugere que a interação entre as espécies não é estreita o suficiente para permitir a coleta sistemática de todas as presas disponíveis em torno dos mesmos.

Aparentemente o estímulo à coleta da presa é visual e iniciado pela percepção do movimento da ninfa dentro da espuma e não apenas pelo encontro com a espuma. Observações de formigas encontrando espumas e não as vasculhando em busca da ninfa apóiam esta hipótese.

A presença de ninfas próximas aos ninhos nos leva a acreditar que a imagem de procura das presas não está bem definida para *P. obscuricornis* e que a interação com *D. flavopicta* não seja estreita o suficiente, para caracterizar um nível de especialização que poderia levar a regulação populacional da presa.

CONCLUSÕES

A comunidade de predadores inespecíficos presentes nas pastagens foram capazes de produzir taxas de mortalidade capazes de alterar significativamente a densidade das populações de *D. flavopicta* nos estágios de ovo e ninfa. Não foi possível relacionar as variações nas taxas de mortalidade com a densidade de cigarrinhas nas áreas estudadas.

As taxas de mortalidade de ninfas devido a predação não foram diferentes durante o primeiro e segundo pico populacional e foram significativamente maiores que no terceiro pico populacional. Estas diferenças podem estar relacionados ao maior grau de agregação das ninfas proporcionando um refúgio ou a fatores climáticos afetando a fenologia da planta e consequentemente os níveis tróficos superiores.

Observações diretas da abundância de predadores e presas além da ocorrência de predação nos diferentes estágios de *D. flavopicta* sugerem que as formigas são o grupo com maior potencial para produzir as taxas de mortalidade observadas. No entanto, somente estudos experimentais avaliando o impacto de espécies predadoras de formigas presentes nas pastagens poderão explicar as variações observadas.

A ausência de uma relação de densidade dependência constatada no presente trabalho sugere a ausência de predadores especializados em níveis populacionais capazes de regular a

população de *D. flavopicta*. No entanto, a exposição de ovos e ninfas a predadores inespecíficos produziu taxas significativamente maiores de mortalidade. Isto indica que predadores determinam a abundância de adultos e portanto, as práticas culturais e o manejo da pastagem devem ser planejadas considerando o efeito sobre a predação. O manejo incorreto da pastagem pode desfavorecer a ocorrência da comunidade de predadores e pode resultar em densidades populacionais nais elevadas da cigarrinha. O efeito de como as taxas de predação nos estágios de ovo e ninfa contribuem para a determinação da curva de sobrevivência e o tamanho das populações esperadas de adultos é apresentado esquematicamente na Figura 5.12.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, S.B. 1986. Controle biológico de pragas de pastagens. In: Peixoto, A.M, J.C. Moura & V.P. de Faria. ed. Pastagens: fundamentos da exploração racional. FEALQ, Piracicaba, p.387-408.
- Barbosa, F.R., W.M. Moreira & C. Czepack. 1984. *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill: Promissor agente de controle biológico para a cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stal, 1854). EMGOPA, Goiânia, 17 p. (EMGOPA-DDI. Boletim de pesquisa, 2).
- Batista Filho, A. 1988. Cigarrinha das pastagens. In: CRUZ, B.P.B. ed. Pragas das culturas e controle biológico. Fundação Cargil, Campinas, p.78-87
- Begon, M & M. Mortimer 1986. Population ecology: a unified study of animals and plants. 2nd ed., Blackwell, Oxford, 220 p.
- Botelho, W. & J.L.C. de Sá. 1980. Ocorrência de mosca sírfida *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) predando ninfas de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) e alguns dados biológicos observados. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.17-22.
- Bueno, V.H.P. 1987. Aspectos biológicos e ritmo diário das atividades de *Porasilius barbiellinii* predador da cigarrinha-das-pastagens. Pesq. Agrop. Bras. 22(9/10):903-915.
- Carneiro, M. F. 1988. Eficiência de diferentes cepas de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Deois flavopicta*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 23(7):685-689.
- Carneiro, M.F. 1984. Ocorrência de nematóides parasitando ninfas de *Deois flavopicta* no município de Goiânia, Goiás. EMGOPA, Goiânia, Pesquisa em Andamento, 9, 5p.

- Cosenza, G.W. & M.A. Naves. 1980. O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasilia, 4 p. (EMBRAPA/CPAC, Comunicado Técnico, 6).
- Cosenza, G.W., R.P. de Andrade, D.T. Gomes & C.M.C. da Rocha. 1989. Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 24(8):961-968.
- Hewitt, G.B. 1986. Environmental factors affecting spittlebug egg survival during the dry season in Central Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 21(1):1237-1243.
- Hewitt, G.B. & S.S. Nilakhe. 1986. Environmental factors affecting the survival of eggs and early instar nymphs of spittlebugs *Zulia entreriana* and *Deois flavopicta* during the rainy season in central Brazil, *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 15(1):61-76.
- Marques, I.M.R. 1988. Distribuição de *Salpingogaster nigra* Schiner, 1868 (Diptera: Syrphidae) predador específico de ninfas de cigarrinhas da raiz, (Homoptera: Cercopidae) em algumas regiões do Brasil. *An. Soc. Ent. Brasil* 17(sup.):67-74.
- 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. CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 33 p.
- Nilakhe, S.S. 1987. Evaluation of grasses for resistance to spittlebug. *Pesq. Agrop. Bras.* 22(8): 767-783.
- Pires C.S.S., E.M.G. Fontes, E.R. Sujii, H.M.C. Fernandes, & D.F. Gomes. 1993. Ocorrência de *Anagrus* sp. (Homoptera: Mymaridae) parasitando ovos de *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) em Pastagens do Brasil Central. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 22(2):411-413.

- Sujii, E. R. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas, SP, Tese de Mestrado, 77 p.
- Villacorta, A. 1980. Susceptibilidade de ninfas de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) a diferentes isolamentos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 9(1):33-38.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanston, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

TABELA 5.1. Taxas de mortalidade (proporção) de coortes da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* observadas em parcelas, durante a estação chuvosa de 1995/96 e 1996/96 em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no Distrito Federal.

Mortalidade de ninfas (proporção)						
Pico pop.	Gaiola média±d.padrão(n)	Tukey ¹	Sem Gaiola média±d.padrão(n)	Tukey	t Test	
1º/1995	0.134±0.156(10) ²	a	0.571±0.219(10)	ab	t = 5.147	p<0.001
2º/1995	0.308±0.152(10)	a	0.650±0.093(10)	a	t = 6.092	p<0.001
3º/1995	0.157±0.252(09)	a	0.384±0.197(10)	b	t = 2.206	p=0.004
2º/1996	0.138±0.105(05)	a	0.643±0.136(05)	ab	t = 6.565	p<0.001
ANOVA	F = 1.897 p=0.151		F = 4.260 p = 0.012			

¹ Teste de Tukey para comparação de médias, Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (p > 0,05)

² Dados transformados pela função arcsen para análise

TABELA 5.2. Coeficiente de Correlação de Pearson entre a densidade e taxa de mortalidade observada em cada quadrat durante os picos populacionais da cigarrinha-das-pastagens, *Deois Flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) no ano de 1995/96 no Distrito Federal.

Pico populacional	Ninfas	
	Gaiolas	Sem Gaiolas
1º	$r = 0.334$ $p = 0.345$	$r = 0.623$ $p = 0.054$
2º	$r = 0.537$ $p = 0.110$	$r = 0.510$ $p = 0.132$
3º	$r = 0.054$ $p = 0.889$	$r = -0.627$ $p = 0.053$

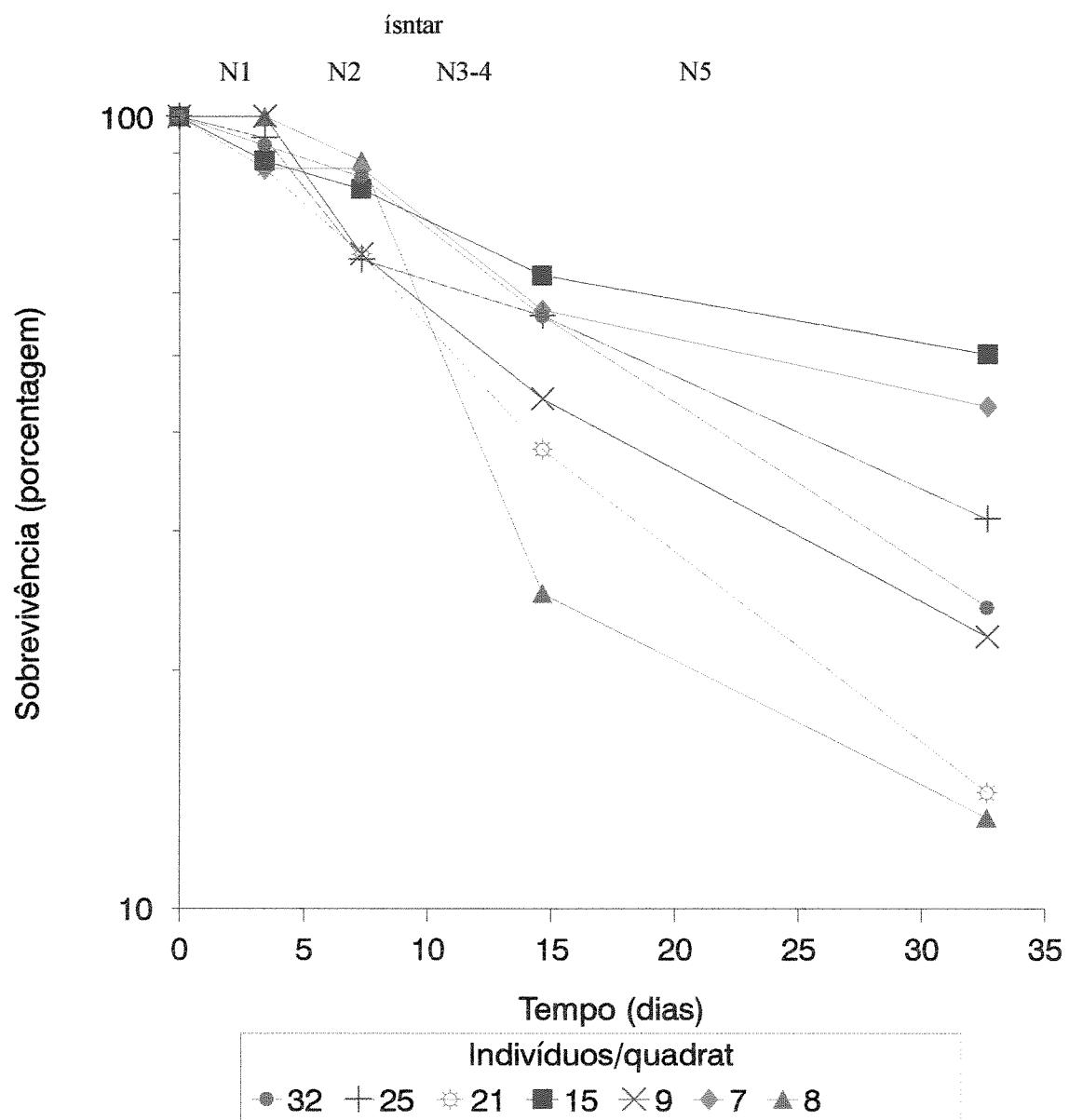


Figura 5.1. Curva de sobrevivência para coortes de ninfas de *Deois flavopicta* sob diferentes densidades populacionais em quadrats de 0,6 X 0,6 m, em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no Distrito Federal.

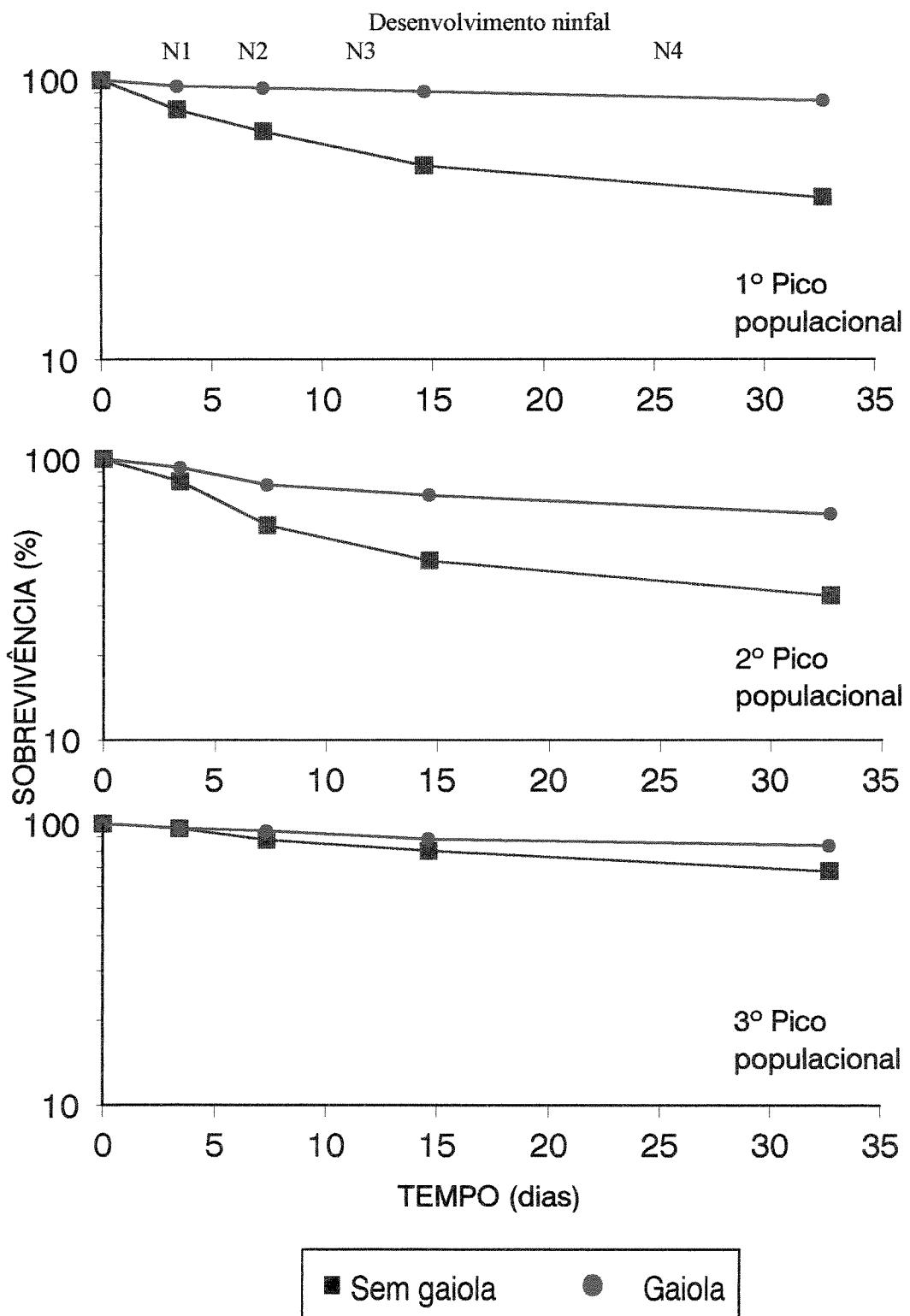


Figura 5.2. Curva de sobrevivência da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96

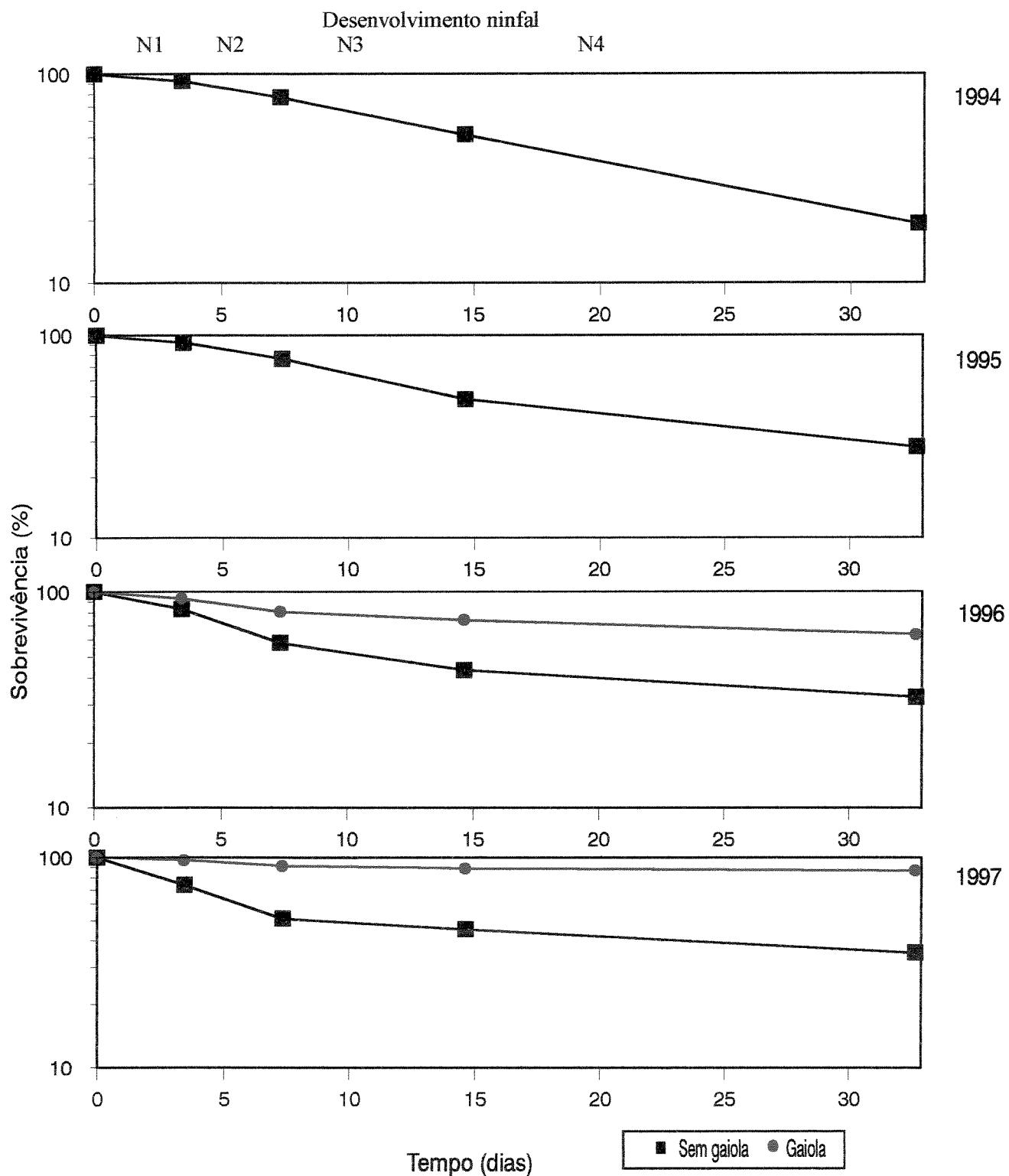


Figura 5.3. Curva de sobrevivência da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal entre 1994 e 1997

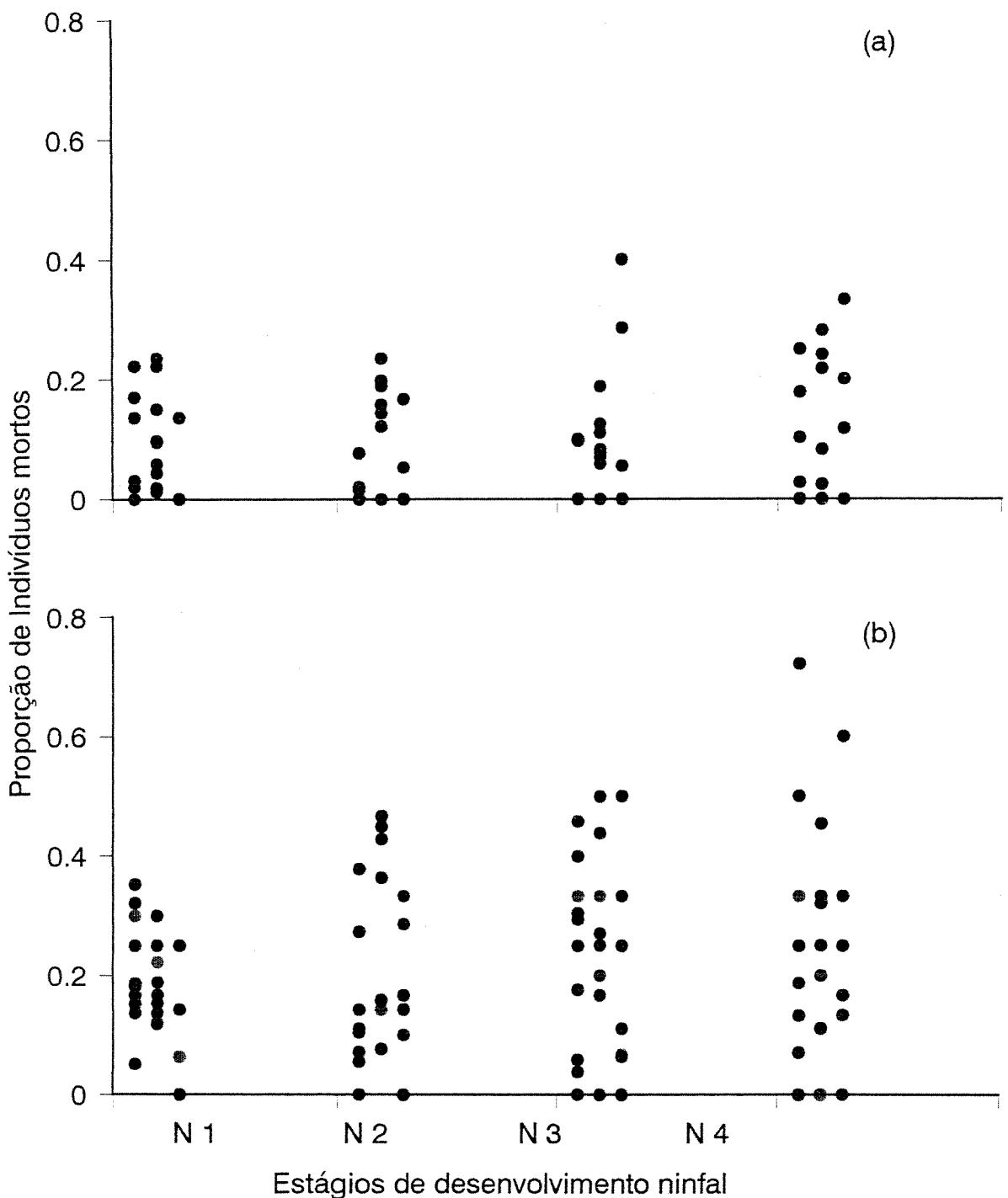


Figura 5.4. Taxas de mortalidade por estágio ninfal da fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96. Cada ponto representa a mortalidade em uma parcela onde foi acompanhada uma coorte horizontal de ninfa a adulto. Para cada estágio de desenvolvimento cada coluna de pontos se refere a 1º, 2º e 3º geração respectivamente. (a) parcelas com gaiolas, (b) parcelas sem gaiolas.

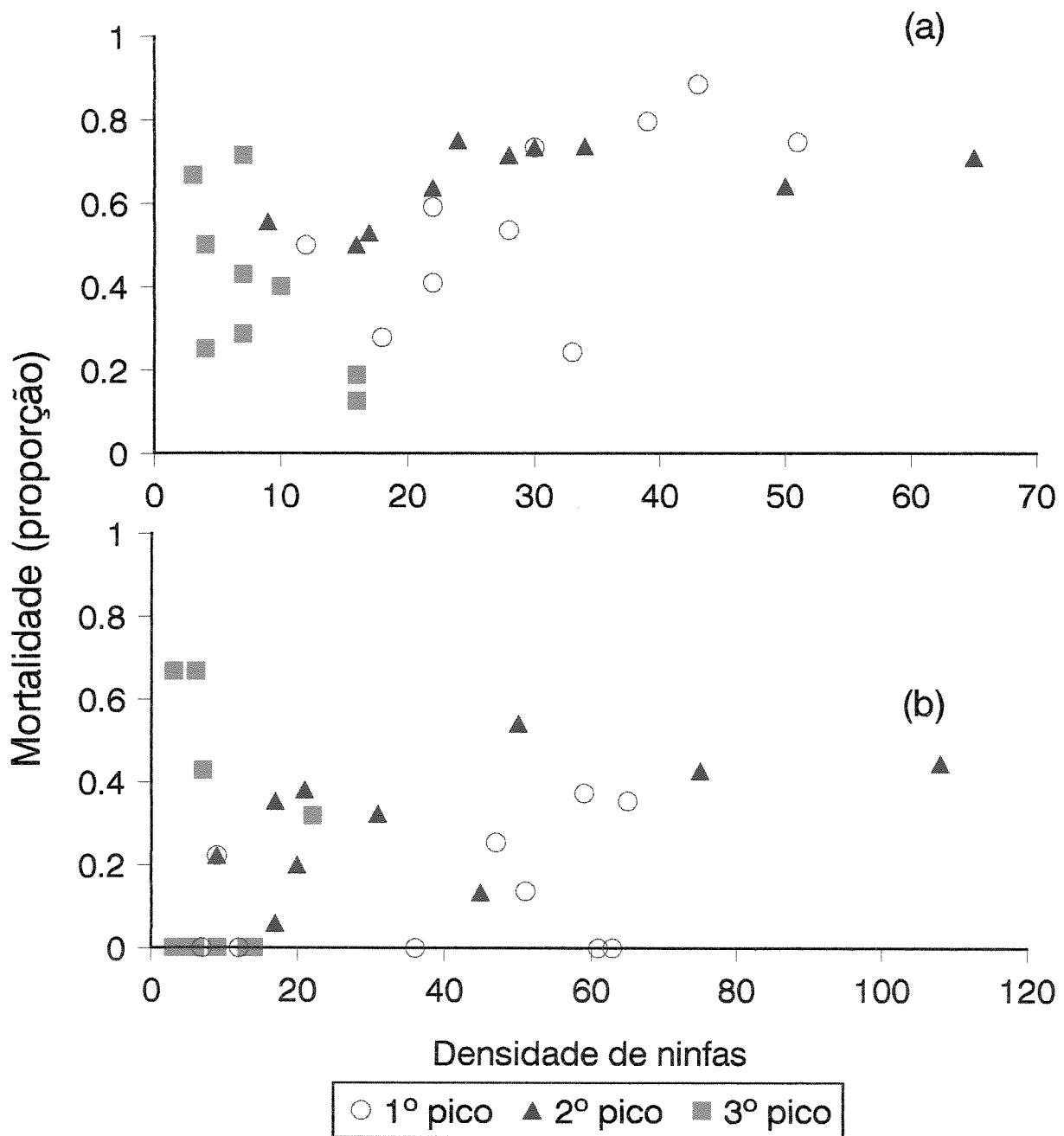


Figura 5.5. Relação entre a densidade de ninfas nas parcelas e a mortalidade observada na respectiva parcela durante a fase imatura da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, na região do Distrito Federal em 1995/96, (a) parcelas sem gaiola, (b) parcelas com gaiolas.

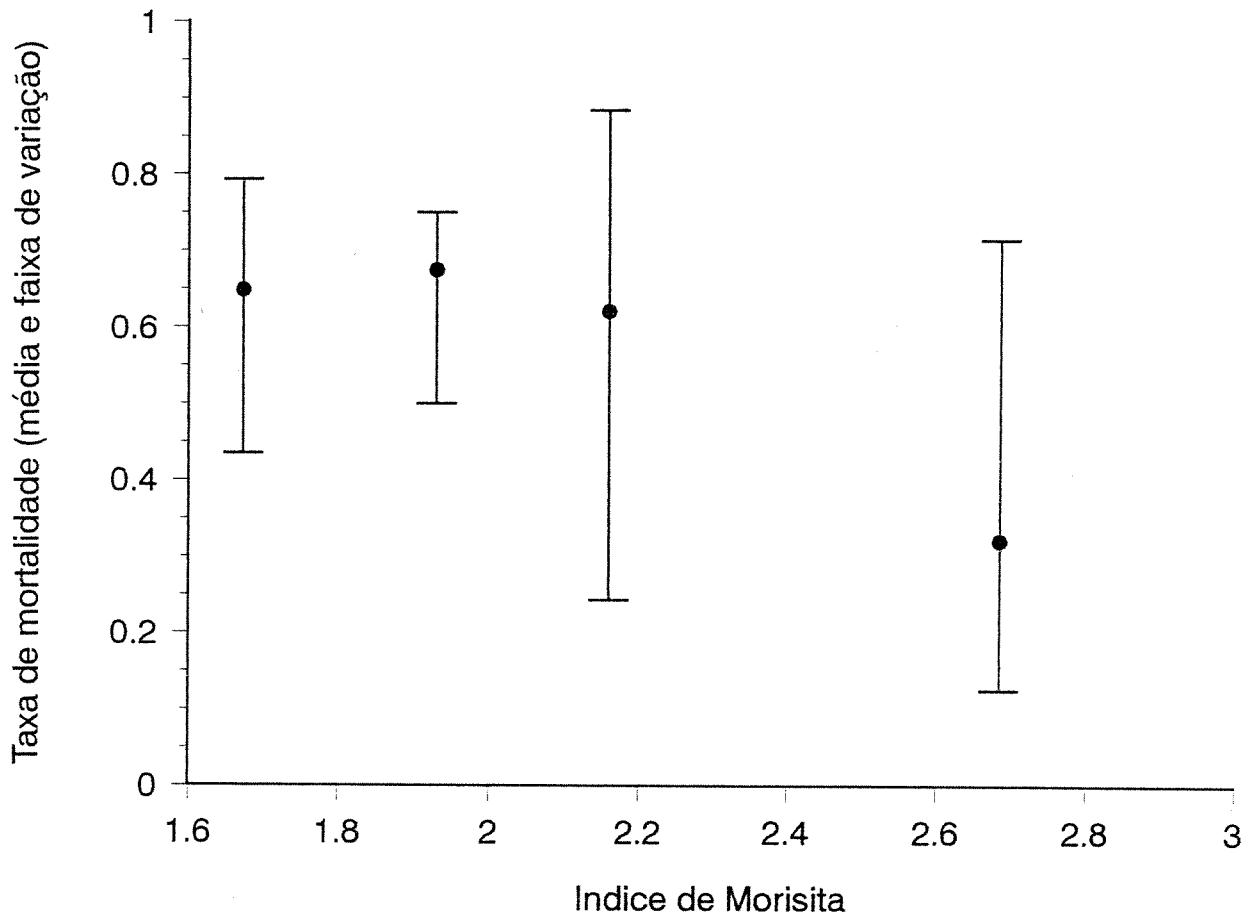


Figura 5.6. Taxa de mortalidade de ninfas de *Deois flavopicta* (media e variação), devido a predação, em função do padrão de agregação da população (Índice de Morisita).

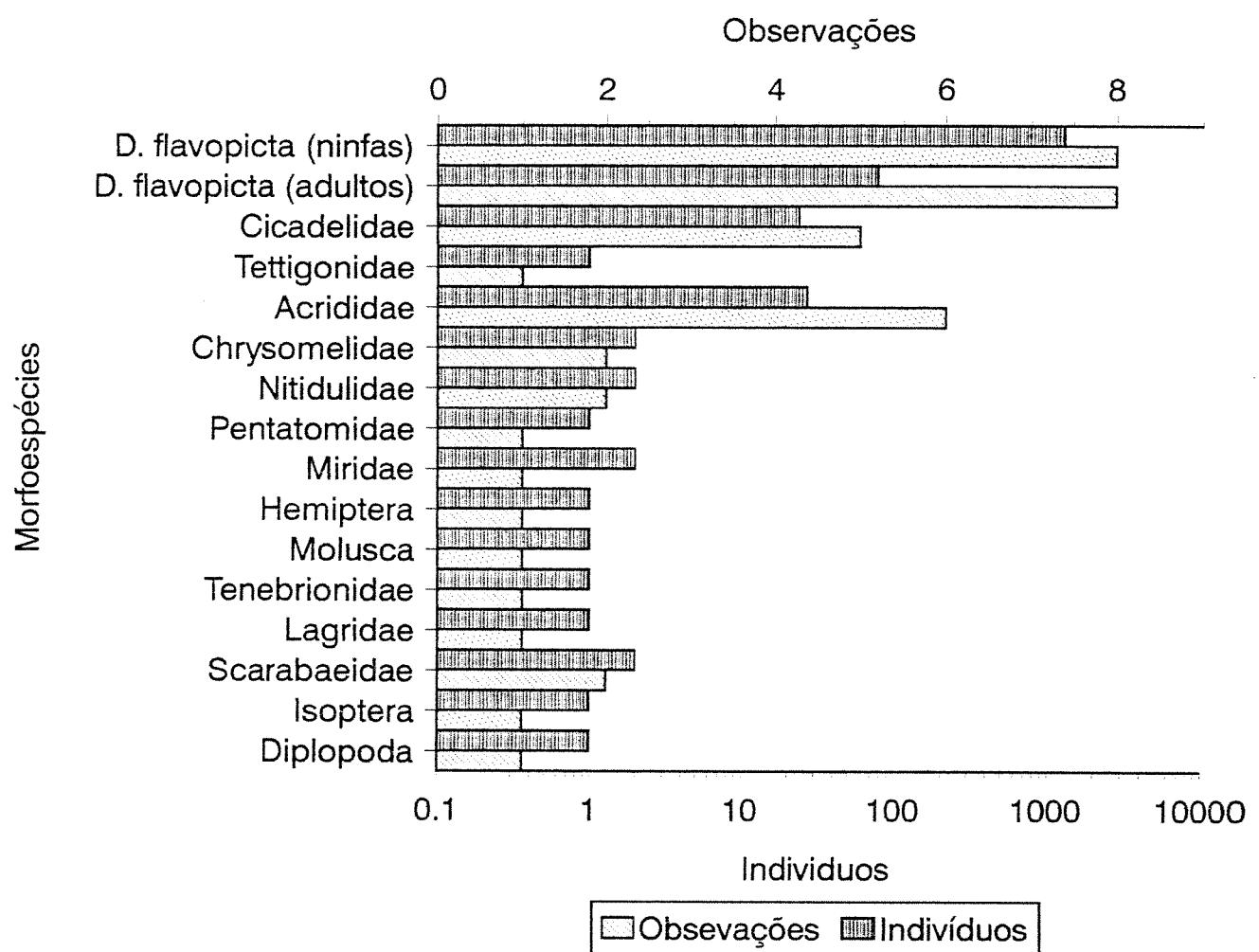


Figura 5.7. Fauna de herbívoros e detritívoros (presas) observada durante estudos de observação direta de predação em pastagem de *Bracharia ruziziensis* na região do Distrito Federal.

