

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Oebalus poecilus* (Dallas)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DURANTE A HIBERNAÇÃO

Régis Sívori Silva dos Santos
Eng. Agr. MSc./UFRGS

Tese apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Doutor em Fitotecnia
Área de Concentração Fitossanidade

Porto Alegre (RS), Brasil
Agosto de 2003

RÉGIS SÍVORI SILVA DOS SANTOS
Engenheiro Agrônomo - UFRGS
Mestre em Fitotecnia - UFRGS

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

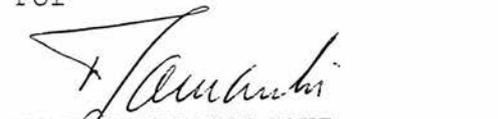
DOUTOR EM FITOTECNIA

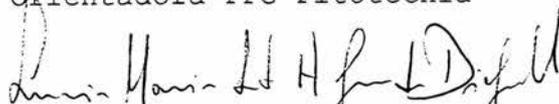
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 22.08.2003
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 08.09.2003
Por

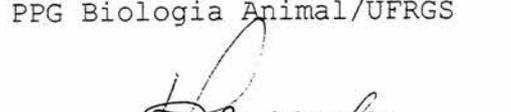

LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Orientadora-PPG Fitotecnia


HOMERO BERGAMASCHI
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


LÚCIA MARIA GUEDES DIEFENBACH
Co-orientadora-PPG Fitotecnia


FÁBIO KESSLER DAL SOGLIO
PPG Fitotecnia


HELENA PICCOLI ROMANOWSKI
Departamento de Zoologia e
PPG Biologia Animal/UFRGS


HONÓRIO FRANCISCO PRANDO
EPAGRI- Estação Experimental
Itajaí SC


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Diretor da Faculdade
de Agronomia

“Dedico este trabalho ao meu pai, Antônio Coelho dos Santos, que ao ensinar-me a capturar e montar borboletas na infância, apresentou-me à ENTOMOLOGIA”.

Agradecimentos

Ao Sr. Jovelino Luiz Pinzon (*in memoriam*), por em vida, ter aberto as cancelas de sua propriedade para a execução do presente estudo.

À Dra. Luiza Rodrigues Redaelli, pela vontade, dedicação e inestimável orientação e apoio para a execução deste estudo.

À Co-orientadora Dra. Lúcia Maria G. Diefenbach por mostrar-se sempre disposta a sugerir, discutir e elucidar dúvidas em prol do bom andamento do estudo.

À Dra. Helena Piccoli Romanowski, Depto. Zoologia/UFRGS, por suas brilhantes discussões e idéias na análise estatística dos dados.

Ao Dr. Honório Francisco Prando, Epagri/Estação Experimental de Itajai, por intermediar o processo de identificação do isolado fúngico, pela disposição em multiplicar o fungo, e por ter me acolhido em sua residência durante a execução dos testes de patogenicidade do isolado fúngico.

Ao Dr. Fábio K. Dal Soglio, Depto. de Fitossanidade/UFRGS, por suas constantes discussões acerca de aspectos agroecológicos dos sistemas agrícolas, as quais foram úteis para o estudo e serão utilizadas na vida profissional daqui para frente.

À Dra. Jocélia Grazia, Depto. de Zoologia/UFRGS, pela identificação do inseto objeto desta tese.

Ao Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gómez, CNPSoja/Embrapa, pela identificação do isolado fúngico.

Ao Dr. Gilson R. P. Moreira, Depto. Zoologia/UFRGS, pelos ensinamentos técnicos de dissecação de insetos e esboço em papel das estruturas que compõem o sistema reprodutor dos insetos.

À Dra. Ingrid Bergman Inchausti de Barros pelo incentivo e palavras de apoio que me deixaram confiante para realizar o exame de qualificação.

Ao Depto. de Fitossanidade/UFRGS pela oportunidade de utilização de suas dependências, equipamentos e material de consumo.

Aos Professores do Depto. de Fitossanidade pelos ensinamentos e cordialidade ao longo dos 11 anos em que fiz parte desta família.

Aos funcionários do Depto. de Fitossanidade, em especial ao Sr. Miguel Otaviano Barcelos Rodrigues pelos momentos de descontração ao longo do estudo e a Sra. Marilda Santos da Rocha pela cordialidade e boa vontade.

Aos colegas do PPG-Fitossanidade, Adriane Leite do Amaral, Carla Azambuja Centeno Bocchese, Carlos Renato Echeveste da Rosa, Edegar Antônio Rosseto, José Ricardo Pfeifer da Silveira, Marta Elisabeth Valim-Labres pela colaboração no isolamento do fungo, procedimentos técnicos em micopatologia e pela amizade.

Aos colegas do laboratório de entomologia, Caroline Greve, Célon Roberto Canto Silva, Cristiane Ramos de Jesus, Fernando Felisberto da Silva, Janaina Pereira dos Santos, Júlio César Arrué dos Santos, Letícia Machado dos Santos, Luciane da Rocha, Simone Mundstock Jahnke pelo apoio, sugestões, incentivo, colaboração, convivência harmônica e amizade.

Aos acadêmicos de Agronomia, Caio Fábio Stoffel Efrom e Ester Foelkel e de Ciências Biológicas Roberta Kolberg, pelo convívio e auxílio ao longo do estudo.

Ao Bolsista e acadêmico de Agronomia, Fernando Machado Pfeifer, pelos inúmeros feriados em que se dispôs a me auxiliar nas amostragens de serapilheira ao longo do primeiro ano do estudo.

À Bolsista e acadêmica de Agronomia, Rita de Cássia Antchevis, pela brilhante colaboração ao longo do estudo.

Ao PPG-Fitotecnia, por permitir o bom andamento do estudo, sempre resolvendo da melhor forma possível os trâmites burocráticos.

À Secretária do PPG-Fitotecnia, Marisa Carvalho Bello, pela cordialidade e
presteza a minha pessoa ao longo do curso.

À minha mãe, Lourdes Silva, ao meu irmão, Carlos Antônio Silva dos Santos e
ao amigo Eng. Agr. José Tadeu Soares Lima, pelo incentivo aos meus estudos e à
profissão.

A Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária pelo fornecimento dos
registros climáticos do município de Eldorado do Sul, RS.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq - pelo auxílio e concessão de bolsa
durante a realização deste estudo.

Em especial a minha namorada, Adriane M. Manghi Boff da Silva, por estar
sempre ao meu lado, compreendendo e incentivando minha carreira profissional.

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Oebalus poecilus* (DALLAS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DURANTE A HIBERNAÇÃO¹

Autor: Régis Sívori Silva dos Santos
Orientadora: Dra. Luiza Rodrigues Redaelli
Co-orientadora: Dra. Lúcia Maria G. Diefenbach

RESUMO

Oebalus poecilus é apontado como importante praga na cultura do arroz irrigado. No Rio Grande do Sul, este inseto adota a estratégia de hibernação, passando os meses mais frios do ano em refúgios como o folheto de bambu. Este trabalho objetivou elucidar aspectos relativos a esta estratégia de vida. O estudo foi realizado em um bambuzal com cerca de 260m de comprimento, situado em área orizícola, no município de Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS. Deste agrupamento de bambu tomou-se como área experimental, 140m² dispostos no sentido leste-oeste. Nesta área, a partir de junho/2000 e durante dois anos foram realizadas amostragens, em intervalos semanais ou quinzenais, sendo que em cada ocasião, retirava-se, aleatoriamente, 56 unidades de amostra com 300cm³ de folheto. Em laboratório, os percevejos foram extraídos manualmente, separados e contados. Uma parte dos insetos vivos foram mortos em vapores de acetato de etila e dissecados em álcool 70%, para averiguar o estado fenológico dos órgãos internos de reprodução como indicadores do estado de diapausa. Constatou-se que: a) a entrada no refúgio de hibernação se inicia na primeira semana de março, completando-se no início de maio; b) o abandono se inicia em meados de outubro prolongando-se até a última semana de dezembro; c) os percevejos distribuem-se com padrão espacial agregado no sítio; d) todos os indivíduos permanecem com os órgãos internos imaturos e com grande quantidade de corpos gordurosos na cavidade abdominal ao longo da hibernação, característico de diapausa; e) há um crescimento progressivo no tamanho dos testículos ainda dentro do sítio de hibernação, o que não foi verificado para os ovários; f) a proporção de insetos amostrados que apresentava o fungo *Beauveria bassiana* variou entre cinco e 12%; g) o fungo, em laboratório, mostrou-se patogênico a adultos não-hibernantes de *O. poecilus*, porém não registrou-se indivíduos mortos quando o mesmo foi aplicado no refúgio de hibernação.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (96 p.) Agosto, 2003.

BIOECOLOGICAL ASPECTS OF THE *Oebalus poecilus* (DALLAS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) DURING OVERWINTERING¹

Author: Régis Sívori Silva dos Santos

Advisor: Dra. Luiza Rodrigues Redaelli

Co-Advisor: Dra. Lúcia Maria G. Diefenbach

ABSTRACT

Oebalus poecilus is pointed as an important pest in the irrigated rice culture. In Rio Grande do Sul, this insect adopts the hibernation strategy, spending the coldest months of the year in refuges like the bamboo litter. This paper aimed at clarifying aspects related to this life strategy. This study was conducted in a bamboo growth around 260 m long, located in a rice growing area, in Eldorado do Sul municipality (30° 02'S e 51° 23'W), RS. From this bamboo growth a 140 m² experimental area was taken, set in the east-west direction. In this area, during two years from June 2000 on, samplings were made at every weekly or fortnightly interval, and at each time, 56 sample units with 300cm³ of foliage litter were taken randomly. In the laboratory, the bugs were extracted manually, separated and counted. A part of the alive insects were killed in ethyl acetate vapor and dissected in 70% alcohol, to investigate the phenological state of the reproductive internal organs as indicators of the diapause state. The following points were verified: a) the arrival at the hibernation refuge begins in the first week of March, finishing in the beginning of May; b) the departure begins in the middle of October extending to the last week of December; c) the bugs are distributed in an aggregate spatial pattern in the site; d) all the individuals remain with their internal organs immature and with a great amount of fat bodies in the abdominal cavity along hibernation, a diapause characteristic state; e) during the diapause there is a progressive growth in the size of testicles still inside the hibernation site, what was not verified for the ovaries; f) the proportion of sampled insects presenting *Beauveria bassiana* range between five and 12%; g) in laboratory, the fungus revealed to be pathogenic to *O. poecilus* non-hibernating adults, however, when applied in the hibernation refuge, it did not provoke mortality.

¹ Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (96 p.) August, 2003.

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução geral.....	1
1.1 Cultura do arroz.....	1
1.2 <i>Oebalus poecilus</i>	3
1.3 Diapausa.....	7
1.4 Distribuição espacial.....	14
1.5 Mortalidade.....	16
1.5.1 Fungos entomopatogênicos com ênfase em <i>Beauveria bassiana</i>	17
2. Abundância sazonal de <i>Oebalus poecilus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) e mortalidade no refúgio de hibernação.....	21
2.1 Introdução.....	21
2.2 Material & Métodos.....	23
2.3 Resultados & Discussão.....	28
3. Distribuição espacial de <i>Oebalus poecilus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação.....	39
3.1 Introdução.....	39
3.2 Material & Métodos.....	41
3.3 Resultados & Discussão.....	42
4. Caracterização da diapausa imaginal reprodutiva de <i>Oebalus poecilus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae).....	54
4.1 Introdução.....	54
4.2 Material & Métodos.....	55
4.3 Resultados & Discussão.....	56
5. Efeito de <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) em <i>Oebalus poecilus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae).....	70
5.1 Introdução.....	70
5.2 Material & Métodos.....	72
5.3 Resultados & Discussão.....	75

6. Conclusões.....	83
7. Considerações finais.....	84
8. Referências bibliográficas.....	86

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
TABELA 2.1 Número total de adultos e de cadáveres de <i>Oebalus poecilus</i> amostrados e percentuais de indivíduos mortos em folhede de bambu. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W) RS, 2000/02.....	34
TABELA 3.1 Distribuição de frequência do número de adultos de <i>Oebalus poecilus</i> por unidade de amostra em cada ocasião de amostragem, para um total de 56 unidades de amostra. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000/02.....	43
TABELA 3.2 Índices de dispersão (I, Morisita e k) e teste de ajuste às distribuições de Poisson e binomial negativa calculados para <i>Oebalus poecilus</i> durante a hibernação em folhede de bambu. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000/02.....	45
TABELA 3.3 Teste de ajuste das frequências obtidas do número de adultos de <i>Oebalus poecilus</i> por unidade de amostra e índice k, nos subperíodos da hibernação e nos lados com exposições sul e norte do bambuzal. Eldorado do Sul (30°02'S e 51°23'W), RS, 2000/01.....	49
TABELA 4.1 Valores médios do comprimento e largura (cm) de estruturas do sistema reprodutor, imaturo e reprodutivo, do macho e da fêmea de <i>Oebalus poecilus</i> (média ± EP ; n = nº de medidas).....	59
TABELA 5.1 Mortalidade cumulativa corrigida de <i>Oebalus poecilus</i> aos sete dias após o contágio em diferentes concentrações de suspensões de conídios de <i>Beauveria bassiana</i> e percentual de insetos com esporulação.....	77

RELAÇÃO DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1.1	Vista dorsal de adultos de <i>Oebalus poecilus</i> hibernante (A) e não- hibernante (B).....	8
FIGURA 2.1	Localização do agrupamento de bambu onde foi realizado o estudo da hibernação de <i>Oebalus poecilus</i> . Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W) RS, 2000/02.....	24
FIGURA 2.2	Croqui de duas áreas (1 e 8) mostrando subáreas e porções de onde foi retirado o folheto de bambu.....	26
FIGURA 2.3	Seqüência utilizada para a retirada de uma unidade de amostra de 300cm ³ de folheto de bambu: a) coleta de todo o estrato vertical da cama de folhas no ponto sorteado; b) uniformização do volume da amostra com o auxílio de um peso de 225g; c) acondicionamento da unidade de amostra em saco plástico; d) extração manual dos insetos contidos na amostra.....	27
FIGURA 2.4	Variação temporal do número médio (\pm EP) (—) e da proporção de adultos mortos (---) de <i>Oebalus poecilus</i> amostrados no folheto de bambu. (1a – início da entrada; 1b – fim da entrada; 2a - início do intermediário; 2b – intermediário; 2c - fim do intermediário; 3a - início da saída; 3b – intermediário da saída; 3c – fim da saída). Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W) RS, 2000- 2002.....	29
FIGURA 2.5	Distribuição temporal da proporção de cadáveres de <i>Oebalus poecilus</i> amostrados em folheto de bambu (A), da temperatura máxima e mínima do ar e da UR do ar % (B) ao longo do estudo. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W) RS, 2000-2002.....	36

FIGURA 3.1	Regressão do número médio de adultos de <i>Oebalus poecilus</i> em folheto de bambu, pela sua variância por ocasião de amostragem, de acordo com a lei da potência de Taylor. (a) ano 2000; (b) ano 2001; (c) ano 2000- lado sul do bambuzal; (d) ano 2001- lado sul do bambuzal; (e) ano 2000- lado norte do bambuzal e (f) ano 2001- lado norte do bambuzal. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000/01.....	48
FIGURA 3.2	Percentual de indivíduos de <i>Oebalus poecilus</i> amostrados e de mortos em cada área por lado (norte e sul) do bambuzal durante o período intermediário da hibernação e respectivas curvas de tendência. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000/01.....	51
FIGURA 4.1	Órgãos internos de reprodução de uma fêmea sexualmente imatura de <i>Oebalus poecilus</i> , em vista dorsal. DR - ductus receptaculi; E - espermateca; GE - glândula da espermateca; LT - ligamento terminal; Mv - microvilosidades; OC - oviduto comum; OL - oviduto lateral; Ov - ovário; Ovl - ovariolo; P- pedicelo.....	58
FIGURA 4.2	Órgãos internos de reprodução de uma fêmea sexualmente madura de <i>Oebalus poecilus</i> , em vista dorsal. DR - ductus receptaculi; E - espermateca; GE - glândula da espermateca; LT - ligamento terminal; Mv - microvilosidades; OC - oviduto comum; OL - oviduto lateral; Oo - oócito; Ov - ovário; Ovl - ovariolo; P- pedicelo.....	60
FIGURA 4.3	Valores médios mensais do comprimento e largura dos ovários (A) e dos testículos (B) de <i>Oebalus poecilus</i> durante a hibernação no período de julho a dezembro de 2000. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.....	61
FIGURA 4.4	Órgãos internos de reprodução de um macho sexualmente imaturo de <i>Oebalus poecilus</i> , em vista dorsal. BE - bulbo ejaculatório; GA - glândula acessória; GM - glândula mesadenia; VD - vaso deferente; VS - vesícula seminal; Te - testículo.....	63
FIGURA 4.5	Órgãos internos de reprodução de um macho sexualmente maduro de <i>Oebalus poecilus</i> , em vista dorsal. BE - bulbo ejaculatório; GA - glândula acessória; GM - glândula mesadenia; VD - vaso deferente; VS - vesícula seminal; Te - testículo.....	65
FIGURA 4.6	Frequência relativa mensal do número de indivíduos de <i>Oebalus poecilus</i> em cada nível de corpos gordurosos presentes na cavidade abdominal, fêmeas (A) e machos (B), no período de	

	junho/00 a dezembro/01. (1, 2 e 3 indicam, respectivamente, 1/3, 2/3 e 3/3 da cavidade abdominal preenchida com corpos gordurosos). Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.....	66
FIGURA 4.7	Vista dorsal da cavidade abdominal de <i>Oebalus poecilus</i> completamente preenchida com corpos gordurosos, no detalhe um conjunto de corpos gordurosos.....	67
FIGURA 5.1	Adulto de <i>Oebalus poecilus</i> hibernante contaminado com fungo...	73
FIGURA 5.2	Vista do agrupamento de bambu onde foi aplicado o isolado de <i>Beauveria bassiana</i> (A); aplicação do fungo em suspensão com água (B); e a seco, com meio de cultura, grãos de arroz (C). Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.....	76
FIGURA 5.3	Mortalidade cumulativa diária de <i>Oebalus poecilus</i> decorrente da aplicação de suspensões de conídios de <i>Beauveria bassiana</i> em laboratório.....	78
FIGURA 5.4	Distribuição das categorias de <i>Oebalus poecilus</i> amostrados por tratamento, antes e após a aplicação de <i>Beauveria bassiana</i> no folheto de bambu. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2002.....	80

1 Introdução geral

1.1 Cultura do arroz

O arroz é uma gramínea anual pertencente ao gênero *Oryza* no qual incluem-se 20 espécies silvestres e as duas cultivadas, *O. sativa* (arroz da Ásia) e *O. glaberrima* (arroz africano) (Heinrichs & Molina-Ochoa, 2002). Este cereal é um dos alimentos mais antigos de que se tem notícia e dos mais cultivados no mundo, constituindo a base alimentar de grande parte da população mundial (Corrêa et al., 2000).

No Brasil o arroz foi introduzido pelos portugueses durante a colonização, porém, a primeira lavoura comercial surgiu somente em 1904, no município de Pelotas, RS (Corrêa et al., 2000). Hoje essa cultura é explorada economicamente em todos os estados brasileiros, tanto no sistema de sequeiro (terras altas) quanto no irrigado, e sob diversas formas de plantio.

Segundo o USDA (2002), o Brasil, em termos de área de cultivo, é o nono maior produtor mundial, estando atrás somente dos países asiáticos de cultivo historicamente reconhecido dos quais, a Índia, com 44.361.000 ha detêm a maior área. Na safra agrícola 2000/01 a área cultivada com arroz no Brasil foi de 3.250.000 ha, com uma produção de 7.062.000 t e um rendimento médio de 2.170 kg/ha (USDA, 2002). Apesar de ser cultivado em várias regiões do Brasil, os estados do sul do país ocupam papel de

destaque no cenário nacional e, entre estes, o Rio Grande do Sul, sobressai-se com a maior área plantada sob irrigação e a segunda maior produtividade. Segundo dados do IRGA (2003), no ano agrícola 2001/02 o Rio Grande do Sul cultivou uma área de 963.876 ha, atingindo uma produção de 5.236.177t e um rendimento médio de 5.443 kg/ha.

As variedades tradicionais de arroz cultivadas no Brasil tem ciclo ao redor de 150 dias, enquanto as modernas, também chamadas de precoces, podem ser colhidas em 90 dias. Ao longo desse ciclo, o arroz é utilizado como recurso alimentar por várias espécies de insetos, os quais podem ser agrupados em consumidores de raízes, consumidores e/ou sugadores de talo, desfolhadores e sugadores de grãos (Heinrichs & Molina-Ochoa, 2002). Entre os insetos que utilizam os grãos do arroz como alimento, encontra-se *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) conhecido como percevejo-do-grão. Este percevejo, alimentando-se diretamente do grão, acarreta perdas consideráveis na produção, sendo por esta razão apontado como um dos principais insetos-praga dessa cultura (Monte, 1939; Sailer, 1944; Amaral, 1949; Rossetto et al., 1972; Link & Grazia, 1987; Alves et al., 1992; Zuchi et al., 1993; Corrêa et al., 2000; Gallo et al., 2002).

A natureza e extensão dos danos causados por *O. poecilus* dependem do estágio de desenvolvimento do grão. Grãos sugados durante a formação do endosperma (grão leitoso) perdem completamente, ou em grande parte, seu conteúdo, resultando em glumas vazias ou grãos severamente atrofiados. Já grãos sugados em estágios de desenvolvimento mais avançados do endosperma (grão pastoso), desenvolvem manchas escuras no local da picada, gerando os chamados “grãos gessados” (Amaral, 1949). Estes grãos são fracos estruturalmente, quebrando-se facilmente no beneficiamento, o que acarreta depreciação do produto (Rossetto et al., 1972), além de um baixo rendimento de engenho (Irga, 2001). Além disso, quando o arroz é destinado ao processo de beneficiamento industrial de parboilização, há necessidade de apresentar uma alta

qualidade, devendo os grãos permanecerem inteiros e apresentarem coloração homogênea. Neste caso, sendo o percevejo-do-grão reconhecido como vetor potencial de fungos responsáveis pela presença de manchas no endosperma e no embrião dos grãos como *Alternaria* sp.; *Curvularia* sp.; *Fusarium moniliforme* Sheld.; *Fusarium* sp. e *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan (Antoniolli, 1988), seu dano é ainda maior, pois ao serem submetidos ao controle eletrônico de qualidade, acabam rejeitados e juntamente com eles, é perdida uma quantidade de grãos perfeitos. Assim, a utilização de grãos atacados por *O. poecilus* para o processo de parboilização não é recomendada (Link et al., 1987).

1.2 *Oebalus poecilus*

O gênero *Oebalus* (= *Solubea*) ocorre apenas no continente americano, sendo representado na região Neotropical por *O. poecilus*; *Oebalus insularis* Stal; *Oebalus grisescens* (Sailer); *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer); *Oebalus mexicanus* (Sailer) e *Oebalus ornatus* (Sailer) e na região Neártica por *Oebalus pugnax* (F.) (Albuquerque, 1989).

O. poecilus tem como sinônimas *Oebalus rufescens* Haglund, 1868; *Mormidea exigua* Berg., 1891; *Oebalus insularis* var. *similis* Kuhlitz, 1902 e *Solubea postposita* Berg., 1914, e é uma espécie que mostra consideráveis diferenças na cor e no tamanho do espinho umeral conforme o local onde é coletado (Sailer, 1944). Segundo este autor, no Brasil são encontradas formas escuras com espinhos umerais bastante desenvolvidos.

Há relatos da ocorrência de *O. poecilus* em quase todos os países da América do Sul, exceto no Chile e no Peru (Becker & Grazia-Vieira, 1971; Grazia-Vieira & Casini, 1973). No Rio Grande do Sul, foi registrado pela primeira vez em arrozais no município de São Gabriel em 1926 (Reiniger & Lima, 1935).

Segundo Monte (1939) *O. poecilus* vive em muitas espécies de plantas consideradas hospedeiros alternativos como o joá (*Solanum sysimbrifolium* Lam.), pimenta brava (*Solanum* sp.), capim milhã (*Panicum sanguinalis* L.), capim arroz (*Echinochloa crusgalli* (L.)) e os junquinhos (Ciperaceae). Albuquerque & Becker (1989) catalogaram para este percevejo 40 espécies de plantas hospedeiras pertencentes a oito famílias com nítida preferência por Gramineae. Albuquerque (1991) apontou além de espécies invasoras, outras importantes culturas, exploradas economicamente, como hospedeiras de *O. poecilus* tais como: aveia (*Avena sativa* L.), cevada (*Hordeum vulgare* (Barley)), milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* (L.)) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)). Semelhante ao percevejo-do-grão, no Hemisfério Norte, a espécie congênere *O. pugnax* também usa uma série de plantas invasoras como hospedeiras para se multiplicar, nas quais incluem-se *Paspalum* sp.; *Panicum* spp.; *Lolium* sp.; *Digitaria* sp. (Uaces, 2002).

Pantoja et al. (2002) relataram que populações de insetos pertencentes ao gênero *Oebalus* desenvolvem-se inicialmente em plantas invasoras, migrando posteriormente para os campos de arroz onde multiplicam-se por várias gerações. *O. poecilus*, geralmente, migra para os arrozais quando aparecem as primeiras espiguetas com endosperma leitoso, permanecendo aí por três gerações sucessivas (Rossetto et al., 1972; Ferreira, 1998).

A oviposição de *O. poecilus* é realizada nos colmos, folhas ou panículas (Monte, 1939; Alves et al., 1992; Gallo et al., 2002). Em condições de laboratório, Silva (1988) observou que 75% das posturas são encontradas nas folhas e destas 53% estão localizadas na face superior. No campo podem ser encontradas posturas agrupadas, resultantes da oviposição de várias fêmeas em poucas plantas (Ferreira, 1998). Em tais situações podem ser encontrados mais de 250 ovos/cm² (Monte, 1939).

O tamanho médio das posturas é variado. Silva (1988) em condições controladas ($27 \pm 1^\circ \text{C}$; $75 \pm 5\% \text{UR}$; 14h fotofase) observou um número médio de $14,29 \pm 0,29$ ovos/postura. Já Silva (1992) e Ferreira (1998), em condições de campo, verificaram entre 8-12 ovos/postura e 13 ovos/postura, respectivamente. Gallo et al. (2002), sem referir as condições nas quais o estudo foi conduzido, relatam entre 20-26 ovos/postura. Greve et al. (2003) em laboratório, obtiveram 13,4 ovos/postura.