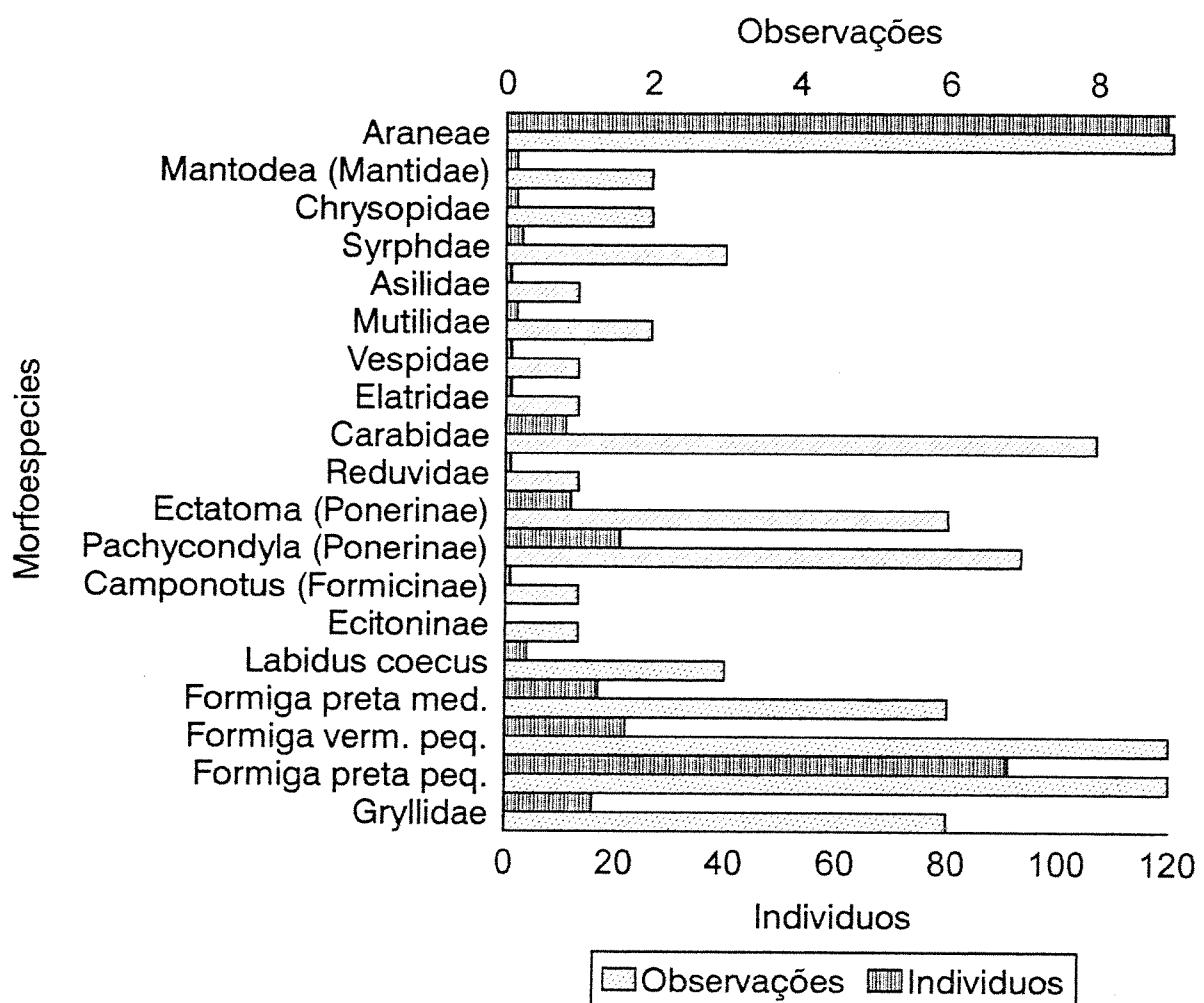


Figura 5.8. Fauna de predadores potenciais de *Deois flavopicta* observada em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

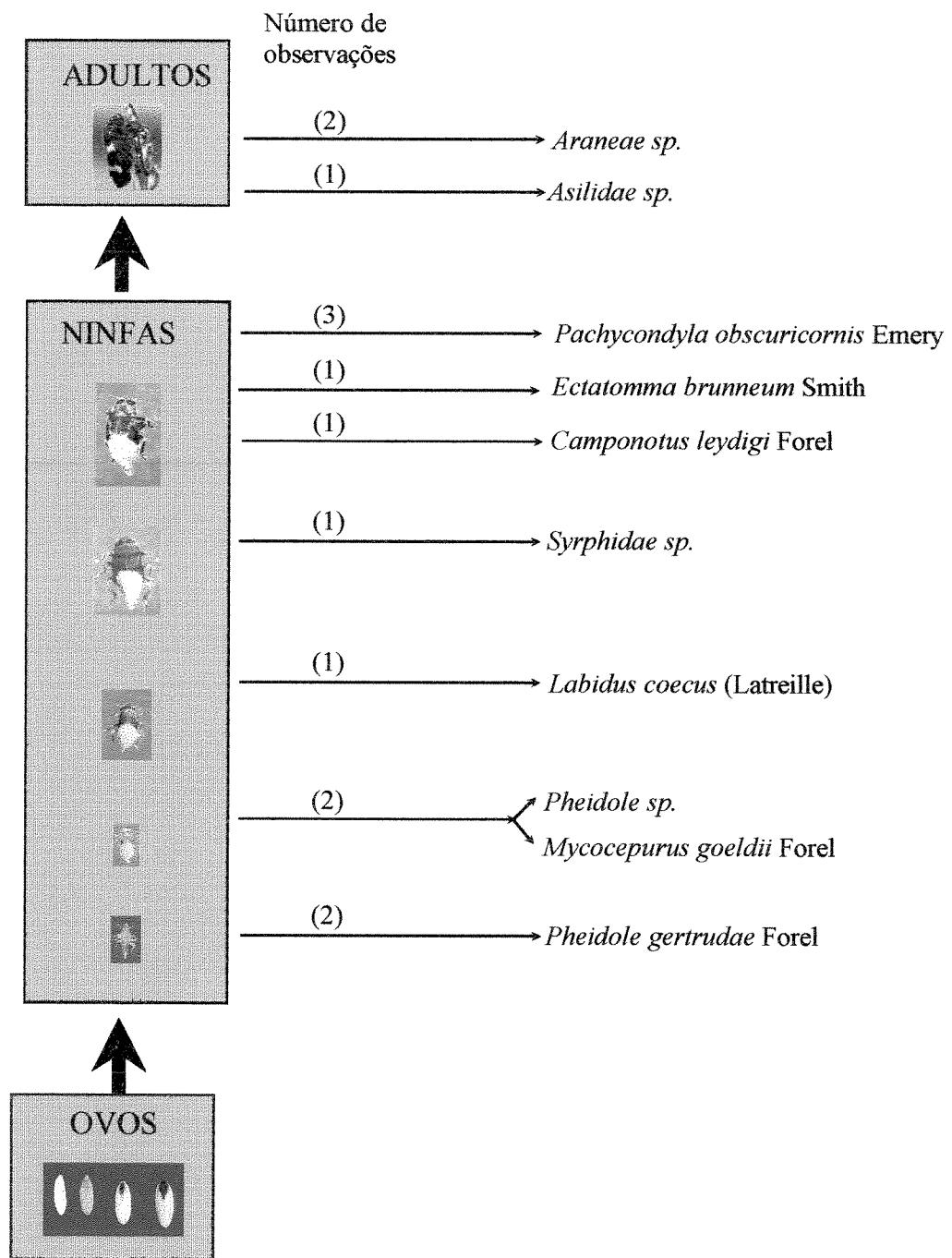
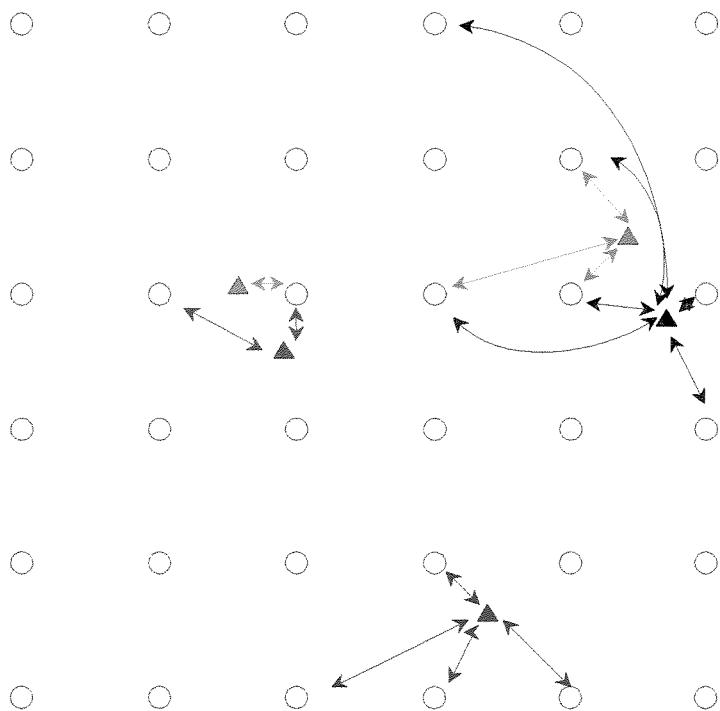


Figura 5.9. Observações diretas de predação dos diferentes estágios da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

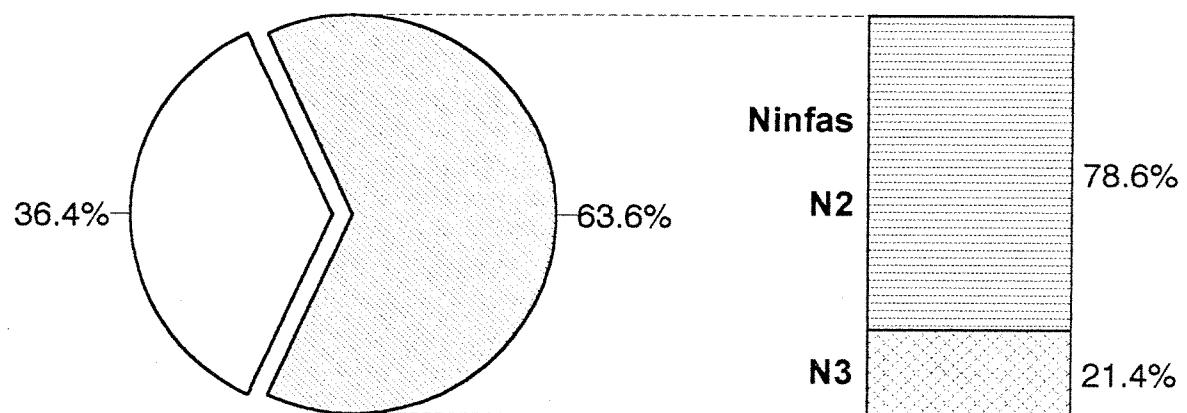


Grade de 5X5 m com iscas de sardinha

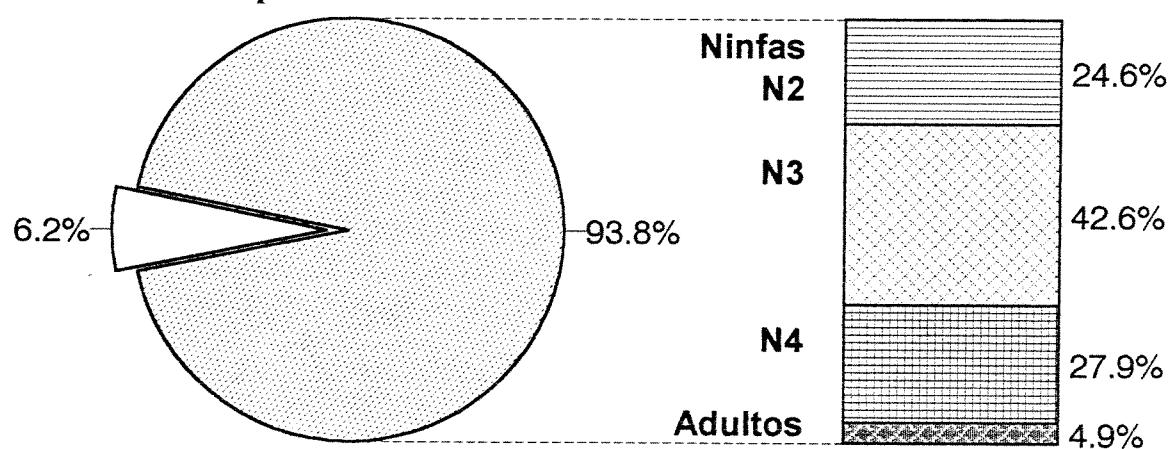
- Placa de Petri com isca de sardinha
- △ Posição aproximada do ninho de *Pachycondyla obscuricornis*

Figura 5.10. Desenho esquemático de uma grade de iscas de sardinha com a localização de diferentes ninhos da formiga *Pachycondyla obscuricornis* e as íscas visitadas por formigas de cada ninho.

16 de janeiro 1996
início da infestação
Total de presas n=22



30 de janeiro 1996
pico populacional
Total de presas n = 65



Cigarrinhas Outras presas

Figura 5.11. Distribuição de presas capturadas pela formiga *Pachycondyla obscuricornis* no período de 9 às 12 h da manhã em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.

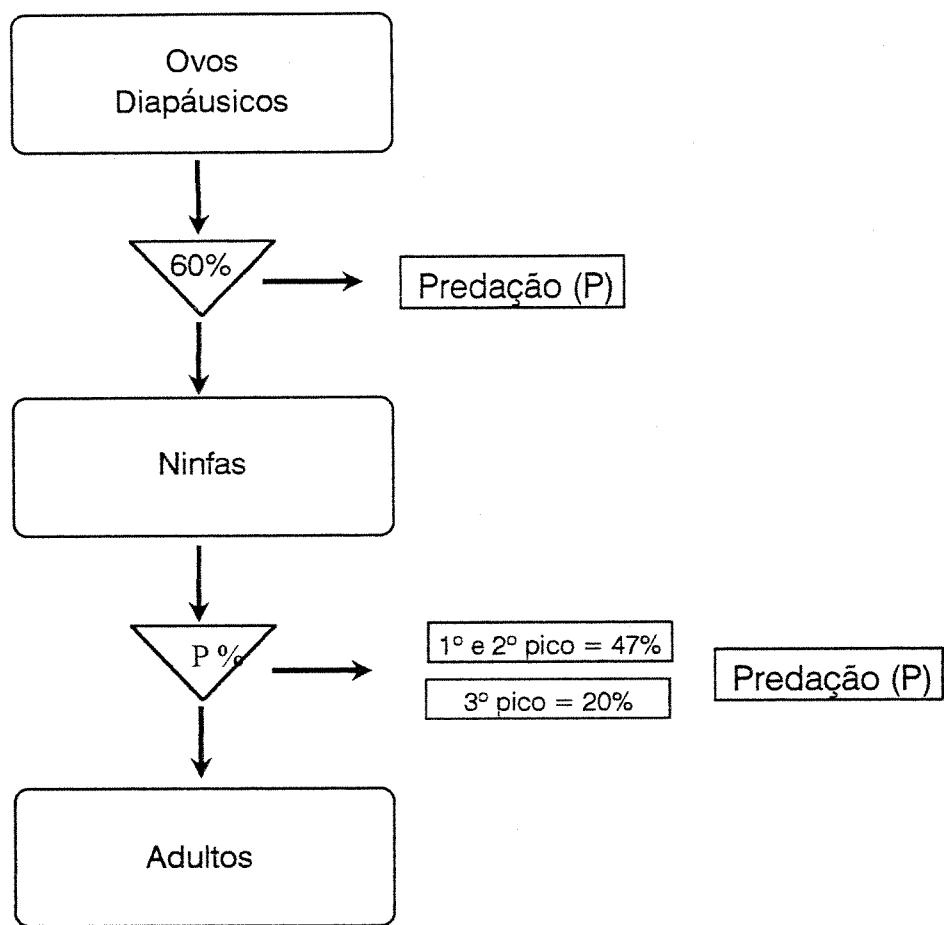


Figura 5.12. Modelo diagramático do impacto de predação na sobrevivência de diferentes estágios de desenvolvimento de *Deois flavopicta* em pastagens de *Brachiaria* na região do Distrito Federal.

ANEXO: Tabelas de vida da fase imatura de *Deois flavopicta*.

PARCELAS SEM GAIOLA

PRIMEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96

10 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	298	100	21.477	0.215	2.474216		2	0.105 0.105
n2	234	78.52	13.087	0.167	2.369216	1.895	0.079181	0.18418
n3	195	65.44	16.107	0.246	2.290035	1.815818	0.122717	0.3069
n4	147	49.33	11.409	0.231	2.167317	1.693101	0.114239	0.42114
at	113	37.92			2.053078	1.578862		

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1995/96

10 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	295	100	16.949	0.169	2.469822		2	0.080656 0.08066
n2	245	83.05	25.085	0.302	2.389166	1.919344	0.15617	0.23683
n3	171	57.97	14.576	0.251	2.232996	1.763174	0.125786	0.36261
n4	128	43.39	10.847	0.25	2.10721	1.637388	0.124939	0.48755
at	96	32.54			1.982271	1.512449		

TERCEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96

10 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	81	100	3.7037	0.037	1.908485		2	0.01639 0.01639
n2	78	96.3	8.642	0.09	1.892095	1.98361	0.040836	0.05723
n3	71	87.65	7.4074	0.085	1.851258	1.942773	0.038345	0.09557
n4	65	80.25	12.346	0.154	1.812913	1.904428	0.072551	0.16812
at	55	67.9			1.740363	1.831878		

PARCELAS COM GAIOLAS

PRIMEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96

10 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	410	100	5.122	0.051	2.612784		2	0.022834 0.02283
n2	389	94.88	1.4634	0.015	2.58995	1.977166	0.006751	0.02959
n3	383	93.41	2.6829	0.029	2.583199	1.970415	0.012656	0.04224
n4	372	90.73	6.8293	0.075	2.570543	1.957759	0.033984	0.07623
at	344	83.9			2.536558	1.923775		

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1995/96

10 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	393	100	7.1247	0.071	2.594393		2	0.0321 0.0321
n2	365	92.88	12.214	0.132	2.562293	1.9679	0.061234	0.09333
n3	317	80.66	6.6158	0.082	2.501059	1.906667	0.037166	0.1305
n4	291	74.05	10.687	0.144	2.463893	1.8695	0.067694	0.19819
at	249	63.36			2.396199	1.801807		

TERCEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96

09 parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	85	100	3.5294	0.035	1.929419		2	0.015605 0.01561
n2	82	96.47	2.3529	0.024	1.913814	1.984395	0.010724	0.02633
n3	80	94.12	5.8824	0.062	1.90309	1.973671	0.028029	0.05436
n4	75	88.24	4.7059	0.053	1.875061	1.945642	0.023803	0.07816
at	71	83.53			1.851258	1.921839		

ax = invívíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninhas de 1º instar

n2 = ninhas de 2º instar

n3 = ninhas de 3º e 4º instar

n4 = ninhas de 5º instar

at = adulto teneral

PRIMEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS SEM-GAIOLAS

quadrat 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	18	100	16.67	0.167	1.255	2	0.079	0.079
n2	15	83.33	0	0	1.176	1.921	0	0.079
n3	15	83.33	0	0	1.176	1.921	0	0.079
n4	15	83.33	11.11	0.133	1.176	1.921	0.062	0.141
at	13	72.22			1.114	1.859		
quadrat 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	12	100	25	0.25	1.079	2	0.125	0.125
n2	9	75	8.333	0.111	0.954	1.875	0.051	0.176
n3	8	66.67	16.67	0.25	0.903	1.824	0.125	0.301
n4	6	50	0	0	0.778	1.699	0	0.301
at	6	50			0.778	1.699		
quadrat 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	33	100	15.15	0.152	1.519	2	0.071	0.071
n2	28	84.85	6.061	0.071	1.447	1.929	0.032	0.104
n3	26	78.79	3.03	0.038	1.415	1.896	0.017	0.121
n4	25	75.76	0	0	1.398	1.879	0	0.121
at	25	75.76			1.398	1.879		
quadrat 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	43	100	18.6	0.186	1.633	2	0.089	0.089
n2	35	81.4	11.63	0.143	1.544	1.911	0.067	0.156
n3	30	69.77	27.91	0.4	1.477	1.844	0.222	0.378
n4	18	41.86	30.23	0.722	1.255	1.622	0.556	0.934
at	5	11.63			0.699	1.066		
quadrat 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	39	100	5.128	0.051	1.591	2	0.023	0.023
n2	37	94.87	35.9	0.378	1.568	1.977	0.206	0.229
n3	23	58.97	17.95	0.304	1.362	1.771	0.158	0.387
n4	16	41.03	20.51	0.5	1.204	1.613	0.301	0.688
at	8	20.51			0.903	1.312		
quadrat 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	30	100	30	0.3	1.477	2	0.155	0.155
n2	21	70	10	0.143	1.322	1.845	0.067	0.222
n3	18	60	20	0.333	1.255	1.778	0.176	0.398
n4	12	40	13.33	0.333	1.079	1.602	0.176	0.574
at	8	26.67			0.903	1.426		
quadrat 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	22	100	18.18	0.182	1.342	2	0.087	0.087
n2	18	81.82	4.545	0.056	1.255	1.913	0.025	0.112
n3	17	77.27	4.545	0.059	1.23	1.888	0.026	0.138
n4	16	72.73	13.64	0.187	1.204	1.862	0.09	0.228
at	13	59.09			1.114	1.772		
quadrat 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	22	100	13.64	0.136	1.342	2	0.064	0.064
n2	19	86.36	9.091	0.105	1.279	1.936	0.048	0.112
n3	17	77.27	22.73	0.294	1.23	1.888	0.151	0.263
n4	12	54.55	13.64	0.25	1.079	1.737	0.125	0.388
at	9	40.91			0.954	1.612		
quadrat 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	28	100	32.14	0.321	1.447	2	0.168	0.168
n2	19	67.86	7.143	0.105	1.279	1.832	0.048	0.217
n3	17	60.71	10.71	0.176	1.23	1.783	0.084	0.301
n4	14	50	3.571	0.071	1.146	1.699	0.032	0.333
at	13	46.43			1.114	1.667		
quadrat 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	51	100	35.29	0.353	1.708	2	0.189	0.189
n2	33	64.71	17.65	0.273	1.519	1.811	0.138	0.327
n3	24	47.06	21.57	0.458	1.38	1.673	0.266	0.594
n4	13	25.49	0	0	1.114	1.406	0	0.594
at	13	25.49			1.114	1.406		

ax = invívíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobrevidentes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS SEM-GAIOLAS

quadrat 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	50	100	12	0.12	1.699	2	0.056	0.056
n2	44	88	14	0.159	1.643	1.944	0.075	0.131
n3	37	74	20	0.27	1.568	1.869	0.137	0.268
n4	27	54	18	0.333	1.431	1.732	0.176	0.444
at	18	36			1.255	1.556		
quadrat 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	16	100	18.75	0.188	1.204	2	0.09	0.09
n2	13	81.25	6.25	0.077	1.114	1.91	0.035	0.125
n3	12	75	12.5	0.167	1.079	1.875	0.079	0.204
n4	10	62.5	12.5	0.2	1	1.796	0.097	0.301
at	8	50			0.903	1.699		
quadrat 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	34	100	11.76	0.118	1.531	2	0.054	0.054
n2	30	88.24	41.18	0.467	1.477	1.946	0.273	0.327
n3	16	47.06	11.76	0.25	1.204	1.673	0.125	0.452
n4	12	35.29	8.824	0.25	1.079	1.548	0.125	0.577
at	9	26.47			0.954	1.423		
quadrat 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	24	100	16.67	0.167	1.38	2	0.079	0.079
n2	20	83.33	37.5	0.45	1.301	1.921	0.26	0.339
n3	11	45.83	0	0	1.041	1.661	0	0.339
n4	11	45.83	20.83	0.455	1.041	1.661	0.263	0.602
at	6	25			0.778	1.398		
quadrat 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	22	100	13.64	0.136	1.342	2	0.064	0.064
n2	19	86.36	13.64	0.158	1.279	1.936	0.075	0.138
n3	16	72.73	31.82	0.438	1.204	1.862	0.25	0.388
n4	9	40.91	4.545	0.111	0.954	1.612	0.051	0.439
at	8	36.36			0.903	1.561		
quadrat 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	9	100	22.22	0.222	0.954	2	0.109	0.109
n2	7	77.78	11.11	0.143	0.845	1.891	0.067	0.176
n3	6	66.67	22.22	0.333	0.778	1.824	0.176	0.352
n4	4	44.44	0	0	0.602	1.648	0	0.352
at	4	44.44			0.602	1.648		
quadrat 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	30	100	30	0.3	1.477	2	0.155	0.155
n2	21	70	30	0.429	1.322	1.845	0.243	0.398
n3	12	40	6.667	0.167	1.079	1.602	0.079	0.477
n4	10	33.33	6.667	0.2	1	1.523	0.097	0.574
at	8	26.67			0.903	1.426		
quadrat 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	65	100	15.38	0.154	1.813	2	0.073	0.073
n2	55	84.62	30.77	0.364	1.74	1.927	0.196	0.269
n3	35	53.85	10.77	0.2	1.544	1.731	0.097	0.366
n4	28	43.08	13.85	0.321	1.447	1.634	0.168	0.534
at	19	29.23			1.279	1.466		
quadrat 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	28	100	25	0.25	1.447	2	0.125	0.125
n2	21	75	10.71	0.143	1.322	1.875	0.067	0.192
n3	18	64.29	32.14	0.5	1.255	1.808	0.301	0.493
n4	9	32.14	3.571	0.111	0.954	1.507	0.051	0.544
at	8	28.57			0.903	1.456		
quadrat 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	17	100	11.76	0.118	1.23	2	0.054	0.054
n2	15	88.24	41.18	0.467	1.176	1.946	0.273	0.327
n3	8	47.06	0	0	0.903	1.673	0	0.327
n4	8	47.06	0	0	0.903	1.673	0	0.327
at	8	47.06			0.903	1.673		

ax = invivíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

TERCEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS SEM-GAIOLAS

quadrat 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	10	100	0	0	1	2	0	0
n2	10	100	10	0.1	1	2	0.046	0.046
n3	9	90	10	0.111	0.954	1.954	0.051	0.097
n4	8	80	20	0.25	0.903	1.903	0.125	0.222
at	6	60			0.778	1.778		
quadrat 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	14.29	0.143	0.845	2	0.067	0.067
n2	6	85.71	14.29	0.167	0.778	1.933	0.079	0.146
n3	5	71.43	0	0	0.699	1.854	0	0.146
n4	5	71.43	42.86	0.6	0.699	1.854	0.398	0.544
at	2	28.57			0.301	1.456		
quadrat 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n2	7	100	14.29	0.143	0.845	2	0.067	0.067
n3	6	85.71	0	0	0.778	1.933	0	0.067
n4	6	85.71	14.29	0.167	0.778	1.933	0.079	0.146
at	5	71.43			0.699	1.854		
quadrat 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	4	100	0	0	0.602	2	0	0
n2	4	100	0	0	0.602	2	0	0
n3	4	100	25	0.25	0.602	2	0.125	0.125
n4	3	75	0	0	0.477	1.875	0	0.125
at	3	75			0.477	1.875		
quadrat 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	16	100	0	0	1.204	2	0	0
n2	16	100	0	0	1.204	2	0	0
n3	16	100	6.25	0.063	1.204	2	0.028	0.028
n4	15	93.75	12.5	0.133	1.176	1.972	0.062	0.09
at	13	81.25			1.114	1.91		
quadrat 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	16	100	6.25	0.063	1.204	2	0.028	0.028
n2	15	93.75	0	0	1.176	1.972	0	0.028
n3	15	93.75	6.25	0.067	1.176	1.972	0.03	0.058
n4	14	87.5	0	0	1.146	1.942	0	0.058
at	14	87.5			1.146	1.942		
quadrat 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	4	100	25	0.25	0.602	2	0.125	0.125
n2	3	75	0	0	0.477	1.875	0	0.125
n3	3	75	25	0.333	0.477	1.875	0.176	0.301
n4	2	50	0	0	0.301	1.699	0	0.301
at	2	50			0.301	1.699		
quadrat 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n2	7	100	14.29	0.143	0.845	2	0.067	0.067
n3	6	85.71	0	0	0.778	1.933	0	0.067
n4	6	85.71	28.57	0.333	0.778	1.933	0.176	0.243
at	4	57.14			0.602	1.757		
quadrat 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n2	7	100	28.57	0.286	0.845	2	0.146	0.146
n3	5	71.43	0	0	0.699	1.854	0	0.146
n4	5	71.43	0	0	0.699	1.854	0	0.146
at	5	71.43			0.699	1.854		
quadrat 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	3	100	0	0	0.477	2	0	0
n2	3	100	33.33	0.333	0.477	2	0.176	0.176
n3	2	66.67	33.33	0.5	0.301	1.824	0.301	0.477
n4	1	33.33	0	0	0	1.523	0	0.477
at	1	33.33			0	1.523		

ax = invívíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobrevidentes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

PRIMEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS COM GAIOLAS

gaiola 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n2	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n3	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n4	7	100	0	0	0.845	2	0	0
at	7	100			0.845	2		
gaiola 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	12	100	0	0	0.1079	2	0	0
n2	12	100	0	0	0.1079	2	0	0
n3	12	100	0	0	0.1079	2	0	0
n4	12	100	0	0	0.1079	2	0	0
at	12	100			0.1079	2		
gaiola 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	47	100	17.02	0.17	1.672	2	0.081	0.081
n2	39	82.98	6.383	0.077	1.591	1.919	0.035	0.116
n3	36	76.6	0	0	1.556	1.884	0	0.116
n4	36	76.6	2.128	0.028	1.556	1.884	0.012	0.128
at	35	74.47			1.544	1.872		
gaiola 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	65	100	3.077	0.031	1.813	2	0.014	0.014
n2	63	96.92	1.538	0.016	1.799	1.986	0.007	0.021
n3	62	95.38	9.231	0.097	1.792	1.979	0.044	0.065
n4	56	86.15	21.54	0.25	1.748	1.935	0.125	0.19
at	42	64.62			1.623	1.81		
gaiola 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	61	100	0	0	1.785	2	0	0
n2	61	100	0	0	1.785	2	0	0
n3	61	100	0	0	1.785	2	0	0
n4	61	100	0	0	1.785	2	0	0
at	61	100			1.785	2		
gaiola 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	51	100	1.961	0.02	1.708	2	0.009	0.009
n2	50	98.04	1.961	0.02	1.699	1.991	0.009	0.017
n3	49	96.08	0	0	1.69	1.983	0	0.017
n4	49	96.08	9.804	0.102	1.69	1.983	0.047	0.064
at	44	86.27			1.643	1.936		
gaiola 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	59	100	13.56	0.136	1.771	2	0.063	0.063
n2	51	86.44	1.695	0.02	1.708	1.937	0.009	0.072
n3	50	84.75	8.475	0.1	1.699	1.928	0.046	0.118
n4	45	76.27	13.56	0.178	1.653	1.882	0.085	0.203
at	37	62.71			1.568	1.797		
gaiola 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	9	100	22.22	0.222	0.954	2	0.109	0.109
n2	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
n3	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
n4	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
at	7	77.78			0.845	1.891		
gaiola 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	36	100	0	0	1.556	2	0	0
n2	36	100	0	0	1.556	2	0	0
n3	36	100	0	0	1.556	2	0	0
n4	36	100	0	0	1.556	2	0	0
at	36	100			1.556	2		
gaiola 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	63	100	0	0	1.799	2	0	0
n2	63	100	0	0	1.799	2	0	0
n3	63	100	0	0	1.799	2	0	0
n4	63	100	0	0	1.799	2	0	0
at	63	100			1.799	2		

ax = invívíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobrevidentes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS COM GAIOLAS

gaiola 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	108	100	1.852	0.019	2.033	2	0.008	0.008
n2	106	98.15	19.44	0.198	2.025	1.992	0.096	0.104
n3	85	78.7	5.556	0.071	1.929	1.896	0.032	0.136
n4	79	73.15	17.59	0.241	1.898	1.864	0.119	0.255
at	60	55.56			1.778	1.745		
gaiola 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	17	100	0	0	1.23	2	0	0
n2	17	100	5.882	0.059	1.23	2	0.026	0.026
n3	16	94.12	0	0	1.204	1.974	0	0.026
n4	16	94.12	0	0	1.204	1.974	0	0.026
at	16	94.12			1.204	1.974		
gaiola 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	45	100	4.444	0.044	1.653	2	0.02	0.02
n2	43	95.56	0	0	1.633	1.98	0	0.02
n3	43	95.56	6.667	0.07	1.633	1.98	0.031	0.051
n4	40	88.89	2.222	0.025	1.602	1.949	0.011	0.062
at	39	86.67			1.591	1.938		
gaiola 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	17	100	23.53	0.235	1.23	2	0.117	0.117
n2	13	76.47	0	0	1.114	1.883	0	0.117
n3	13	76.47	5.882	0.077	1.114	1.883	0.035	0.151
n4	12	70.59	5.882	0.083	1.079	1.849	0.038	0.189
at	11	64.71			1.041	1.811		
gaiola 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	50	100	18	0.18	1.699	2	0.086	0.086
n2	41	82	10	0.122	1.613	1.914	0.056	0.143
n3	36	72	8	0.111	1.556	1.857	0.051	0.194
n4	32	64	18	0.281	1.505	1.806	0.143	0.337
at	23	46			1.362	1.663		
gaiola 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	31	100	9.677	0.097	1.491	2	0.044	0.044
n2	28	90.32	12.9	0.143	1.447	1.956	0.067	0.111
n3	24	77.42	9.677	0.125	1.38	1.889	0.058	0.169
n4	21	67.74	0	0	1.322	1.831	0	0.169
at	21	67.74			1.322	1.831		
gaiola 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	21	100	9.524	0.095	1.322	2	0.043	0.043
n2	19	90.48	14.29	0.158	1.279	1.957	0.075	0.118
n3	16	76.19	14.29	0.188	1.204	1.882	0.09	0.208
n4	13	61.9	0	0	1.114	1.792	0	0.208
at	13	61.9			1.114	1.792		
gaiola 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	20	100	15	0.15	1.301	2	0.071	0.071
n2	17	85	0	0	1.23	1.929	0	0.071
n3	17	85	5	0.059	1.23	1.929	0.026	0.097
n4	16	80	0	0	1.204	1.903	0	0.097
at	16	80			1.204	1.903		
gaiola 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	9	100	22.22	0.222	0.954	2	0.109	0.109
n2	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
n3	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
n4	7	77.78	0	0	0.845	1.891	0	0.109
at	7	77.78			0.845	1.891		
gaiola 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	75	100	1.333	0.013	1.875	2	0.006	0.006
n2	74	98.67	18.67	0.189	1.869	1.994	0.091	0.097
n3	60	80	6.667	0.083	1.778	1.903	0.038	0.135
n4	55	73.33	16	0.218	1.74	1.865	0.107	0.242
at	43	57.33			1.633	1.758		

ax = invívidos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobrevidentes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