O período de incubação dos ovos varia entre 4 e 5 dias, dependendo da temperatura (Gallo et al., 2002). Silva (1988), em condições controladas, registrou um período médio de $4,1 \pm 0,1$ dias, e uma viabilidade de 96,5%. Já Alves et al. (1992) observaram entre 5-14 dias e Ferreira (1998) nove dias, ambos trabalhos não referem as temperaturas nas quais os experimentos foram realizados.

Segundo Amaral (1949), durante a fase imatura, *O. poecilus* atravessa cinco estádios ninfais, com uma duração bastante variável. Segundo o autor, em condições não controladas, o período ninfal varia entre 33,4 a 47 dias. Também em condições não controladas, Alves et al. (1992) observaram duração entre 31 e 50 dias, enquanto Ferreira (1998) registrou 40 dias de duração para o estágio ninfal. Greve et al. (2003) em laboratório, verificaram que o primeiro ínstar é o que apresenta a menor duração ($2,8 \pm 2,19$ dias), enquanto o quinto ínstar a maior ($11,3 \pm 2,98$ dias). Os autores também observaram que a duração do quinto ínstar de ninfas que originam indivíduos não-hibernantes ($11,3 \pm 2,98$ dias) é superior aquela que origina adultos hibernantes ($6,9 \pm 0,99$ dias).

A duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo em condições controladas ($27 \pm 1^\circ \text{C}$, $75 \pm 5\% \text{UR}$; 14h fotofase) foi de $7,89 \pm 0,31$; $64,33 \pm 1,44$ e $7,89 \pm 1,92$ dias, respectivamente (Silva, 1988).

A longevidade média dos adultos é de, aproximadamente, 94 dias, sendo que os machos duram cerca de duas semanas a mais do que as fêmeas (Ferreira, 1998).

Weber (1994), em estudo com túnel de vento, constatou que a atividade de vôo de fêmeas de *O. poecilus* é influenciada pela idade, tanto em termos da duração do vôo como da distância potencialmente percorrida. Segundo esta autora, fêmeas com 6 a 14 dias de idade, que ainda não ovipositaram, executam os vôos mais longos e de maior distância, os quais, entretanto, não ultrapassam 500 m.

Apesar de *O. poecilus* ter um grande número de plantas hospedeiras, conforme anteriormente relatado, Albuquerque & Becker (1989) observaram que a oferta destas plantas no Rio Grande do Sul é limitada no espaço e no tempo, e para enfrentar esta instabilidade no habitat, o percevejo-do-grão adota estratégias de escape no espaço (dispersão) e no tempo (diapausa).

Amaral (1949), em São Paulo, constatou que a intensidade de ataque do percevejo-do-grão, não depende da migração dos insetos, mas sim das condições locais que favorecem ou não a hibernação. Segundo este autor, os insetos passariam o inverno inativos e iniciariam as suas atividades na primavera. Com a aproximação do inverno e a queda da temperatura a atividade diminui para cessar completamente nos meses mais frios. Em laboratório, de fato, observou que os insetos ficaram inativos durante o inverno, iniciando a atividade reprodutiva no final de outubro. Segundo o autor, durante o inverno *O. poecilus* abriga-se nas partes inferiores das plantas, sob folhas ou nas fendas do solo e nesse estado atravessam o inverno. Martins & Becker (1989), estudando os possíveis locais de hibernação do percevejo-do-grão, constataram que o local preferencial parece ser o folheto de bambu. Segundo Aner (1991) touceiras de gramíneas das espécies *Schizachyrium microstachyum* (Desv.) e *Andropogon bicornes* (L.), podem ser ocupadas, secundariamente, como sítios de hibernação por populações de *O. poecilus*.

Albuquerque & Becker (1989) constataram que *O. poecilus* apresenta dimorfismo sazonal no estágio adulto na latitude de 30° S, determinado pelo fotoperíodo. As formas sazonais, por estarem associadas às gerações que entram ou não em diapausa foram denominadas “hibernantes” e “não-hibernantes”, respectivamente, sendo as principais diferenças constatadas na forma dos ângulos umerais e na coloração do tegumento. Segundo Albuquerque (1989), o adulto hibernante tem ângulo umeral pouco desenvolvido, em forma de pequena saliência, a coloração dorsal do tegumento predominante é castanha com manchas claras, quase imperceptíveis, no pronoto e hemiélitros (Figura 1.1A). Já no adulto não-hibernante, o ângulo umeral é muito desenvolvido e em forma de espinho, e a coloração dorsal do tegumento é castanho-escuro, quase preta, com manchas claras presentes no pronoto e hemiélitros (Figura 1.1B). No entanto, durante o estágio imaturo, não são observadas diferenças na morfologia externa desses indivíduos (Greve et al., 2003). Albuquerque (1993) determinou que o fotoperíodo crítico para indução das formas hibernantes é ao redor de 13:00L; 11:00E, sendo os três primeiros instares os responsáveis pela percepção do estímulo indutor desta forma no adulto.

Segundo Tauber & Tauber (1973), o entendimento das estratégias de vida dos insetos é de grande valor teórico e prático para os sistemas agrícolas, uma vez que permite a orientação de sistemas de manejo de pragas, incluindo a manipulação de espécies benéficas e nocivas, e a indicação de épocas mais adequadas para adoção de medidas de controle.

1.3 Diapausa

A variabilidade temporal e espacial, em macro e microescalas caracteriza o ambiente natural e age como pressão seletiva, impulsionando a evolução de estratégias de

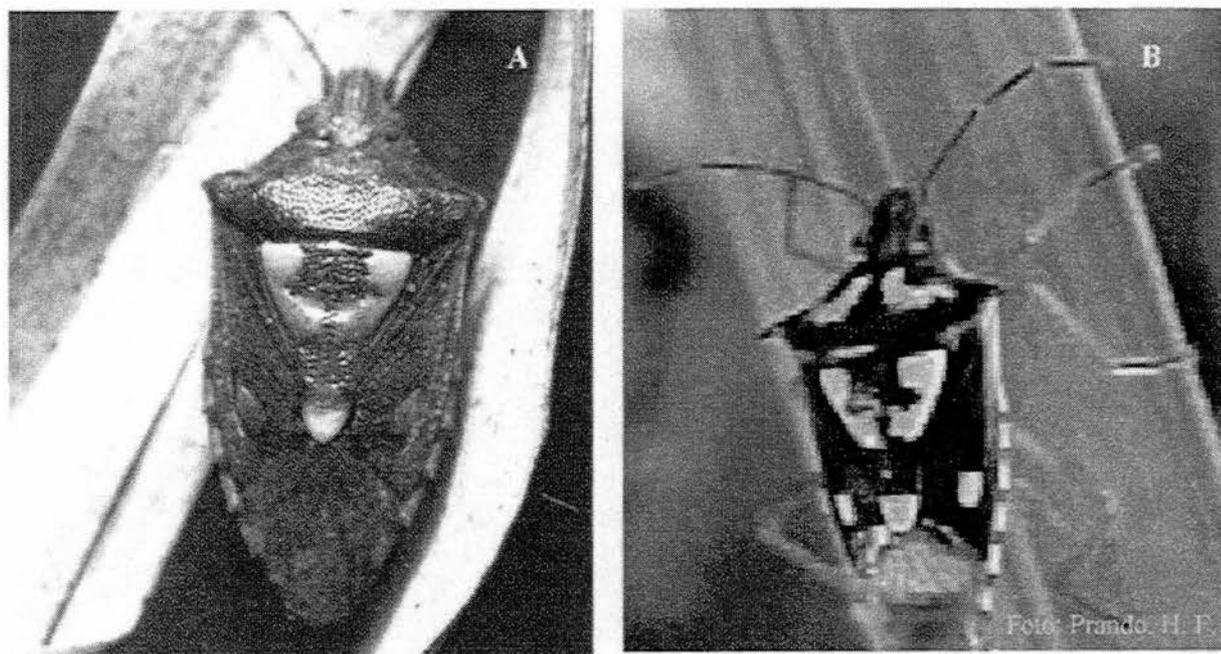


FIGURA 1.1 Vista dorsal de adultos de *Oebalus poecilus* hibernante (A) e não-hibernante (B).

vida que possibilitam aos organismos a sobrevivência em épocas desfavoráveis e a sincronização das diferentes fases do ciclo de vida a períodos e locais adequados (Nechols et al., 1999).

Entre as estratégias adotadas pelos organismos para a sobrevivência em épocas inadequadas, bem como a sincronização das diferentes fases do ciclo de vida, encontra-se a diapausa (Begon et al., 1990). Segundo Leather et al. (1993), a diapausa constitui-se no sistema mais evoluído de dormência em insetos, que permite atravessar condições ambientais extremas. Insetos em diapausa maximizam o nível de sobrevivência e as chances de grandes flutuações populacionais durante períodos adversos (Tauber et al., 1986).

A diapausa pode ser definida como um estado de baixa atividade metabólica, mediado hormonalmente, associado a redução na morfogênese, incremento na resistência a condições ambientais extremas e alterações na atividade comportamental (Nechols et al., 1999). Segundo os autores a diapausa se manifesta em um estágio específico do ciclo de vida, predeterminado geneticamente, sendo que poucas espécies são capazes de diapausar em mais de um estágio de desenvolvimento.

A fase sensível ao estímulo indutor e o estágio em que se manifesta a diapausa é variável de acordo com a espécie. Ambas podem manifestar-se no mesmo estágio, ou em estágios distintos (Leather et al., 1993). Segundo Tauber et al. (1986), o estímulo indutor da diapausa é percebido em estágios específicos do desenvolvimento do inseto, geneticamente determinado e não como uma resposta imediata ao início da condição adversa. A diapausa sempre inicia antes do período desfavorável e usualmente persiste por um período de tempo após a condição favorável retornar, sendo a duração do período variável entre as espécies; podendo durar semanas, meses ou até mesmo anos (Nijhout, 1998).

A diapausa pode manifestar-se de forma obrigatória quando cada indivíduo da geração passa por um período de diapausa quando alcança um ponto específico do seu ciclo de vida, neste caso, normalmente, apresentam somente uma geração por ano (univoltinos). Por outro lado, também pode manifestar-se de forma facultativa, isto é, em determinada geração todos os indivíduos entram em diapausa, neste caso, geralmente apresentam mais de uma geração ao ano (bivoltinos ou multivoltinos) (Nijhout, 1998).

A indução da diapausa é decorrente de uma condição ambiental específica que prediz a proximidade de mudanças no ambiente, estando normalmente ligada à estação desfavorável (Nijhout 1998). Segundo Leather et al. (1993), fatores bióticos e abióticos são utilizados por insetos tanto na indução quanto na manutenção e término da diapausa. Entre esses fatores o fotoperíodo é o estímulo sinalizador mais comum, embora a temperatura, umidade e fatores bióticos também possam prever mudanças sazonais (Nechols et al., 1999).

Insetos que vivem em zonas temperadas usam o fotoperíodo para predizer a mudança na estação (Danilevskii, 1965; Tauber & Tauber, 1973; Beck, 1980), sendo que quando o comprimento do dia cai abaixo do valor crítico para a espécie, a diapausa é induzida (Nijhout, 1998). Segundo Danilevskii (1965) e Tauber et al. (1986) o exato valor de comprimento de dia crítico depende da espécie e da região geográfica onde a população distribui-se. Para muitas espécies o valor crítico aumenta em média 1,5h para cada 5 graus de latitude (por volta de 800 km) em direção ao Equador ou em 1000 m de altitude em uma montanha na mesma latitude. O valor crítico é controlado geneticamente sendo uma característica quantitativa herdada entre gerações (Nijhout, 1998).

Albuquerque (1989) observou que a curva de resposta fotoperiódica de *O. poecilus* é do tipo "resposta a dias longos". Segundo o autor, fotofases relativamente longas induzem o aparecimento de formas não-hibernantes e, portanto, crescimento,

desenvolvimento e reprodução contínuos. Por outro lado, fotofases curtas induzem o aparecimento de formas hibernantes e, portanto, a diapausa.

Segundo Denlinger (1986) a diapausa não é uma característica exclusivamente de insetos que habitam zonas temperadas, podendo ocorrer em espécies tropicais. Neste caso, a temperatura é o fator ambiental de maior importância na diapausa. Segundo Nechols et al. (1999) a função da temperatura como fator primário na indução da diapausa tem sido demonstrado para espécies que vivem próximo ao Equador, onde mudanças no comprimento do dia são insignificantes.

Quando o fotoperíodo e a temperatura diferem pouco entre estações, outros fatores são utilizados para a regulação da dormência. Segundo Nijhout (1998) mudanças na qualidade do alimento por morte ou senescência de plantas hospedeiras podem predizer a estação adversa.

Quando os insetos encontram condições ambientais no período sensível que induzam a diapausa, ocorrem mudanças neuroendócrinas, incremento na alimentação, alterações na taxa de crescimento e acúmulo de substâncias de reserva (Nechols et al., 1999). Insetos em diapausa evidenciam incremento no tamanho e na quantidade de corpos gordurosos presentes na cavidade abdominal e a suspensão do desenvolvimento do aparelho reprodutor. Estes aspectos foram utilizados para caracterizar o estado de diapausa em *Nezara viridula* (L.) (Kiritani, 1963); *O. pugnax* (Nilake, 1976); *Tibraca limbativentris* (Stal.) (Aner, 1991), entre outros. A diapausa em adultos ainda pode envolver diferentes mecanismos como a não produção de ovos, ou reabsorção de oócitos em desenvolvimento, redução da taxa metabólica e mudanças comportamentais, como por exemplo, fototaxia negativa e migração para refúgios (Nechols et al., 1999).