TERCEIRO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS COM GAIOLAS

gaiola 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	3	100	0	0	0.477	2	0	0
n2	3	100	0	0	0.477	2	0	0
n3	3	100	0	0	0.477	2	0	0
n4	3	100	0	0	0.477	2	0	0
at	3	100			0.477	2		
gaiola 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
aborted								
n1								
ants								
invasion								
n3								
n4								
at								
gaiola 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	13	100	0	0	1.114	2	0	0
n2	13	100	0	0	1.114	2	0	0
n3	13	100	0	0	1.114	2	0	0
n4	13	100	0	0	1.114	2	0	0
at	13	100			1.114	2		
gaiola 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	5	100	0	0	0.699	2	0	0
n2	5	100	0	0	0.699	2	0	0
n3	5	100	0	0	0.699	2	0	0
n4	5	100	0	0	0.699	2	0	0
at	5	100			0.699	2		
gaiola 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	22	100	13.64	0.136	1.342	2	0.064	0.064
n2	19	86.36	4.545	0.053	1.279	1.936	0.023	0.087
n3	18	81.82	4.545	0.056	1.255	1.913	0.025	0.112
n4	17	77.27	9.091	0.118	1.23	1.888	0.054	0.166
at	15	68.18			1.176	1.834		
gaiola 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	6	100	0	0	0.778	2	0	0
n2	6	100	0	0	0.778	2	0	0
n3	6	100	0	0	0.778	2	0	0
n4	6	100	0	0	0.778	2	0	0
at	6	100			0.778	2		
gaiola 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	6	100	0	0	0.778	2	0	0
n2	6	100	16.67	0.167	0.778	2	0.079	0.079
n3	5	83.33	33.33	0.4	0.699	1.921	0.222	0.301
n4	3	50	16.67	0.333	0.477	1.699	0.176	0.477
at	2	33.33			0.301	1.523		
gaiola 8	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	14	100	0	0	1.146	2	0	0
n2	14	100	0	0	1.146	2	0	0
n3	14	100	0	0	1.146	2	0	0
n4	14	100	0	0	1.146	2	0	0
at	14	100			1.146	2		
gaiola 9	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	9	100	0	0	0.954	2	0	0
n2	9	100	0	0	0.954	2	0	0
n3	9	100	0	0	0.954	2	0	0
n4	9	100	0	0	0.954	2	0	0
at	9	100			0.954	2		
gaiola 10	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n2	7	100	0	0	0.845	2	0	0
n3	7	100	28.57	0.286	0.845	2	0.146	0.146
n4	5	71.43	14.29	0.2	0.699	1.854	0.097	0.243
at	4	57.14			0.602	1.757		

ax = invívidos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1994/95, NINFAS SEM-GAIOLAS

quadrat 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	32	100	9.375	0.094	1.505	2	0.043	0.043
n2	29	90.63	6.25	0.069	1.462	1.957	0.031	0.074
n3	27	84.38	28.13	0.333	1.431	1.926	0.176	0.25
n4	18	56.25	31.25	0.556	1.255	1.75	0.352	0.602
at	8	25			0.903	1.398		

quadrat 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	25	100	8	0.08	1.398	2	0.036	0.036
n2	23	92	28	0.304	1.362	1.964	0.158	0.194
n3	16	64	8	0.125	1.204	1.806	0.058	0.252
n4	14	56	24	0.429	1.146	1.748	0.243	0.495
at	8	32			0.903	1.505		

quadrat 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	21	100	14.29	0.143	1.322	2	0.067	0.067
n2	18	85.71	19.05	0.222	1.255	1.933	0.109	0.176
n3	14	66.67	28.57	0.429	1.146	1.824	0.243	0.419
n4	8	38.1	23.81	0.625	0.903	1.581	0.426	0.845
at	3	14.29			0.477	1.155		

quadrat 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	9	100	0	0	0.954	2	0	0
n2	9	100	33.33	0.333	0.954	2	0.176	0.176
n3	6	66.67	22.22	0.333	0.778	1.824	0.176	0.352
n4	4	44.44	11.11	0.25	0.602	1.648	0.125	0.477
at	3	33.33			0.477	1.523		

quadrat 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	7	100	14.29	0.143	0.845	2	0.067	0.067
n2	6	85.71	0	0	0.778	1.933	0	0.067
n3	6	85.71	28.57	0.333	0.778	1.933	0.176	0.243
n4	4	57.14	14.29	0.25	0.602	1.757	0.125	0.368
at	3	42.86			0.477	1.632		

quadrat 6	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	8	100	0	0	0.903	2	0	0
n2	8	100	12.5	0.125	0.903	2	0.058	0.058
n3	7	87.5	62.5	0.714	0.845	1.942	0.544	0.602
n4	2	25	12.5	0.5	0.301	1.398	0.301	0.903
at	1	12.5			0	1.097		

quadrat 7	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	15	100	13.33	0.133	1.176	2	0.062	0.062
n2	13	86.67	0	0	1.114	1.938	0	0.062
n3	13	86.67	26.67	0.308	1.114	1.938	0.16	0.222
n4	9	60	6.667	0.111	0.954	1.778	0.051	0.273
at	8	53.33			0.903	1.727		

ax = invivíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1994/95, NINFAS SEM-GAIOLAS

todos quadrats	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	117	100	9.402	0.094	2.068	2	0.043	0.043
n2	106	90.6	14.53	0.16	2.025	1.957	0.076	0.119
n3	89	76.07	25.64	0.337	1.949	1.881	0.179	0.297
n4	59	50.43	21.37	0.424	1.771	1.703	0.239	0.537
at	34	29.06			1.531	1.463		

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1996/97, NINFAS SEM-GAIOLAS

quadrat 1	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	29	100	20.69	0.207	1.462	2	0.101	0.101
n2	23	79.31	31.03	0.391	1.362	1.899	0.216	0.316
n3	14	48.28	3.448	0.071	1.146	1.684	0.032	0.348
n4	13	44.83	24.14	0.538	1.114	1.652	0.336	0.684
at	6	20.69			0.778	1.316		

quadrat 2	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	28	100	28.57	0.286	1.447	2	0.146	0.146
n2	20	71.43	14.29	0.2	1.301	1.854	0.097	0.243
n3	16	57.14	10.71	0.188	1.204	1.757	0.09	0.333
n4	13	46.43	7.143	0.154	1.114	1.667	0.073	0.406
at	11	39.29			1.041	1.594		

quadrat 3	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	22	100	31.82	0.318	1.342	2	0.166	0.166
n2	15	68.18	36.36	0.533	1.176	1.834	0.331	0.497
n3	7	31.82	4.545	0.143	0.845	1.503	0.067	0.564
n4	6	27.27	0	0	0.778	1.436	0	0.564
at	6	27.27			0.778	1.436		

quadrat 4	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	23	100	30.43	0.304	1.362	2	0.158	0.158
n2	16	69.57	13.04	0.187	1.204	1.842	0.09	0.248
n3	13	56.52	0	0	1.114	1.752	0	0.248
n4	13	56.52	0	0	1.114	1.752	0	0.248
at	13	56.52			1.114	1.752		

quadrat 5	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	43	100	23.26	0.233	1.633	2	0.115	0.115
n2	33	76.74	20.93	0.273	1.519	1.885	0.138	0.253
n3	24	55.81	6.977	0.125	1.38	1.747	0.058	0.311
n4	21	48.84	13.95	0.286	1.322	1.689	0.146	0.457
at	15	34.88			1.176	1.543		

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1995/96, NINFAS SEM-GAIOLAS

todos quadrats	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	145	100	26.21	0.262	2.161	2	0.132	0.132
n2	107	73.79	22.76	0.308	2.029	1.868	0.16	0.292
n3	74	51.03	5.517	0.108	1.869	1.708	0.05	0.342
n4	66	45.52	10.34	0.227	1.82	1.658	0.112	0.454
at	51	35.17			1.708	1.546		

ax = invívíduos observados vivos em cada estági

lx = número padronizado de indivíduos
sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1996/97, NINFAS COM GAIOLAS

	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
gaiola 1								
n1	21	100	0	0	1.322	2	0	0
n2	21	100	0	0	1.322	2	0	0
n3	21	100	0	0	1.322	2	0	0
n4	21	100	0	0	1.322	2	0	0
at	21	100			1.322	2		
gaiola 2								
n1	14	100	0	0	1.146	2	0	0
n2	14	100	14.29	0.143	1.146	2	0.067	0.067
n3	12	85.71	7.143	0.083	1.079	1.933	0.038	0.105
n4	11	78.57	0	0	1.041	1.895	0	0.105
at	11	78.57			1.041	1.895		
gaiola 3								
n1	32	100	0	0	1.505	2	0	0
n2	32	100	3.125	0.031	1.505	2	0.014	0.014
n3	31	96.88	0	0	1.491	1.986	0	0.014
n4	31	96.88	6.25	0.065	1.491	1.986	0.029	0.043
at	29	90.63			1.462	1.957		
gaiola 4								
n1	35	100	5.714	0.057	1.544	2	0.026	0.026
n2	33	94.29	0	0	1.519	1.974	0	0.026
n3	33	94.29	2.857	0.03	1.519	1.974	0.013	0.039
n4	32	91.43	2.857	0.031	1.505	1.961	0.014	0.053
at	31	88.57			1.491	1.947		
gaiola 5								
n1	30	100	6.667	0.067	1.477	2	0.03	0.03
n2	28	93.33	16.67	0.179	1.447	1.97	0.085	0.115
n3	23	76.67	3.333	0.043	1.362	1.885	0.019	0.135
n4	22	73.33	0	0	1.342	1.865	0	0.135
at	22	73.33			1.342	1.865		

ax = invívíduos observados vivos em cada estágio

lx = número padronizado de indivíduos
sobreviventes no início do estágio x

dx = número padronizado de indivíduos que
morrem entre o estágio x e x+1

qx = taxa de mortalidade

kx = $\log_{10}(ax) - \log_{10}(ax+1)$

n1 = ninfas de 1º instar

n2 = ninfas de 2º instar

n3 = ninfas de 3º e 4º instar

n4 = ninfas de 5º instar

at = adulto teneral

SEGUNDO PICO POPULACIONAL 1996/97, NINFAS COM GAIOLAS

Todas parcelas	ax	lx	dx	qx	log(ax)	log(lx)	kx	acum kx
n1	132	100	3.03	0.03	2.121	2	0.013	0.013
n2	128	96.97	6.061	0.063	2.107	1.987	0.028	0.041
n3	120	90.91	2.273	0.025	2.079	1.959	0.011	0.052
n4	117	88.64	2.273	0.026	2.068	1.948	0.011	0.064
at	114	86.36			2.057	1.936		

6. Capacidade reprodutiva de populações da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*

RESUMO

As fêmeas da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae) apresentam uma ampla faixa de variação individual em capacidade reprodutiva em uma mesma população. Visando avaliar a escala de variação a nível populacional e compreender os fatores que causam estas variações foram conduzidos estudos de campo e laboratório na região do Distrito Federal. A distribuição β utilizando os parâmetros $k = 2$ e $h = 3,69$ modela com boa precisão a distribuição das proporções acumuladas da população de adultos em cada pico populacional, podendo ser utilizada para auxiliar na estimativa do número total de ovos produzido a cada geração no campo. A criação de adultos coletados periodicamente no campo mostrou que ocorrem variações na taxa média de produção diária de ovos por fêmea que estão relacionadas com a taxa de recrutamento de fêmeas que se tornam reprodutivamente maduras ou conseguem maturar novos lotes de ovos. O porte de fêmeas tenerais não está relacionado com a quantidade de ovos depositado por fêmea sugerindo que se a densidade de ninhas pode produzir fêmeas de diferentes tamanhos isto não afeta a produção de ovos. A densidade de adultos criados em gaiolas com a quantidade de alimento padronizado mostrou que densidades acima de 100 adultos/ m^2 podem reduzir significativamente a produção de ovos devido aos danos produzidos pela população à planta hospedeira. O presente estudo indica que taxas de oviposição entre 2,0 e 3,7 ovos/fêmea/dia podem ser aplicadas às curvas de distribuição de adultos no campo para estimar a densidade de ovos produzido por geração no campo.

Palavras-chave: Insetos, fertilidade, potencial biótico, efeito de fatores ambientais

INTRODUÇÃO

Na natureza, as populações de insetos estão sujeitas a fatores bióticos e abióticos que afetam suas taxas de sobrevivência e fertilidade e reduzem a capacidade intrínseca de crescimento populacional da espécie. Assim, a construção de tabelas de vida e fertilidade são essenciais para o entendimento da dinâmica populacional de insetos. (Gutierrez 1996, Begon e Mortimer 1986).

A quantificação do efeito de fatores ambientais que produzem resistência à expressão do potencial biótico de uma população permitem um melhor entendimento das variações nas taxas de fertilidade destas populações e seu impacto na dinâmica populacional. A modelagem deste parâmetro, juntamente com outros, tais como sobrevivência e migração, permitirão que sejam feitas simulações sobre as condições em que a população de um inseto herbíboro pode atingir densidades economicamente importantes em sistemas agrícolas ou naturais.

A cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae), principal praga de pastagens cultivadas nas regiões de Cerrado do Brasil Central (Botelho e Reis, 1980), apresenta grande variação nas taxas de fertilidade média observadas em labotatório, 23,2 a 253,1 ovos/fêmea (Pacheco 1981, Stoporoli-Neto *et al.* 1985). Nos dois trabalhos foi observada uma grande variabilidade em todas as características relacionadas a fertilidade da espécie.

Neste trabalho foi avaliado como as condições ambientais que a cigarrinha experimenta no campo podem produzir variações em sua capacidade reprodutiva e alterar a dinâmica populacional. As seguintes questões foram colocadas e os estudos desenvolvidos para respondê-las nos ajudaram a alcançar o objetivo proposto: a) Ocorrem variações na capacidade

reprodutiva de *D. flavopicta* a nível de população ao longo e entre gerações? b) As variações na capacidade reprodutiva da cigarrinha, caso existam, estão relacionadas com o porte das fêmeas tenebris e por consequência com as condições ambientais experimentadas pelas ninfas? e c) Os danos produzidos pelos adultos da cigarrinha em diferentes densidades afetam a capacidade reprodutiva das fêmeas e produzem um gradiente de resposta que pode ser modelado? As taxas de fertilidade resultantes deste estudo são informações essenciais para a futura modelagem da dinâmica populacional desta importante praga de pastagens no Brasil Central.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação da capacidade reprodutiva

Monitoramento das populações: Coletas de adultos de cigarrinhas-das-pastagens foram realizadas durante toda a estação chuvosa (novembro a maio) de 1995/96 e 1996/97, a intervalos menores que 7 dias, em pastagens cultivadas de *Brachiaria ruziziensis* (Stapf) (Gramineae) nas regiões de Planaltina e Granja do Torto no Distrito Federal. Redes entomológicas de varredura com 0,3 m de diâmetro e cabo com 1,0 m de comprimento foram usadas para capturar os adultos. A amostragem e a estimativa das densidades absolutas seguiram a metodologia proposta por Nilakhe *et al.* (1984). As amostras eram constituídas de 10 batidas de rede em semi-círculo sendo cada batida realizada após um passo. Foram realizadas 10 sub-amostras a cada data de amostragem. Utilizando os dados obtidos por Nilakhe *et al.* (1984), foi feita uma análise de regressão utilizando número de cigarrinhas capturadas por rede de varredura como variável independente e a densidade absoluta de cigarrinhas estimadas por capturas em gaiola produziu a seguinte equação:

$$Y = 0,376 X \quad (r=0.83 \quad F = p < 0.001),$$

onde: Y = densidade absoluta de cigarrinhas/m²

X = número médio de adultos coletados por amostra

Esta modificação eliminou o desvio das estimativas de densidade absoluta quando ocorrem baixos números de captura na rede entomológica e permitiu estimar as densidades absolutas da cigarrinha-das-pastagens segundo o modelo proposto pelo autor. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar a aderência das densidades observadas em cada pico populacional a uma distribuição normal. Face às variações observadas na variância dos dados, a distribuição β (Stinner *et al.* 1975) foi utilizada para modelar as distribuições de frequência acumuladas observadas.

$$F(a) = (1 - Z)^{\frac{h}{k}} \quad 0 \leq Z \leq 1$$

onde h e k são parâmetros empíricos e $Z = (B-a')(B-A)^{-1}$ onde A é o dia do início das capturas de adultos, B é o último dia em que os adultos foram capturados no pico populacional e a' é o tempo acumulado em dias para um dia a do intervalo. O bom ajuste de $k=2$ para descrever o padrão de emergência de populações de insetos observado por Stinner (1975) foi considerado para a escolha do parâmetro. O valor de h foi ajustado empiricamente baseado nas distribuições de frequência de cada pico populacional. As curvas de proporção acumulada geradas pelo modelo foram comparadas com os dados de campo pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras (Wilkinson 1990). Este modelo será útil para simular a ocorrência de adultos no campo baseado apenas no monitoramento das populações de ninfas.

A cada pico populacional durante a estação foram realizados levantamentos de densidade de ninfas através do lançamento ao acaso de 320 quadrats de 0,25 X 0,25 m de lado, antes do

surgimento da população de adultos. Estes dados foram utilizados para estimar a densidade inicial de ninfas na área baseado nas curvas de sobrevivência de ninfas (Sujii dados não publicados) e comparar com a estimativa da produção de ovos no pico populacional anterior . Após cada estação chuvosa foram coletadas amostras de solo para estimar a densidade de ovos diapáusicos que foram colocados durante o segundo e terceiro picos populacionais que permanecem acumulados durante a estação seca. Os ovos foram extraídos do solo por peneiramento, flotação e triagem em microscópio estereoscópico segundo a metodologia utilizada por Sujii (1994)

Taxa de produção de ovos da população

Durante o primeiro pico populacional de 1995/96 (novembro/dezembro) , a intervalos de 3 ou 4 dias, 18 casais trazidos do campo foram mantidos individualmente em gaiolas (garrafa PET incolor de 2 l) para postura conforme metodologia proposta por Valério (1993). As gaiolas não tinham fundo e foram colocadas sobre um bandeja de alumínio contendo uma camada de agar (0,3%) de cerca de 1,5 cm que serviu como substrato para a oviposição. Um recipiente com água e folhas de *B. ruziziensis* foi colocado no interior das gaiolas para servir como alimento.

A partir do segundo pico populacional, devido ao baixo número de ovos obtidos em relação a anos anteriores, o substrato das gaiolas foi mudado para uma camada de algodão hidrófilo (1 cm) coberto com 6 a 8 folhas de papel toalha umedecido segundo metodologia utilizada por Stoporoli Neto *et al.* (1985) e Pacheco (1981) e o alimento foi oferecido na forma de plantas em vasos.

Durante o terceiro pico populacional as gaiolas de postura foram colocadas no campo numa situação semelhante àquela experimentada pelas fêmeas em pastagens de *Brachiaria* e as

gaiolas passaram a ser coletivas (25 casais).

Estudos comparando características morfométricas de fêmeas recém emergidas (tenerais) com a sua capacidade reprodutiva foram desenvolvidos para avaliar se a fertilidade das fêmeas está associada às suas reservas nutricionais, expressa na forma de peso ou tamanho, adquiridas durante o estágio ninfal ou se o padrão de variação observado na capacidade reprodutiva da cigarrinha ocorre devido a condições ambientais experimentadas durante o estágio adulto.

Criação de casais com fêmeas tenerais para avaliação da fecundidade

Um grupo de fêmeas tenerais foi coletado no campo e teve seu peso inicial medido em uma balança com precisão de 0,1 mg e o tamanho da asa (comprimento na maior extensão) medido com auxílio de um escalímetro (1:100, precisão 0,5 mm). Gaiolas contendo um casal (fêmea teneral + macho coletado no campo) foram montadas e mantidas até a morte da fêmea. Sempre que o macho morria antes da fêmea, este era trocado por um novo indivíduo trazido do campo.

As gaiolas eram constituídas de um vaso de aproximadamente 10 cm de diâmetro por 10 cm de altura contendo uma touceira de *B. ruziziensis* e com o solo e a região entre as hastes das plantas recobertas com cerca de 6 a 8 folhas de papel toalha umedecido e uma garrafa de refrigerante PET incolor de 2 l que foi usada para conter os insetos. A cada 3 a 4 dias ou após a morte das fêmeas as gaiolas eram trocadas ou desmontadas e os ovos eram recolhidos e anotados para cada fêmea.

Diferentes densidades de adultos afetam a capacidade reprodutiva da população?

O efeito da presença de diferentes densidades de adultos em uma pastagem na capacidade reprodutiva das fêmeas, através da mudança da qualidade do alimento devido ao processo de alimentação, foi avaliada experimentalmente em gaiolas de postura. As gaiolas de postura foram montadas sobre vasos de 22 cm de diâmetro com capacidade para aproximadamente 3,5 litros de solo contendo uma touceira *de B. ruziziensis* que foi padronizada em 30 hastes cortadas a 25 cm de altura. Os vasos tiveram o solo e a região entre as hastes das plantas cobertos com 6 ou mais folhas de papel toalha que serviram como substrato para as posturas. Uma armação de arame com cerca de 60 cm de altura coberta com tela de nylon (organza) foi utilizada para conter os insetos. Foram utilizadas as densidades de 1, 2, 3, 4, 8, 12 e 16 casais por gaiola como tratamento com 4 repetições por tratamento, exceto o tratamento de 1 casal por vaso que teve 8 repetições. Estes tratamentos equivalem a densidades aproximadas de 50, 100, 150, 200, 400 e 600 adultos/m² no campo.

Estimativa da produção de ovos e avaliação do método

As densidades de ovos produzidos pelas populações de *D. flavopicta* em cada pico populacional foram estimadas pelo somatório da multiplicação do número médio de fêmeas observado em cada amostra pelo intervalo entre as amostras e a taxa média de oviposição diária. O número total de ovos estimado pelo modelo foi comparado com a densidade de ninfas de primeiro ínstar na geração seguinte e a densidade de ovos diapáusicos durante a estação seca do mesmo ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variação na capacidade reprodutiva

As densidades de adultos observadas no campo, a cada intervalo de tempo produziu uma curva de distribuição de frequência acumulada da população ao longo de cada pico populacional (Figura 6.1). Esta distribuição não apresentou diferenças significativas em relação a uma distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. (Liliefors $p=0,19$; $0,36$ e $0,95$ para o 1º; 2º e 3º pico respectivamente), e foi ajustada a função de distribuição acumulada β . O valor de $k = 2$ foi utilizado baseado nos estudos de Stinner *et al.* (1975) e o valor de $h = 3,69$ foi calculado empiricamente baseado nas distribuições de frequência de cada pico populacional, considerando os respectivos valores de início, término e tempo médio do pico populacional de adultos (Figuras 6.2a e 6.2b). O teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras comprova que não ocorrem diferenças significativas entre as curvas de proporção acumuladas e os dados observados no campo durante os 3 picos populacionais de 1995/96 e 1996/97 (Figuras 6.2 e 6.3). Dessa forma, o modelo proposto é capaz de simular a distribuição da ocorrência de adultos no campo baseado na distribuição de ninfas. A coleta de adultos apresentou em algumas amostras realizadas em datas aproximadas variações bruscas na densidade de cigarrinhas (Figura 6.1). Estas variações podem estar relacionadas às condições meteorológicas predominantes no momento da coleta e a variações no comportamento dos adultos durante o dia (Valério e Nakano 1988, Ramiro *et al.* 1984). A razão sexual ($\text{♀} \times (\text{♀} + \text{♂})^{-1}$) média entre as amostragem foi 0,3 apresentando um desvio constante com um maior número de machos observados na maioria das coletas durante os picos populacionais (Anexo, Tabela 6.5). Este dado também foi observado por Nilakhe *et al.* (1987) e em algumas pastagens por Pacheco

(1981). No entanto, o acompanhamento de coortes horizontais e a determinação do padrão de emergência de machos e fêmeas no campo (Sujii, dados não publicados) apresentou razão sexual igual ou próxima de 0,5 ao final de cada pico, embora tenham sido observadas variações entre datas de amostragens. Outros acompanhamentos das emergências de adultos desta e de outras espécies do gênero *Deois*, em criações feitas em gaiolas, apresentaram igualmente uma razão sexual em torno de 0,5 para o total de indivíduos (ver Koller & Honner 1994, Kalvelage & Buzzi 1986, Stoporoli Neto & Pavan 1984). Estes dados sugerem que o desvio observado nas coletas com rede de varredura seja um problema de sub-amostragem ou amostragem diferencial de fêmeas devido ao seu comportamento de permanecer junto ao solo para oviposição e menor mobilidade provavelmente devido ao seu maior peso. Estes dados associados a observações de campo onde, na presença de uma ameaça, a cigarrinha pode assumir o comportamento de permanecer imóvel (Sujii, dados não publicados) apóiam a modelagem dos dados segundo a proposta de Nilakhe *et al.* (1984) onde as densidades absolutas de adultos capturados em gaiolas são cerca de 5 vezes maiores que as densidades de adultos capturados com auxílio de rede entomológica de varredura.

Taxas de produção de ovos da população

As taxas de produção diária de ovos pelas populações de fêmeas de *D. flavopicta* apresentaram o mesmo padrão de variação durante o pico populacional (Figura 6.4). Houve um progressivo aumento na taxa média de produção diária de ovos por fêmea até um certo patamar após o qual houve uma redução desta taxa. Este padrão provavelmente é devido ao recrutamento de fêmeas que se tornam reprodutivamente ativas e posteriormente o decréscimo

progressivo devido ao aumento de fêmeas que após as primeiras oviposições não conseguiram completar a maturação de um novo lote de ovos antes da morte. No segundo pico populacional foi observada uma correlação significativa (Pearson $r = 0,817$ $p = 0,001$ $n = 13$) entre a proporção de fêmeas fazendo desovas nas gaiolas e a taxa média de produção diária de ovos por fêmea, o que apóia esta hipótese. Não foi observada correlação significativa entre os mesmos fatores e o número médio de ovos durante o primeiro pico populacional (Pearson $r = 0,435$ $p = 0,2420$ $n = 9$), provavelmente devido às baixas taxas de oviposição obtidas em função da metodologia escolhida. Aparentemente as alterações na qualidade do ambiente, vasos com plantas para as cigarrinhas se alimentarem e substrato para oviposição, permitiram que as fêmeas completassem o desenvolvimento reprodutivo na gaiola e expressaram a sua capacidade reprodutiva plena.

Além das variações observadas durante o pico populacional foram observadas diferenças significativas na produção média diária de ovos por fêmea entre os 3 picos populacionais de 1995/96 (ANOVA $F = 5.845$ $p = 0.002$) (Tabela 6.1). Aparentemente houve um aumento progressivo no número médio de ovos produzidos por fêmea em função da mudança no substrato para as posturas, a utilização de plantas em vaso e a colocação das gaiolas em um ambiente de pastagem.

Um outro fator que apresentou correlação significativa com a variação na produção diária de ovos por fêmea foi a densidade de ninfas em cada pico populacional (Pearson, $r = -0,95$ $p = 0,049$ $n = 4$). Estudos adicionais foram desenvolvidos para avaliar se maiores densidades de ninfas ao produzir adultos menores afetariam a capacidade reprodutiva do inseto ou se a densidade de adultos, devido aos danos produzidos nas plantas, seriam a principal causa da

variação na quantidade média de ovos produzidos por fêmea.

Capacidade reprodutiva das fêmeas em relação ao porte de fêmeas têneras

O acompanhamento do número de ovos produzidos por fêmeas criadas desde a fase tênera em gaiolas individualizadas mostrou que o período de pré-oviposição variou entre 6 a 16 dias com média de 8,7 dias (Tabela 6.2). Um período de pré-oviposição médio em *D. flavopicta* de 10,8 dias com amplitude de variação de 6 a 30 dias foi observado por Pacheco (1981), enquanto que, um período médio de 7,14 dias com variação de 5 a 16 dias foi observado por Stoporoli-Neto *et al.* (1985). Estas diferenças podem ser relativas à temperatura média experimentada pelas fêmeas nos diferentes estudos ou a variabilidade das populações dos diferentes locais de estudo.

O inseto apresentou grande plasticidade tanto no número de ovos produzidos como na idade das fêmeas em que os ovos foram colocados, sendo que 24% das fêmeas não produziram ovos (Tabela 6.2). Foi observada uma relação positiva entre o número de ovos produzidos com a longevidade das fêmeas ($r = 0,72$ $p < 0,001$ $n = 45$), assim como já havia sido observado por Stoporoli-Neto & Pavan (1984) correlação positiva entre o período reprodutivo e a produção de ovos. A curva de oviposição acumulada da população mantida em gaiolas no campo apresentou um incremento progressivo no período de 7 a 20 dias a partir do qual houve uma redução do número de ovos colocados diariamente (Figura 6.5). De acordo com a curva, 95% dos ovos são produzidos no intervalo de 7 a 21 dias, sendo que cerca de 50% dos ovos são depositados no solo entre 7 e 14 dias, enquanto que cerca de 45% entre 14 e 21 dias. Aparentemente a população, que alcança uma longevidade em torno de 21 dias, produz um número de ovos próximo a sua

capacidade reprodutiva máxima no campo.

Não foi observada correlação entre as variáveis relacionadas ao porte da fêmea, peso ou comprimento da asa com a quantidade de ovos produzida pela fêmea (Figuras 6.6 e 6.7). Este dado sugere que mesmo que as condições ambientais experimentadas pelas ninfas afete o tamanho dos adultos produzidos isto não afetará a fertilidade da população. Somente as condições ambientais experimentadas pela fêmea durante o período de pré-oviposição e oviposição possivelmente alteram a sua capacidade reprodutiva e determinam o tamanho da progênie daquela população. Estudos desenvolvidos por Sujii et al. (1993a, b) mostrando que densidades equivalentes a 80 ninfas/m² não afetam a produção primária de *B. decumbens* enquanto que densidades de apenas 13 adultos/m² reduziram em cerca de 40% a produção de massa seca sugerem o efeito da densidade de adultos sobre o próprio alimento possa ser o fator ambiental que influencia a sua capacidade reprodutiva.

Efeito da densidade de adultos na produção de ovos

A criação de diferentes densidades de adultos da cigarrinha-das-pastagens, em gaiolas com a quantidade de alimento padronizado, mostrou que há uma relação inversa entre a quantidade de ovos obtidos e a densidade de adultos, a partir de 4 adultos por gaiola (Figura 6.8). Este efeito deve ser devido aos danos produzido pelo inseto na planta (descrito por Hewitt 1989, Valério & Nakano 1987). A densidade de 2 casais por gaiola equivale a uma população aproximada de 100 adultos/m² no campo. Somente densidades acima de 100 adultos/m² são capazes de reduzir a capacidade reprodutiva da população devido aos danos produzidos pelo próprio inseto às plantas. Assim, a ocorrência de densidades abaixo de 100 cigarrinhas/m² deve

permitir a expressão máxima da capacidade reprodutiva do inseto no campo que apresentou valores em torno de 5,5 ovos/fêmea/dia.

Os resultados da análise de variância seguida de um teste de comparação das médias, mostra que existem dois patamares e que as taxas de fertilidade não variam significativamente nestes patamares (Tabela 6.4). Cabe, no entanto, lembrar que este experimento foi conduzido apenas por um período de 7 dias com fêmeas trazidas do campo onde sua densidade estava abaixo de 10 adultos/m² e a quase totalidade da população estava reprodutivamente madura. Portanto, a ausência de diferenças nas taxas de fertilidade em densidades populacionais mais elevadas pode ser devido a reservas nutricionais acumuladas no campo. Experimentos com fêmeas mantidas desde o estágio teneral deverão ser conduzidos para determinar o padrão de variação nas taxas de fertilidades em diferentes densidades populacionais.

Modelo para estimar a produção de ovos pela população de cigarrinhas

As taxas médias entre 2,03 e 3,67 ovos/fêmea/dia, com um máximo variando entre 4,9 e 8,8 ovos/fêmea/dia, observadas durante o segundo e terceiro pico populacional parecem ser adequadas para estimar as quantidades de ovos produzidos pelas fêmeas no campo. O progressivo recrutamento de fêmeas reprodutivamente maduras observada ao longo dos picos populacionais mantém as taxas de fertilidade abaixo da média de 5,5 ovos/fêmea/dia obtida em gaiolas por um curto período de tempo onde acima de 90% das fêmeas produziram ovos.

A comparação entre as densidades de ovos produzidos por populações de *D. flavopicta* em cada pico populacional, as densidades de ninhas de primeiro instar na geração seguinte e a densidade de ovos diapáusicos durante a estação seca mostra que o modelo faz estimativas

superiores ao número de indivíduos observados no campo (Tabela 6.4) . No entanto, as observações de densidades foram realizadas no campo, onde as populações estão sujeitas a diversos fatores de mortalidade que provavelmente contribuiram para as diferenças na comparação das densidades modeladas e observadas.

A comparação entre as densidades de ovos simuladas pelo modelo, em qualquer das taxas médias de fecundidade, com as densidades populacionais observadas no campo sugerem que ocorrem elevados níveis de mortalidade entre a oviposição e o estabelecimento de ninhas no campo. A escolha da taxa média mais adequada para modelar a capacidade reprodutiva do inseto depende do conhecimento prévio dos fatores de mortalidade durante os estágios de ovo e ninfa assim como sua amplitude de variação em função de alterações no ambiente.

CONCLUSÕES

Ocorrem variações nas taxas médias de oviposição diária das fêmeas durante os picos populacionais devido a mudanças nas taxas de fêmeas capazes fazer oviposição. As variações observadas entre picos populacionais aparentemente foram devido a mudanças na metodologia de criação.

O porte das fêmeas tenerais não está relacionado com a capacidade reprodutiva individual. Este resultado sugere que a densidade de ninhas não produz variações na taxa de fecundidade das fêmeas.

A densidade de fêmeas criadas em gaiolas afetou a produção de ovos indicando que os danos produzidos por densidades populacionais acima de 100 adultos/m² sobre a planta hospedeira são capazes de reduzir a fertilidade da cigarrinha. Na ocorrência de densidade

inferiores a 100 adultos/m² a taxa média de 3,7 ovos/fêmea/dia pode ser aplicada à curva de distribuição de adultos para estimar a taxa de ovos produzidos a cada geração.

O efeito da qualidade do alimento e os fatores que causam variações na longevidade dos adultos devem ser estudados em maior profundidade para melhor entendimento das variações temporais na capacidade reprodutiva e estimativas mais precisas da fertilidade das populações.