A adequabilidade do local para hibernar é fundamental para a manutenção de índices de sobrevivência ao longo do período adverso. Segundo Leather et al. (1993), fora

do sítio de hibernação as condições ambientais seriam críticas para a sobrevivência da espécie, isto faz com que o inseto procure o sítio de hibernação antes da condição adversa chegar. Estas condições podem ser o efeito da baixa temperatura, ou sua oscilação, efeito do vento e da dessecação.

Kiritani et al. (1962), no Japão, observaram que adultos da terceira geração de *N. viridula* passam o inverno em soqueiras de diferentes espécies vegetais, sendo que variações nos percentuais de morte são encontrados de acordo com a espécie vegetal utilizada como sítio de hibernação. Linck et al. (1997), em Santa Maria, RS, relataram que touceiras de gramíneas que abrigavam adultos de *T. limbativentris* hibernantes, após enchente de três dias, não apresentavam mais insetos no seu interior. Dentre os fatores, topografia, proximidade de águas e temperatura, é bem conhecido que este último fator é o mais importante na escolha do local para hibernar.

Nos sítios de hibernação, há um baixo valor de evaporação e da velocidade dos ventos, bem como pouca luminosidade, que acabam influenciando o movimento vertical do ar, promovendo uma menor oscilação da temperatura nestes locais, tornando-os próprios para o inseto atravessar o período adverso (Holmquist, 1931; Leather et al., 1993). De fato, Mielitz et al. (1996) observaram que a temperatura e a umidade relativa no interior de uma serapilheira de bambu apresentavam pouca variação.

Segundo Dixon et al. (1979) a escolha do sítio de hibernação pelo inseto pode indicar a existência de condições de temperatura e umidade que minimizem a morte durante o período adverso.

Cada espécie de inseto parece apresentar preferência por determinados locais de hibernação. Kiritani (1963) no Japão, constatou que *N. viridula* passa o inverno em touceiras retomando sua atividade reprodutiva na primavera seguinte. Mcpherson (1975), em Illinois (EUA), observou que *Euschistus tristigmus tristigmus* (Say) (Hemiptera:

Pentatomidae) hiberna na serapilheira existente na margem externa de bosques próximos a recursos d'água, iniciando a atividade de oviposição somente no final de março (primavera). Nilake (1976), no Canadá, verificou que *O. pugnax* passa o inverno em diapausa em touceiras de gramíneas entrando em atividade reprodutiva somente na primavera. Aner (1991), em Eldorado do Sul, RS, observou que soqueiras de gramíneas são largamente utilizadas por populações de *T. limbiventris* para a hibernação. Panizzi & Niva (1994), no Paraná, constataram que *Euschistus heros* hiberna sob folhas caídas de *Cajanus cajan* (L.) (Leguminosae). Link et al. (1997), em Santa Maria, RS, verificaram que quanto maior e mais compacta são as touceiras maior é a população de *T. limbiventris*, sendo que neste sítio os percevejos localizavam-se próximos ao solo, onde há maior umidade.

A entrada, a manutenção, a saída da diapausa, o período pós-diapausa e a subsequente atividade reprodutiva são importantes etapas da história de vida de uma espécie e asseguram uma adaptação adequada ao ambiente. Segundo Tauber & Tauber (1973) métodos de controle de insetos demandam o conhecimento de tais aspectos e suas causas, uma vez que prevêm a atividade sazonal do inseto-praga. Neste sentido, Panizzi & Oliveira (1998) a partir de seus resultados, sugerem como medida de redução populacional de *E. heros* o controle da população quando se encontra em atividade de alimentação pré-diapausa, em *C. cajan*.

No Rio Grande do Sul há estações, relativamente, bem definidas ao longo do ano, existindo alguns períodos adversos, o que leva a adoção de estratégias de dormência por muitos insetos. Neste Estado, já foi constatada a diapausa em *T. limbiventris* e *Edessa meditabunda* F. (Hemiptera: Pentatomidae) (Aner, 1991); *Phytalus sanctipauli* Blanch. (Coleoptera: Scarabaeidae) (Diefenbach et al., 1996); *Oryzophagus oryzae* Costa Lima (Coleoptera: Curculionidae) (Mielitz et al., 1996). Assim, conforme apresentado

anteriormente, *O. poecilus* parece também enquadrar-se nesta situação, buscando no folheto de bambu, um abrigo para passar o período desfavorável de clima e alimento, garantindo sua sobrevivência.

1.4 Distribuição espacial

A distribuição espacial de uma população é a posição que os indivíduos ocupam, uns em relação aos outros, no ambiente, em determinado instante (Southwood, 1978; Ricklefs, 1996). Os indivíduos de uma população podem se distribuir no espaço de forma randômica (ou ao acaso), de modo regular (ou homogêneo) ou em agregados (Bliss, 1971; Southwood, 1978; Elliott, 1983). O modo regular de distribuição, no qual existem espaçamentos uniformes entre indivíduos, é raramente encontrado em populações animais, pois comumente existem interações diretas entre os indivíduos (Waters, 1959; Ricklefs, 1996). Por outro lado, a distribuição agregada ou contagiosa é a mais encontrada na natureza, e surge em virtude de variações bióticas, abióticas ou comportamentais dos organismos (Southwood, 1978). Segundo Bullock (1967) a agregação pode indicar a presença de um componente essencial para a população no ambiente, ou ainda ser meramente ligada a disponibilidade de um local apropriado para a reprodução, hibernação, a existência de alimento, de temperatura e de umidade adequados para a população.

Kainoh et al. (1980), no Japão, atribuem a agregação de *Leptocorisa chinensis* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae), em arrozais, ao estágio da cultura em que a praga se alimenta.

Salin et al. (2000), na França, relatam que a agregação de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), no solo, pode ser devida a heterogeneidade do habitat quanto a umidade, densidade e compactação.

Jesus et al. (2002), em Porto Alegre, RS, estimam que a agregação de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) pode estar relacionada a fatores como incidência solar, qualidade do recurso alimentar para a praga e a heterogeneidade espacial das interações predador-presa e parasitóide-hospedeiro.

Durante a hibernação, Turnock et al. (1987) relatam que a agregação pode ser devida as variações de temperatura que ocorrem ao longo do refugio. Mielitz (1993), no Rio Grande do Sul, atribui a agregação de adultos de *O. oryzae* hibernantes, em folheto de bambu, a respostas comportamentais e à heterogeneidade do refúgio quanto a temperatura, umidade e ação dos ventos.

Para identificar o padrão biológico de distribuição dos organismos em seu ambiente, vários modelos matemáticos de distribuição de frequências têm sido utilizados. A função Poisson tende a descrever distribuições aleatórias, enquanto a série binomial negativa, a agregação (Elliott, 1983; Krebs, 1989). Segundo Poole (1974) e Elliott (1983) os índices matemáticos I, de Morisita, o parâmetro k , da distribuição binomial negativa, e o b , da lei da potência de Taylor, também podem ser utilizados com a finalidade de estimar padrões espaciais de distribuição.

A descrição matemática da distribuição espacial de uma população permite estimar erros nos parâmetros populacionais, comparar variações temporais e espaciais na densidade e avaliar o efeito dos fatores ambientais (Jahnke, 2001). A forma como uma população se distribui no espaço influencia sua dinâmica, podendo ocorrer variações no impacto de diferentes agentes de mortalidade em função de variações no grau de proximidade dos indivíduos dentro de uma dada população (Heads & Lawton, 1983; Hassel, 1987). A elucidação do padrão de distribuição espacial de uma população pode subsidiar projetos sustentáveis de redução populacional de insetos nocivos aos sistemas agrícolas.

1.5 Mortalidade

Segundo Leather et al. (1993) os índices de sobrevivência de uma população ao longo de um período de dormência, determinam o maior ou menor tamanho populacional do inseto na próxima estação de cultivo. Apesar desta constatação, pouco se conhece sobre a ação de inimigos naturais como fatores de regulação populacional durante o período de hibernação do percevejo-do-grão. Informações desta natureza são importantes para a sustentabilidade da atividade agrícola, uma vez que medidas que elevem a mortalidade desta praga pela ação de inimigos naturais durante a hibernação tendem a evitar o aporte de insumos externos para seu controle durante a safra agrícola.

Alguns registros da ação de inimigos naturais sobre *O. poecilus* são encontrados na literatura, porém raramente referem-se à fase de hibernação. Guimarães (1977) registrou *Beskia aelops* Walker (Diptera: Tachinidae) como parasitóide de adultos ativos do percevejo-do-grão. Para este mesmo estágio de desenvolvimento, Becker et al. (1989), em Eldorado do Sul, RS, constataram o parasitismo pelos taquinídeos *B. aelops*; *Ormia* sp. e *Gymnocyttia* sp. e uma maior mortalidade do percevejo-do-grão quando encontrava-se em plantas nativas. Sutherland (2001), na Guiana, verificou parasitismo por *B. aelops* em adultos não-hibernantes de *O. poecilus* de 0,58%, no outono de 1999; 1,27% na primavera de 2000 e de 3,51% no outono de 2000. Um baixo percentual de parasitismo por *B. aelops* (0,09%) e *Gymnocyttia* sp. (0,56%) foi também registrado, em Porto Rico, para *O. pugnax* por Franqui et al. (1988). Para a fase de ovo do percevejo-do-grão, Silva (1988) observou, em Eldorado do Sul, RS, um percentual de 31,12% de parasitismo por ação de *Telenomus mormidae* Lima (Hymenoptera: Scelionidae). Em relação a fungos entomopatogênicos, Santos et al. (2002c) registraram a ocorrência de *Beauveria bassiana*

(Bals.) em adultos hibernantes de *O. poecilus*, apontando índices de mortalidade em torno de 30%.

1.5.1 Fungos entomopatogênicos com ênfase em *Beauveria bassiana*

Segundo Alves (1998), a alta patogenicidade apresentada por alguns microrganismos, a capacidade de multiplicação e dispersão no ambiente, o caráter enzoótico, e a não toxicidade são atributos favoráveis para que este tipo de estratégia possa fazer parte de um conjunto de medidas que, atuando em harmonia com o ambiente, seja capaz de reduzir a população dos insetos indesejáveis para níveis que não provoquem danos de monta. Dentre os microrganismos entomopatogênicos destacam-se os fungos, os quais são encontrados freqüentemente atacando insetos e causando importantes epizootias (Azevedo, 1998; Moino Jr., 2000). Segundo Alves (1998), aproximadamente 80% das doenças conhecidas em insetos tem como agente etiológico os fungos.

Os fungos são patógenos de largo espectro, os quais podem infectar diferentes estágios de desenvolvimento de seus hospedeiros. Segundo Alves (1998), a penetração dos fungos se inicia pelo tegumento do inseto e envolve as etapas de adesão do conídio, germinação, formação do apressório, penetração, colonização, reprodução e a disseminação no ambiente. Segundo o autor, esta última etapa é auxiliada por fatores bióticos e abióticos do meio, sendo que estruturas de resistência como os clamidósporos, microescleródios e hifas com paredes espessas podem ser encontradas no interior do inseto morto.

Entre os fungos entomopatogênicos encontra-se *B. bassiana*. O gênero *Beauveria* é parasita de um grande número de artrópodes, ocorrendo em mais de 200 espécies de insetos. Os indivíduos atacados apresentam-se cobertos por micélio branco que esporula em condições adequadas de luz e umidade (Alves, 1998). Estudos de laboratório

revelam a dependência dos isolados fúngicos de *B. bassiana* a fatores abióticos como a temperatura e umidade. Segundo Hallsworth & Magan (1999), as condições favoráveis de umidade relativa na superfície do hospedeiro para *B. bassiana* situam-se em torno de 90%, enquanto que a faixa ótima de temperatura é de 23-28°C, com limite mínimo e máximo de crescimento, dependendo do isolado, de 5 e 35°C, respectivamente.

Assim como os demais fungos entomopatogênicos, *B. bassiana* infecta seu hospedeiro pela cutícula externa. Segundo Alves (1998), o aparelho bucal, os espiráculos respiratórios, o anus e os tarsos são locais de penetração do fungo, porém as membranas intersegmentais do abdome são tidas como a porta de entrada mais comum.

Sosa-Gomez & Moscardi (1998) verificaram, em laboratório, que isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) e *B. bassiana* infectam percevejos da soja, constatando um incremento na doença da primeira semana até 20º dia após o tratamento. Em campo, os autores verificaram que a meia-vida dos isolados foi de apenas 1,23 e 2,86 dias para *M. anisopliae* e *B. bassiana*, respectivamente, o que, segundo os autores, é um fator limitante para o uso destes organismos no controle a campo. Segundo Corrêa-Ferreira & Panizzi (1999) o controle microbiano pelos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* contribui para reduzir populações de percevejos da soja, salientando, entretanto, que a incidência desses fungos é baixa (0,5%) devido, especialmente, à resistência apresentada pelos percevejos à infecção e a necessidade de condições climáticas favoráveis a sua multiplicação. Moino Jr. (2000) atribui a baixa eficiência em campo à pouca estabilidade do fungo, formulações inadequadas e condições climáticas ambientais desfavoráveis.