A determinação de estimadores para algumas características da biologia reprodutiva de *D. flavopicta* como período de pré-oviposição, proporção de ovos colocados por diferentes faixas etárias de uma população e taxas diárias de oviposição assim como a modelagem da distribuição da ocorrência de adultos em diferentes gerações permitem modelar a capacidade reprodutiva de *D. flavopicta* e estimar as densidades esperadas de ovos nas próximas gerações baseado nas distribuições empíricas de ovos normais e diapáusicos (Fontes *et al.* 1995, Koller & Honer 1993). Um modelo diagramático da capacidade reprodutiva do inseto é apresentado na Figura 6.9.

AGRADECIMENTOS

A Shirley, Cristiane, Andrea, Christinne, Fernanda, Ena, Sávio e Cleber pela ajuda na coleta dos dados e montagem dos experimentos. A Carmen Pires pela revisão inicial do manuscrito e sugestões. Ao Conselho Nacional de Pesquisa, CNPq, pelo suporte financeiro através de uma Bolsa de doutorado no Curso de Ecologia da UNICAMP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M & M. Mortimer 1986. Population ecology: a unified study of animals and plants. 2nd ed., Blackwell, Oxford, 220 p.
- Botelho, W. & P.R. Reis. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens Homoptera- Cercopidae em *Brachiaria decumbens* sob diferentes cargas animais. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.101-111.
- Gutierrez, A.P. 1996. Applied population ecology: a supply demand approach. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. 300 p.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- Hewitt, G.B. 1989. Effects of spittlebug feeding on forage and root production of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brisantha* cv. marandu (BRA-0000.19). Pesq. Agrop. Bras. 24(3):307-314.
- Kalvelage H. & Z.J. Buzzi 1986. Ciclo de vida da cigarrinha *Deois schach* (Homoptera: Cercopidae) sob duas temperaturas. An. Soc. Entomol. Brasil 15(1): 113-136.
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1994. Desenvolvimento e sobrevivência de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) sobre plantas de *Brachiaria decumbens* com diferentes características morfológicas. An. Soc. Entomol. Brasil 23(2): 163-170.
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1993. Correlação 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(3):597-612.

- Sujii, E.R., D.F. Gomes, E.M.G. Fontes & C.S.S. Pires. 1993. Efeito de diferentes densidades populacionais de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) sobre a produção de *Brachiaria decumbens*. I Ninfas. In: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos ..., Piracicaba, SEB, p.623
- Sujii, E.R., D.F. Gomes, E.M.G. Fontes & C.S.S. Pires. 1993. Efeito de diferentes densidades populacionais de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) sobre a produção de *Brachiaria decumbens*. II Adultos. In: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos ..., Piracicaba, SEB, p.622
- Sujii, E. R., Garcia, M.A., Fontes, E. M. G. & V. Carvalho. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24(3): 465-478.
- Valério, J.R. 1993. Obtenção de ovos de cigarrinhas (Homoptera: Cercopidae) em Água. An. Soc. Entomol. Brasil 22(3):583-590.
- Valerio, 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(2):341-250.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanson, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

Tabela 6.1. Produção média diária de fêmeas de *Deois flavopicta* (Homoptera:Cercopidae) durante diferentes épocas do ano e utilizando diferentes métodos de criação.

Período	Método de Criação			Ovos/fêmea/dia média ± desvio padrão	SNK
	casais/ gaiola	alimento	ambiente		
1995/96					
nov/jan	1	fol/água	lab	0,62 ±0,41	a
nov/jan	1	fol/água	lab	1,93 ±1,80	ab
jan/mar	25	pla/vaso	lab	2,03 ±0,65	bc
abr/mai	25	pla/vaso	past.	3,67 ±2,65	c

Dados transformados por \sqrt{x}

Comparação de médias por Student-Newman-Keuls

Tabela 6.2. Fêmeas de *D. flavopicta* criadas desde o estágio de adulto teneral até a morte do indivíduo em gaiolas de postura colocadas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* em Brasília, DF (n=45).

	Média ± Desvio padrão	Intervalo de Variação	
		Máximo	Mínimo
Longevidade (♀)	15,3 ± 6,6	31	8
Pré-oviposição	8,8 ± 2,8	16	6
Número de ovos	27,8 ± 27,4	111	0

Tabela 6.3. Efeito da densidade de adultos em gaiolas na produção de ovos por fêmeas da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*.

Densidade de Adultos	Ovos/gaiola média ± d.p. (n)	SNK $p < 0,005$
2	38,4 ± 23,0 (8)	a
4	39,3 ± 4,8 (4)	a
6	16,0 ± 2,5 (4)	b
8	13,5 ± 12,1 (6)	b
16	11,5 ± 5,3 (4)	b
24	10,0 ± 4,3 (4)	b
36	7,1 ± 5,2 (4)	b

Tabela 6.4. Comparação das estimativas de produção de ovos normais e diapáusicos por populações de *Deois flavopicta* durante cada pico populacional (aplicando diferentes taxas de oviposição diária) e as densidades observadas de ninhas de primeiro instar e ovos diapáusicos no solo na geração seguinte.

	Densidade estimada de ovos (normais + diapáusicos) x = 2.03	Ovos diapáusicos (%) x=3.67	Densidades observadas no campo
1995/96			
1º pico	212	384	<< 5
2º pico	386	698	80 54 ninhas/m ²
3º pico	46	83	> 95 20 ninhas/m ²
Estação seca 1996			373 ovos/m ²
1996/97			
1º pico	223	404	<< 5
2º pico	514	929	80 83 ninhas/m ²
3º pico	270	488	> 95 21 ninhas/m ²
Estação seca 1997			1108 ovos/m ²

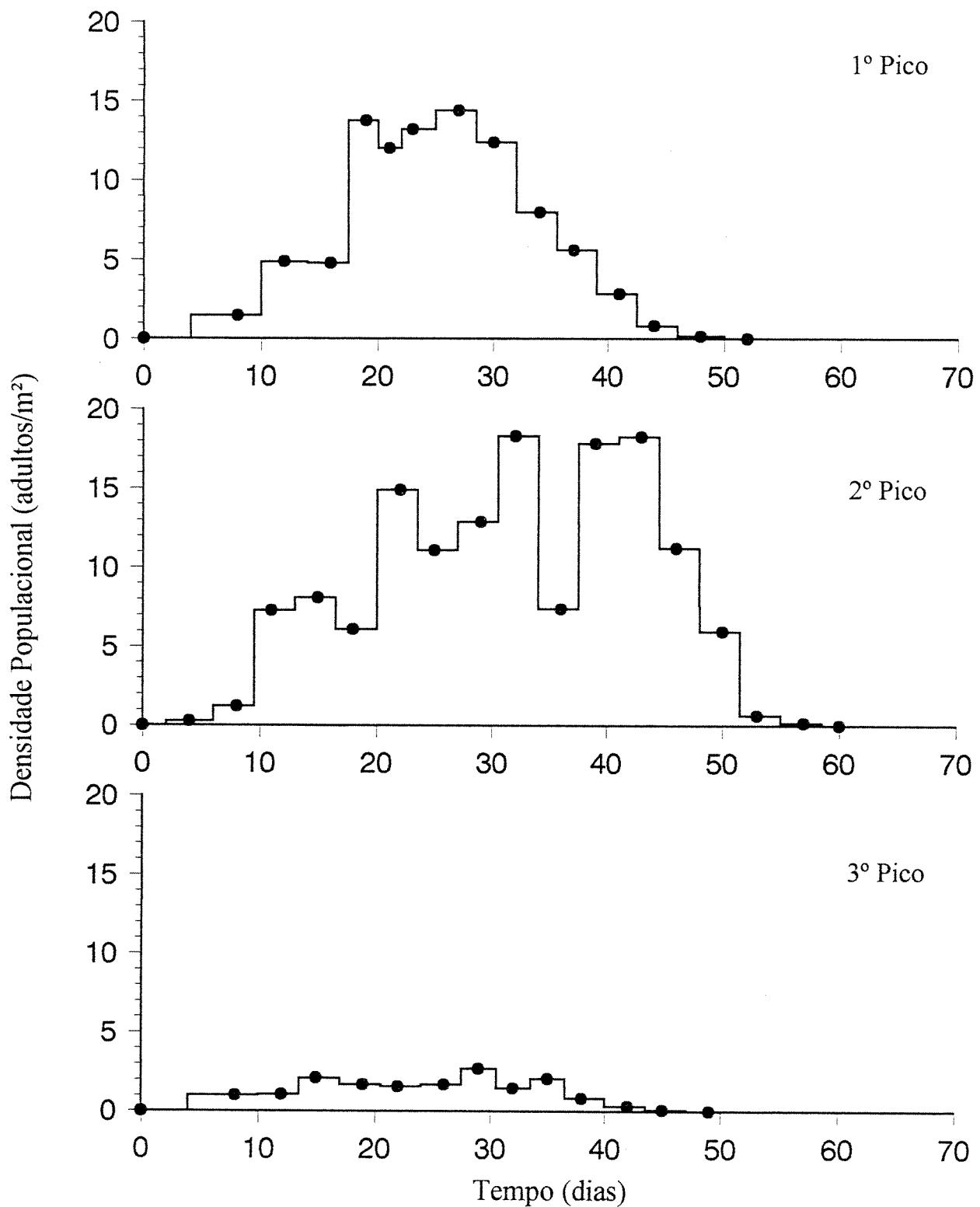


Figura 6.1. Distribuição das densidades médias das populações de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, dos três picos populacionais de 1995/96 amostradas com rede entomológica.

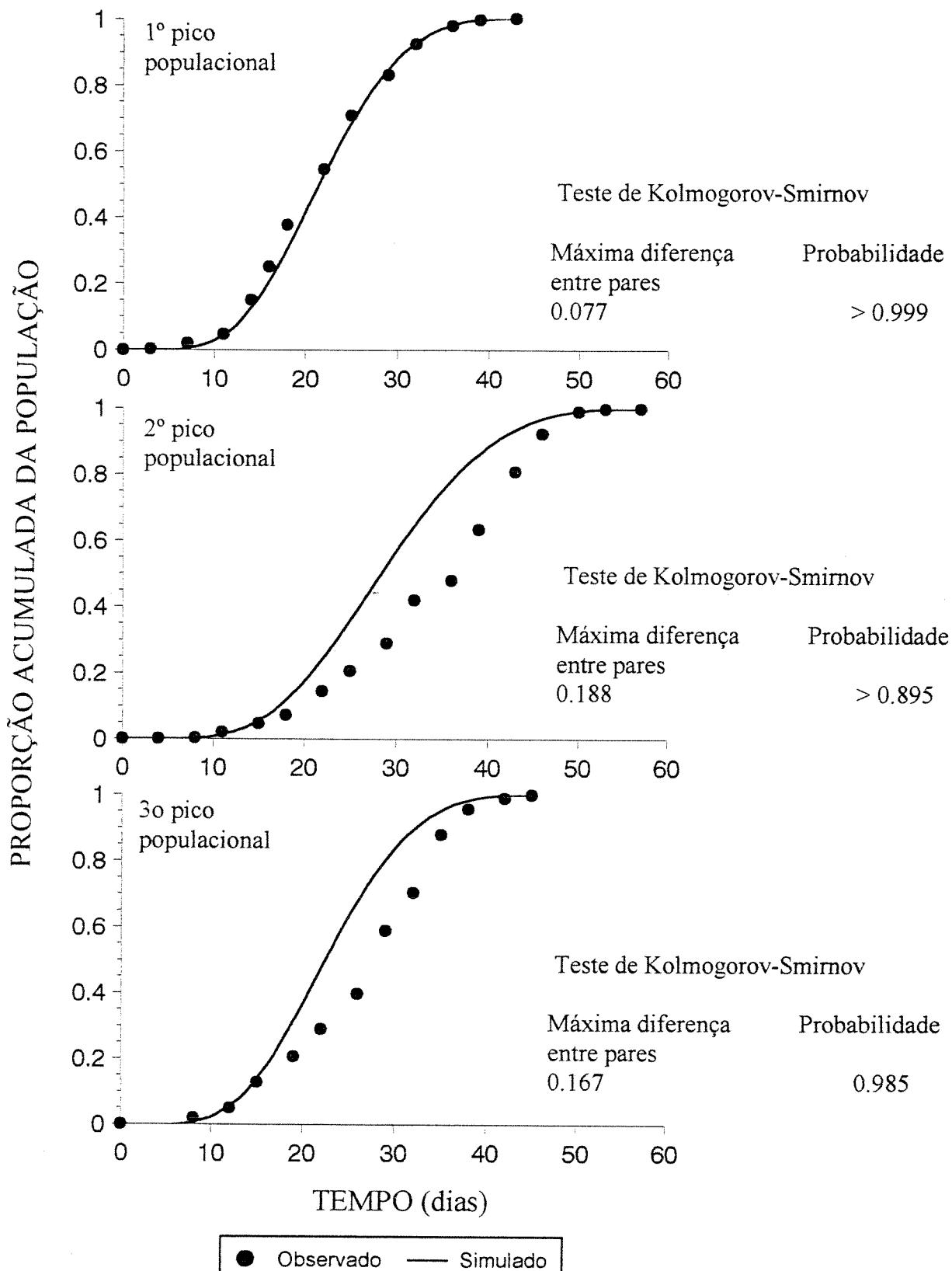


Figura 6.2. Distribuição acumulada da população de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, observada em pastagem no Distrito Federal em 1995/96. Ajuste da distribuição Beta aos dados utilizando valores de $k=2$ e $h = 3,69$.

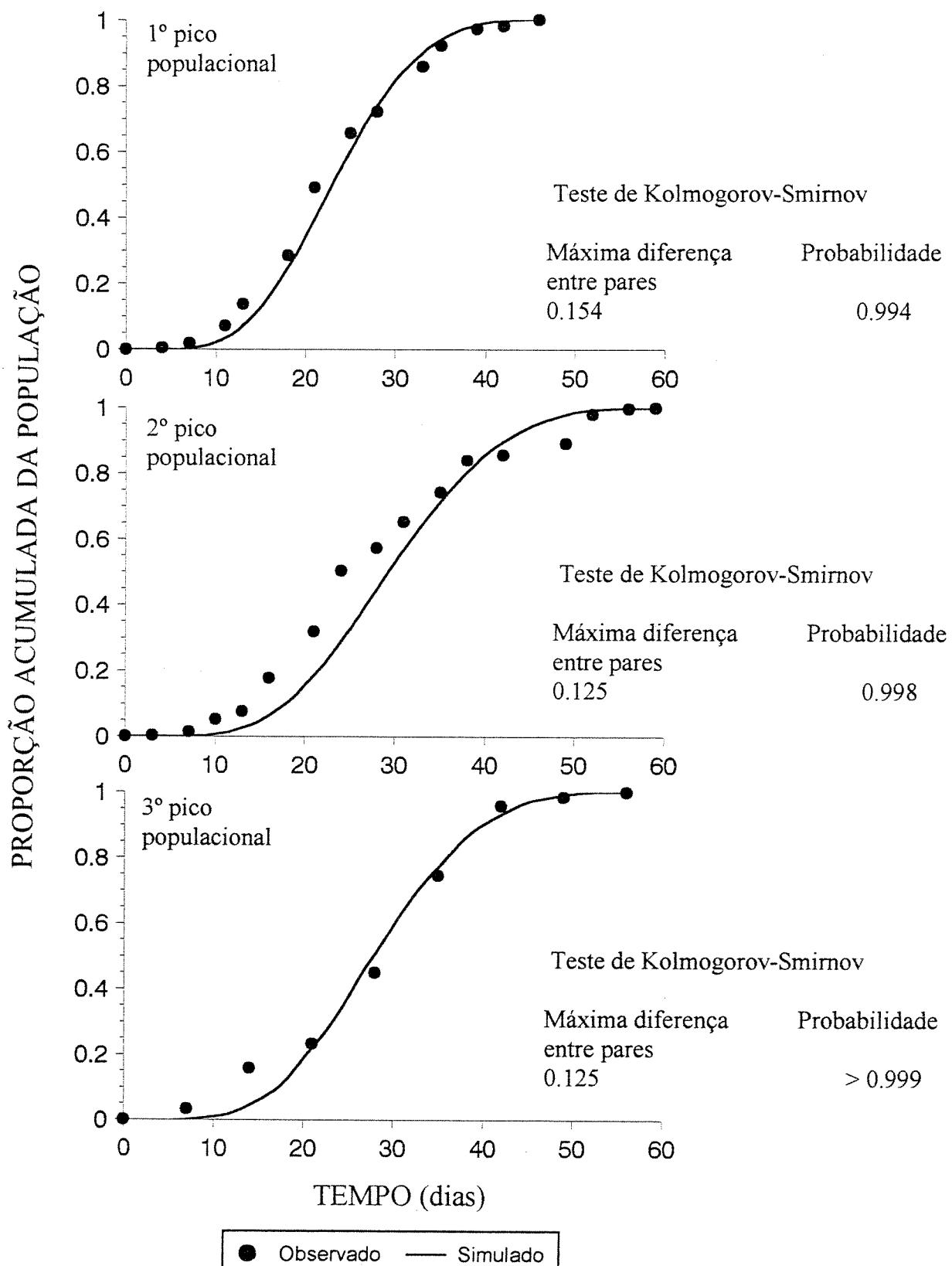


Figura 6.3. Distribuição acumulada da população de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, observada em pastagem no Distrito Federal em 1996/97. Ajuste da distribuição Beta aos dados utilizando valores de $k=2$ e $h = 3,69$.

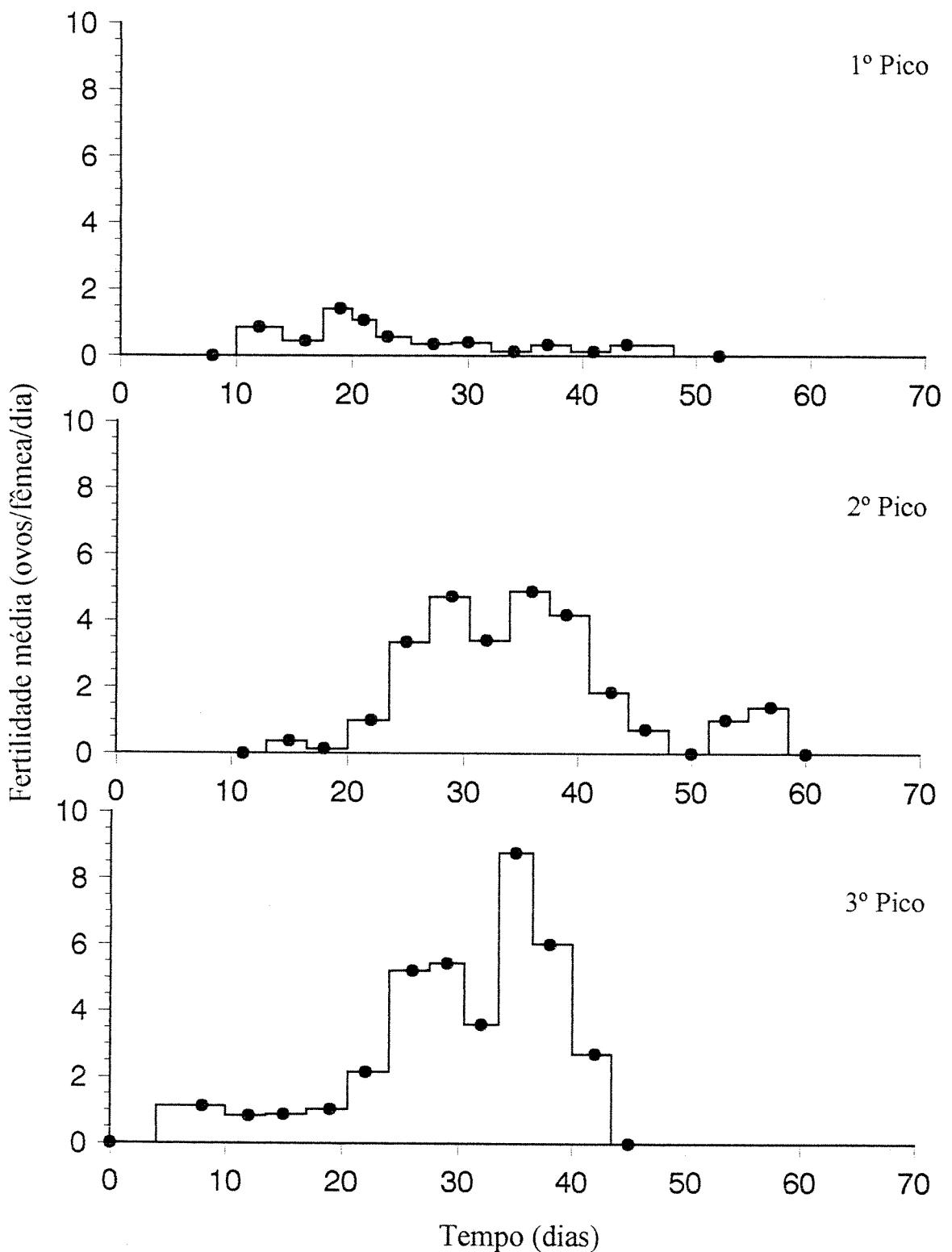


Figura 6.4. Produção média diária de ovos por fêmea de *Deois flavopicta* em cada pico populacional de 1995/96. Fêmeas coletadas no campo e criadas em gaiolas de oviposição.

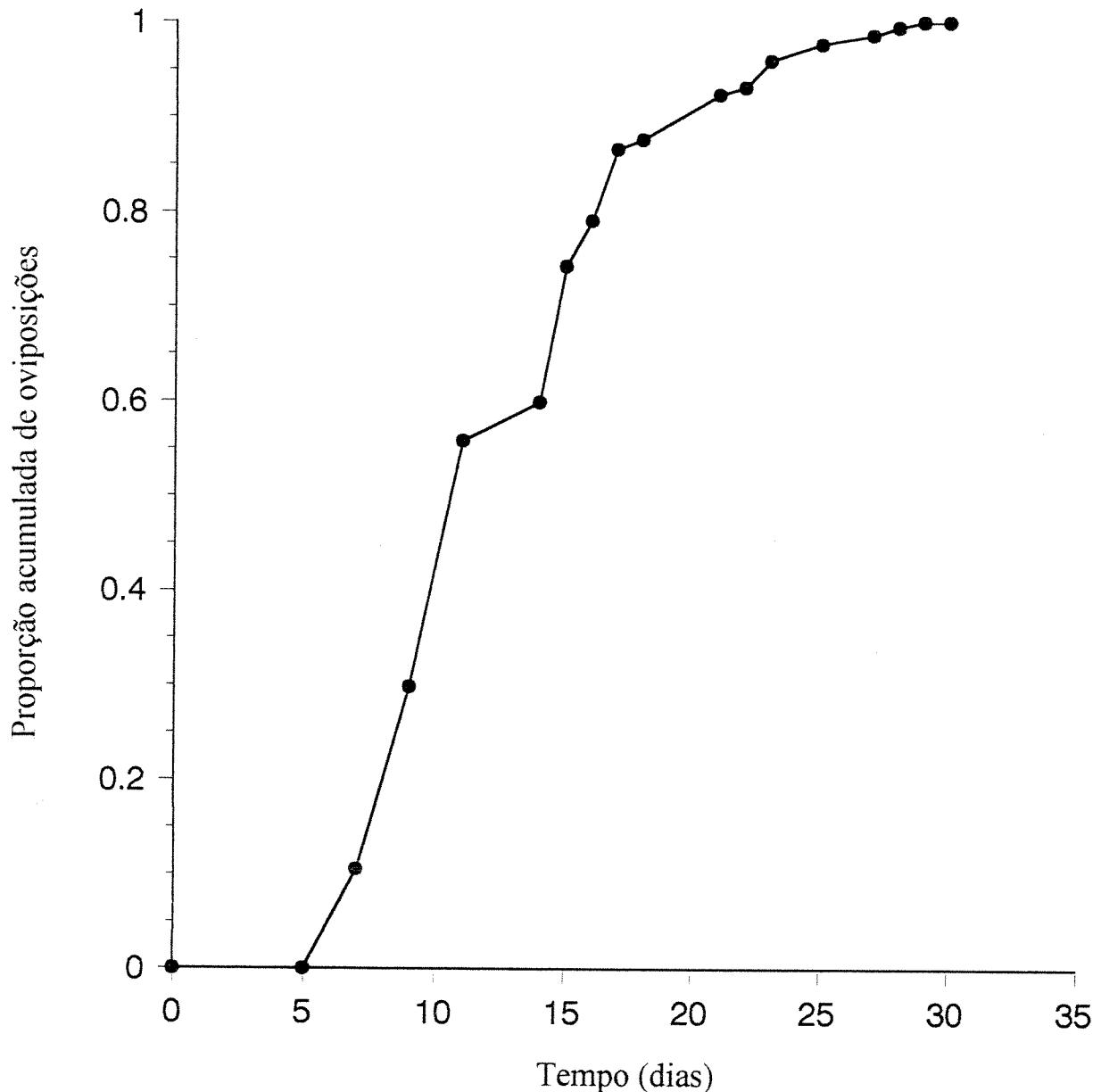


Figura 6.5. Padrão de distribuição das oviposições acumuladas de uma população da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, criada em gaiolas individuais colocadas em uma pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.

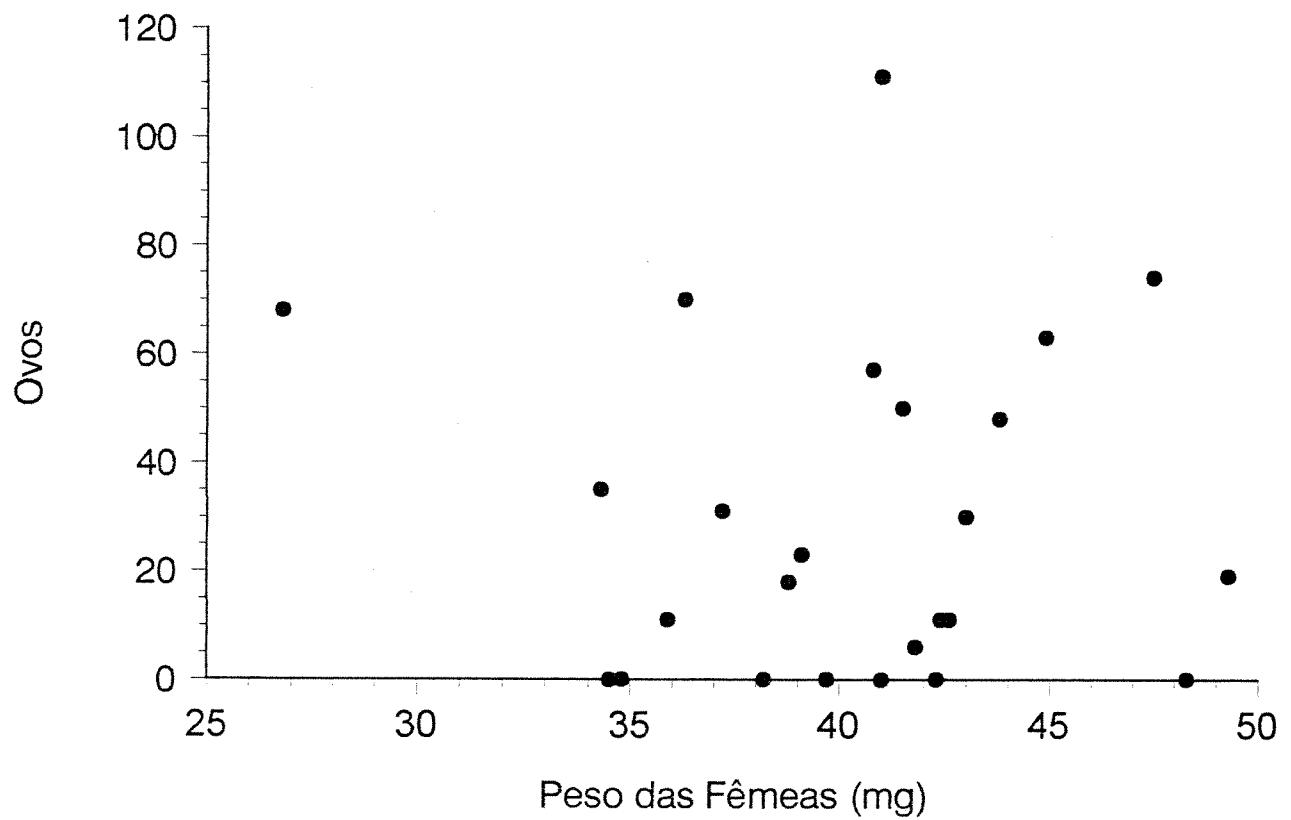


Figura 6.6. Relação entre peso de fêmeas tenerais e a sua capacidade reprodutiva em gaiolas mantidas em pastagem de *Brachiaira ruziziensis*.

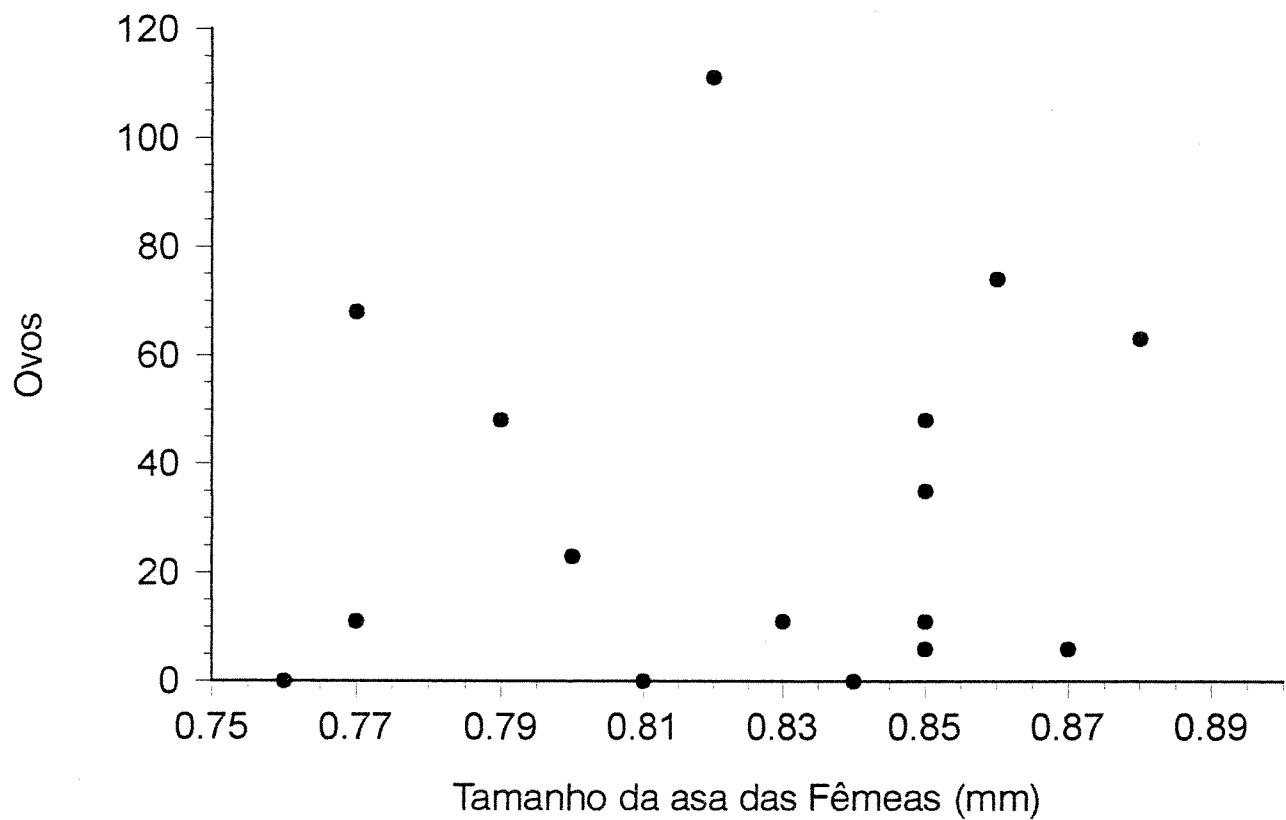


Figura 6.7. Relação entre o tamanho da asa (maior comprimento) e a capacidade reprodutiva de fêmeas de *Deois flavopicta* mantidas em gaiolas individuais colocadas em pastagem de *Bracharia ruziziensis*.

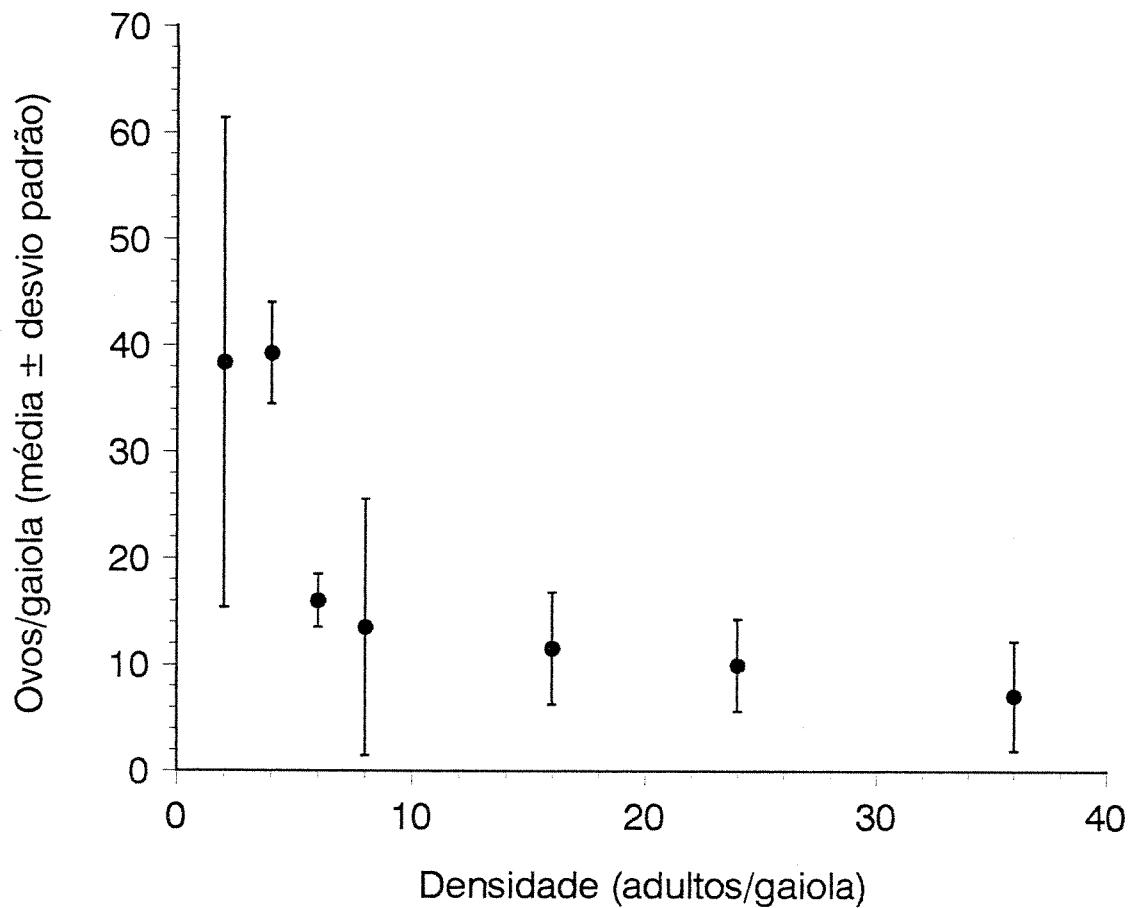


Figura 6.8. Efeito da densidade de adultos na fertilidade de *Deois flavopicta* avaliada em gaiolas com vasos plantados com *Brachiaria ruziziensis*.