Um dos fatores que pode influenciar no desenvolvimento de uma epizootia fúngica são os lipídios presentes na cutícula do inseto hospedeiro. Segundo Prando (1999) a capacidade germinativa e o alongamento do tubo germinativo de conídios de *B. bassiana* inoculados em extratos de lipídios de *O. oryzae* foi significativamente maior do que

aqueles inoculados em extratos de lipídios de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) o que, segundo o autor, pode indicar afinidade com o hospedeiro.

Segundo Krebs (1986), o êxito de um agente para controle biológico depende, entre outros fatores, da sua adaptação ao ambiente e ao hospedeiro, apontando para a importância da origem do isolado entomopatogênico, uma vez que isolados obtidos de hospedeiros próximos, tendem a ser mais virulentos. Neste sentido, Martins & Lima (1994) verificaram, em laboratório, a virulência entre diversos isolados de *M. anisopliae* para adultos de *T. limbativentris*, constatando que o CP172, isolado de *T. limbativentris*, foi o mais promissor, causando mortalidade de 87%. Estudos em campo realizados por Martins et al. (1997) com isolados de *M. anisopliae* comprovaram uma mortalidade de adultos de *T. limbativentris* entre 46,5 e 88,7%, independente da forma de aplicação do fungo, sendo que isolados obtidos da mesma espécie de percevejo ou de espécies da mesma família, mostraram os maiores índices de mortalidade.

Segundo Mielitz (1993), melhores resultados podem ser obtidos se, associada a esta estratégia, os insetos estiverem em um local propício para o desenvolvimento de doenças fúngicas, em período de baixa atividade, e confinados em alta densidade, como por exemplo, durante a fase de hibernação. Neste sentido, o ambiente solo-folheto de bambu oferece, possivelmente, condições favoráveis de temperatura e umidade para o desenvolvimento de doenças fúngicas.

Quintela et al. (1992), em Goiás, constataram que solo com plantas de caupi constituiu ambiente favorável à manutenção de conídios de *B. bassiana* comparado com solo desnudo.

Mielitz (1993), ao estudar a fase de hibernação de *O. oryzae*, no folheto de bambu, em Eldorado do Sul, RS, registrou maior proporção de indivíduos mortos com *B. bassiana*, nos locais onde a agregação dos indivíduos era maior.

Galvan et al. (1995), no México, apontaram como estratégia de redução de *O. mexicanus*, importante praga do sorgo daquele país, o controle dos insetos nos refúgios de hibernação, o que possibilita reduzir o número de aplicações de inseticidas de 12 para 2 durante a safra agrícola.

Nitta & Grey (1996), no Japão, verificaram o efeito do uso de *B. bassiana* e *M. anisopliae* aplicados diretamente sobre adultos de *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel (Col., Curculionidae) após a hibernação, sendo esta tática efetiva na redução populacional do inseto, porém, com valores diferenciados de acordo com a época de aplicação e/ou densidade dos adultos.

Face aos aspectos anteriormente expostos, o presente estudo teve como objetivos estudar aspectos bioecológicos da hibernação de adultos de *O. poecilus* em folheto de bambu no município de Eldorado do Sul, RS.

Os resultados deste estudo serão apresentados sob forma de quatro artigos científicos, sendo o primeiro relacionado a abundância sazonal de *O. poecilus* no refúgio de hibernação; o segundo ao padrão de distribuição espacial da população no sítio de hibernação; o terceiro à caracterização da diapausa imaginal reprodutiva na espécie, (manuscrito aceito no **Brazilian Journal of Biology**, com data prevista para publicação em novembro/2003 no volume 63 número 4); e, por último, ao efeito de *B. bassiana* sobre adultos hibernantes e não-hibernantes do percevejo-do-grão, (manuscrito que foi em parte publicado no **Neotropical Entomology** v. 31, n.1, p.153-155, 2002).

2. Abundância sazonal de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) e mortalidade no refúgio de hibernação

2.1 Introdução

Oebalus poecilus, conhecido por percevejo-do-grão, tem distribuição neotropical com ocorrência em quase todos os países da América do Sul (Becker & Grazia-Vieira, 1971; Grazia-Vieira & Casini, 1973). Este inseto alimenta-se de grãos em desenvolvimento de várias espécies de plantas, tanto silvestres quanto cultivadas (Albuquerque, 1991). A sua importância econômica reside na cultura do arroz irrigado, sendo apontado como praga há mais de 60 anos (Monte, 1939; Zucchi et al., 1993; Gallo et al., 2002).

Estudos sobre *O. poecilus* têm abordado aspectos da fase ativa do ciclo de vida, especialmente os relacionados aos danos e a descoberta de novos inseticidas para o seu controle (Pinheiro & Quintela, 2002; Sutherland et al., 2002). Poucos dados são disponíveis sobre a estratégia de sobrevivência desse percevejo durante o período do ano em que o arroz não é cultivado. Amaral (1949) constatou, em laboratório, que os adultos do percevejo-do-grão permanecem inativos durante o inverno, iniciando a atividade reprodutiva no final de outubro. Albuquerque (1993) observou, também em laboratório, que *O. poecilus* passa o período de março a novembro em diapausa imaginal reprodutiva.

Segundo esse autor, os três primeiros instares são os responsáveis pela percepção do estímulo fotoperiódico indutor da diapausa. Santos et al. (no prelo) verificaram que adultos de *O. poecilus* coletados em Eldorado do Sul, RS, apresentam a cavidade abdominal preenchida em mais de dois terços por corpos gordurosos e o aparelho reprodutor sexualmente imaturo já no início do período de entrada no refúgio de hibernação, confirmando a diapausa imaginal reprodutiva.

A diapausa caracteriza-se por uma baixa atividade metabólica do inseto associada a alterações morfofisiológicas e comportamentais geneticamente determinadas, cuja indução e interrupção são decorrentes de combinações de estímulos do ambiente e ritmos endógenos (Tauber et al., 1986; Leather et al., 1993; Nijhout, 1998). A diapausa permite a sobrevivência quando as condições ambientais não são favoráveis à reprodução e a outras funções metabólicas, além do maior escape à ação de inimigos naturais (Leather et al., 1993; Nechols et al., 1999).

A estratégia de diapausa em Pentatomidae já foi investigada para algumas espécies. Kiritani et al. (1962), no Japão, constataram que adultos da terceira geração de *N. viridula*, passam o inverno em touceiras vegetais, retomando suas atividades de alimentação e reprodução na primavera. Kiritani (1963) verificou, nesta mesma espécie, que fêmeas hibernantes apresentam ovários atrofiados e grande quantidade de corpos gordurosos no abdome. Nilakhe (1976), no Canadá, observou que *O. pugnax*, hiberna em soqueiras de gramíneas de outubro a abril, sendo que as fêmeas, durante este período, encontram-se com grande quantidade de corpos gordurosos na cavidade abdominal e o aparelho reprodutor imaturo. Segundo este autor, os processos de entrada e de saída do refúgio de hibernação se completam em três e quatro semanas, respectivamente. Aner (1991) em Eldorado do Sul, RS, aponta soqueiras de gramíneas como sítios de hibernação do percevejo-do-colmo-do-arroz, *T. limbativentris*, referindo que durante o período de

hibernação o percevejo passa por uma diapausa imaginal reprodutiva. Panizzi & Niva (1994), no norte do estado do Paraná, constataram, entre junho e outubro, altas densidades de *E. heros* (+ 50 indivíduos/m²), com uma coloração alterada, sob folhas caídas de plantas perenes. Panizzi & Vivan (1997) trabalhando na mesma região, além de apontarem a dormência de *E. heros*, como uma oligopausa, verificaram que a população deste inseto aumenta sob as folhas caídas de *C. cajan*, de abril a agosto, decrescendo, gradualmente, de setembro a novembro, sendo que entre dezembro e março não registraram indivíduos no sítio. Mourão & Panizzi (2000) também nesta região, constataram que durante o outono/inverno *E. heros* apresenta órgãos reprodutivos imaturos e espinhos pronotais pouco desenvolvidos indicando tratarem-se de indivíduos diapausantes.

Informações sobre a dormência de *O. poecilus* são essenciais para o entendimento da dinâmica populacional deste percevejo, podendo ainda subsidiar programas de manejo integrado para a espécie. Assim, este estudo tem como objetivos descrever a hibernação deste inseto e apontar as causas de mortalidade durante este período.

2.2 Material & Métodos

O estudo foi realizado no período de junho/00 a abril/02 em um taquaral formado por *Bambusa tuldoides* (Munro) (Gramineae), situado no município de Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, com, aproximadamente, 260 m de comprimento por 2 m de largura em forma de “U” com abertura voltada para o norte (Figura 2.1). Junto à base das plantas de bambu, sobre o solo, existia uma camada de folheto com espessura média, ao longo de todo o taquaral, de 6,7 cm, utilizada como refúgio de hibernação por *O. poecilus*.

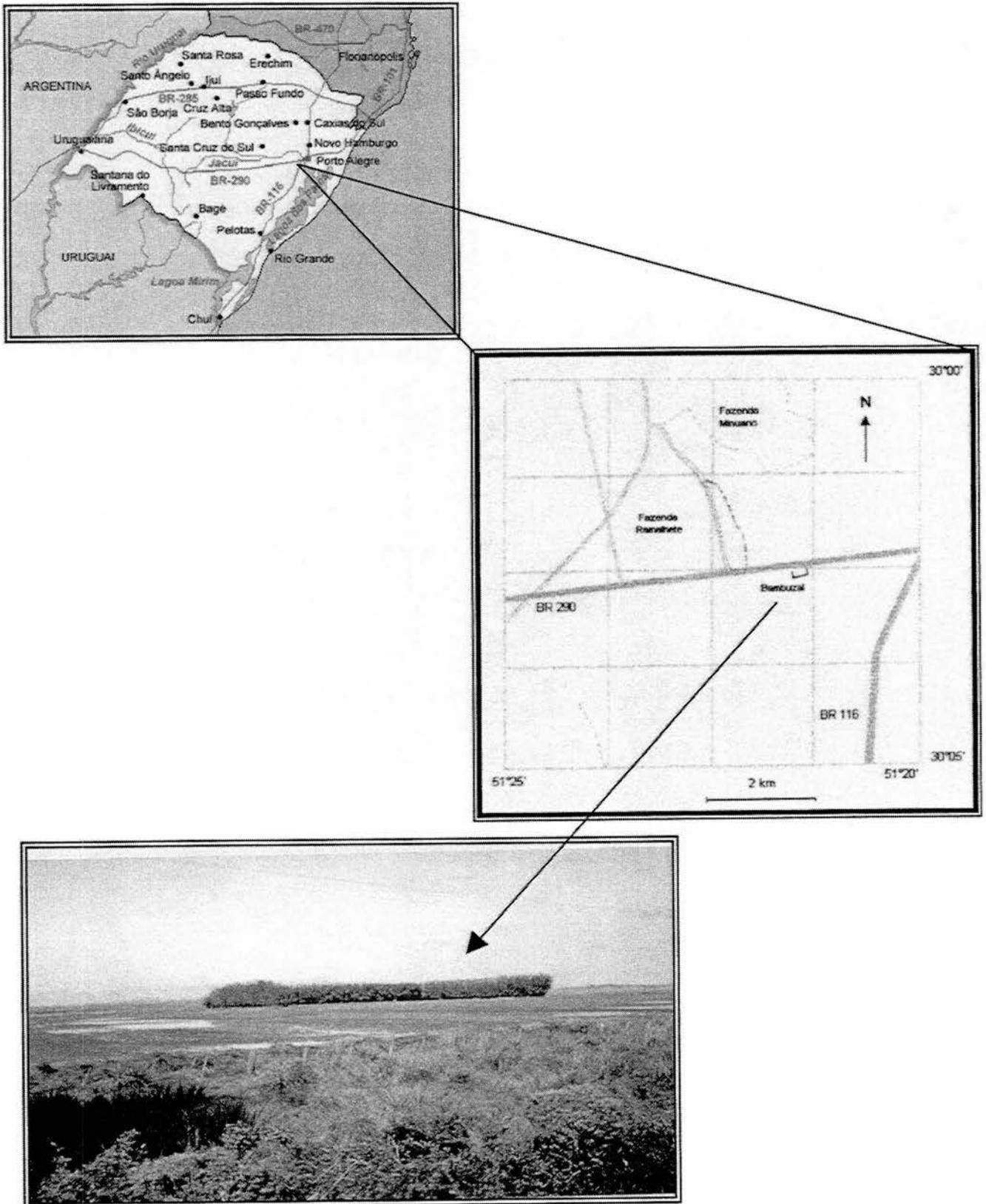


FIGURA 2.1. Localização do agrupamento de bambu onde foi realizado o estudo da hibernação de *Oebalus poecilus*. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W) RS, 2000/02.

Neste taquaral foram considerados para o estudo 70 m e, de cada lado, norte e sul, demarcadas sete áreas de 10 m de comprimento, perfazendo um total de 14 áreas. Cada uma destas 14 áreas foi subdividida em subáreas de 1x1 m, ficando cada área constituída por 10 subáreas de 1 m². Perpendicularmente ao comprimento da taquaireira, cada subárea foi subdividida em porções de 20 cm de comprimento, num total de cinco porções de 0,2 m² em cada metro (Figura 2.2).

Um sistema de amostragem aleatório por blocos foi utilizado, onde em cada uma das 14 áreas foram retiradas quatro unidades de amostra de 300 cm³ de folheto, das subáreas e porções previamente sorteadas, em intervalos semanais ou quinzenais, sendo retiradas 56 unidades de amostra de volume conhecido, por ocasião de amostragem. Em laboratório, os percevejos foram, manualmente, extraídos das amostras, sexados e contados (Figura 2.3).

Os períodos da hibernação de *O. poecilus* foram identificados e subdivididos utilizando-se a estatística G para examinar a homogeneidade da distribuição de freqüências do número de indivíduos por unidade de amostra.

As proporções observadas de indivíduos mortos ao longo da hibernação e a razão sexual por ocasião de amostragem foram comparadas pela estatística qui-quadrado ao nível de 5% de significância. O teste de tendência (A) foi utilizado para determinar a variação da proporção de mortos ao longo do estudo (Ayres et al., 2000). Para os cálculos foram utilizados os aplicativos Microsoft Excel e Bioestat 2.0.

1	1	
		1
		Porção de 0,2 x 1,0 m
		2
2	2	3
		4
		5
3	3	
4	4	
5	5	
ÁREA 1	ÁREA 8	
6	6	SUBÁREA (1m ²)
7	7	
8	8	
9	9	
10	10	

FIGURA 2.2. Croqui de duas áreas (1 e 8), mostrando subáreas e porções de onde foi retirado o folheto de bambu.

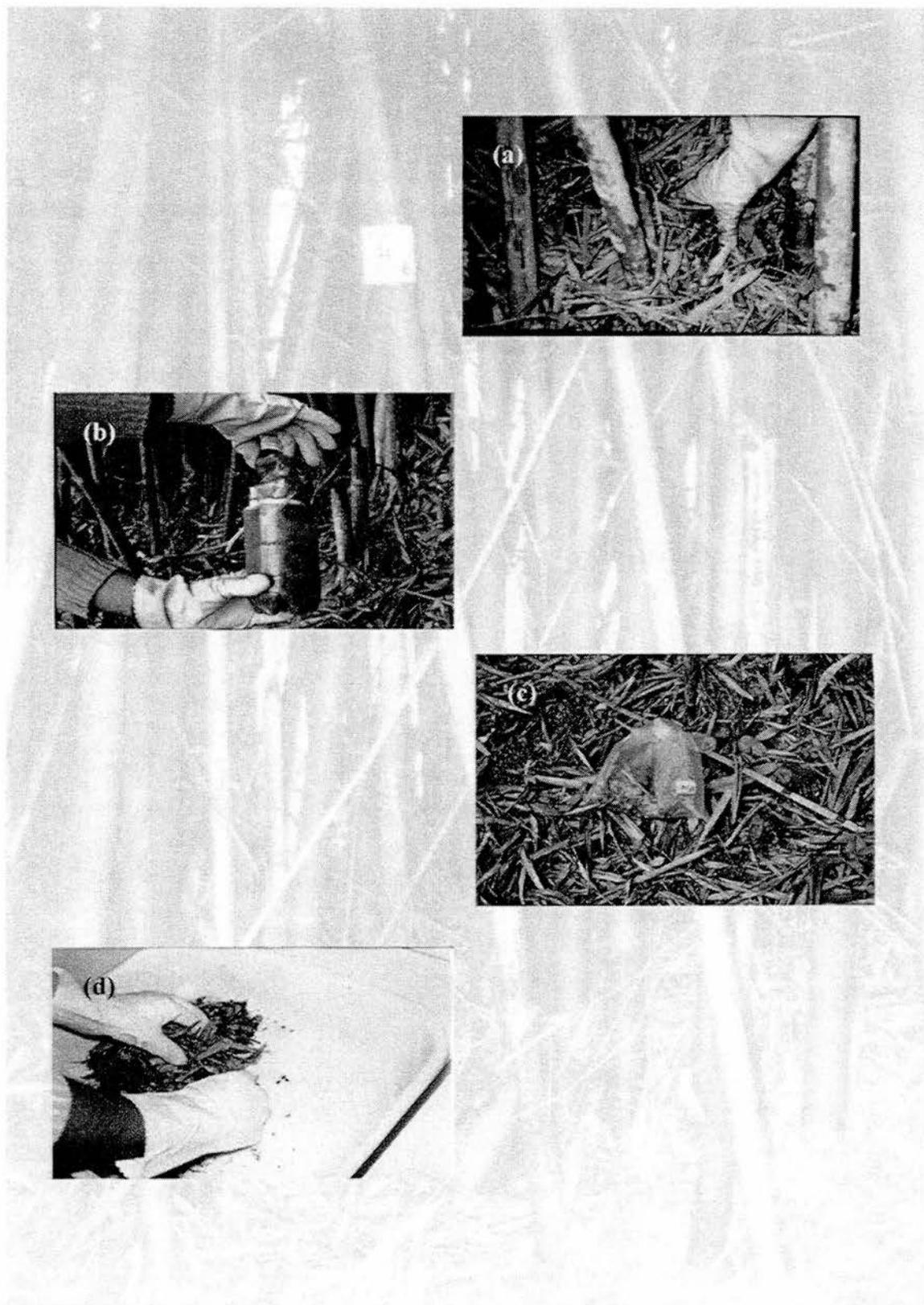


FIGURA 2.3. Seqüência utilizada para a retirada de uma unidade de amostra de 300cm^3 de folheto de bambu: a) coleta de todo o estrato vertical da cama de folhas no ponto sorteado; b) uniformização do volume da amostra com o auxílio de um peso de 225g; c) acondicionamento da unidade de amostra em saco plástico; d) extração manual dos insetos contidos na amostra.

2.3 Resultados & Discussão

No período do estudo foram realizadas 63 amostragens e coletados 4.162 adultos de *O. poecilus* no folheto de bambu. O elevado número de percevejos amostrados sugere que o folheto de bambu seja um local favorável para a hibernação desta espécie. Mielitz et al. (1996) apontam este mesmo sítio como importante refúgio de hibernação do gorgulho-aquático do arroz, *O. oryzae* e que este local seria a fonte de insetos que, subsequentemente, iriam atacar os arrozais.

A razão sexual dos percevejos coletados vivos não diferiu estatisticamente da esperada de 1 fêmea: 1 macho ($P > 0,05$) em 90,5% das ocasiões de amostragem, não sendo observado, nas demais ocasiões, tendência para machos ou para fêmeas. Este mesmo resultado foi obtido em relação aos cadáveres amostrados no folheto em 96,8% das amostragens. A razão sexual durante a hibernação representa um importante componente da dinâmica da população. Kiritani et al. (1962) constataram que a sobrevivência de fêmeas de *N. viridula* é, em média, 11% superior a dos machos em diferentes sítios de hibernação. Segundo o autor, a diferença na mortalidade em relação ao sexo alterou a razão sexual da população do percevejo de 48,3% para 54,4%, antes e após o período de dormência, respectivamente. Negron & Riley (1991) registraram durante a hibernação de *Blissus leucopterus leucopterus* (Say) (Hemiptera: Ligaeidae) na Louisiana, EUA, uma razão sexual de 1:1 neste período. Para o percevejo-do-grão, os resultados obtidos indicam que fêmeas e machos hibernam no mesmo local e estão igualmente sujeitos aos fatores de mortalidade ao longo do período de dormência.

A variação temporal do número médio de adultos de *O. poecilus* por unidade de amostra de folheto é apresentada na Figura 2.4. Os registros permitiram caracterizar três períodos consecutivos durante a fase de hibernação do percevejo-do-grão: (1) período

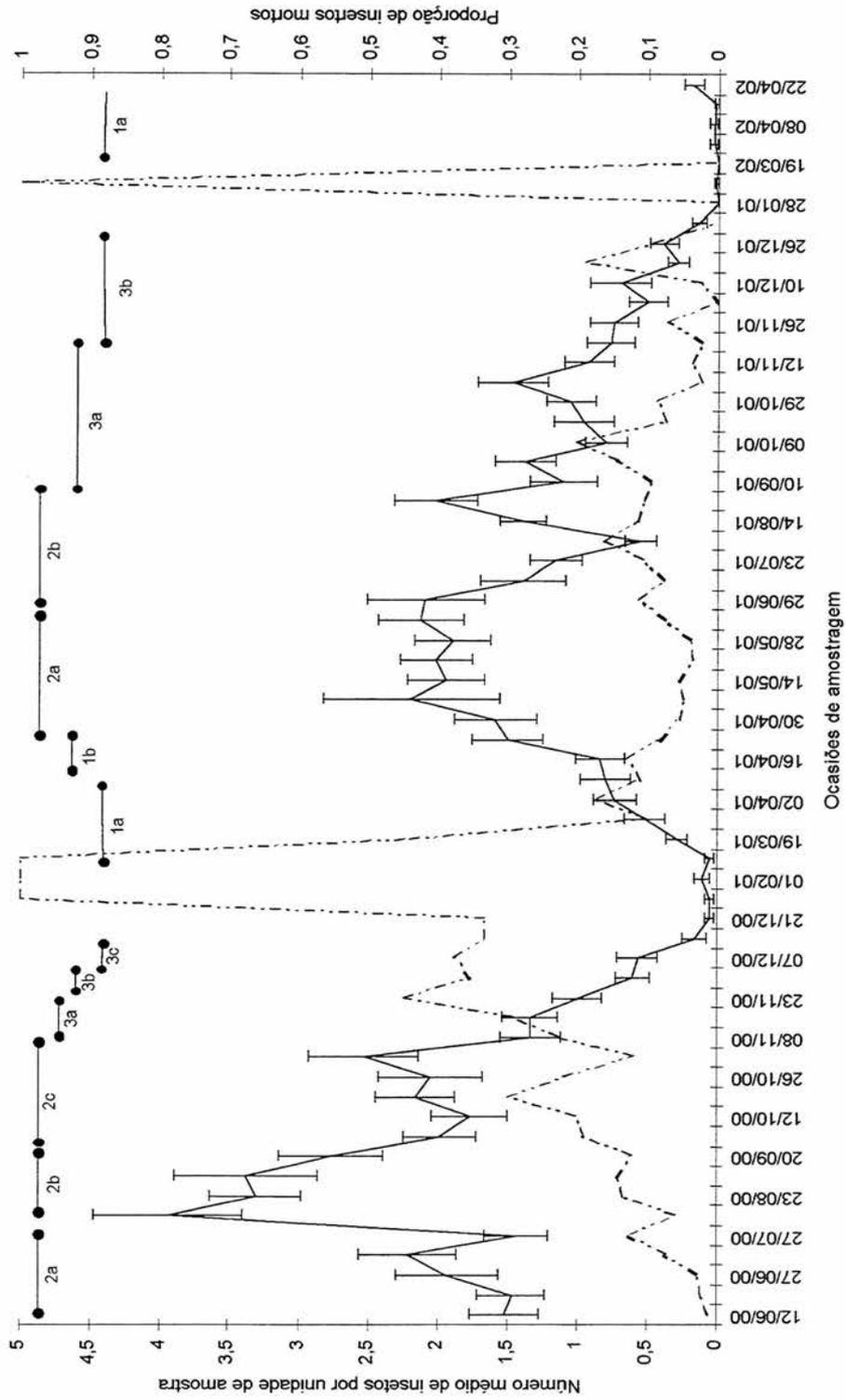


FIGURA 2.4. Variação temporal do número médio (\pm EP) (—) e da proporção de adultos mortos (---) de *Oebalus poecilus* amostrados no folheto de bambu. (1a – início da entrada; 1b – fim da entrada; 2a – início da saída; 2b – fim da saída; 2c – fim do intermediário; 3a – início da saída; 3b – fim da saída; 3c – intermediário da saída; Eldorado do Sul, (30° 02' S e 51° 23' W) RS, 2000-2002.

ativo de ocupação, doravante denominado entrada; (2) período de relativa estabilidade populacional no refúgio, doravante denominado período intermediário; (3) período de abandono do refúgio, doravante denominado saída. As eventuais oscilações observadas no número médio de insetos/unidade de amostra no período intermediário, muito embora sugiram o aumento do número de insetos no refúgio, podem ser, em parte, decorrentes do processo aleatório de amostragem e do padrão agregado de distribuição espacial da população hibernante.

Nos meses de janeiro e fevereiro (verão) não foram encontrados indivíduos vivos no refúgio. Este aspecto também foi registrado para *E. heros* no sítio de hibernação durante os meses de verão por Panizzi & Vivan (1997). De fato, as formas não hibernantes de *O. poecilus* são encontradas somente nos meses de verão na latitude do presente estudo.

Com base na fenologia de *O. poecilus* e das culturas ao redor do refúgio, nos dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar, e no estudo de Albuquerque (1993), acredita-se que na ocasião em que o estudo iniciou, junho de 2000, a população de *O. poecilus* já se encontrava no período denominado intermediário da hibernação.