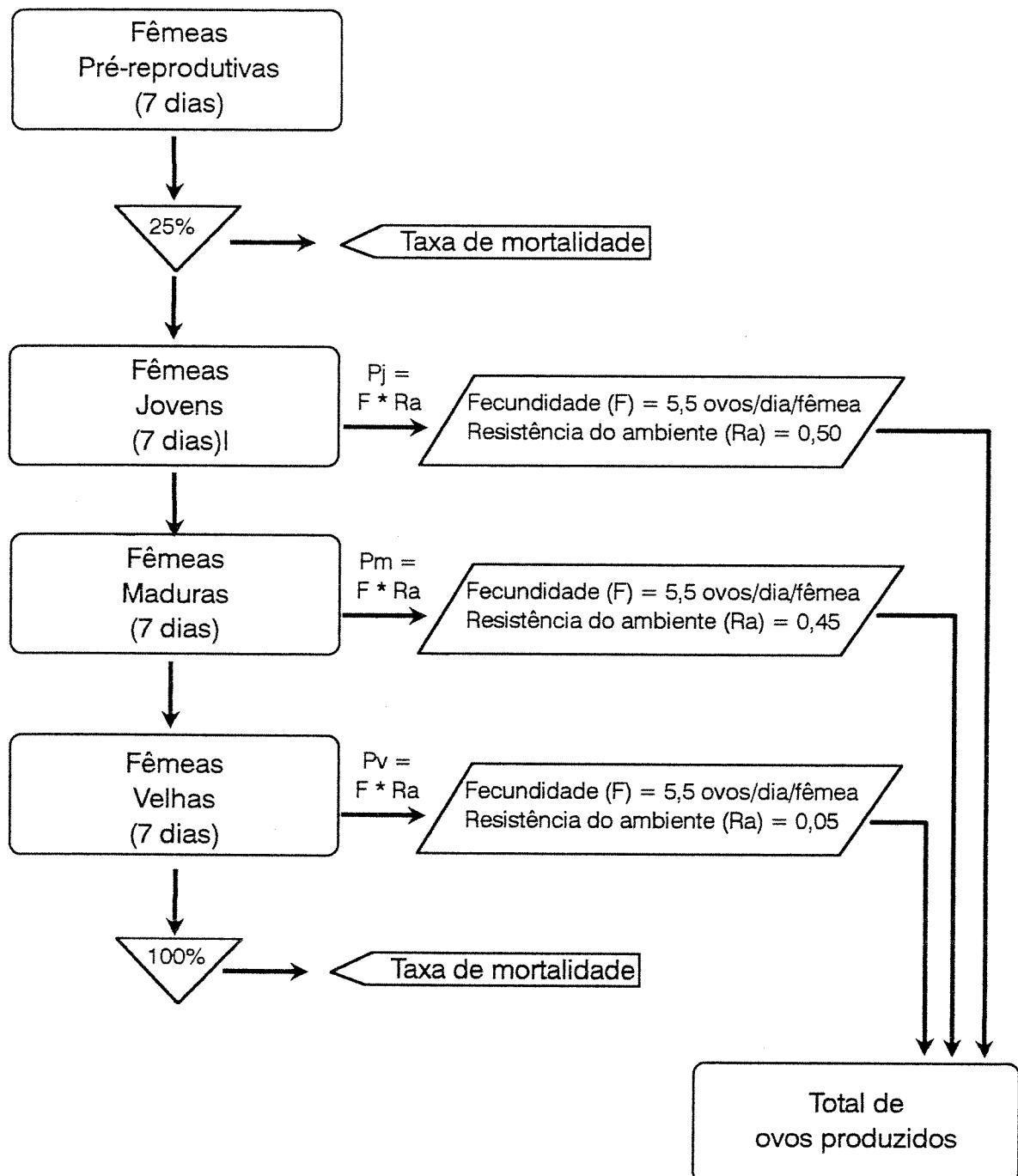


Figura 6.9. Modelo de fertilidade da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* na região do Distrito Federal.

ANEXO

Tabela 6.5. População de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) coletada com rede de varredura durante o ano de 1995/96.

(a) 1º pico populacional (número de sub-amostras por data = 5)

Data	machos ± d.p.	fêmeas ± d.p.	total ± d.p	razão sexual
23/11			3.2	1.9
27/11			10.6	2.5
1/12			10.4	3.8
4/12			30.0	6.4
8/12			28.8	5.4
12/12			31.4	4.5
15/12			27.0	8.6
22/12			12.2	6.2
26/12			6.2	3.6
29/12			1.8	1.5
2/01			0.4	0.5

(b) 2º pico populacional (número de sub-amostras por data = 10)

Data	machos ± d.p.	fêmeas ± d.p.	total ± d.p	razão sexual
26/01	0.3 0.7	0.3 0.5	0.6 1.0	0.5
30/01	2.3 1.5	0.4 0.5	2.7 1.9	0.1
02/02	12.4 6.2	3.5 3.2	15.9 8.9	0.2
06/02	12.6 3.8	5.1 2.2	17.7 4.9	0.3
09/02	10.3 4.7	3.0 1.2	13.3 5.6	0.2
13/02	24.4 4.7	8.1 2.8	32.5 7.0	0.2
16/02	17.5 9.7	6.7 5.3	24.2 14.0	0.3
20/02	18.8 5.4	9.3 4.0	28.1 7.0	0.3
23/02	29.3 9.7	10.6 4.2	39.9 12.7	0.3
27/02	11.9 3.4	4.2 2.4	16.1 4.9	0.3
01/03	27.3 8.3	11.6 3.8	38.9 10.7	0.3
05/03	19.8 5.2	20.0 9.5	39.8 13.9	0.5
08/03	12.5 6.6	12.0 4.8	24.5 10.7	0.5
12/03	6.9 4.1	6.1 3.1	13.0 6.3	0.5
15/03	1.0 0.8	0.4 0.5	1.4 1.0	0.3
19/03	0.0 0.0	0.4 0.7	0.4 0.7	1.0

(c) 3º pico populacional (número de sub-amostras por data = 10)

Data	machos ± d.p.		fêmeas ± d.p.		total ± d.p.		razão sexual
12/04	1.6	1.3	0.6	0.7	2.2	1.7	0.3
16/04	1.9	1.3	0.4	0.7	2.3	1.6	0.2
19/04	3.2	2.6	1.4	1.8	4.6	3.1	0.3
23/04	2.8	1.1	0.9	1.0	3.7	1.6	0.2
26/04	2.6	2.1	0.8	0.8	3.4	2.8	0.2
30/04	3.2	2.0	0.5	0.8	3.7	2.7	0.1
3/05	4.0	2.2	1.9	1.4	5.9	3.0	0.3
6/05	1.9	1.3	1.3	1.4	3.2	2.3	0.4
9/05	2.8	2.6	1.7	1.5	4.5	3.0	0.4
13/05	0.8	1.2	1.0	1.4	1.8	2.1	0.6
17/05	0.7	1.1	0.0	0.0	0.7	1.1	0.0
20/05	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0

Tabela 6.6. Distribuição da produção de ovos por fêmeas de *D. flavopicta* criadas desde o estágio de adulto teneral até a morte do indivíduo em gaiolas de postura colocadas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* em Brasília, DF..

	data	longevidade	pre-ovip	ovip	ovos
1	13/1	10			0
2		10	8	1	11
3		10	8	1	18
4		19	10	4	5
5		20	10	1	21
6		17	10	4	16
7		13	8	1	2
8	17/1	12	8	3	47
9		22	10	11	32
10		12	10	1	39
11	20/1	17	6	5	35
12		8			0
13		15	6	5	35
14		8			0
15		17	10	6	43
16		8	6	1	2
17		27	6	12	85
18		15	6	8	40
19		30	6	23	62
20		8			0
21		15	6	8	48
22	27/1	10			0
23		12	6	1	11
24		22	14	7	35
25		16	10	5	57
26		24	14	9	68
27		22	10	11	63
28		16	14	1	6
29		12	6	1	11
30		12	8	7	50
31		31	6	22	74
32		10			0
33		8			0
34		8			0

(continua)

Tabela 3. (continuação)

35	3/2	10	8	1	23
36		10	8	1	11
37		22	14	1	19
38		16	10	5	30
39		16			0
40		22	16	5	18
41		12	6	3	48
42		18	6	5	31
43		18	8	9	70
44		26	8	13	111
45		8			0
46		8			0

7 fêmeas tiveram longevidade de 7 dias sem oviposição, 3 -> 10 dias, 1 ->15dias

RESUMO

O uso de armadilhas do tipo painel com cola, utilizadas para monitorar as taxas de entrada e saída da população de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* Stål, em pastagens de *Brachiaria ruziziensis* Stapf na região do Distrito Federal revelaram a ausência de um padrão predominante de movimentação em relação a posição geográfica. A ocorrência de fisionomia vegetal baixa nas áreas adjacentes às pastagens parecem favorecer o movimento de dispersão, enquanto que a ocorrência de cerrados ou matas na vizinhança inibem o movimento nesta direção e aumentam a taxa de retorno dos insetos às pastagens. O inseto se deslocou principalmente através de saltos ou vôos baixos, inferiores a 1 metro de altura e com cerca de 4 vezes mais machos em relação às fêmeas capturadas. O estudo da velocidade de movimentação de populações marcadas com tinta atóxica e recapturadas apresentaram taxas médias inferiores a 5 m por dia e aparentemente não se ajusta a uma distribuição por difusão passiva. Considerando a longevidade média das fêmeas é razoável supor que as fêmeas do inseto mantenham uma área de vida entre 50 e 100 m do ponto de emergência, tendendo a permanecer na mancha de vegetação caso esta seja cercada de vegetação de porte arbustivo ou arbóreo. O movimento de dispersão de adultos parece não contribuir significativamente para a perda ou recrutamento de adultos em populações locais de *D. flavopicta*, dessa forma, este parâmetro biológico aparentemente não necessita ser considerado na modelagem de sua dinâmica populacional, a não ser em casos extremos de explosões populacionais ou extinção local.

Palavras-chave: Inseto, Homoptera, Cercopidae, dispersão, migração, padrão de vôo, dinâmica populacional.

INTRODUÇÃO

O complexo de espécies conhecido como cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) é a principal praga de pastagens no Brasil por sua ocorrência generalizada e elevado nível de danos (Valério & Nakano 1987). Os adultos da cigarrinha-das-pastagens possuem boa capacidade de vôo a longa distância, sendo que Nilakhe & Buainain (1988) estimaram que um indivíduo da espécie *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae) poderia percorrer 910 m em um único vôo e que são capazes de voar por mais de 3 km em condições meteorológicas favoráveis. Apesar disso, entre 80 e 95% das cigarrinhas preferem se movimentar através de saltos baixos (até 1 m de altura), a curta distância e apenas quando perturbadas (Nilakhe & Buainain 1988, Menezes *et al.* 1983). Aparentemente, esta preferência caracteriza um movimento de dispersão onde a população altera o seu padrão de distribuição espacial aumentando a distância entre os indivíduos dentro de uma área de ocorrência (Rabb & Stinner 1978 *apud* Nilakhe & Buainain 1988). Dessa forma, é razoável supor que o principal padrão de movimento das populações de adultos da cigarrinha seja de dispersão, enquanto que apenas uma reduzida parcela da população estaria deixando a população local em um movimento de migração.

Por outro lado, o aparecimento súbito de adultos em pastagens onde ocorriam poucas ou nenhuma ninfa (Fontes *et al.* 1995); a redução brusca na densidade de adultos, ex.: decréscimo da ordem de 6 ou 7 vezes em 24 horas (Nilakhe & Buainain 1988); e a infestação em campos de cultivo de arroz e milho (Nilakhe *et al.* 1984, Santos *et al.* 1982, Carneiro & Cunha 1984), onde as ninfas do inseto não são capazes de se estabelecer, sugerem que o movimento migratório de populações de adultos não são eventos raros e podem influenciar a sua dinâmica

populacional (Nilakhe & Buainain 1988, Fontes *et al.* 1995, Sujii 1994).

Visando quantificar as taxas de movimentação a curta e longa distância e a entrada e saída de indivíduos de populações de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *D. flavopicta*, em uma pastagem foram feitas coletas de adultos utilizando armadilhas do tipo painel com cola e estudos de marcação e recaptura com tinta fluorescente (Dayglo®) em pastagens de *Brachiaria ruziziensis* Stapf (Gramineae) na região do Distrito Federal. Através destes estudos foi possível avaliar o padrão de movimentação de populações de adultos e os fatores que podem afetar estas taxas de movimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Entrada e saída de adultos da pastagem

As taxas de entrada e saída de adultos de *D. flavopicta* de uma pastagem de *B. ruziziensis* foram avaliadas através da instalação de 12 estações de coleta com armadilhas do tipo painel. A pastagem está localizada na área experimental da EMBRAPA/CPAC na região de Planaltina, norte do Distrito Federal e faz divisa com outras pastagens da mesma espécie, pastagem de *Andropogon gayanus* e uma área de cerrado freqüentemente perturbada pelo pastejo de gado bovino. As estações foram distribuídas ao acaso em número de 3 em cada cerca lateral da pastagem e 3 foram distribuídas ao acaso dentro da pastagem (Figura 7.1). Cada estação de coleta era constituída de 2 armadilhas instaladas lado a lado em diferentes alturas. A altura dos painéis foi selecionada baseado em estudos anteriores desenvolvidos por Nilakhe & Buainaim (1988) que determinaram que o inseto movimenta-se à curta distância, principalmente, através de saltos curtos de aproximadamente 1 m de altura. A movimentação por distâncias maiores ocorre

em vôos mais altos que podem alcançar até 5 ou 6 metros. Desta forma, os painéis foram instalados no intervalo entre 0 a 1,2 m e 1,2 a 2,4 m de altura permitindo avaliações sobre a movimentação a curta e longa distância dos indivíduos.

Os painéis de captura tinham 1 m de largura por 1,2 m de altura e eram constituídos de filme plástico (transparente com 0,10 mm de espessura), recobertos com um adesivo (Tangle trap®) tanto na face voltada para o lado de dentro da pastagem como do lado de fora.

Diariamente no período de 9 as 11 horas da manhã todas as armadilhas eram inspecionadas e os indivíduos capturados eram retirados, contados e sexados. A razão sexual ($(\sum \text{♀} * \sum (\text{♂} + \text{♀}))^{-1}$) foi utilizada como índice para comparar as taxas de captura.

Visando avaliar a repetibilidade do padrão de movimentação de adultos observado no estudo acima, 9 estações de coleta foram montadas em uma área na Granja do Torto, cuja disposição da vegetação vizinha era diferente e localiza-se a cerca de 25 km de distância da área do CPAC (Figura 7.2).

O padrão de movimentação de adultos foi comparado com base nas médias de capturas diárias dos painéis em diferentes posições (Wilkinson 1990 e Kuo *et al.* 1992), considerando as diferenças de fisionomia vegetal observadas além de cada lateral da pastagem.

Marcação e recaptura de adultos para avaliar o padrão de dispersão

A velocidade e o padrão de expansão e movimentação da população de adultos da cigarrinha numa pastagem de *B. ruziziensis* foi avaliada por uma amostragem do tipo marcação e recaptura. Populações de 150 machos e 50 fêmeas foram capturadas, marcadas com tinta fluorescente atóxica (Dayglo®) de diferentes cores, previamente testada por Nilakhe & Buainain

(1988) e liberados em seguida. A captura, marcação e liberação foi feita diariamente no início da manhã, durante 3 dias e às 14:00 h do terceiro dia. Na noite do terceiro dia (após as 20:00h), quando foi feita a recaptura dos insetos, existiam na área 4 populações marcadas com tintas de diferentes cores a intervalos de 60, 36, 12 e 6 horas do momento da liberação. A recaptura foi feita percorrendo-se a área num raio de 50 metros do ponto de liberação com uma lâmpada do tipo Ultra Violeta (UV). Devido ao hábito diurno do inseto que praticamente não se movimenta a noite e a fluorescência provocada pelo efeito da luz UV na tinta, os insetos eram facilmente localizados e capturados. Baseado em observações de que o inseto se movimenta principalmente através de saltos baixos a curta distância (3 a 4 m) todos os indivíduos marcados encontrados num raio de 5 m do ponto de liberação foram considerados como não tendo se movimentado. Todos os indivíduos recapturados além de 5 m de distância do ponto de liberação tiveram sua posição de recaptura marcada e foram sexados. As distâncias vetoriais e as distâncias nas coordenadas de um plano foram utilizadas para avaliar o padrão de movimentação da população.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entrada e saída de adultos da pastagem

As taxas de captura de adultos nos painéis colocados na posição baixa foram significativamente maiores que as taxas de captura na posição alta em todas as coletas tanto para machos como para fêmeas. Os painéis instalados na posição alta, acima de 1,2 m, capturaram apenas 3,7% do total de 4.949 adultos coletados nas estações de coleta colocadas nas laterais da pastagem em dezembro e fevereiro (Tabela 7.1). Observações realizadas por Nilakhe & Buainain (1988) no Mato Grosso em pastagens com populações de *D. flavopicta*, *Zulia*

entreriana Berg. e *Mahanarva fimbriolata* (Stål) coletaram entre 10 a 20% dos adultos acima de 1,0 m de altura com a razão sexual em torno de 0,40. Na região da Bahia Menezes *et al.* (1983) observaram que 95% dos indivíduos coletados são capturados até 1,0 m de altura. Estes dados confirmam que mesmo para espécies e densidades diferentes da cigarrinha, não ocorre um padrão de movimentação a longa distância através de vôos altos.

Não foi observada qualquer posição do campo em que houvesse um maior número de capturas nas diferentes épocas de coleta (Tabela 7.2), sugerindo que os indivíduos que deixam a área em vôos mais altos movem-se ao acaso. Não houve diferenças significativas no número médio de capturas por dia de fêmeas nos painéis altos voltados para dentro ou fora da área nas coletas de 1995 (Teste de Mann-Witney $T=1,39$ $p=0,41$) e 1996 ($T=25,6$ $p=0,46$). Esta combinação de resultados sugere que os vôos a longa distância não representaram uma forma importante de movimentação das fêmeas de cigarrinha e portanto não são responsáveis por flutuações na população local. Baseado na proporção de capturas, pode-se considerar que a principal forma de movimentação, seja de dispersão ou migração, dos adultos foi em saltos e vôos baixos, razão pela qual esta forma de movimentação foi analisada de modo detalhado.

A captura de adultos nos painéis baixos colocados nas laterais da pastagem não apresentaram, de modo geral, diferenças significativas para a razão sexual dos indivíduos coletados por dia nos diferentes períodos de coletas (Tabelas 7.3, 7.4, 7.5 e 7.6). A razão sexual do total de insetos capturados foi 0,19 ($n=4.949$). Portanto, a taxa de captura de machos foi em média aproximadamente 4 vezes maior que a captura de fêmeas. A razão sexual observada em coortes horizontais de *D. flavopicta* acompanhadas por Sujii (dados não publicados) e em criações desta e de outras espécies de *Deois* (Koller & Honner 1994, Kalvelage & Buzzi 1986 e

Stoporoli Neto e Pavan 1984) esteve sempre próxima de 0,5. A diferença entre as razões sexuais observadas nos adultos capturados nas armadilhas e na população que emerge das ninfas apóia a hipótese de que machos e fêmeas de *D. flavopicta* tenham um padrão diferenciado de movimentação.

A diferença de peso e tamanho médio entre os indivíduos possivelmente são a causa das diferenças nas taxas de captura. Os machos são ligeiramente menores e mais leves do que as fêmeas e apresentam maior mobilidade. Uma estratégia de dispersão da espécie baseada na troca de genes entre metapopulações (Begon *et al.* 1996) através da movimentação de sub-populações de machos, sendo que as fêmeas permanecem no mesmo sítio deve ser considerada, já que a diferença na razão sexual observada nas coortes (Sujii dados não publicados) e nos adultos capturados sugere que aproximadamente 60% dos machos estaria se dispersando e eventualmente deixando a população local. Estudos de flutuação populacional mostram a ocorrência de extinção local e recolonização de áreas (Fontes *et al.* 1995) associados aos de danos produzidos pelos adultos à planta hospedeira (Valério & Nakano 1987, 1988) sugerem a importância da economia do recurso alimentar para a população que permanece na área, principalmente considerando que o inseto ocorria em manchas de plantas hospedeiras distribuídas no Cerrado antes da introdução e plantio extensivo de espécies gramíneas suscetíveis como a *Brachiaria* (Cosenza & Naves 1980). Ao mesmo tempo, a estabilidade da população e a variabilidade genética é mantida a nível regional pela dispersão e troca de genes através dos machos.

Não houve um padrão consistente de maior entrada ou saída de adultos em uma posição geográfica da pastagem (Tabela 7.2). A variação na posição dos painéis em que ocorreram as

maiores taxas de captura sugere que a taxa de captura esteja relacionada com diferenças de densidades nas proximidades dos painéis (Tabelas 7.3, 7.4, 7.5 e 7.6). Fatores ambientais como direção predominante dos ventos (S-SE) e posição do sol parecem não influenciar o padrão de movimentação do inseto.

O número médio de adultos capturados nos painéis baixos do centro da área foi em geral semelhante ou maior que o número médio capturado nas laterais (Tabelas 7.3 e 7.5) indicando que não existe uma taxa de movimentação de adultos para fora da área maior que o padrão observado dentro da área de pastagem e sugerindo que a movimentação do inseto ocorra ao acaso e de acordo com a concentração de recurso alimentar.

As taxas de captura de indivíduos deixando a área foram mais baixas na lateral onde a fisionomia vegetal além da cerca da pastagem era Cerrado sendo que nas coletas de 1995 (Tabela 7.3) e 1996 (Tabela 7.4) era ao sul e na coleta de 1997 (Tabela 7.7) era a lateral norte. Dessa forma é razoável supor que a paisagem que o inseto visualiza ao fundo seja um fator de estímulo, ou inibição, para a sua movimentação a curta distância.

As elevadas proporções de captura na face externa em relação a face interna observadas nas laterais sul e oeste onde não havia a continuidade da vegetação de *Brachiaria* sugere que ocorreu o retorno dos indivíduos para a pastagem. Dessa forma as taxas de perda de indivíduos de uma população local considerando toda a mancha com a mesma vegetação seriam próximas as taxas observadas nestas laterais. Este fenômeno foi descrito por Garcia (1992) e parece estar relacionado não apenas com a concentração de recurso alimentar mas também com a facilidade de dispersão do inseto em função da complexidade estrutural da comunidade de plantas e do padrão de movimentação nas mesmas. A presença de arbustos e árvores parece tornar mais

difícil a movimentação do inseto a pequenos saltos de até 1 m de altura fazendo com que os insetos prefiram se movimentar de volta para áreas abertas e de vegetação homogênea e baixa.

Velocidade e padrão de movimentação de adultos

Uma elevada proporção, 224 dos 600 machos (37,3%) e 108 das 200 fêmeas (54,0%), do total de indivíduos marcados e liberados foram recapturados. Uma proporção superior a 63% dos insetos recapturados foram coletados num raio de 5 m do ponto de liberação e acima de 90% dos indivíduos recapturados estavam dentro de um raio de 10 m do ponto de liberação (Figura 7.3).

A distribuição de freqüência das distâncias percorridas pelos insetos a intervalos regulares aparentemente não permite o ajuste a uma distribuição aproximadamente normal. Dessa forma o modelo de difusão passiva de insetos em ambientes homogêneos utilizado por Kareiva (1983) não parece se aplicar às populações de adultos da cigarrinha. Se existe uma distância média constante na qual a população de cigarrinha se desloca a intervalos regulares, esta distância é provavelmente inferior a 5 m por dia.

A distribuição espacial dos indivíduos que se moveram para além de 5 m de distância do ponto de liberação é apresentado na Figura 7.4. A comparação das distâncias médias percorridas a cada intervalo de tempo (Tabela 7.8) indica que não há diferenças significativas para diferentes intervalos de tempo tanto para a distância total como a distância decomposta em dois eixos cartesianos (x,y), embora tenha havido um aumento progressivo do número de indivíduos dispersos. Não foi possível ajustar a distribuição de distâncias observadas acima de

5 metros a uma distribuição normal. Aparentemente os insetos estão se movendo ao acaso, não havendo um movimento de difusão que aumente linearmente a distância entre os indivíduos da população.

As taxas de recaptura de 66% das fêmeas a menos de 5 metros do ponto de liberação após 36 horas (2 dias) e 100% após 60 horas (3 dias) apóiam a hipótese de que populações do inseto, principalmente as fêmeas, movem-se a distâncias médias inferiores a 5 metros por dia (intervalos de 12 horas de fotofase). Dessa forma, considerando a longevidade médias entre 12 e 30 dias observadas por outros autores (Pacheco 1981, Stoporoli Neto *et al.* 1985), é razoável supor que em condições favoráveis e homogêneas de pastagem as fêmeas mantenham uma área de vida de 50 a 100 metros do ponto onde emergem.

CONCLUSÕES

O padrão de movimentação dos adultos da cigarrinha são predominantemente vôos ou saltos baixos (< 1,2 m de altura) a curta distância que ocorrem ao acaso. Fatores ambientais como a fisionomia da vegetação que o inseto visualiza na paisagem de fundo, como continuação de pastagens ou áreas cultivadas, parece favorecer o movimento de saída de adultos. Por outro lado, a ocorrência de cerrados ou matas na vizinhança das pastagens inibem o movimento dos insetos nesta direção.

O número de indivíduos capturados nos painéis baixos e voltados para fora da área foi de modo geral mais baixo que os voltados para a parte interna, o que significa que houve a saída de uma sub-população que não retornou à área monitorada. No entanto, a presença de recursos alimentares, além da divisa da pastagem, parece alterar as taxas de retorno do inseto à pastagem.

Dessa forma, a combinação de densidade local e fisionomia vegetal que cerca a pastagem aparentemente são os fatores que determinam a taxa de saída de indivíduos de uma população local devido a um movimento de dispersão.

A avaliação da velocidade com que populações marcadas da cigarrinha se movimentam em uma pastagem indica que as taxas de movimentação são em média menores que 5 metros por dia e sugere que principalmente fêmeas mantenham uma área de vida entre 50 e 100 metros do ponto de emergência como adulto tendendo a permanecer na mancha de vegetação caso esta seja cercada de vegetação de porte arbustivo ou arbóreo.

O movimento de dispersão de adultos parece não contribuir significativamente para a perda ou recrutamento de adultos em populações locais de *D. flavopicta*, dessa forma este parâmetro biológico aparentemente não necessita ser considerado na modelagem da dinâmica populacional do inseto, a não ser em casos extremos de explosões populacionais ou extinção local.

AGRADECIMENTOS

A Cristiane, Andreia, Fernanda, Márcia, Sávio, Cleber e Carmen pela ajuda na montagem dos experimentos e coleta dos dados. A Claudia Jacob, João Frederico Meyer e Robert O'Neil pelas sugestões no planejamento do estudo. Ao CNPq pelo apoio financeiro na forma de uma de doutorado no Curso de Ecologia da UNICAMP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, population and communities. 3rd ed. Blackwell. 1068 p.
- Carneiro, M.F. & H.F. da Cunha. 1984. Avaliação de danos e controle da Cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*) na cultura do milho. EMGOPA, Goiânia, 14 p. (EMGOPA. Boletim de Pesquisa, 07).
- Cosenza, G.W. & M.A. Naves. 1980. O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasilia, 4 p. (EMBRAPA/CPAC, Comunicado Técnico, 6).
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- Garcia, M.A. & M.A. Altieri. 1992. Explaining differences in flea beetle *Phyllotreta cruciferae* Goeze densities in simple and mixed broccoli cropping systems as a function of individual behavior. Entomol.Exp. Appl. 62:201-209.
- Kareiva, P.M. 1983. Local movement in herbivorous insects: applying a passive diffusion model to mark-recapture field experiments. Oecologia 57:322-327
- Kuo, J., E. Fox, & S. MacDonald. 1992. SigmaStat: statistical software for working scientists. Jandel Scientific, San Francisco.
- Menezes, M.de, M.K. El-Kadi, 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, 33 p.

- Nilakhe, S.S. & C.M. Buainaim. 1988. Observations on movement of spittlebug adults. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 23(2):123-134.
- Nilakhe, S.S.; G.B. Hewitt, G.O. Paschoal, C.M. Buainaim & A.R.R. Souza. 1987. Influence of collection method and collection time on survival, sexual proportion and number of spittlebug captured. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 22(9/10):929-34, 1987.
- Nilakhe, S.S., A.A. da Silva, I. Cavaccione & A.R.R. Souza. 1984. Cigarrinhas-das-pastagens em cultura de arroz e sugestões para o seu controle. Campo Grande, EMBRAPA/CNPGC, Comunicado Técnico, 24. 6p.
- Pacheco, J.M. 1981. Aspectos da biologia e ecologia de *Deois flavopicta* (Stål, 1954) (Homoptera: Cercopidae) na região de São Carlos, São Paulo, Brasil. UFSCa, Tese de Doutorado, 111 p.
- Rabb, R.L. & R.E. Stinner. 1978. The role of insect dispersal and migration in population process. In: RADAR, insect population ecology and pest management; proceedings of a workshop. Virginia, NASA, 1978. P. 3-14. (NASA. Conference publication, 2070)
- Santos, P.J., I. Cruz & W. Botelho. 1982. Avaliação de dano e controle das cigarrinhas-das-pastagens em plantas de milho com diferentes idades. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, Pesquisa em andamento, 2. 9p.
- Stoporoli-neto, A., J.M. Pacheco, L. Motta & C. Pavan. 1985. Métodos de obtenção de ovos de cigarrinhas-das-pastagens *Deois* spp. (Homoptera: Cercopidae). *Revta Bras. Ent.* 29(3/4):523-533.

- Sujii, E. R. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas, SP, Tese de Mestrado, 77 p.
- Valerio, J.R. & O. Nakano. 1988. Locais de alimentação e distribuição vertical de adultos da cigarrinha *Zulia enterriana* (Berg, 1879) (Homoptera:Cercopidae) em plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 17(2):519-529
- Valerio, J.R. & O. Nakano. 1987. Danos causados pelo adulto de cigarrinha-das-pastagens *Zulia enterriana* (Berg, 1879) (Homoptera: Cercopidae) em plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf mantidas em diferentes níveis de umidade. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 16(2):341-250.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanson, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

Tabela 7.1. Comparação das taxas de captura diária de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em painéis baixos e altos. Experimento montado em pastagens de *Brachiaria* na região do Distrito Federal.

Período 19 a 22 de dezembro de 1995

Face Interna	Baixo (0 a 1,2 m)	Alto (1,2 a 2,4 m)	Mann-Whitney
Fêmeas	$3,5 \pm 3,54$ (52) ¹	$0,17 \pm 0,45$ (39)	1782 p<0,001
Machos	$6,4 \pm 5,83$ (52)	$0,17 \pm 0,56$ (39)	1870 p<0,001
Face Externa	Baixo (0 a 1,2 m)	Alto (1,2 a 2,4 m)	
Fêmeas	$1,3 \pm 1,49$ (39)	$0,03 \pm 0,17$ (23)	1680 p<0,001
Machos	$3,4 \pm 4,04$ (39)	$0,14 \pm 0,35$ (23)	1701 p<0,001

Período 9 a 22 de fevereiro de 1996

Face Interna	Baixo (0 a 1,2 m)	Alto (1,2 a 2,4 m)	
Fêmeas	$2,6 \pm 3,62$ (199)	$0,18 \pm 0,49$ (164)	32402 p<0,001
Machos	$6,4 \pm 5,83$ (199)	$0,40 \pm 0,89$ (164)	36681 p<0,001
Face Externa	Baixo (0 a 1,2 m)	Alto (1,2 a 2,4 m)	
Fêmeas	$1,5 \pm 2,34$ (158)	$0,13 \pm 0,47$ (164)	31292 p<0,001
Machos	$7,8 \pm 7,52$ (158)	$0,30 \pm 0,75$ (164)	35055 p<0,001

¹ média ± desvio padrão (número de repetições)

Tabela 7.2. Taxa de capturas diária de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, capturados em armadilhas de painéis com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* no Distrito Federal.

Período: 19 a 22 de dezembro de 1995

Altura

Laterais	Baixo (0 - 1,2 m)		Alto (1,2 - 2,4 m)	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
Norte (Brachiaria)	8.75±7.90(12) ¹	3.50±3.34(11)	1.71±1.70(9)	0.14±0.38(12)
Sul (Cerrado)	6.73±5.73(12)	2.36±2.01(11)	0.40±0.55(6)	0.40±0.55(12)
Este(Brachiaria)	16.75±5.83(12)	5.83±5.10(10)	0.17±0.41(8)	0.33±0.67(12)
Oeste(Andropogon)	8.10±4.82(8)	4.90±6.19(8)	0.17±0.49(7)	0.17±0.41(12)
Centro		14.20±8.85(10)		0.50±0.76(12)

Período: 9 a 22 fevereiro de 1996

Altura

Laterais	Baixo (0 -1,2 m)		Alto (1,2 - 2,4 m)	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
Norte(Brachiaria)	34.00±23.2(42) ¹	14.70±9.6(42)	1.10±1.4(42)	1.05±1.7(42)
Sul (Cerrado)	3.22± 2.3(36)	2.25±2.1(36)	0.12±0.5(42)	0.10±0.3(42)
Este (Brachiaria)	10.30± 8.2(39)	4.35±4.8(39)	0.10±0.3(39)	0.17±0.5(39)
Oeste (Andropogon)	17.30±10.1(41)	14.60±9.0(41)	0.83±1.2(41)	0.41±0.7(41)
Centro ²		17.00±9.4(42)		0.68±0.9(42)

¹ Média ± desvio padrão (número de repetições)

² Painéis com cola em apenas uma face.

Tabela 7.3. Capturas diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal no período de 19 a 22 de dezembro de 1995. Painéis colocados na face interna da cerca ou no interior da área na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).

Painel	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	Adultos Total	Repetições	Teste de Dunn
	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$		$\bar{x} \pm d.p.$	n	
Norte 1	1.50± 1.73	4.75± 3.40	0.21	6.25±4.35	4	ab
Norte 2	1.25± 1.89	3.50± 4.36	0.16	4.75±6.24	4	b
Norte 3	7.75± 5.12	9.25± 2.99	0.44	17.00±6.32	4	a
Leste 1	3.00± 3.16	5.50± 3.87	0.39	8.50±2.65	4	a
Leste 2	5.50± 3.00	12.75±8.14	0.35	18.25±10.87	4	a
Leste 3	10.00±4.24	13.50±7.55	0.45	23.50±10.79	4	a
Centro 1	3.75± 3.59	13.50±3.70	0.19	17.25±7.14	2	a
Centro 2	1.00± 0.00	1.50± 2.12	0.63	1.25±1.89	2	b
Centro 3	5.50± 4.04	11.50±7.72	0.32	17.00±8.29	4	a
Oeste 1	2.50± 0.71	7.00± 1.41	0.27	4.75±5.50	4	a
Oeste 2	3.50± 2.12	5.00± 1.41	0.40	4.25±4.92	2	b
Oeste 3	3.25± 1.89	6.25± 1.50	0.33	9.50±2.65	4	a
Sul 1	1.25± 0.96	3.00± 0.82	0.28	4.25±0.96	4	b
Sul 2	1.50± 0.71	3.00± 1.41	0.33	2.25±2.87	2	b
Sul 3	3.75± 2.36	7.75± 5.38	0.35	11.50±7.59	4	a

Análise de variância não paramétrica Kruskall Wallis

Razão Sexual H = 11.72 14g.l. p = 0.629

Total de adultos por lateral H = 36.16 14 g.l. p < 0.001

Tabela 7.4. Capturas diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal no período de 19 a 22 de dezembro de 1995. Painéis colocados na face externa da cerca na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).

Painel	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	Adultos Total	Repetições	Teste de Dunn
	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$		$\bar{x} \pm d.p.$	n	
Norte 1	1.25± 0.96	2.25± 1.50	0.31	3.50±2.38	4	a
Norte 2	0.50± 1.00	1.50± 1.73	0.16	2.00±2.71	4	a
Norte 3	1.33± 0.58	2.00± 2.65	0.61	2.50±2.65	3	a
Leste 1	1.75± 1.71	1.50± 2.38	0.16	3.25±4.03	4	a
Leste 2	3.67± 2.31	7.67± 2.89	0.09	8.50±6.76	3	a
Leste 3	2.67± 0.58	5.00± 1.00	0.45	5.75±3.86	3	a
Oeste 1	0.50± 0.71	0.50± 0.71	0.71	0.50±1.00	2	a
Oeste 2	1.00± 1.41	5.00± 4.24	0.00	3.00±4.76	2	a
Oeste 3	1.50± 1.91	10.50±5.26	0.00	12.0±7.12	3	a
Sul 1	0.50± 0.58	1.25± 1.26	0.38	1.75±0.96	4	a
Sul 2	0.50± 0.71	0.00± 0.00	1.00	0.25±0.50	2	a
Sul 3	1.25± 0.96	3.00± 1.63	0.30	4.25±1.89	4	a

Análise de variância não paramétrica Kruskall Wallis

Razão Sexual H = 17.11 14g.l. p = 0.194

Total de adultos por lateral H = 31.37 14 g.l. p = 0.005

Tabela 7.5. Capturas diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal no período de 9 a 22 de fevereiro de 1996. Painéis colocados na face interna da cerca ou no interior da área na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).

Painel	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	Teste de Dunn	Adultos Total	Repetições	Teste de Dunn
	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$			$\bar{x} \pm d.p.$	n	
Norte 1	3.57±1.99	19.07± 8.81	0.16	ab	22.64±10.46	14	ab
Norte 2	3.21±2.52	18.64±10.90	0.15	ab	21.86±12.46	14	ab
Norte 3	10.29±6.29	47.21±17.22	0.17	ab	57.50±23.11	14	a
Leste 1	0.62±1.19	7.77± 3.27	0.08	ab	8.39±3.80	13	bcd e
Leste 2	2.23±2.09	16.54± 6.62	0.10	ab	18.77± 8.25	13	ab
Leste 3	0.15±0.38	3.54± 1.39	0.04	a	3.69±1.44	13	de
Centro 1	2.93±1.94	12.57± 4.16	0.20	b	15.50± 3.59	14	abc
Centro 2	2.07±1.9	18.86± 12.6	0.11	ab	20.93±13.92	14	abc
Centro 3	2.86±1.79	11.57± 5.69	0.20	b	14.43± 6.95	14	bcd
Oeste 1	4.15±1.68	18.00± 8.97	0.21	b	22.15± 9.46	13	ab
Oeste 2	1.79±1.63	8.43± 4.50	0.17	ab	10.21± 5.38	14	bcd e
Oeste 3	2.93±2.37	16.86± 9.49	0.16	ab	19.79±10.99	14	abc
Sul 1	0.36±0.50	2.57± 2.10	0.11	ab	2.93±2.34	14	e
Sul 2	0.64±1.01	2.43± 1.56	0.20	b	3.07±1.98	14	e
Sul 3	0.63±1.06	3.38± 2.20	0.07	ab	4.00±2.88	8	cde

Análise de variância não paramétrica Kruskall Wallis

Razão Sexual H = 40.93 14 g.l. p < 0.001

Total de adultos por lateral H = 142.62 14 g.l. p < 0.001

Tabela 7.6. Capturas diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal no período de 9 a 22 de fevereiro de 1996. Painéis colocados na face externa da cerca na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).

Painel	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	Teste de Dunn	Adultos Total	Repetições	Teste de Dunn
	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$		$\bar{x} \pm d.p.$	n	
Norte 1	1.86± 2.07	8.29± 4.08	0.17	ab	10.14± 5.04	14	ab
Norte 2	2.00± 1.47	11.07± 7.6	0.15	ab	13.07± 8.94	14	ab
Norte 3	4.86± 4.96	15.93± 6.66	0.20	a	20.79±10.92	14	a
Leste 1	0.15± 0.38	2.54± 2.18	0.06	b	2.69± 2.29	13	bc
Leste 2	0.15± 0.38	1.23± 1.30	0.08	ab	1.39± 1.50	13	c
Leste 3	1.54± 2.07	7.39± 4.35	0.20	ab	8.92± 5.55	13	ab
Oeste 1	0.85± 0.99	5.85± 3.29	0.11	ab	6.69± 3.73	13	abc
Oeste 2	2.43± 1.91	16.86± 5.88	0.12	ab	19.29± 6.51	14	a
Oeste 3	2.14± 1.92	15.14± 9.27	0.13	ab	17.29±10.11	14	ab
Sul 1	0.29± 0.61	1.35± 1.60	0.15	ab	1.64± 2.02	14	c
Sul 2	0.36± 0.50	2.50± 1.99	0.17	ab	2.86± 2.07	14	bc
Sul 3	0.38± 0.52	1.88± 1.96	0.22	ab	2.25± 2.05	8	bc

Análise de variância não paramétrica Kruskall Wallis

Razão Sexual H = 21.06 14g.l. p = 0.033

Total de adultos por lateral H = 141.31 14 g.l. p < 0.001

Tabela 7.7. Capturas diárias de adultos de cigarrinhas-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em armadilhas do tipo painel com cola em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal no período de 3 a 10 de dezembro de 1997. Painéis colocados na posição baixa (0 a 1,2 m de altura).

Painel (Face interna)	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	Adultos Total	Repetições
	$\bar{x} \pm d.p.$	$\bar{x} \pm d.p.$		$\bar{x} \pm d.p.$	n
Norte (Cerrados)	3.58±4.67	0.75±1.22	0.183	4.33±5.44	8
Leste (<i>B. Decumbens</i>)	5.50±5.32 ¹	1.00±1.07	0.248	7.38±6.30	8
Oeste (<i>B. Decumbens</i>)	6.00±4.90	1.38±1.77	0.210	6.50±6.26	8
Sul (<i>B. Decumbens</i>)	6.75±5.04	2.13±3.04	0.165	8.88±6.77	8
Centro (<i>B. Decumbens</i>)	5.63±5.84	1.50±1.53	0.150	8.13±6.92	8

Teste de Kruskal Wallis

Razão sexual $H = 0.651$ 4 g.l. $p = 0.957$

Total de adultos por lateral $H = 7.457$ 4 g.l. $p = 0.114$

(Face externa)

Norte (Cerrados)	3.96±5.92	0.88±1.15	0.246	4.83±6.77	8
Leste (<i>B. Decumbens</i>)	3.63±2.33	0.50±0.76	0.103	4.88±4.76	8
Oeste (<i>B. Decumbens</i>)	4.13±4.05	0.75±1.04	0.112	4.13±2.53	8
Sul (<i>B. Decumbens</i>)	8.75±2.38	2.38±1.92	0.213	11.13±7.64	8

Teste de Kruskal Wallis

Razão Sexual $H = 1.722$ 3 g.l. $p = 0.632$

Total de adultos por lateral $H = 6.782$ with 3 g.l. $p = 0.079$

Tabela 7.8. Distância percorrida por adultos de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, a diferentes intervalos de tempo em uma pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

Tempo (horas)	adultos observados	Distância total	Distância eixo X	Distância eixo Y
6	2	8.44±0.51 ¹	4.34±0.08	7.24±0.54
12	12	8.80±4.46	5.01±2.87	6.21±5.17
36	17	8.61±3.59	4.02±2.86	6.96±3.83
60	20	12.99±10.69	7.37±7.43	9.39±9.30
Teste de Kruskal Wallis	H =	1.54	3.15	1.32
	p =	0.674	0.370	0.725

¹ média ± desvio padrão

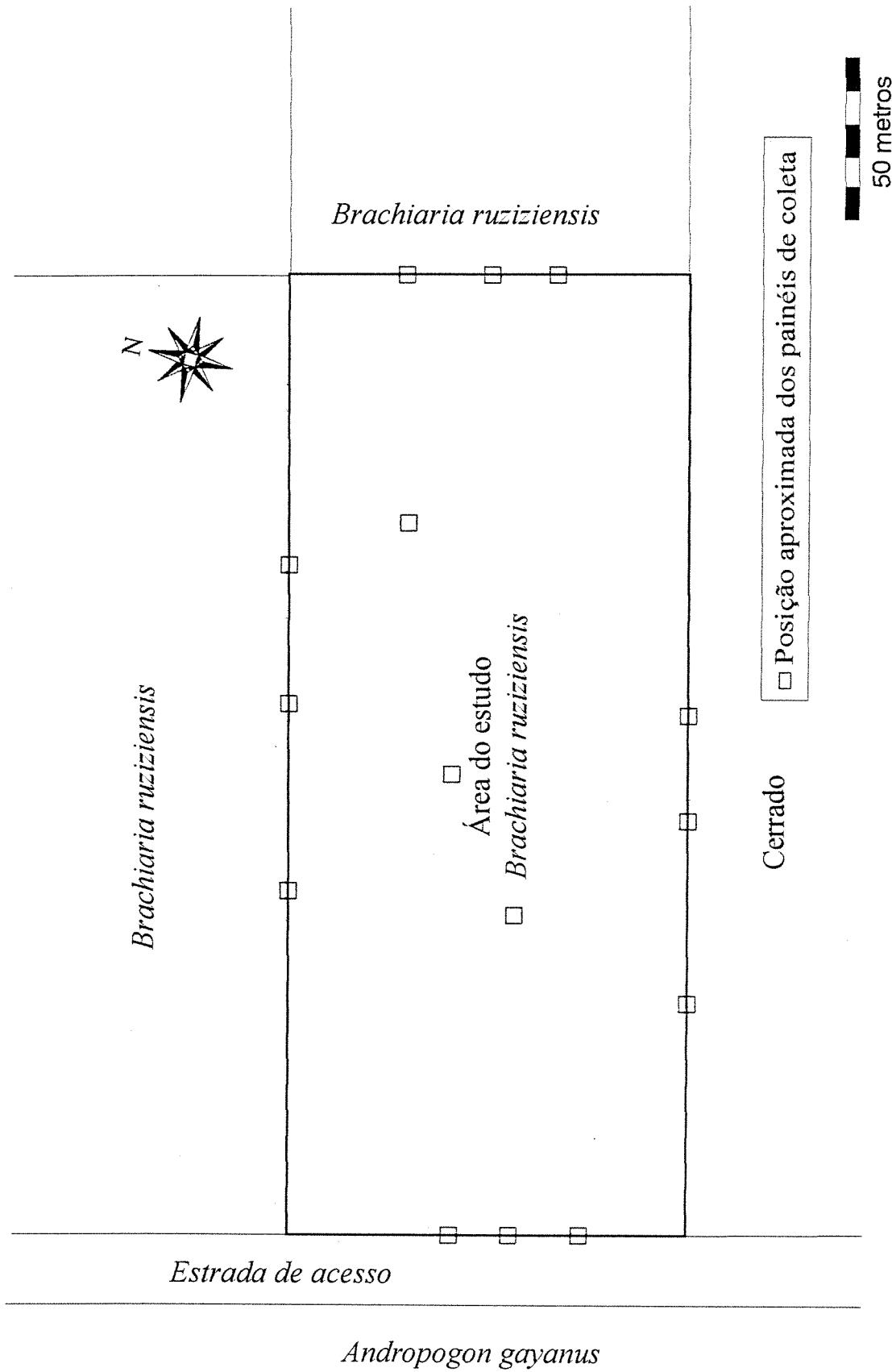


Figura 7.1. Desenho esquemático da pastagem de *Brachiaria ruziziensis* onde foi monitorada a movimentação de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* no campo experimental da EMBRAPA/CPAC, Distrito Federal.

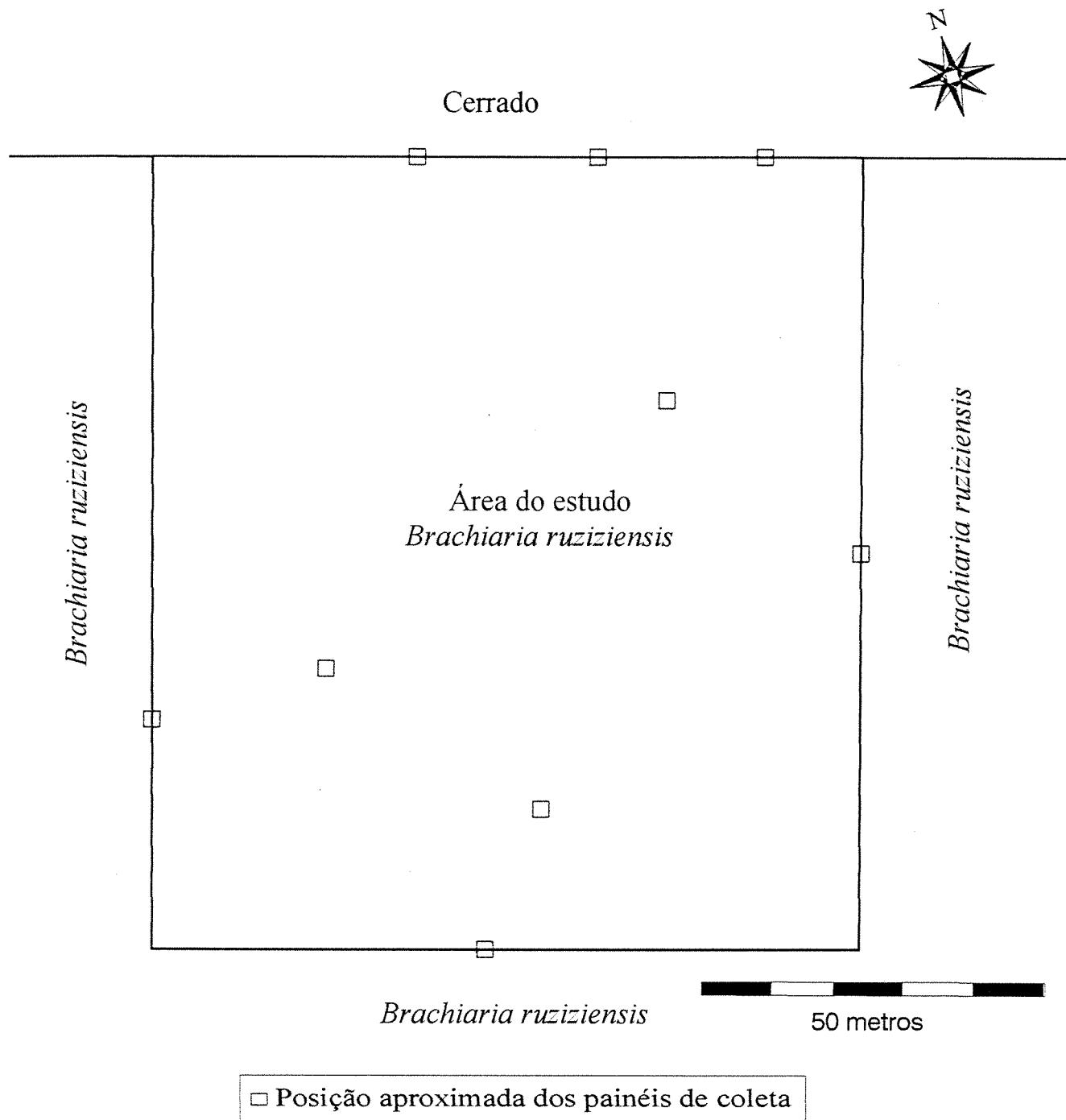


Figura 7.2. Desenho esquemático da pastagem de *Brachiaria ruziziensis* onde foi monitorada a movimentação de adultos da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* no Parque de Exposições da Granja do Torto, Distrito Federal.

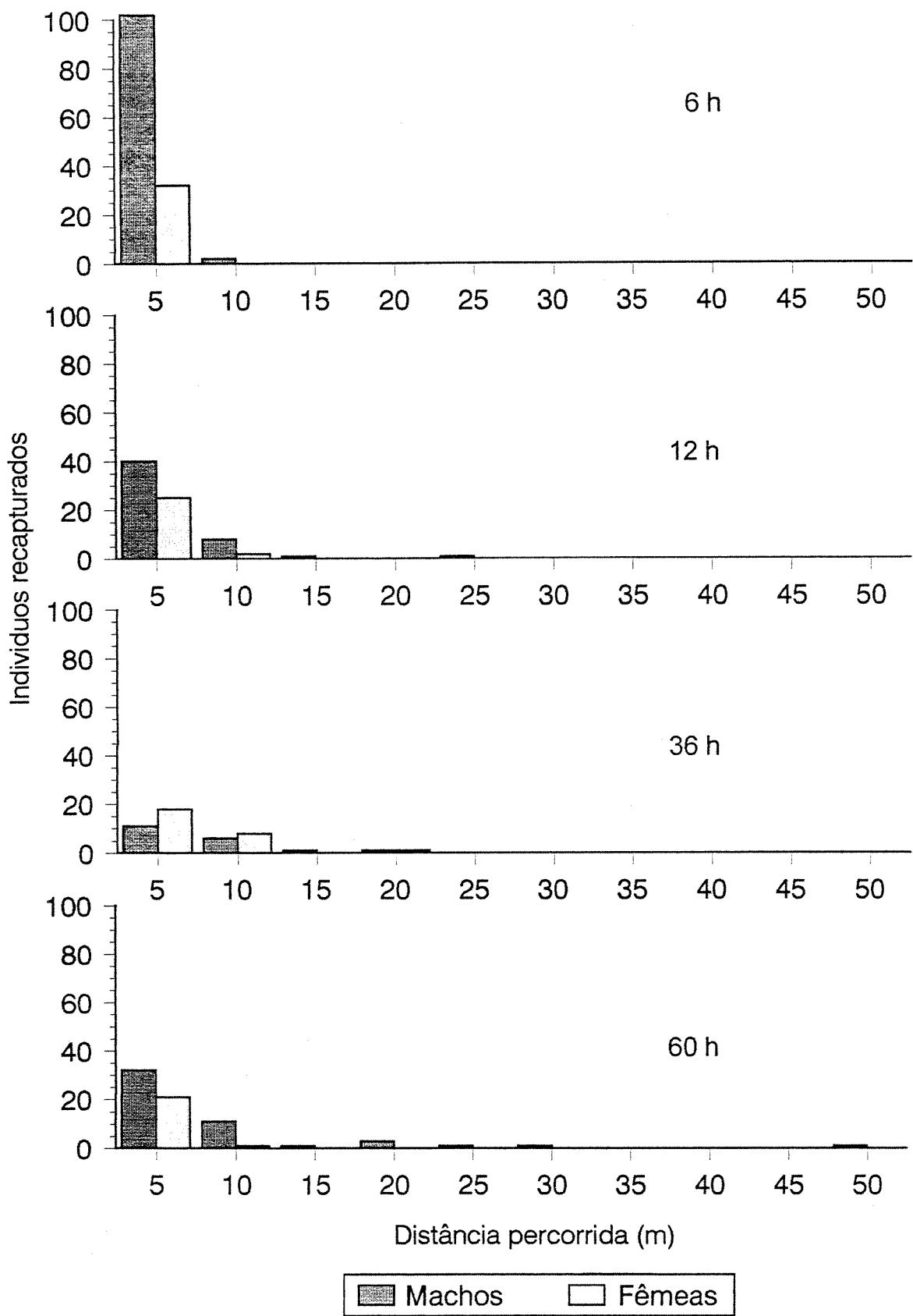


Figura 7.3. Adultos de cigarrinha-das-pastagens marcados com tinta fluorescente (Dayglo) e recapturados a diferentes intervalos de distância do ponto de liberação em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

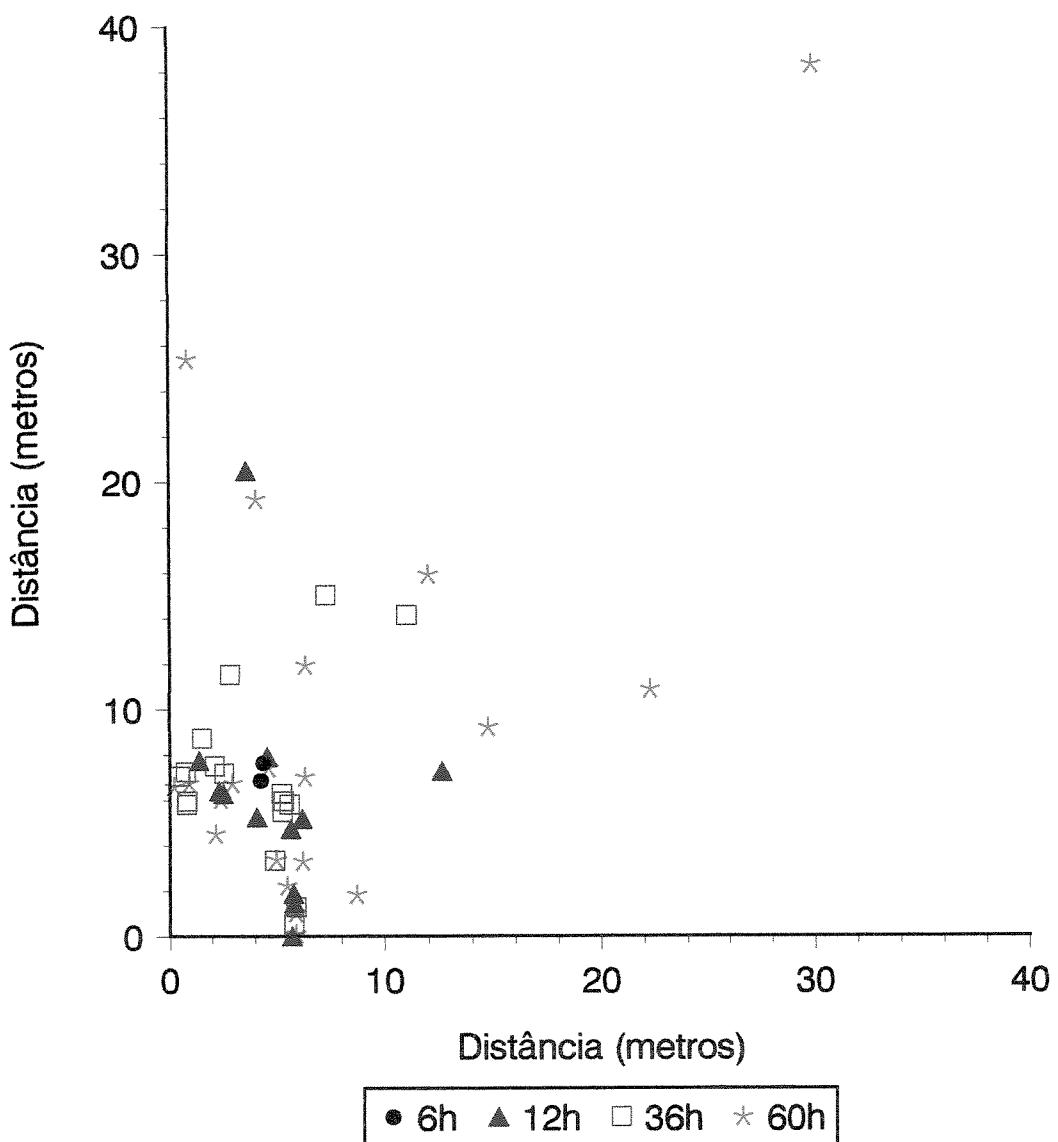


Figura 7.4. Distribuição dos adultos de cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, marcados com tinta fluorescente (Dayglo) e recapturados após diferentes intervalos de tempo em pastagem de *Brachiaria ruziziensis* na região do Distrito Federal.

**8. Modelo para a simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens,
Deois flavopicta.**

RESUMO

A modelagem dos processos bioecológicos relacionados à dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* Stal, possibilitou a construção de um simulador. O simulador foi construído utilizando o programa STELLA VERSÃO 5.0 PESQUISA através de equações de diferenças que são processadas através de equações diferenciais com o intervalo entre as derivações definidas pelo usuário. O simulador é capaz de imitar com razoável precisão as populações observadas em pastagens na região do Distrito Federal através da entrada de dados climáticos da região. A fenologia e a abundância das populações dos diferentes estágios simuladas pelo modelo apresentam um bom sincronismo em relação ao monitoramento das populações no campo. As diferenças observadas nas curvas de densidade de adultos e ovos diapáusicos sugerem que a longevidade de adultos e os fatores que afetam a produção de ovos diapáusicos devem ser investigados em detalhes para aumentar a acurácia do modelo. A análise de sensibilidade do modelo às variáveis utilizadas revela que o tamanho da população inicial, na forma de ovos diapáusicos, e a taxa de fecundidade das fêmeas são os fatores relacionados à ocorrência de densidades populacionais de adultos economicamente importantes além do acúmulo de ovos diapáusicos. Fatores relacionados a sobrevivência do inseto e distribuição temporal da população parecem ter importância decrescente na ocorrência de explosões populacionais.

Palavras-chave: Inseto, Homoptera, Cercopidae, ecologia populacional, manejo de pragas, regulação, fenologia.

INTRODUÇÃO

As cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) são as principais pragas de pastagens cultivadas em várias regiões Brasil por sua ocorrência generalizada, danos diretos causados e elevados níveis populacionais (Valério & Nakano 1987). O manejo integrado é preconizado como a melhor alternativa para o controle tradicional da cigarrinha-das-pastagens devido as características do sistema de criação extensiva de nossa pecuária e a bioecologia da praga (Valério & Koller 1992). No entanto, a proposição de estratégias de manejo bem sucedidas depende do entendimento de como fatores ambientais atuam sobre a capacidade intrínseca de crescimento populacional do inseto e afetam a sua abundância.

A construção de um modelo matemático permite não apenas a descrição da abundância das populações como a simulação do comportamento de sua dinâmica em função de alterações produzidas no ambiente. Portanto, esta ferramenta é extremamente apropriada para o desenvolvimento ou aprimoramento de programas integrados de controle de pragas. Estudos de bioecologia desenvolvidos desde o final da década de 60 em diversas regiões do Brasil, além dos trabalhos desenvolvidos desde 1986 no Laboratório de Controle Biológico da EMBRAPA/CENARGEN, incluindo os estudos apresentados nos capítulos anteriores desta tese, subsidiaram a compreensão dos fatores que levam ao surgimento de explosões populacionais e a construção de um modelo determinístico para simular a dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal, 1854), na região do Distrito Federal. Um modelo diagramático da fenologia da cigarrinha (Figura 8.1) é apresentado para ilustrar os modelos que devem ser integrados em um sistema para simular a dinâmica populacional do inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos desenvolvidos nos capítulos anteriores forneceram as bases para a modelagem da dinâmica populacional da cigarrinha. O modelo é totalmente determinístico e foi construído utilizando o software STELLA versão 5.0 para pesquisa em um computador IBM-PC compatível. Este software permite a construção de modelos baseados em equações de diferenças (modelo discreto) e o programa processa em equações diferenciais com o intervalo entre as derivações ajustado pelo usuário tornando o modelo contínuo e mais sensível a variações nos parâmetros utilizados.

A equação geral utilizada para modelar a dinâmica da população da cigarrinha (Begon & Mortimer 1986) expressa a quantidade de indivíduos de uma população para cada estágio de desenvolvimento para intervalos uniformes de tempo :

$$D_{nt} = D_{(n-1)(t-1)} + N_{nt} - I_{nt} \pm M_{nt}$$

onde: D_{nt} = Densidade de indivíduos do estágio n no tempo t

$D_{(n-1)(t-1)}$ = Densidade de indivíduos sobreviventes do estágio n-1 no tempo t-1

N_{nt} = Nascimento ou recrutamento de indivíduos no estágio n e tempo t

I_{nt} = Inviabilidade ou mortalidade de indivíduos no estágio n e tempo t

M_{nt} = Taxas de imigração e/ou emigração no estágio n e tempo t

t = intervalo de tempo expresso em graus-dia para cada estágio de desenvolvimento.

n = estágio de desenvolvimento da cigarrinha. Ovo (diapáusico, quiescente, normal), ninfas e adultos (pré-oviposição, jovens, maduros, velhos).

Esta equação permite que a fenologia do inseto seja ajustada à estrutura da população por estágio de desenvolvimento e que variáveis ambientais como eventos meteorológicos e fatores bióticos de mortalidade) atuem de modo sincronizado com os fatores intrínsecos da dinâmica populacional do inseto.

O modelo foi construído para simular a dinâmica de quatro estágios de desenvolvimento do inseto, ovos diapáusicos, ovos pós-diapáusicos, ninfas e adultos e as características biológicas utilizadas na modelagem são descritas na Tabela 8.1. O modelo diagramático com a interação entre os fatores ambientais que atuam na dinâmica populacional e o ciclo de vida do inseto é apresentado na Figura 8.2.

Sub-modelo fenológico

A descrição da dinâmica populacional de *D. flavopicta* inicia com o sub-modelo que descreve a regulação do término da diapausa produzindo ovos pós-diapáusicos (quiescentes) e a distribuição das eclosões de ninfas do primeiro pico populacional.

A entrada de dados sobre a média das temperaturas mínimas do solo a 2 cm e o número de dias em que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 18 °C determinam se a intensidade do choque térmico foi suficiente para a quebra da diapausa (equação (1)). Quando ocorre a quebra da diapausa o cálculo para a distribuição das eclosões das ninfas é determinado pelas equações (2) e (3) que estimam o tempo médio em graus-dia e o desvio padrão da distribuição. A entrada de dados sobre a temperatura média na superfície do solo a partir do mês de junho e a data do início da estação chuvosa (chuvas acima de 30 mm) a partir de agosto permitem a simulação da distribuição esperada das eclosões das ninfas utilizando a variável padronizada Z

(Sujii et al. 1995) para o cálculo proporções acumuladas.

$$LD = 0,167 + 0,004 * e^{(-TS/2,156)} \quad \text{equação (1)}$$

Onde: LD = Tempo limiar de manutenção da diapausa em dias,

TS = Média das temperaturas mínimas diárias do solo < 18°C.

Se o tempo de choque térmico é menor que LD então a diapausa termina naturalmente.

$$GD = 782,6 + 26(TS) - 12,3(D) \pm 51,1 \quad \text{equação (2)}$$

Onde: GD = Tempo médio em graus-dia,

TS = Média das temperaturas mínimas do solo < 18°C e

D = tempo total com temperatura < 18°C em dias.

$$DP = 162,87 - 2,77 D \quad \text{equação (3)}$$

onde DP = desvio padrão em graus dia para eclosão dos ovos para o choque térmico equivalente

D = tempo total com temperatura < 18°C em dias.

Sub-modelo de sobrevivência.

Este módulo atua em todas as fases do desenvolvimento do inseto e ao quantificar a mortalidade causada por alguns fatores abióticos e bióticos, determina a abundância esperada de adultos a cada geração. A taxa de mortalidade observada devido à combinação de predação e fatores climáticos foi considerada constante durante o estágio de ovos diapáusico (Tabela 8.1). A precipitação no início da estação chuvosa, a partir de agosto determina o número de dias de solo úmido e a distribuição das proporções acumuladas de retomada do desenvolvimento

embrionário final da cigarrinha. A distribuição Beta, equação (4), utilizando os parâmetros $h = 1,465$ e $k = 2$ para um período de 4 a 21 dias (Stinner *et al.* 1975) foi utilizada para estimar a proporção de ovos que retoma o desenvolvimento embrionário e efetivamente eclode ou torna-se inviável no processo.

$$F(a) = (1 - Z)^{\frac{h}{k}} \quad 0 \leq Z \leq 1 \quad \text{equação (4)}$$

onde h e k são parâmetros calculados empiricamente e $Z = (B-a')(B-A)^{-1}$ onde A é o dia do início do desenvolvimento embrionário dos primeiros ovos, B é o dia em que o último ovos inicia o desenvolvimento embrionário e a' é o tempo acumulado em dias para um dia a no intervalo entre A e B .

A ocorrência de períodos de déficit hídrico (altas temperaturas e evapotranspiração), após um tempo mínimo de 6 dias de solo úmido, produz taxas crescentes de mortalidade tanto de ovos como ninfas recém-emergidas em processo de estabelecimento na planta hospedeira. As taxas de mortalidade causadas pela combinação de quantidade inicial de chuvas e ocorrência de déficit hídrico devido a ocorrência de veranicos é apresentada na equação (5).

$$Pm = 0,526 + 0,018 D \quad \text{equação (5)}$$

Onde Pm = proporção de mortalidade e D = Tempo de déficit hídrico em dias. A mortalidade modelada por esta combinação de evento variou entre 11 e 81%.

A ocorrência de condições climáticas desfavoráveis, ninfas recém-eclodidas que não conseguem se estabelecer na planta hospedeira e a ação de predadores durante a fase ninfa produz uma taxa de mortalidade média em torno de 65% durante o primeiro e segundo pico

populacional e de 40% durante o terceiro. Estas taxas não foram diferentes para vários anos e locais sendo uniformemente distribuídas ao longo do estágio em cada pico populacional.

O sub-modelo de fertilidade.