Em 2001, o número de adultos de *O. poecilus* no folheto de bambu tende a aumentar a partir da segunda quinzena de março (início do outono) até a primeira quinzena de maio, sendo este o período de entrada no refúgio (aproximadamente 60 dias). A partir do final da primeira quinzena de maio (final do outono) até a segunda quinzena de outubro (primavera) verificou-se um período de relativa estabilidade populacional no sítio (aproximadamente 180 dias), em que as oscilações observadas no número de indivíduos amostrados provavelmente sejam decorrentes do processo amostral. A partir da segunda quinzena de outubro até a segunda quinzena de dezembro (final da primavera) registrou-se o período de saída do refúgio, quando os indivíduos reassumem as atividades de alimentação e de reprodução.

No ano de 2002, o período de entrada dos adultos do percevejo-do-grão só teve início na segunda quinzena de abril. O atraso em relação ao ano anterior pode estar relacionado à semeadura tardia do arroz nas proximidades da área experimental que resultou na presença de grãos no estágio leitoso ainda no fim do mês de março, acrescido a este fator, grande quantidade de percevejos atraída para a lavoura foi controlada com o uso de inseticidas pelo proprietário. A procura pelo refúgio de hibernação no final do verão e o abandono deste local na primavera já foi observada para outros heterópteros como *N. viridula* (Kiritani et al., 1962); *O. pugnax* (Nilakhe, 1976); *B. l. leucopterus* (Negron & Riley, 1991); *E. heros* (Panizzi & Vivan, 1997) e é, relativamente, comum para insetos que adotam a estratégia de dormência durante o inverno.

A subdivisão dos períodos, anteriormente descritos, possibilitou uma análise mais detalhada baseada na distribuição de frequência do número de indivíduos por unidade de amostra, no número total por ocasião de amostragem e na fenologia do inseto. Em 2000 puderam ser detectados três subperíodos distintos para cada um dos períodos da fase de hibernação. Já o mesmo não foi possível em 2001, quando se constatou apenas dois subperíodos em cada período, como segue: Ano 2000 - (2a) (12/6 – 27/7), $G= 24,106$, $gl= 24$, $P= 0,455$; (2b) (10/8 – 20/9), $G= 24,597$, $gl= 18$, $P= 0,136$; (2c) (05/10 – 02/11), $G= 25,921$, $gl= 24$, $P= 0,357$; (3a) (08/11 – 23/11), $G= 18,712$, $gl= 12$, $P= 0,095$; (3b) (29/11 – 07/12), $G= 4,594$, $gl= 5$, $P= 0,467$; (3c) (13/12 – 21/12), $G= 2,811$, $gl= 3$, $P= 0,421$. Ano 2001 - (1a) (19/3 – 16/4), $G= 26,106$, $gl= 24$, $P= 0,347$; (1b) (23/4 – 30/4), $G= 0,995$, $gl= 6$, $P= 0,985$; (2a) (07/5- 29/6), $G= 41,582$, $gl= 30$, $P= 0,077$; (2b) (09/7 – 24/9), $G= 43,230$, $gl= 30$, $P= 0,055$; (3a) (9/10 – 26/11), $G= 42,997$, $gl= 36$, $P= 0,196$; (3b) (03/12 – 26/12), $G= 11,797$, $gl= 12$, $P= 0,462$.

Apesar de não terem sido detectadas razões bioecológicas para a subdivisão da fase intermediária da hibernação, do ponto de vista estatístico as variações no número total

de indivíduos amostrados por ocasião apontam para a existência de subperíodos. Este aspecto é sustentado pela homogeneidade na distribuição de frequência alcançada, em todo o período intermediário, quanto se retira da análise estatística, ocasiões em que o número médio de indivíduos por unidade de amostra se afasta da média do período.

As subdivisões nos períodos de entrada e de saída indicam um processo gradual de ocupação e abandono do refúgio pelo percevejo-do-grão, o qual pode ser explicado por uma resposta intrapopulacional diferencial ao estímulo indutor da diapausa. Segundo Tauber et al. (1986) a transição de um estado não-diapausante para um diapausante, e vice-versa, é um processo que envolve percepção de algum estímulo que indique mudanças ambientais futuras. Entre os estímulos ambientais utilizados pelos insetos, o fotoperíodo é o estímulo sinalizador mais comumente utilizado (Beck, 1980). A indução da diapausa em *O. poecilus*, via resposta fotoperiódica, foi determinada, em laboratório, por Albuquerque (1989). Segundo o autor, durante o estágio fotossensível (os três primeiros ínstars) fotofases inferiores ou iguais a 13:00L, induzem a emergência de adultos hibernantes, já os iguais ou superiores a 13:50L, induzem o aparecimento de formas adultas não-hibernantes. Fotoperíodos intermediários aos apontados acima induzem a emergência de ambas formas no adulto. Como durante o verão há sobreposição de gerações do percevejo-do-grão (Rossetto et al., 1972), estima-se que indivíduos em diferentes idades estejam presentes no campo ao incidir o fotoperíodo indutor da diapausa, o que originará uma população hibernante composta de indivíduos que captaram o estímulo em diferentes momentos. Além disso, Beck (1980) relata que o estímulo indutor da entrada ou saída da diapausa é estimado para a média da população, sendo que respostas individuais diferenciadas são observadas.

O período de hibernação, com duração entre sete e oito meses, observado para *O. poecilus* na latitude do estudo é bem próximo ao referido por Nilakhe (1976) para a

espécie congênere no Hemisfério Norte *O. pugnax*. Entretanto, o processo de entrada e de saída do refúgio por *O. poecilus* é, aproximadamente, o dobro do encontrado para *O. pugnax*. A duração do período de hibernação em Pentatomidae é bem variável em função da espécie e da latitude onde o estudo foi desenvolvido. Aner (1991) apontou, para a mesma latitude do presente estudo, que *E. meditabunda* e *T. limbativentris* passam por um período de hibernação de quatro e dez meses, respectivamente. Panizzi & Vivan (1997) constataram que a hibernação de *E. heros* em Londrina, PR, é de seis meses. O período de hibernação diferenciado pode também estar relacionado ao comportamento alimentar das espécies. Segundo Aner (1991) a ausência de especificidade na alimentação de *E. meditabunda* permite que a mesma se beneficie de muitas plantas hospedeiras, encurtando o período de hibernação, o que não ocorre com *T. limbativentris*, que tem o arroz como hospedeiro principal. Panizzi & Niva (1994) relataram que em Londrina, PR, *E. heros*, em contraste com *N. viridula* e *P. guildinii*, não utiliza plantas alternativas para a alimentação entre duas estações subseqüentes de cultivo da soja, hibernando na serapilheira de plantas perenes. Segundo Albuquerque (1989) *O. poecilus* sincroniza o seu ciclo de vida com os ritmos sazonais do clima e de suas plantas hospedeiras no Rio Grande do Sul. Dessa forma, o percevejo-do-grão, em Eldorado do Sul, RS, parece só encontrar condições favoráveis de clima e alimentação a partir de meados de outubro, quando inicia o processo de saída do sítio de hibernação.

Ao longo do primeiro ano de estudo constatou-se uma tendência de aumento da proporção de indivíduos mortos no transcorrer do período de hibernação ($A=67,036$; $\chi^2 = 68,058$; $gl=1$; $P<0,001$) o que não se confirmou no segundo ano ($A= -9,424$; $\chi^2 = 1,064$; $gl=1$; $P=0,302$) (Figura 2.4). A proporção total de indivíduos mortos obtida para o percevejo-do-grão variou entre os anos, sendo, significativamente, superior em 2000 ($\chi^2 = 51,891$; $gl=1$; $P<0,001$) (Tabela 2.1), entretanto, mostra-se inferior a apontada para *N.*

viridula por Kiritani et al. (1962). Segundo o autor, percentuais de morte entre 38 e 86% são registrados dependendo do sítio de hibernação, e que tais perdas são compensadas, na espécie, por uma mortalidade diferencial entre os sexos em favor das fêmeas. Para *O. poecilus*, conforme já relatado, não se verificou este aspecto, assim, os percentuais de morte registrados de 15,8 e 8,4% em 2000 e 2001, respectivamente (Tabela 2.1), podem indicar uma maior resistência da espécie durante a hibernação ou ainda que o refúgio (folheto de bambu) seja adequado para o percevejo-do-grão atravessar o período adverso, minimizando a mortalidade.

TABELA 2.1. Número total de adultos e de cadáveres de *Oebalus poecilus* amostrados e percentuais de indivíduos mortos em folheto de bambu. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, 2000/02.

Ano	N° de Percevejos amostrados	Cadáveres							
		Íntegros		Parasitados		Com fungo		Total	
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
2000	2101	40	1,9	29	1,4	263	12,5	332	15,8
2001	2037	42	2,1	26	1,3	103	5,1	171	8,4
2002	24	0	0	1	4,2	0	0	1	4,2
Total	4162	82	2,0	56	1,3	366	8,8	504	12,1

Os cadáveres de *O. poecilus* amostrados ao longo do estudo foram agrupados em três categorias: íntegros (que não evidenciavam alteração externa); parasitados (que apresentavam perfuração na genitália); com fungo (que mostravam crescimento micelial na superfície externa do corpo) (Tabela 2.1).

A proporção de cadáveres íntegros foi de, aproximadamente, 2% ao longo do estudo e não mostrou diferença significativa entre 2000 e 2001 ($\chi^2 = 0,157$; gl=1; P=0,691) (Tabela 2.1). Ao comparar-se as proporções encontradas não se constatou diferenças significativas (P>0,05) dentro e entre os períodos e subperíodos identificados, excetuando-se as registradas para os subperíodos 2a e 3a no ano de 2001, sendo esta maior no início da saída do refúgio (3a) (P<0,01). Estes resultados indicam que no final da fase de hibernação

há um incremento na mortalidade natural, o que pode, em parte, ser decorrente da falta de reservas suficientes para atravessar este período, fazendo com que indivíduos menos resistentes ou que não tenham armazenado um nível adequado de reservas, acabem morrendo antes de saírem do refúgio. Mielitz et al. (1996) trabalhando com a hibernação de *O. oryzae* também diagnosticaram uma maior mortalidade ao término do período de hibernação.

Com relação ao parasitismo, a proporção observada foi, em torno, de 1,4%, e também não mostrou diferença significativa entre os anos ($\chi^2 = 6,070$; gl=1; P=0,791) (Tabela 2.1). Santos et al. (2002b) dissecando adultos hibernantes do percevejo-do-grão, coletados em Eldorado do Sul, RS, constataram que 3,85% dos insetos apresentavam larvas de taquinídeos na cavidade abdominal. Segundo os autores, larvas de Tachinidae são encontradas na cavidade abdominal do percevejo durante todo o período da hibernação, sugerindo que o parasitismo tenha sido efetuado antes da entrada dos percevejos no refúgio. Para formas não hibernantes do percevejo-do-grão, Sutherland (2001) na Guiana, registrou parasitismo por *B. aelops* de 3,5%. Os resultados de parasitismo obtidos pelo cômputo de cadáveres com perfuração na genitália podem estar subestimados, seja pelo processo de decomposição dos cadáveres no sítio, seja pelo abandono do refúgio de percevejos com larvas do parasitóide ainda na cavidade abdominal. A maior ocorrência de cadáveres com perfuração na genitália no fim da hibernação (Figura 2.5), provavelmente, sugere que seja o período de emergência do parasitóide, conforme apontado por Santos et al. (2002b).

Diferentemente do observado para os mortos íntegros e parasitados, a proporção de cadáveres com fungo diferiu estatisticamente entre 2000 e 2001, sendo maior no primeiro ano ($\chi^2 = 910,076$; gl = 1; P<0,001).