A longevidade e a taxa de mortalidade de adultos (fêmeas) foi modelada em função dos estudos de fertilidade. O acompanhamento de uma coorte de fêmeas engaioladas no campo mostrou que 25% das fêmeas não completaram o período de pré-oviposição (7 dias) morrendo antes de se tornar reprodutivamente ativas. As fêmeas reprodutivamente ativas e em fase de oviposição foram divididas em jovens, maduras e velhas. Cada fase foi dividida em 7 dias e a capacidade reprodutiva da população foi ajustada segundo uma curva de oviposição acumulada acompanhada na coorte de fêmeas (Tabela 1). A produção de ovos diapáusicos e não diapáusicos a cada pico populacional e em diferentes épocas do ano é descrita por Fontes *et al.* (1995) e Koller & Honer (1993) através de uma curva de forma sigmóide com aumento na proporção de ovos diapáusicos a partir do início de fevereiro. Esta curva foi utilizada para modelar o padrão de distribuição dos diferentes tipos de ovos produzidos pela cigarrinha.

As baixas taxas de movimentação de adultos, principalmente fêmeas, observadas em estudos anteriores (Sujii 1998 dados não publicados) sugerem que este componente não seja importante na modelagem e simulação da dinâmica populacional de *D. flavopicta*, não tendo por esta razão sido considerada.

Utilizando os dados da estação climatológica da EMBRAPA/CPAC e levantamentos de populações de ovos diapáusicos no solo durante a estação seca foram feitas simulações da dinâmica populacional de *D. flavopicta* foram feitas para os anos de 1993/94, 1995/96 e 1996/97

para uma pastagem de *Brachiaria ruziziensis* Stapf (Gramineae) na área experimental do CPAC. No ano de 1996/97, devido as baixas densidades observadas no CPAC foi feita uma simulação para uma pastagem da mesma espécie de gramínea na Granja do Torto utilizando os dados do Instituto Nacional de Meteorologia INEMET. As simulações foram comparadas graficamente com levantamentos da flutuação populacional feitos nas respectivas áreas e períodos. Os censos de ninfas foram realizados lançando 320 vezes quadros de 0,25 m de lado, aleatoriamente (capítulo 6). A amostragem de adultos foi feita através de rede entomológica de varredura (capítulo 6). O levantamento de ovos diapáusicos foi feito através de coletas de ovos em amostras de solo (Sujii 1994).

Análise de sensibilidade

A partir do modelo proposto foram feitas simulações sistemáticas considerando o efeito interativo de diferentes variáveis utilizadas no modelo. Foram testadas 7 variáveis que podem ser divididas segundo a forma como atuam sobre a dinâmica populacional. Estas variáveis afetam a distribuição temporal das populações de diferentes estágios; a sobrevivência: de ovos em fase final de desenvolvimento embrionário e ninfas recém eclodidas e a mortalidade de ninfas nas espumas; e o tamanho da população inicial (ovos diapáusicos) e a capacidade de crescimento (fecundidade das fêmeas) (Tabela 8.2).

Valores extremos foram escolhidos para cada variável visando maximizar o efeito de possíveis contrastes no tamanho das populações em cada estágio. A densidade máxima de adultos em cada pico populacional, por ser o estágio que causa danos significativos à pastagem, e o número de ovos diapáusicos acumulados ao final de cada estação chuvosa, por influir

diretamente na abundância do ano seguinte, foram escolhidos para avaliar os efeitos das variáveis acima listadas na dinâmica populacional de *D. flavopicta* (Tabela 8.2). A descrição do conjunto de condições testadas para cada simulação é apresentada em anexo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações realizadas com os dados de campo mostram que o modelo descreve com razoável precisão a abundância do inseto no campo e o acúmulo dos ovos diapáusicos no solo (Figuras 8.3 a 8.5).

O modelo fenológico é capaz de simular a época de início de ocorrência das infestações e a distribuição temporal de cada pico populacional (Figuras 8.3 e 8.4). O entendimento do mecanismo de regulação do término da diapausa e informações precisas sobre a biologia e ciclo de vida do inseto (Tabela 8.1) possibilitaram a modelagem deste processo em um nível de detalhamento que permitiram simulações que imitam com realismo as observações de campo.

As diferenças entre as densidades de ninfas simuladas pelo modelo e observadas no campo em algumas datas (Figuras 8.3 a 8.6) podem ser devidas à grande variância observada em todas as amostragens devido ao padrão de distribuição espacial agregado dos indivíduos (Sujii 1994, Nilakhe 1982). As populações de adultos apresentam diferenças entre os resultados das simulações e os dados de campo em relação às densidades e a duração dos picos populacionais sugerindo que estudos detalhados, ainda não existentes na literatura, sobre a longevidade e taxas de mortalidade a nível de campo são necessárias para aumentar a precisão do modelo.

A comparação geral entre as densidades modeladas e observadas no campo, de ninfas e adultos no segundo e terceiro pico populacional, sugerem que o modelo de fecundidade

encontra-se bem ajustado em relação ao tamanho esperado das populações de adultos, produzindo simulações adequadas para as populações das gerações seguintes. As diferenças entre a densidade modelada e observada de ovos diapáusicos (Figuras 8.4 e 8.6) sugere que o entendimento dos fatores que regulam a indução da processo de produção de ovos diapáusicos deve ser melhor conhecido para uma simulação mais precisa da densidade de ovos diapáusicos.

Variações na fecundidade devido a mudanças na qualidade nutricional do alimento em função da fenologia da gramínea e a baixa precisão no processo de amostragem de ovos devido ao padrão de distribuição espacial altamente agregado dos ovos (Sujii 1994, Nilakhe et al. 1984) podem também ser importantes para refinar o modelo.

Efeito das variáveis nas simulações

As 128 simulações resultantes do processo de análise mostram uma grande variação nas densidades populacionais com a ocorrência de explosões populacionais e baixas abundâncias no campo (Anexo). Um padrão repetido de densidades de adultos e ovos diapáusicos foi observado para variações extremas da umidade inicial do solo, data do início da estação chuvosa e intensidade do choque térmico para a quebra da diapausa, durante as simulações. Isto sugere que variáveis relacionadas a distribuição temporal das populações parecem não alterar significativamente a densidade das populações de diferentes estágios da cigarrinha.

Mudanças nas variáveis relacionadas a sobrevivência produziram alterações na abundância do inseto mas não foram capazes de isoladamente produzir explosões populacionais. A fertilidade e a densidade inicial de ovos diapáusicos foram as variáveis que mais fortemente influenciaram as variações extremas observadas na dinâmica populacional. Simulações

utilizando a densidade inicial de 1000 ovos diapáusicos resultaram em 56 dos 64 casos (87,5%) em densidades superiores a 30 adultos/m², considerado o nível econômico de dano para o inseto (Menezes *et al.* 1983). Enquanto que densidades iniciais de 200 ovos somente produziram densidades capazes de produzir danos econômicos nas pastagens em 10 dos 64 casos (15,6%). Estas densidades mais elevadas de adultos ocorreram com alta sobrevivência de ninfa a adulto e elevada taxa fertilidade das fêmeas. A taxa de fecundidade de 5,5 ovos/fêmea por dia aumentou a densidade de ovos diapáusicos em relação ao ano anterior em 100% dos casos enquanto que a taxa diária de 2 ovos/fêmea somente foi capaz de repor a densidade inicial de ovos diapáusicos quando todas as condições de sobrevivência foram favoráveis (baixa mortalidade de ninfas e ausência de períodos de déficit hídrico).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As elevadas taxas de mortalidade observadas entre os estágio de ovos diapáusicos até a eclosão dos adultos da primeira geração revelam a importância do esforço reprodutivo para a acumulação de ovos diapáusicos na estratégia de vida de *D. flavopicta*. Baixas densidades populacionais de ovos diapáusicos somente conseguem produzir populações de adultos economicamente importantes em condições ambientais extremamente favoráveis enquanto que altas densidades iniciais, em quase 90% dos casos, produz elevadas populações de adultos e acúmulo de altas densidades de ovos diapáusicos. Dessa forma, a estratégia de distribuição de risco (bet-hedging), produzindo proporções crescentes de ovos diapáusicos, em duas das três gerações anuais que se acumulam no solo, associada às elevadas taxas de mortalidade da fase imatura, devido a predadores inespecíficos e variações meteorológicas, sugerem que a estratégia

de vida de *D. flavopicta* é baseada na capacidade de crescimento intrínseco (r) das populações anuais como um todo, independente de variações que possam ocorrer entre gerações de uma mesma estação.

A falta de independência entre as variáveis torna arriscada a comparação simples entre fatores para determinar a importância relativa destes na ocorrência de explosões populacionais. A ocorrência de uma boa distribuição de chuvas sem a ocorrência de déficit hídrico no início da estação chuvosa pode aumentar a capacidade de suporte (K) (Begon & Mortimer 1986) através do aumento do desenvolvimento vegetativo da gramínea e reduzir a mortalidade de ovos e ninhas recém eclodidas devido a dessecção. Este aumento na capacidade de suporte da pastagem se traduz em um maior perfilhamento e brotação lateral produzindo mais pontos para alimentação e maior sobrevivência de ninhas, redução da predação devido ao aumento na área de procura e redução da resistência do ambiente a expressão do potencial biótico. Assim, a simples ocorrência de uma boa distribuição de chuvas pode afetar uma série de fatores que atuam tanto “de cima para baixo” (top-down) como predação e dessecção das ninhas e ovos como sobre a interação planta-inseto (bottom-up) afetando a fecundidade e a sobrevivência de ninhas e adultos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M & M. Mortimer 1986. Population ecology: a unified study of animals and plants. 2nd ed., Blackwell, Oxford, 220 p.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1993. Correlação 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(3):597-612.
- 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. CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 33 p.
- Milanez, J.M.; Milde, L.C.E. & Parra, J.R.P. 1983. Estimativa da constante térmica das cigarrinhas-das-pastagens *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois* (Acanthodeois) *flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) em condições de campo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 12(2):151-163.
- Nilakhe S.S., P.B. Martin, J.R. Valério, W.W. Koller, J.A.G. de Souza Filho & A.A. da Silva. 1984. Sampling plans for spittlebug eggs in pastures of *Brachiaria decumbens*. Pesq. Agrop. Bras. 19(8): 935-941.
- Nilakhe, S.S. 1982. Amostragem de ninfas di cigarrinhas-das-pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. EMBRAPA/CNPGC, Campo Grande, 67 p. (EMBRAPA. Boletim de Pesquisa, 2).

- Stinner, R.E., G.D. Butler, J.S. Bacheler & C. Tuttle. 1975. Simulation of temperature-dependent development in population dynamics models. Can. Entomol. 107: 1167-1174.
- Stoporoli-Neto, A., J.M. Pacheco, L. Motta & C. Pavan 1985. Métodos de obtenção de ovos de cigarrinhas-das-pastagens *Deois* spp. (Homoptera: Cercopidae). Revta Bras. Ent. 29(3/4):523-533.
- Sujii, E. R. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas, SP, Tese de Mestrado, 77 p.
- Sujii, E. R., M.A. Garcia, E.M.G. Fontes & V. Carvalho. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24(3): 465-478.
- Valério J.R. & W.W. Koller. 1992. Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. EMBRAPA/CNPGC, Campo Grande, 37 p. (EMBRAPA/CNPGC, Documentos, 52).
- Valerio, 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. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 16(2):341-250.

Tabela 8.1. Características biológicas dos diferentes estágios de desenvolvimento da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, utilizados para a modelagem de sua dinâmica populacional.

Estágio	Descrição	Referência	
Ovos diapáusicos			
Desenvolvimento	1117,8 ± 172,1 graus-dia (termino natural da diapausa)	Sujii 1998 dados n.p.	
Mortalidade	69,3% (predação + fatores climáticos)	Sujii 1998 dados n.p.	
Ovos de desenvolvimento normal pós-diapáusicos ou não diapáusicos			
Desenvolvimento	167 graus-dia	Sujii et al. 1995	
Temperatura basal	13,7 °C		
Ninfas (5 íntares)			
Desenvolvimento	589,5 graus-dias	Milanez et al. 1983	
Temperatura basal	10,4 °C		
Mortalidade	1º e 2º pico = 65% 3º pico = 38,4%	Sujii 1998 dados n.p.	
Adultos (Fêmeas)			
Longevidade (dias)	Sobrevivência (proporção)	Potencial Biótico ovos/dia	Sujii 1998 dados n.p. Pacheco 1981, Stoporoli N et al 1985
Razão sexual			0,5
Pré-oviposição	7 dias	0,75	--
Jovens	7 dias	0,55	5,5
Maduras	7 dias	0,40	5,5
Velhas	7 dias	0,05	5,5

Tabela 8.2. Descrição das variáveis utilizada para testar a sensibilidade do modelo de simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, à variações ambientais e a características intrínsecas da população.

Descrição das variáveis	Valores testados	
	Mínimo	Máximo
- distribuição temporal:		
choque térmico regulando o término da diapausa	18°C, 5 dias	15°C, 30 dias
início da estação chuvosa	25 outubro	01 setembro
tempo inicial de solo úmido	10 dias	21 dias
- sobrevivência:		
ocorrência de período seco após o início das chuvas	4 dias	14 dias
mortalidade na fase ninfal	25 %	65%
- tamanho da população:		
ovos diapáusicos no solo	200 ovos	1.000 ovos
fecundidade das fêmeas	2 ovos/dia	5,5 ovos/dia

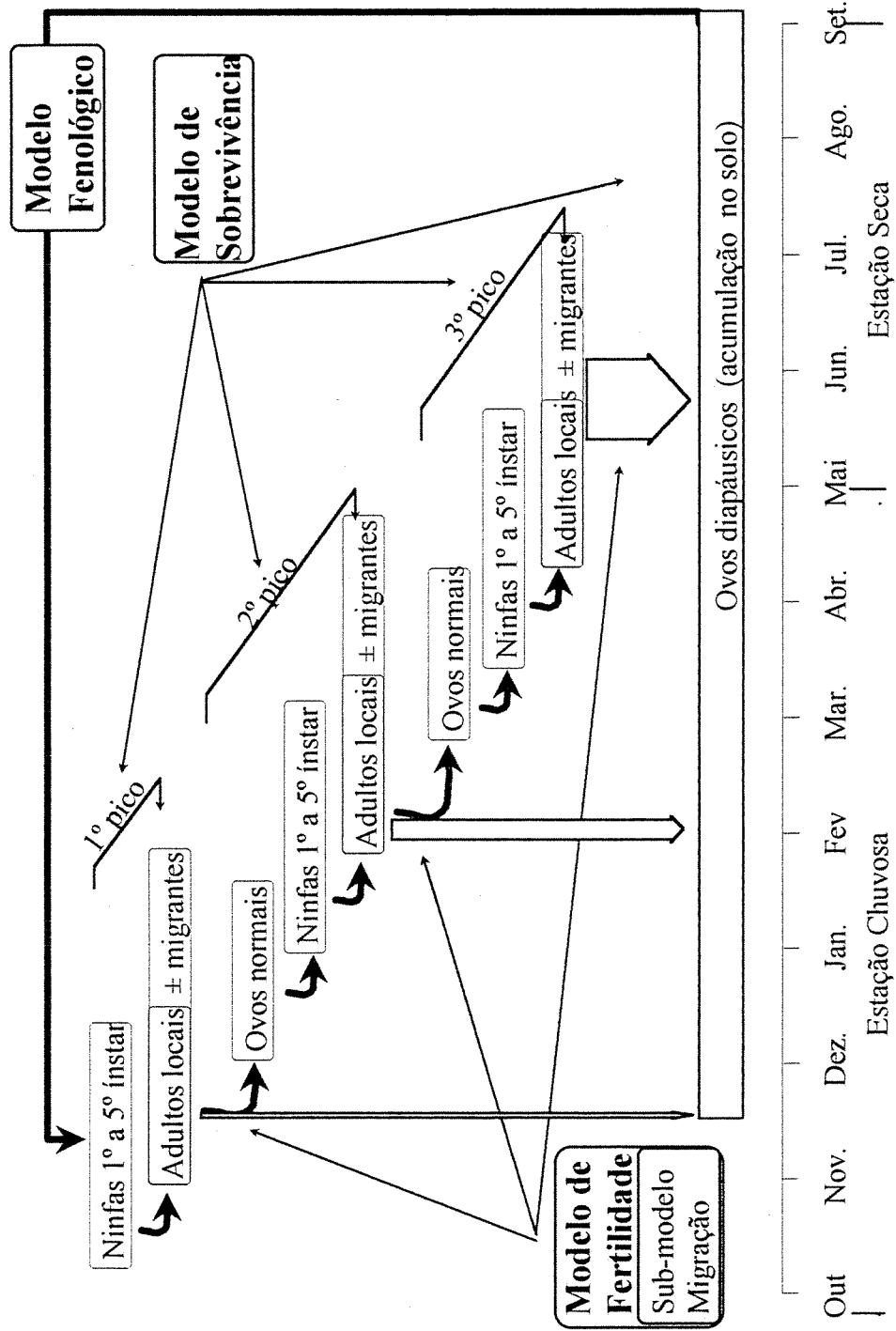


Figura 8.1. Descrição geral do modelo para a dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Devin flavopicta*.

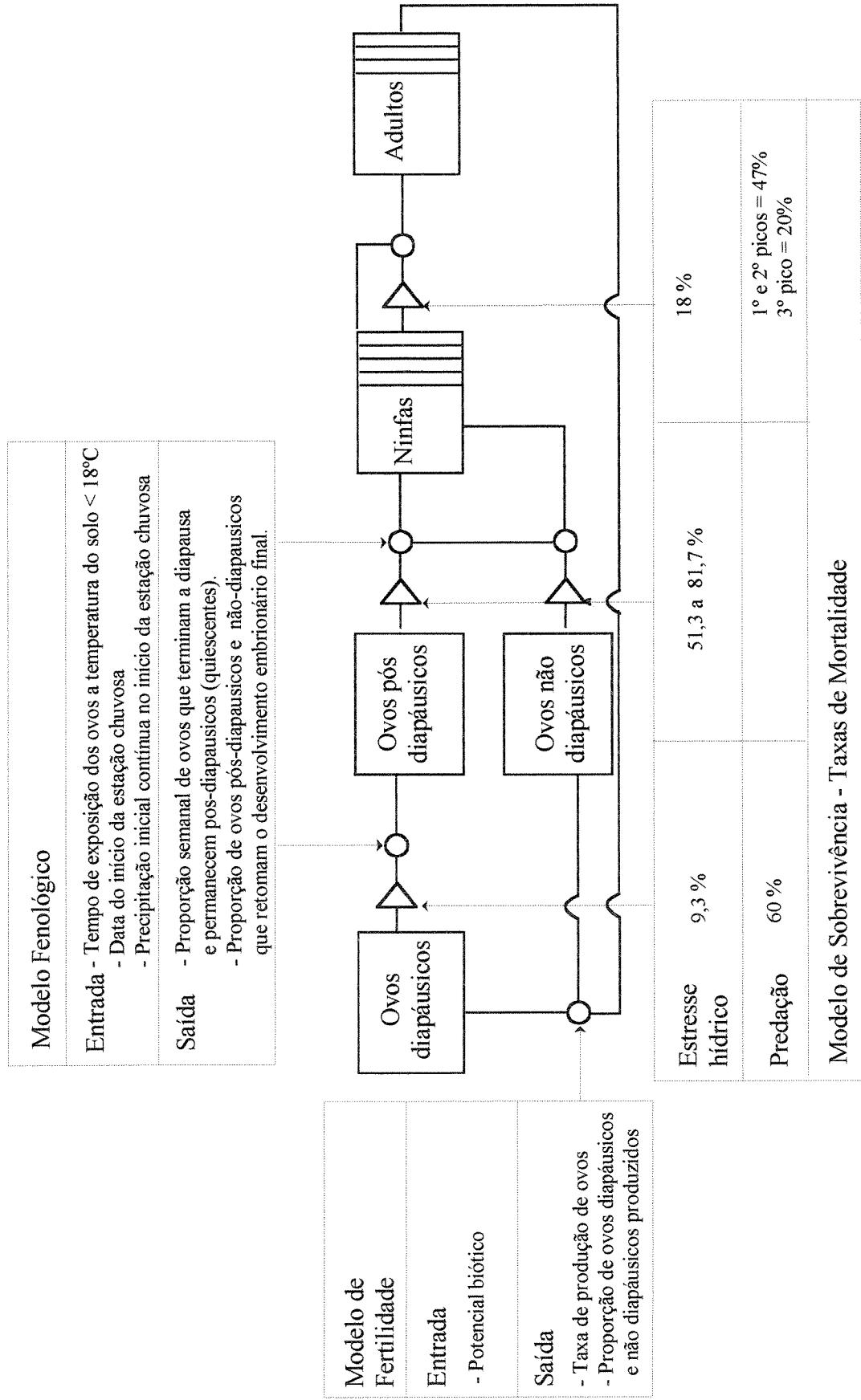


Figura 8.2 Modelo diagramático da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*.

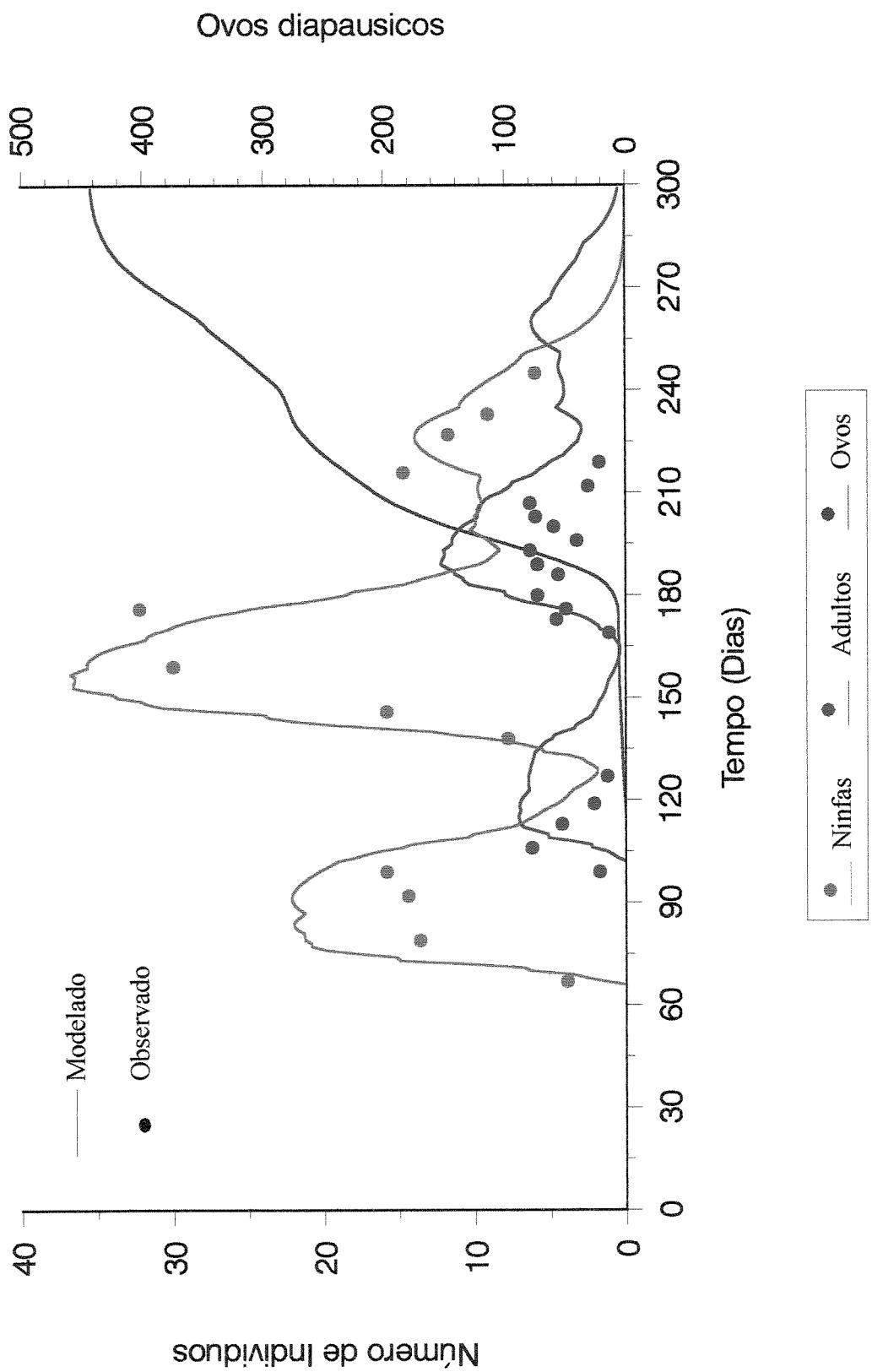


Figura 8.3. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1993/94 em pastagem de *Brachiaria ruziensis* na EMBRAPA/CPAC, Brasília, DF. A figura se refere ao período final da estação seca e toda a estação chuvosa (agosto a maio).

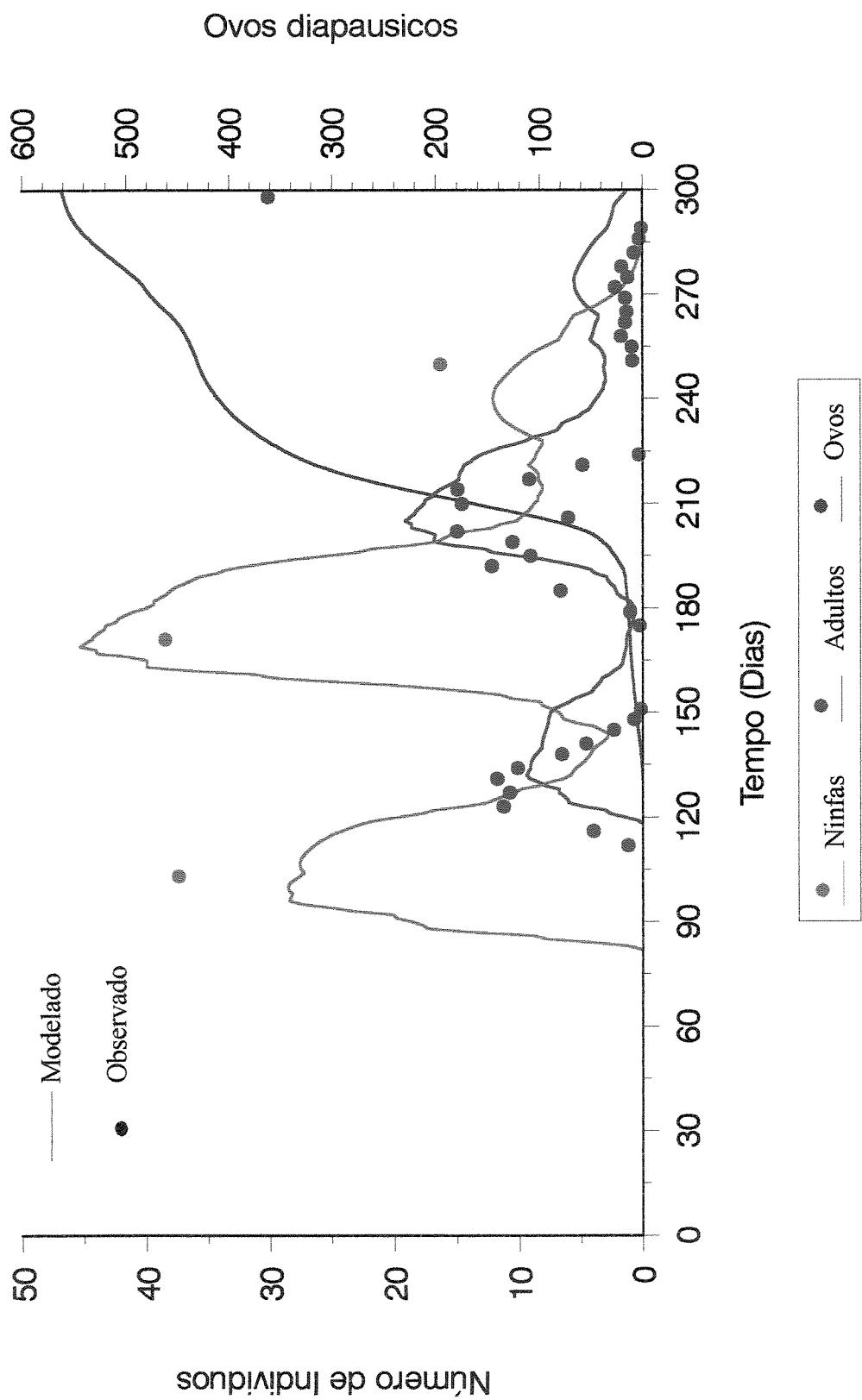


Figura 8.4. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados (curva) pelo modelo para o ano de 1995/96 em pastagem de *Bracharia ruziensis* na EMBRAPA/CPAC, Brasília, DF. A figura se refere ao período final da estação seca e toda a estação chuvosa (agosto a maio).

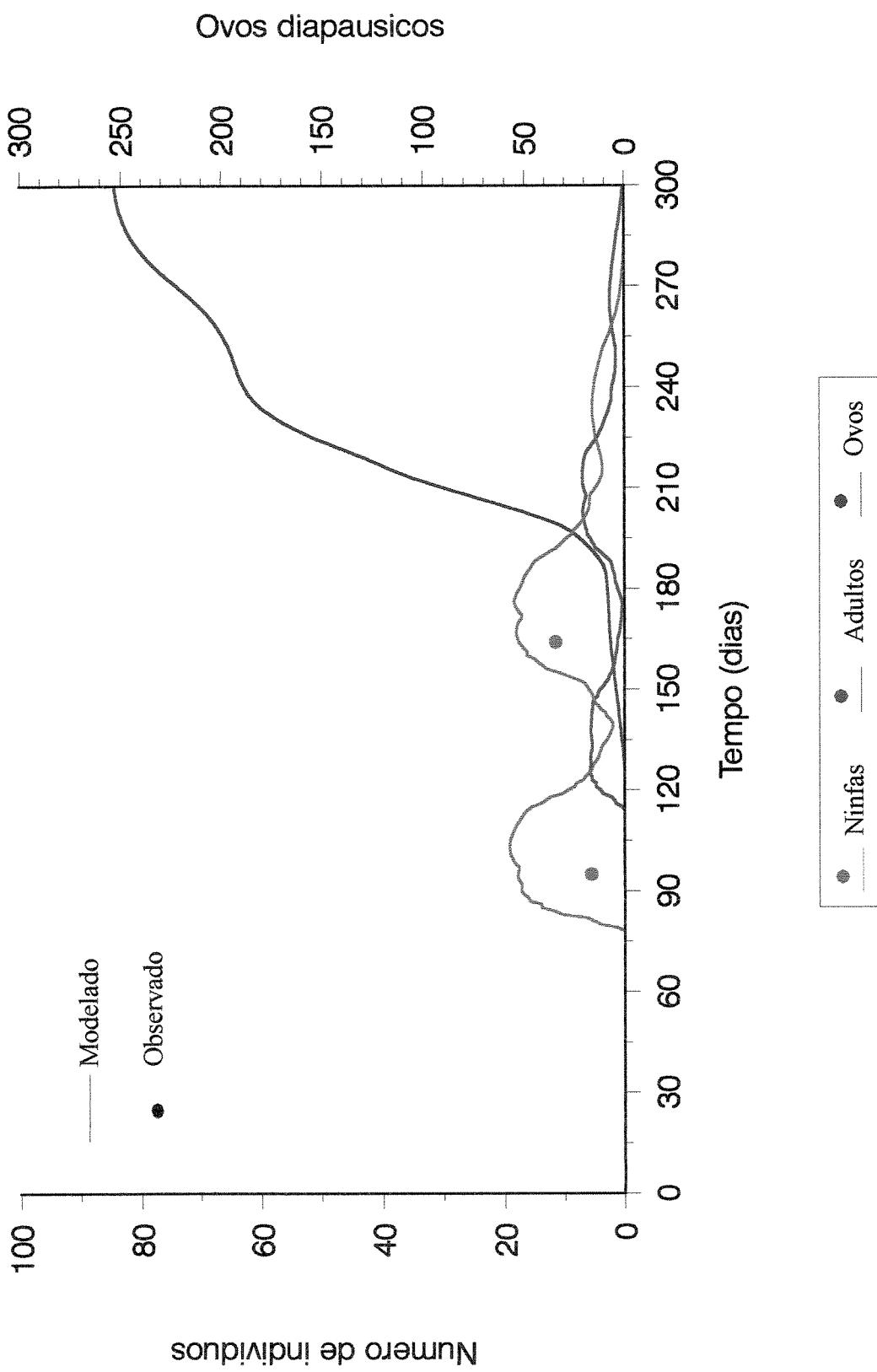


Figura 8.5. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1996/97 em pastagem de *Brachiaria ruziensis* na EMBRAPA/CPAC, Brasília, DF. A figura se refere ao período final da estação seca e toda a estação chuvosa (agosto a maio).

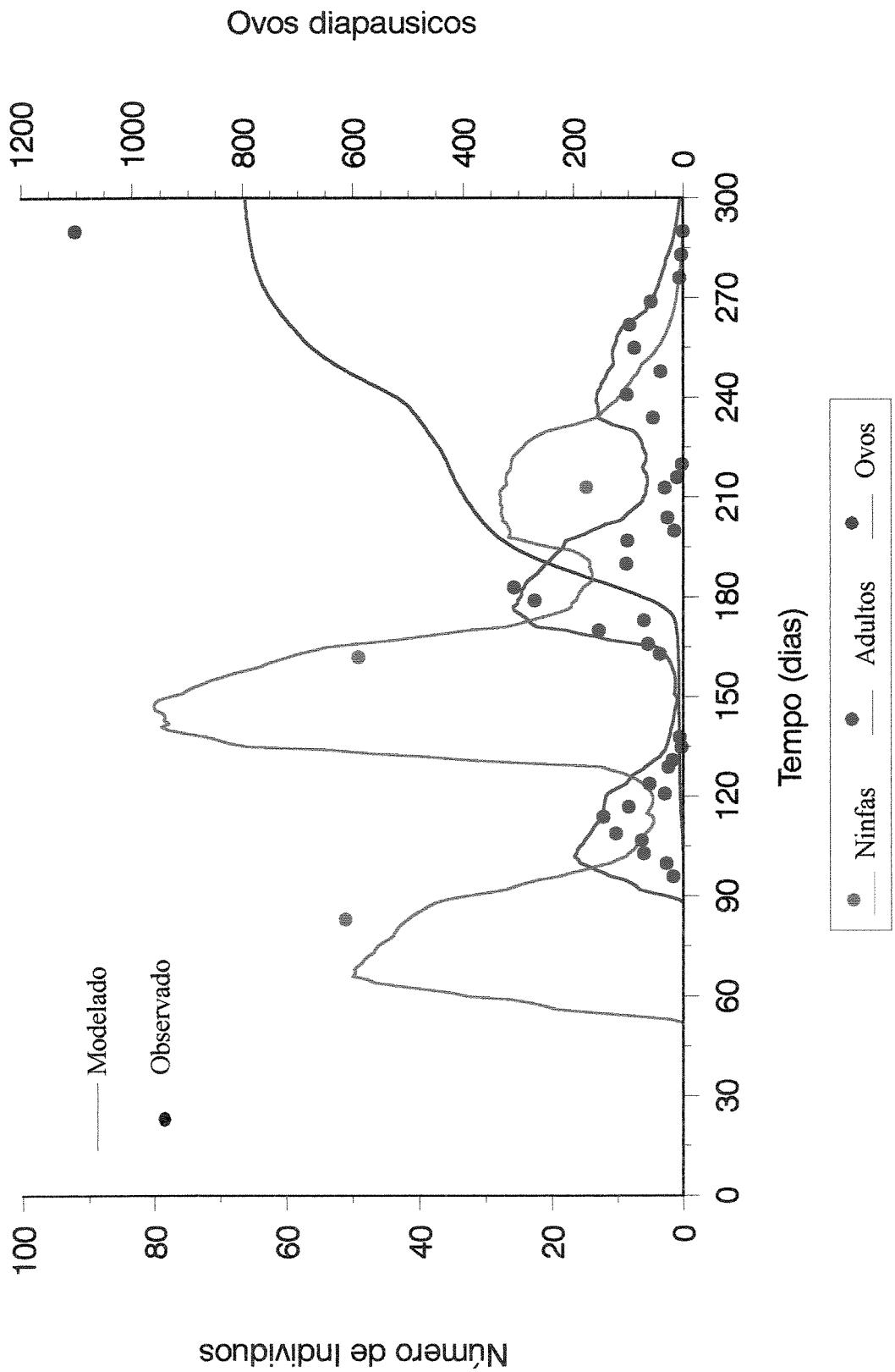


Figura 8.6. Flutuação populacional de *Deois flavopicta*. Dados observados no campo (pontos) e simulados pelo modelo para o ano de 1996/97 em pastagem de *Brachiaria ruziensis* na Granja do Torto, Brasília, DF. A figura se refere ao período final da estação seca e toda a estação chuvosa (agosto a maio).

ANEXO: Quadro descritivo das variáveis utilizadas nas simulações para avaliar a sensibilidade do modelo a valores extremos das variáveis

Simulação	Ovos em diapausa	Choque térmico	Início chuvas	Período solo úmido	Período seco	Mortalidade ninhas	Capacidade reprodutiva
1	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	25%	38,5 ovos
2	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	25%	14 ovos
3	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	65%	38,5 ovos
4	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	65%	14 ovos
5	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	25%	38,5 ovos
6	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	25%	14 ovos
7	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	65%	38,5 ovos
8	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	65%	14 ovos
9	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	25%	38,5 ovos
10	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	25%	14 ovos
11	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	65%	38,5 ovos
12	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	65%	14 ovos
13	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	25%	38,5 ovos
14	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	25%	14 ovos
15	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	65%	38,5 ovos
16	1.000	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	65%	14 ovos
17	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	25%	38,5 ovos
18	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	25%	14 ovos
19	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	65%	38,5 ovos
20	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	65%	14 ovos
21	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	25%	38,5 ovos
22	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	25%	14 ovos
23	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	65%	38,5 ovos
24	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	65%	14 ovos
25	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	25%	38,5 ovos
26	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	25%	14 ovos
27	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	65%	38,5 ovos
28	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	65%	14 ovos
29	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	25%	38,5 ovos
30	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	25%	14 ovos
31	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	65%	38,5 ovos
32	1.000	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	65%	14 ovos
33	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	25%	38,5 ovos
34	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	25%	14 ovos
35	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	65%	38,5 ovos
36	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	65%	14 ovos
37	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	25%	38,5 ovos
38	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	25%	14 ovos
39	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	65%	38,5 ovos
40	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	65%	14 ovos
41	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	25%	38,5 ovos
42	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	25%	14 ovos
43	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	65%	38,5 ovos
44	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	65%	14 ovos
45	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	25%	38,5 ovos
46	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	25%	14 ovos
47	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	65%	38,5 ovos
48	1.000	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	65%	14 ovos
49	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	25%	38,5 ovos
50	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	25%	14 ovos
51	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	65%	38,5 ovos
52	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	65%	14 ovos
53	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	25%	38,5 ovos
54	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	25%	14 ovos
55	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	65%	38,5 ovos
56	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	65%	14 ovos
57	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	25%	38,5 ovos
58	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	25%	14 ovos
59	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	65%	38,5 ovos
60	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	65%	14 ovos
61	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	25%	38,5 ovos
62	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	25%	14 ovos
63	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	65%	38,5 ovos
64	1.000	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	65%	14 ovos

continua..

Simulação	Ovos em diapausa	Choque térmico	Ínicio chuvas	Período solo úmido	Período seco	Mortalidade ninhas	Capacidade reprodutiva
65	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	25%	38,5 ovos
66	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	25%	14 ovos
67	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	65%	38,5 ovos
68	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	14	65%	14 ovos
69	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	25%	38,5 ovos
70	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	25%	14 ovos
71	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	65%	38,5 ovos
72	200	18°C, 5 dias	1 setembro	20	4	65%	14 ovos
73	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	25%	38,5 ovos
74	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	25%	14 ovos
75	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	65%	38,5 ovos
76	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	14	65%	14 ovos
77	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	25%	38,5 ovos
78	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	25%	14 ovos
79	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	65%	38,5 ovos
80	200	18°C, 5 dias	1 setembro	10	4	65%	14 ovos
81	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	25%	38,5 ovos
82	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	25%	14 ovos
83	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	65%	38,5 ovos
84	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	14	65%	14 ovos
85	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	25%	38,5 ovos
86	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	25%	14 ovos
87	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	65%	38,5 ovos
88	200	18°C, 5 dias	25 outubro	20	4	65%	14 ovos
89	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	25%	38,5 ovos
90	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	25%	14 ovos
91	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	65%	38,5 ovos
92	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	14	65%	14 ovos
93	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	25%	38,5 ovos
94	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	25%	14 ovos
95	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	65%	38,5 ovos
96	200	18°C, 5 dias	25 outubro	10	4	65%	14 ovos

97	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	25%	38,5 ovos
98	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	25%	14 ovos
99	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	65%	38,5 ovos
100	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	14	65%	14 ovos
101	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	25%	38,5 ovos
102	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	25%	14 ovos
103	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	65%	38,5 ovos
104	200	15°C, 30 dias	1 setembro	20	4	65%	14 ovos
105	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	25%	38,5 ovos
106	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	25%	14 ovos
107	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	65%	38,5 ovos
108	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	14	65%	14 ovos
109	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	25%	38,5 ovos
110	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	25%	14 ovos
111	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	65%	38,5 ovos
112	200	15°C, 30 dias	1 setembro	10	4	65%	14 ovos
113	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	25%	38,5 ovos
114	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	25%	14 ovos
115	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	65%	38,5 ovos
116	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	14	65%	14 ovos
117	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	25%	38,5 ovos
118	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	25%	14 ovos
119	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	65%	38,5 ovos
120	200	15°C, 30 dias	25 outubro	20	4	65%	14 ovos
121	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	25%	38,5 ovos
122	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	25%	14 ovos
123	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	65%	38,5 ovos
124	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	14	65%	14 ovos
125	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	25%	38,5 ovos
126	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	25%	14 ovos
127	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	65%	38,5 ovos
128	200	15°C, 30 dias	25 outubro	10	4	65%	14 ovos

ANEXO

Simulação	Ninfas (Indivíduos/m ²)			Adultos (Indivíduos/m ²)			Ovos Diapáusicos (Indiv./m ²)
	1º pico	2º pico	3º pico	1º pico	2º pico	3º pico	
1	55.8	245.3	314.2	32.9	149	165.4	5543.4
2	55.8	87.6	39.1	32.9	55.1	18.7	435
3	47.6	98.2	68.8	15.6	31.8	34.4	1208.7
4	47.6	34.1	11.6	15.6	11.2	5.3	117.3
5	116.9	518	748.4	69.4	319.2	366	11643
6	116.9	186.8	96.8	69.4	115.9	48.9	899.3
7	99.8	210	162	32.4	69.8	79.3	2573.9
8	99.8	75.1	18.1	32.4	24.7	7.7	202
9	58.5	253	341.6	34.5	155.7	168.4	5624.4
10	58.5	88	38	34.5	55.9	20	437.5
11	48.4	99.9	66.7	16.1	32.8	34.7	1215.3
12	48.4	30.6	11.7	16.1	11	5.4	116.4
13	117.4	519.4	75.5	70.1	321.4	366.3	11663.4
14	117.4	189	94.1	70.1	118	46.5	898.8
15	99.7	212.3	161.6	32.7	70.2	78	2560.7
16	99.7	74.3	19.4	32.7	24.6	8.2	206.6
17	74.8	210.3	16.4	40.8	105	7.7	2686.3
18	74.8	75.7	5	40.8	39.5	2.4	428.7
19	56.4	92.5	10.1	19	44.3	4.5	1227.2
20	56.4	34.8	3	19	17.4	1.2	199.5
21	111.3	352	28	67.3	179.2	12	4270.6
22	111.3	127	9	67.3	64.3	3.6	650.4
23	93.9	151.6	13.5	31.4	77.6	6.5	1860.7
24	93.9	53.9	3.8	31.4	27.7	1.7	283.9
25	75	211.5	16.3	40	105.5	8	2721.9
26	75	78.3	7	40	38.9	2.4	429.6
27	55.7	92.3	9.3	18.7	46	4.5	1204.4
28	55.7	34.2	2	18.7	16.6	1	192.5
29	110.7	354.6	28.4	68.5	180.6	14.3	4267
30	110.7	128	9.3	68.5	64.8	4.6	652.4
31	94.6	154.6	12.5	32	77.6	6	1856
32	94.6	58.1	3.8	32	28.6	1.9	290.6

Simulação	Ninfas (Indivíduos/m ²)			Adultos (Indivíduos/m ²)			Ovos Diapáusicos (Indiv./m ²)
	1º pico	2º pico	3º pico	1º pico	2º pico	3º pico	
33	55.8	245.5	338.8	33.4	149	165.2	5543
34	55.8	87.6	39.1	33.4	51.3	18.9	435.7
35	47.6	98.2	66	15.6	32.4	34.4	1208.7
36	47.6	34.1	11.6	15.6	11.3	5.3	117.25
37	116.9	516.4	749	69.4	319.6	364.7	11643.4
38	116.9	186.2	94.8	69.4	115.9	48.9	899.8
39	99.8	211.1	162	32.4	69.8	79.7	2573.9
40	99.8	74.1	18.1	32.4	24.7	7.7	202
41	58.9	253	341.6	34.6	155.7	168.8	5624.4
42	58.9	88.3	38.9	34.6	55.9	19.95	437.5
43	48.4	99.9	66.7	16.11	33.1	34.7	1215.3
44	48.4	33	11.7	16.1	11	5.4	116.4
45	117.4	519.4	751.51	70.1	321.4	366.3	11663.4
46	117.4	190	94.1	70.1	118	46.5	808.8
47	99.7	209.8	158.2	32.7	70.2	78	2560.9
48	99.7	74.3	19.4	32.7	24.6	8.4	206.6
49	74.8	210.3	16.4	40.8	105	7.7	2686.3
50	74.8	75.7	6.2	40.8	39.5	2.5	428.7
51	56.4	92.5	10.2	19	44.3	4.8	1227.2
52	56.4	35.1	1	19	17.4	0.3	199.5
53	111.3	352.8	28.3	67.3	179.2	13.7	4270.6
54	111.3	127	9	67.3	64.4	4.5	650.5
55	93.9	156	17.5	31	77.6	6.5	1860.7
56	93.9	53.5	3.8	31	27.7	1.9	283.9
57	75	211.5	16.8	40	105.8	8	2721.9
58	75	78.3	5.8	40	38.9	2.64	429.6
59	55.7	93.1	9.3	18.7	46.1	3.6	1204.4
60	55.7	34.2	2	18.7	16.6	1	192.5
61	103.1	355.2	29.4	68.5	175.9	14.3	4267
62	103.1	126.8	9.3	68.5	64.9	4.6	652.4
63	94.5	154.6	12.5	32	77.5	6	1856
64	94.5	58.1	3	32	28.6	1.5	290.6

Simulação	Ninhas (Indivíduos/m ²)			Adultos (Indivíduos/m ²)			Ovos Diapáusicos (Indiv./m ²)
	1º pico	2º pico	3º pico	1º pico	2º pico	3º pico	
97	16.4	67.2	78.9	8.4	40.4	39.2	1436.4
98	16.4	21	16.9	8.4	11.7	7.2	148
99	13	21.9	14.7	3.9	7.1	6.4	313.5
100	13	10.2	6.1	3.9	3.1	2.7	46.7
101	24.6	108.8	146.5	13.3	63.9	70.7	2445.7
102	24.6	38.4	17	13.3	23.6	7	197.2
103	19.6	42.1	30.2	6.2	13.9	15	540.2
104	19.6	14.2	9	6.2	4.4	4.1	63.9
105	15.6	62.7	68.5	8	36.1	33.9	1314.7
106	15.6	22.1	14.1	8	12.2	6	140.2
107	12.3	21.8	16.5	3.7	7.1	6.8	339.8
108	12.3	10.3	6.4	3.7	3.1	2.8	48
109	24.7	109.4	144.5	13.5	65.9	71.1	2401.1
110	24.7	39.8	16.7	13.5	24.3	7.2	201.2
111	19.8	41.7	28.2	6.3	13.6	13.9	537.6
112	19.8	13.7	8.2	6.3	4.2	3.8	60.1
113	16.3	40.9	7.1	8.1	20.7	3.6	594
114	16.3	18.3		8.1	8.1		99.9
115	11.1	21.8		3.8	9.3		293.7
116	11.1	11.6	10.1	3.8	3.8	4.4	53.1
117	23.3	71.8	12.9	13.5	35.4	6.4	949.4
118	23.3	27.7		13.5	12.6		146.2
119	18.9	30.5	5.3	6.3	13.4	2.6	421.4
120	18.9	13.7		6.3	6.1		146.2
121	16.3	43.2	7.1	7.9	20.2	3.5	605.2
122	16.3	20.5		7.9	8.9		110
123	11.6	22		3.7	9.4		294.6
124	11.6	10.8		3.7	4.7		56.1
125	23.3	71.7	12.9	13.5	34.6	6.4	950.3
126	23.3	28.4		13.5	12.9		149.3
127	18.8	30.8	5.2	6.3	14.2	2.6	421.5
128	18.8	13.7		6.3	6.1		70

Simulação	Ninfas (Indivíduos/m ²)			Adultos (Indivíduos/m ²)			Ovos Diapáusicos (Indiv./m ²)
	1º pico	2º pico	3º pico	1º pico	2º pico	3º pico	
65	16.4	67.4	78.9	8.4	40.4	39.3	1436.4
66	16.4	21	16.9	8.4	11	7.2	148
67	13	21.9	14.7	3.9	7.1	6.4	313
68	13	10.2	6.1	3.9	3.1	2.7	46.7
69	24.6	108.8	146.5	13.3	63.9	70.7	2445.7
70	24.6	38.4	17	13.3	23.6	7	197.19
71	19.6	42.1	30.2	6.2	13.9	14.9	540.2
72	19.6	14.2	9	5.9	4.4	4.1	63.9
73	15.6	62.7	68.5	8	36.1	33.9	1314.7
74	15.6	22.1	14.1	8	12.2	6	140.2
75	12.3	21.8	16.5	3.7	7.1	6.8	339.8
76	12.3	10.3	6.4	3.7	3.1	2.8	47
77	24.8	109.4	144.5	13.5	65.9	71.1	2401.1
78	24.8	39.6	16.7	13.5	24.3	7.2	201.2
79	19.8	41.7	28.2	6.3	13.7	14	537.6
80	19.8	13.7	8.2	6	4.2	3.8	60.1
81	16.3	40.9	7.1	8.1	20.7	3.6	594
82	16.3	18.3	2	8.1	8.1	1	99.9
83	11.6	21.8		3.8	9.3		293.7
84	11.6	10.1		3.8	4.4		53.7
85	23.3	71.8	12.9	13.5	35.4	6.4	949.4
86	23.3	27.7		13.5	12.6		146.2
87	18.9	30.5		6.3	13.4		421.4
88	18.9	13.7		6.3	6.1		70
89	16.3	43.2		7.9	20.2		605
90	16.3	20.4		7.9	8.9		110
91	11.6	21.8		3.7	9.4		294.6
92	11.6	10.8		3.7	4.7		56.1
93	23.3	71.7	12.9	13.5	35.1	6.4	550.3
94	23.3	28.4		13.5	12.9		149.3
95	18.8	30.8	5.2	6.3	14.2	2.6	421.5
96	18.8	13.7		6.3	6.1		70

9. LITERATURA CITADA

- Adámoli, J.J., J. Macedo, L.G. Azevedo & J. Madeira Neto. 1986. Caracterização da região dos cerrados, p. 33-74 In: Goedert, W.J.(coord.) Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Nobel, São Paulo e EMBRAPA, Brasília, 422 p.
- Alves, S.B. 1986. Controle biológico de pragas de pastagens. In: Peixoto, A.M, J.C. Moura & V.P. de Faria. ed. Pastagens: fundamentos da exploração racional. FEALQ, Piracicaba, p.387-408.
- Barbosa, F.R., W.M. Moreira & C. Czepack. 1984. *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill: Promissor agente de controle biológico para a cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stal, 1854). EMGOPA, Goiânia, 17 p. (EMGOPA-DDI. Boletim de pesquisa, 2).
- Batista Filho, A. 1988. Cigarrinha das pastagens. In: CRUZ, B.P.B. ed. Pragas das culturas e controle biológico. Fundação Cargil, Campinas, p.78-87
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, population and communities. 3rd ed. Blackwell. 1068 p.
- Begon, M & M. Mortimer 1986. Population ecology: a unified study of animals and plants. 2nd ed., Blackwell, Oxford, 220 p.
- Botelho, W. & J.L.C. de Sá. 1980. Ocorrência de mosca sírfida *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) predando ninfas de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) e alguns dados biológicos observados. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.17-22.
- Botelho, W. & P.R. Reis. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens Homoptera- Cercopidae em *Brachiaria decumbens* sob diferentes cargas animais. In: _____. Projeto Bovinos; Cigarrinha das pastagens, relatório 1974/79. EPAMIG, Belo Horizonte, p.101-111.
- Brown Jr., K.S. & J. Vaconcellos-Neto. 1976 Predation on aposematic ithomiine butterflies by tangers (*Pipraeidae melanonota*). *Biotropica*, 8(2):136-141
- Bueno, V.H.P. 1987. Aspectos biológicos e ritmo diário das atividades de *Porasalus barbiellinii* predador da cigarrinha-das-pastagens. *Pesq. Agrop. Bras.* 22(9/10):903-915.
- Carneiro, M. F. 1988. Eficiência de diferentes cepas de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Deois flavopicta*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 23(7):685-689.
- Carneiro, M.F. 1984. Ocorrência de nematóides parasitando ninfas de *Deois flavopicta* no município de Goiânia, Goiás. EMGOPA, Goiânia, Pesquisa em Andamento, 9, 5p.

- Carneiro, M.F. & H.F. da Cunha. 1984. Avaliação de danos e controle da Cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*) na cultura do milho. EMGOPA, Goiânia, 14 p. (EMGOPA. Boletim de Pesquisa, 07).
- Cosenza, G.W. & M.A. Naves. 1980. O controle da cigarrinha das pastagens. EMBRAPA/CPAC, Brasilia., 4 p. (EMBRAPA/CPAC, Comunicado Técnico, 6).
- Cosenza, G.W., R.P. de Andrade, D.T. Gomes & C.M.C. da Rocha. 1989. Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 24(8):961-968.
- Cosenza, G.W., R.P. de Andrade, D.T. Gomes & C.M.C. da Rocha. 1983. O controle integrado das cigarrinhas-das-pastagens. Brasilia, EMBRAPA, 6 p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 17).
- Denlinger, D.L. 1986. Dormancy in tropical insects. Ann. Rev. Entomol. (31):239-264.
- Dias, B.F. de S. 1992. Cerrados:uma caracterização. p.11-26 In: Dias, B.F.deS.(coord.) Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação das recursos naturais renováveis. FUNATURA-IBAMA, Brasilia, 97 p.
- Filgueiras, T.S. & F.S. Weschler. 1992. Aproveitamento e manejo: pastagens nativas. p.47-49 In: Dias, B.F.deS.(coord.) Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação das recursos naturais renováveis. FUNATURA-IBAMA, Brasilia, 97 p.
- Filgueiras, T.S. 1991. Gramíneas do Cerrado. In: Encontro de Botânicos do Centro-Oeste,1, Brasília, 1991, Palestras ..., Brasília, s. ed., p. 75
- Filgueiras, T.S. & B.A.S. Pereira. 1989. Efeito de uma geada sobre a flora do cerrado na Reserva Ecológica do IBGE.Cadernos de Geociências, IBGE, Brasilia, 2:67-70.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995 . Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a brazilian pasture pest, *Deois flavopicta*. Journal of Economic Entomology 88(5):1256-1262.
- Fontes, E.M.G., C.S.S. Pires, D.F. Gomes, & E.R. Sujii. 1993. O papel da umidade e da temperatura a manutenção e término da dormência dos ovos de *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p. 72. In: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos..., ESALQ, Piracicaba, 807 p.

- 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 o seu controle biológico com fungos entomopatogênicos. p. 107. In: Simpósio de Controle Biológico 2, Brasília, 1990, Resumos..., EMBRAPA/CENARGEN, Brasilia, 170p.
- Freitas, A.V.F. 1993. Byology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). Journal of the Lepidopterists Society, 47(2):87-105.
- Garcia, M.A. & M.A. Altieri. 1992. Explaining differences in flea beetle *Phyllotreta cruciferae Goeze* densities in simple and mixed broccoli cropping systems as a function of individual behavior. Entomol.Exp. Appl. 62:201-209.
- Garrido, W.E., L.G. de Azevedo & M. Jarreta Junior. 1982. O clima da região dos cerrados em relação à agricultura. EMBRAPA/CPAC, Planaltina, DF, 37 p. (EMBRAPA/CPAC. Circular Técnica, 9).
- Gutierrez, A.P. 1996. Applied population ecology: a supply demand approach. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. 300 p.
- Hewitt, G.B. 1989. Effects of spittlebug feeding on forage and root production of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brisantha* cv. marandu (BRA-0000.19). Pesq. Agrop. Bras. 24(3):307-314.
- Hewitt, G.B. 1988. Grazing management as a means of regulating spittlebug (Homoptera: Cercopidae) members in Central Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 23(7):697-707.
- Hewitt, G.B. 1986. Environmental factors affecting spittlebug egg survival during the dry season in Central Brazil. Pesq. Agropec. Bras. 21(1):1237-1243.
- Hewitt, G.B. & S.S. Nilakhe. 1986. Environmental factors affecting the survival of eggs and early instar nymphs of spittlebugs *Zulia entreriana* and *Deois flavopicta* during the rainy season in central Brazil, Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 15(1):61-76.
- Janzen, D.H., P.J. De Vries, M.L. Higgins & L.S. Kimsey. 1982. Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. Ecology, 63(1):66-74
- Kalvelage H. & Z.J. Buzzi 1986. Ciclo de vida da cigarrinha *Deois schach* (Homoptera: Cercopidae) sob duas temperaturas. An. Soc. Entomol. Brasil 15(1): 113-136.

- Kareiva, P.M. 1983. Local movement in herbivorous insects: applying a passive diffusion model to mark-recapture field experiments. *Oecologia* 57:322-327
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1994. Desenvolvimento e sobrevivência de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) sobre plantas de *Brachiaria decumbens* com diferentes características morfológicas. *An. Soc. Entomol. Brasil* 23(2): 163-170.
- Koller, W.W. & M.R. Honer. 1993. Correlação 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(3):597-612.
- Koller, W.W. 1991. Cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae): Porcentagem de ovos diapáusicos ovipositados em diferentes datas do período de infestação e a sua relação com condições climáticas que precederam cada oviposição. UFPR, 106p. Tese de Doutorado.
- Koller, W.W. 1988. Tratos culturais em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf: Efeitos sobre os ovos, ninfas e adultos de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera:Cercopidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17(2):409-418.
- Koller, W.W. & J.R. Valério. 1988. Efeito da remoção da palha acumulada ao nível do solo sobre a população de cigarrinha (Homoptera: Cercopidae) em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17(1):209-215.
- Koller W.W., G.O. Paschoal & F. Adanya. 1987. Aspectos do desenvolvimento embrionário em *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae). *An. Soc. Entom. do Brasil* 16(2):389-398.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. N.Y. Harper Collins, 654 p.
- Kuo, J., E. Fox, & S. MacDonald. 1992. Sigmastat: statistical software for working scientists. Jandel Scientific, San Francisco.
- Magalhães, B.P., J.R.P. Parra, & A. de B. Silva. 1987. Técnica de criação e biologia de *Deois incompleta* em *Brachiaria*. *Pesq. Agrop. Bras.* 22(2): 137-144.
- Marques, I.M.R. 1988. Distribuição de *Salpingogaster nigra* Schiner, 1868 (Diptera: Syrphidae) predador específico de ninfas de cigarrinhas da raiz, (Homoptera: Cercopidae) em algumas regiões do Brasil. *An. Soc. Ent. Brasil* 17(sup.):67-74.
- Medeiros, L. & J. Vasconcellos-Neto. 1994. Host plant and seasonal abundance patterns of some brazilian chrysomelidae.p. 185-189. In.: Jolivet, P.H., M.L. cox & E. Petitpierre (eds.) Novel aspects of the biology of Chrysomelidae, Kluwer Academic Press, Netherlands.

- Melo, L.A.A., S. Silveira Neto, N.A. Villa Nova & P.R. Reis. 1984. Influência de elementos climáticos sobre a população de cigarrinhas das pastagens. *Pesq. Agrop. Brasileira*, 19(1). p. 9-19.
- 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. CEPLAC-CEPEC, Ilhéus, 33 p.
- Milanez, J.M.; Milde, L.C.E. & Parra, J.R.P. 1983. Estimativa da constante térmica das cigarrinhas-das-pastagens *Zulia entreriana* (Berg, 1879) e *Deois (Acanthodeois) flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) em condições de campo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 12(2):151-163.
- Milanez, J.M., J.R.P. Parra & M. Menezes. 1981. 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, São Paulo. *Rev. Theobroma* 11:219-228.
- Nakamura, K. & I. Abbas. 1987. Preliminary life table of the spotted tortoise beetle *Aspidomorpha miliaris* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Sumatra. *Res. Popul. Ecol.* 29:229-236.
- Naves, M.A. 1980. As cigarrinhas-das-pastagens e sugestões para o seu controle. (Contribuição ao manejo integrado das pragas das pastagens). EMBRAPA/CPAC, Brasília, 11 p. (EMBRAPA/CPAC. Circular técnica, 3).
- Nilakhe, S.S. & C.M. Buainaim. 1988. Observations on movement of spittlebug adults. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 23(2):123-134.
- Nilakhe, S.S. 1987. Evaluation of grasses for resistance to spittlebug. *Pesq. Agrop. Bras.* 22(8): 767-783.
- Nilakhe, S.S.; G.B. Hewitt, G.O. Paschoal, C.M. Buainaim & A.R.R. Souza. 1987. Influence of collection method and collection time on survival, sexual proportion and number of spittlebug captured. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 22(9/10):929-34, 1987.
- Nilakhe, S.S., A.A. da Silva, I. Cavaccione & A.R.R. Souza. 1984. Cigarrinhas-das-pastagens em cultura de arroz e sugestões para o seu controle. Campo Grande, EMBRAPA/CNPGC, Comunicado Técnico, 24. 6p.
- Nilakhe S.S., P.B. Martin, J.R. Valério, W.W. Koller, J.A.G. de Souza Filho & A.A. da Silva. 1984. Sampling plans for spittlebug eggs in pastures of *Brachiaria decumbens*. *Pesq. Agrop. Bras.* 19(8): 935-941.

Nilakhe, S.S., A.A. da Silva & J.A.G. Souza Filho. 1984. Sampling procedures for spittlebug adults in pastures of *Brachiaria decumbens*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 19(9):1065-1074.

Nilakhe, S.S. 1982. Amostragem de ninfas di cigarrinhas-das-pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. EMBRAPA/CNPQ, Campo Grande, 67 p. (EMBRAPA. Boletim de Pesquisa, 2).

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(3):225-238.

Pacheco, J.M. 1981. Aspectos da biologia e ecologia de *Deois flavopicta* (Stal, 1954) (Homoptera: Cercopidae) na região de São Carlos, São Paulo, Brasil. UFSCa, Tese de Doutorado, 111 p.

Pires C.S.S., E.M.G. Fontes, E.R. Sujii, H.M.C. Fernandes, & D.F. Gomes. 1993. Ocorrência de Anagrus sp. (Homoptera: Mymaridae) parasitando ovos de Deois flavopicta (Homoptera: Cercopidae) em Pastagens do Brasil Central. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 22(2):411-413.

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 *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). p.203 In: Cong. Bras. de Entomologia, 13, Recife, 1991, Resumos ... , vol. I, Recife, SEB, 366p.

Rabb, R.L. & R.E. Stinner. 1978. The role of insect dispersal and migration in population process. In: RADAR, insect population ecology and pest management; proceedings of a workshop. Virginia, NASA, 1978. P. 3-14. (NASA. Conference publication, 2070)

Ramiro Z.A., A. Batista Filho & R. de A. Miranda. 1984. Observações sobre a flutuação de cigarrinha-das-pastagens (Homoptera:Cercopidae) no período compreendido entre seis e dezenove horas. An. Soc. Entomol. Brasil 13(2):371-377.

Reis, P.R., W. Botelho, L.A.S. Melo & J. Kakida. 1984a. Cigarrinha-das-pastagens, *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera:Cercopidae), no norte do Estado de Minas Gerais; I - Controle de adultos com inseticidas em pulverização. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 13(2) p.213-224.

Reis, P.R., W. Botelho, L.A.S. Melo & J. Kakida. 1984b. Cigarrinha-das-pastagens, *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera:Cercopidae), no norte do Estado de Minas Gerais; II - Controle de ninfas com inseticidas granulados. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 13(2):225-236.

- 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. Projeto Bovinos, Cigarrinhas-das-pastagens, Relatório 1974-1979, EPAMIG, Belo Horizonte. p.60-65
- Ribeiro, J.F., S.M. Sano, J. Macedo & J.A. da Silva. 1983. Os principais tipos fitofisionômicos da região dos cerrados. EMBRAPA/CPAC, Planaltina, DF, (EMBRAPA/CPAC. Boletim de Pesquisa, 21)
- Ribeiro C.M., F.z. Antunes & J.a.b. Castillo. 1980. Contribuição ao estudo das relações entre as flutuações populacionais das cigarrinhas-das-pastagens e alguns elementos do clima. Projeto Bovinos, Cigarrinhas-das-pastagens, Relatório 1974-1979, EPAMIG, Belo Horizonte. p.94-99
- Sá, L.A.N. de. 1980. Cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae): distribuição geográfica e variabilidade genética. UNICAMP, Campinas, 119 p. Tese de mestrado
- Santos, P.J., I. Cruz & W. Botelho. 1982. Avaliação de dano e controle das cigarrinhas-das-pastagens em plantas de milho com diferentes idades. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, Pesquisa em andamento, 2. 9p.
- Scolari, D.D.G. 1988. Análise econômica da produção de carne bovina na região dos cerrados. Revista de Economia e Sociologia Rural, 26(4):405-428.
- Seiffert, N.F. 1980. Gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria. EMBRAPA/CNPGC, Campo Grande, 83 p. (EMBRAPA/CNPGC. Circular técnica, 1)
- Snedcor, G.W. & W.G. Cochran. 1980. Statistical methods. 7^a ed. Iowa State University, Iowa, 507 p.
- Stinner, R.E., G.D. Butler, J.S. Bacheler & C. Tuttle. 1975. Simulation of temperature-dependent development in population dynamics models. Can. Entomol. 107: 1167-1174.
- Stoporoli-neto, A., J.M. Pacheco, L. Motta & C. Pavan 1985. Métodos de obtenção de ovos de cigarrinhas-das-pastagens *Deois* spp. (Homoptera: Cercopidae). Revta Bras. Ent. 29(3/4):523-533.
- Stoporoli Neto, A., & C. Pavan. 1984. Novo método de criação de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). Pesq. Agrop. Bras. 19(10):1185-1196.
- Sujii, E. R. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas, SP, Tese de Mestrado, 77 p.

- Sujii, E. R., M.A. Garcia, E.M.G. Fontes & V. Carvalho. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24(3): 465-478.
- Sujii, E.R., D.F. Gomes, E.M.G. Fontes & C.S.S. Pires. 1993. Efeito de diferenes densidades populacionais de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) sobre a produção de *Brachiaria decumbens*. I Ninfas. In: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos ..., Piracicaba, SEB, p.623
- Sujii, E.R., D.F. Gomes, E.M.G. Fontes & C.S.S. Pires. 1993. Efeito de diferenes densidades populacionais de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) sobre a produção de *Brachiaria decumbens*. II Adultos. In: Cong. Bras. de Entomologia, 14, Piracicaba, 1993. Resumos ..., Piracicaba, SEB, p.622
- 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 *Deois flavopicta*? In: Cong. Bras. de Entomologia, 13, Recife, 1991. Resumos ..., Recife, SEB, p.126
- Tauber, M.J., C.A. Tauber & J.P. Nyrop. 1994. Soil moisture and postdormancy emergence of Colorado Potato Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae): descriptive model amd field emergence patterns. Env. Entomol. (23):1485-1496.
- Tauber, M.J., C.A. Tauber & S. Masaki. 1986. Seasonal Adaptations of Insects. Oxford University Press, New York, 411 p.
- Valério, J.R. 1993. Obtenção de ovos de cigarrinhas (Homoptera: Cercopidae) em Agar-água. An. Soc. Entomol. Brasil 22(3):583-590.
- Valério J.R. & W.W. Koller. 1992. Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. EMBRAPA/CNPGC, Campo Grande, 37 p. (EMBRAPA/CNPGC, Documentos, 52).
- Valerio, J.R. & O. Nakano. 1988. Locais de alimentação e distribuição vertical de adultos da cigarrinha *Zulia entreriana* (Berg, 1879) (Homoptera:Cercopidae) em plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 17(2):519-529
- Valerio, 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. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 16(2):341-250.
- Villacorta, A. 1980. Susceptibilidade de ninfas de *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera:

Cercopidae) a diferentes isolamentos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 9(1):33-38.

Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for statistics: Statistics. Evanston, Illinois, SYSTAT Inc. 676 p.

Young, A.M. & M.W. Moffet. 1979. Studies on the population biology of the tropical butterfly *Mechanitis isthmia* in Costa Rica. Am. Midl. Nat. 101:309-319.