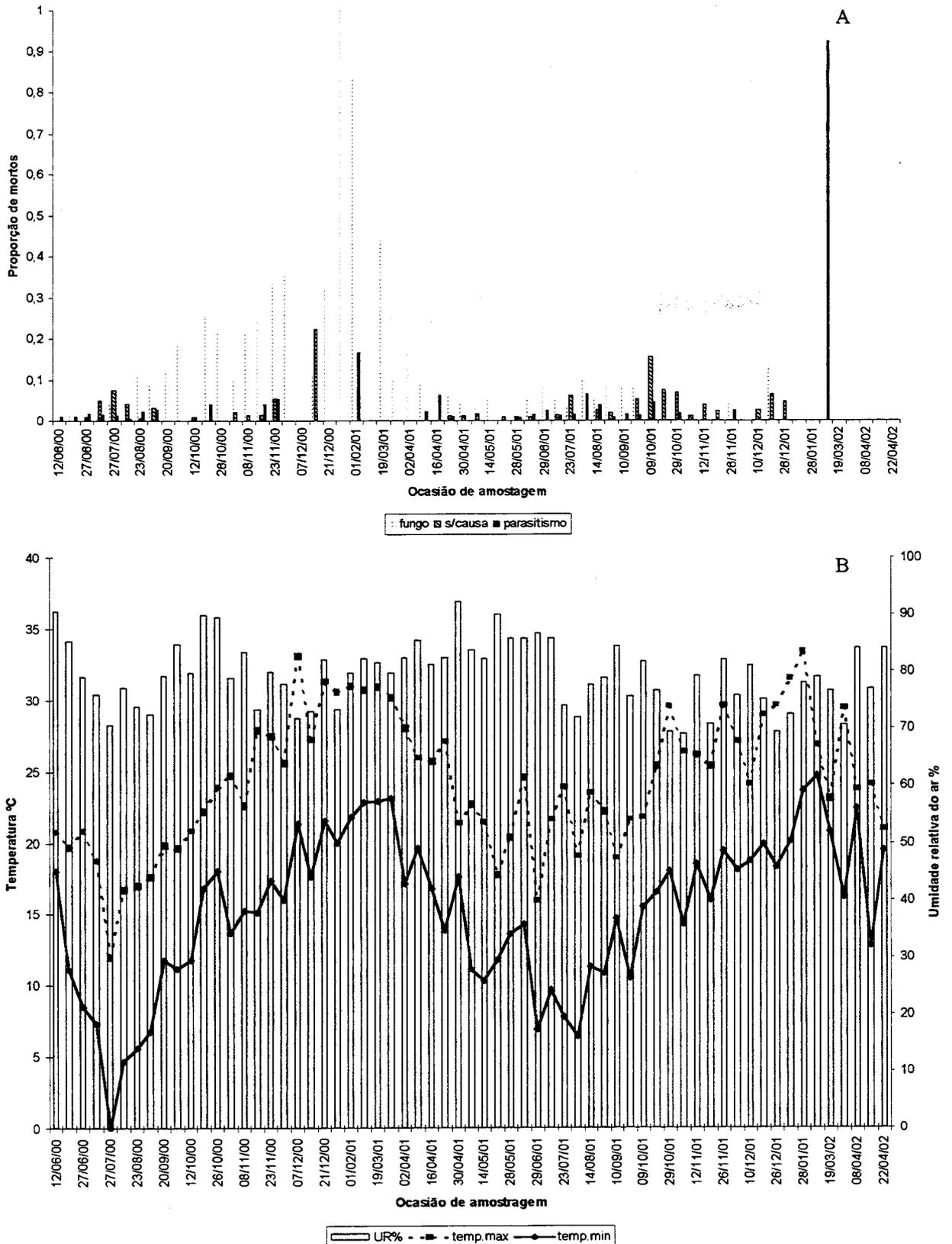


FIGURA 2.5. Distribuição temporal da proporção de cadáveres de *Oebalus poecilus* amostrados em folhede de bambu (A), da temperatura máxima e mínima do ar e da UR do ar % (B), ao longo do estudo. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000-2002.

Cadáveres com estruturas fúngicas na superfície do corpo representaram a maior parcela dos casos de morte em 2000 e 2001. (Tabela 2.1). Pôde-se constatar, de um modo geral, que os percentuais de cadáveres com fungo modelam a curva da proporção total de mortos ao longo do período de hibernação do percevejo-do-grão (Figuras 2.4 e 2.5). O fungo identificado é *B. bassiana*, e mostrou, em laboratório, ser patogênico a adultos não hibernantes do percevejo-do-grão, sendo o primeiro registro de ocorrência natural em *O. poecilus* (Santos et al., 2002c). Registros de *B. bassiana* em populações hibernantes foram feitos por Tsuzuki et al. (1984); McGiffen Jr. & Meyer (1986); Lafleur et al. (1987); Mielitz et al. (1996). Segundo Tsuzuki et al. (1984) *B. bassiana* é um importante fator de mortalidade e promissor candidato para o controle biológico durante o período de hibernação.

A proporção de insetos mortos que apresentavam estruturas fúngicas na superfície do corpo, apresentou diferença significativa dentro dos períodos da fase de hibernação em 2000 ($\chi^2 = 166,609$, gl = 5, $P < 0,001$) e 2001 ($\chi^2 = 44,192$, gl = 5, $P < 0,001$). Em 2000, constatou-se uma proporção significativamente maior de insetos com fungo no subperíodo 2c do que no 2a e 2b ($P < 0,01$), a qual não difere da observada nos três subperíodos da saída (3a; 3b; 3c) ($P < 0,05$). No ano de 2001 também se observou uma maior proporção de insetos com fungo no início da saída (3a) do que nos demais subperíodos ($P < 0,05$).

A proporção de cadáveres do percevejo-do-grão com *B. bassiana* incrementou com o aumento da temperatura, principalmente no ano de 2000 (Figura 2.5). O aumento da incidência de *B. bassiana* com a elevação da temperatura durante a hibernação foi um aspecto também observado em *Conotrachelus nemuphar* (Herbst) (Col. Curculionidae) (McGiffen Jr. & Meyer, 1986) e *O. oryzae* (Mielitz et al., 1996). Segundo Hallsworth & Magan (1999) o desenvolvimento de fungos como agentes de controle biológico em

3. Distribuição espacial de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação

3.1 Introdução

Entre os insetos que utilizam grãos de arroz como alimento encontra-se *O. poecilus*, conhecido por percevejo-do-grão. Este inseto tem ocorrência freqüente e indesejável nos arrozais, pois seus danos afetam a qualidade e a quantidade dos grãos (Santos et al., 2002a), sendo apontado como importante praga em cultivos de arroz (Ferreira, 1998; Gallo et al., 2002). No Rio Grande do Sul, o percevejo-do-grão tem como estratégia de sobrevivência durante o inverno a diapausa (Santos et al., no prelo), permanecendo, neste período, em refúgios como o folheto de bambu (Santos et al., 2002a). Segundo Tauber & Tauber (1973), o entendimento das estratégias de vida dos insetos é de grande valor teórico e prático para os sistemas de manejo de pragas. Pantoja et al. (2002) relata que é necessário conhecer a biologia do inseto e sua dinâmica populacional para se elaborar um programa eficiente de manejo integrado. Neste sentido, a elucidação de aspectos bioecológicos de *O. poecilus*, durante a hibernação, pode subsidiar o manejo integrado desta praga. Um dos aspectos que merece atenção é a distribuição espacial da população, a qual tem sido definida como a posição que os indivíduos ocupam, uns em relação aos outros, no habitat, em determinado momento (Southwood, 1978; Ricklefs,

1996). O padrão de distribuição espacial influencia a dinâmica das populações, podendo ocorrer diferenças no impacto de diversos agentes em função das variações espaciais entre os indivíduos (Heads & Lawton, 1983; Hassel, 1987). São três os padrões básicos de distribuição espacial das populações: agregado (ou contagioso); randômico (ou Poisson) e regular (ou homogêneo) (Bliss, 1971; Elliott, 1983; Ricklefs, 1996). Para identificar o padrão biológico de distribuição dos organismos em suas populações, vários modelos matemáticos de distribuição de frequência têm sido utilizados. A função Poisson tende a descrever distribuições aleatórias, enquanto a série binomial negativa a agregação (Elliott, 1983; Krebs, 1989).

É fato bem conhecido que o padrão de distribuição ao acaso em Insecta raramente ocorre na natureza. Segundo Waters (1959) a maioria dos insetos não se distribui ao acaso no habitat, tendo em vista que poucos ambientes são homogêneos e que os fatores etológicos que determinam a distribuição são específicos. A tendência geral é a distribuição agregada da população nos ambientes naturais (Southwood, 1978). Distribuições agregadas em heterópteros não hibernantes são freqüentemente relatadas (Kainoh et al., 1980; Foster et al., 1989; Jesus et al., 2002). A agregação fora da hibernação pode ser resultante de tendências sociais dos indivíduos em formarem grupos com diferentes finalidades: segurança, acasalamento ou reprodução (Ricklefs, 1996). Em cultivos de arroz, a agregação de percevejos é relacionada ao estágio de desenvolvimento dos grãos preferidos para alimentação (Kainoh et al., 1980; Foster et al., 1989). Por outro lado, durante o período de dormência a agregação pode ter origem de variações nas condições abióticas do refúgio, proteção contra predadores e mudanças nas taxas metabólicas dos insetos (Leather et al., 1993). O padrão agregado de distribuição durante a hibernação tem sido observado e referido em diversas espécies de insetos, a maioria pertencente a ordem Coleoptera tais como: *Phyllotreta cruciferae* (Goeze); *Psylliades*

punctulata Melsh. e *Phyllotreta striolata* (F.) (Chrysomelidae) (Burgess, 1981); *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Curculionidae) (Mielitz, 1993); *Phytalus sanctipauli* (Blanch.) (Scarabaeidae) (Diefenbach et al., 1996).

Como não há estudos sobre este aspecto durante a dormência de *O. poecilus*, este trabalho tem como objetivo elucidar o padrão de distribuição espacial da população hibernante deste heteróptero no sítio de hibernação.

3.2 Material & Métodos

O estudo foi realizado entre jun/00 a abr/02 em um taquaral formado por *B. tuldoides*, situado no município de Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS. O agrupamento de bambu possui forma de "U" com abertura voltada para o norte. A base do "U", no sentido leste-oeste possui 100 m de comprimento por 2 m de largura, cada braço no sentido norte-sul possui 80 m de comprimento. Junto à base das plantas de bambu, sobre o solo, há uma camada de folheto com espessura média, ao longo de todo o taquaral, de 6,7 cm.

Neste taquaral foram considerados para o estudo os 70 m centrais da base do "U" e, de cada lado, norte e sul, demarcadas sete áreas de 10 m de comprimento, perfazendo um total de 14 áreas. Cada uma destas 14 áreas foi subdividida em subáreas de 1x1 m, ficando cada área constituída por 10 subáreas de 1 m². Perpendicularmente ao comprimento do bambuzal, cada subárea foi subdividida em porções de 20 cm de comprimento, num total de cinco porções de 0,2 m² em cada metro.

Um sistema estratificado aleatório de amostragem foi utilizado, onde em cada uma das 14 áreas foram retiradas quatro unidades de amostra de 300 cm³ de folheto, das subáreas e porções, previamente sorteadas, em intervalos semanais ou quinzenais,

totalizando 56 unidades de amostra por ocasião de amostragem. Em laboratório, os percevejos foram extraídos manualmente das amostras e contados.

A distribuição espacial de *O. poecilus* no sítio de hibernação, foi analisada pela distribuição de frequências (insetos/unidade de amostra), médias e variâncias para cada ocasião de amostragem, índices de dispersão I, de Morisita e o parâmetro k (Krebs, 1989). A relação entre a variância e a média durante todo o período amostral, em cada ano, foi expressa pela lei de potência de Taylor (Elliott, 1983). A análise também foi realizada por subperíodo da fase de hibernação, conforme o exposto no capítulo 2, quais sejam: ano 2000 - intermediário A (12/6 – 27/7); intermediário B (10/8 – 20/9); intermediário C (05/10 – 02/11); saída A (08/11 – 23/11); saída B (29/11 – 07/12); saída C (13/12 – 21/12); ano 2001 - entrada A (19/3 – 16/4); entrada B (23/4 – 30/4); intermediário A (07/5- 29/6); intermediário B (09/7 – 24/9); saída A (9/10 – 26/11); saída B (03/12 – 26/12).

A distribuição qui-quadrado foi utilizada para testar o ajuste das frequências observadas às esperadas, de acordo com as distribuições de Poisson, binomial negativa e positiva, e para verificar a significância do índice I. A significância do parâmetro b da lei de potência de Taylor foi testada por t (Elliott, 1983), e o índice de Morisita pelo teste *F* (Poole, 1974). O nível de significância adotado foi 5%. Para os cálculos foram utilizados os aplicativos Microsoft Excel, Bioestat 2.0, Krebs\Win 0.9 e SAS System.

3.3 Resultados & Discussão

Em todas as ocasiões de amostragem registrou-se um maior número de unidades de amostra contendo de zero a dois percevejos (Tabela 3.1). Unidades de amostra contendo mais do que nove indivíduos foram registradas em 22 ocasiões e apenas em oito constatou-se mais do que uma unidade de amostra contendo mais do que nove indivíduos.

Em quatro ocasiões de amostragem (21/12/00; 02/04/02; 08/04/02 e 15/04/02) em função do reduzido número de indivíduos amostrados (menor do que quatro) que resultou em apenas duas classes de freqüências, não foi possível realizar o cálculo do ajuste das freqüências observadas aos modelos de distribuição e índices de dispersão utilizados. Além destas ocasiões em mais cinco (29/11/00; 13/12/00; 26/03/01; 02/08/01 e 03/12/01) o número reduzido de classes de freqüências também não permitiu o teste de ajuste à série binomial negativa. Com exceção do dia 02/8/01, essas ocasiões incluem-se nos períodos de entrada ou saída do sítio de hibernação quando a densidade de *O. poecilus* é naturalmente baixa no refúgio.

Analisando as ocasiões de amostragem em que o número de indivíduos amostrados permitiu cálculo estatístico, a variância do número de percevejos por unidade de amostra, representada pelo índice I, mostrou-se estatisticamente superior à média em 48 ocasiões (92,3%; $P < 0,001$), indicando o padrão espacial de distribuição agregada do percevejo-do-grão durante a hibernação. Este tipo de distribuição também é evidenciado pelo índice de Morisita em todas as datas de amostragem ($P < 0,05$) (Tabela 3.2).

Nas quatro ocasiões em que o índice I aponta para uma distribuição aleatória (19/03/01; 02/08/01; 14/08/01 e 17/12/01), verificou-se o ajuste simultâneo a Poisson e, quando o número de insetos permitiu seu cálculo, também ao modelo binomial negativo. Nestas ocasiões, excetuando-se o dia 14/08/01, um número reduzido de indivíduos (menor do que 31) foi amostrado, o que pode explicar o resultado encontrado. Segundo Southwood (1978) quando a população é muito esparsa as chances dos indivíduos ocorrerem em qualquer unidade amostral são tão pequenas que sua distribuição é efetivamente ao acaso. Turnock et al. (1987) em amostragens de serapilheira em Manitoba, Canadá, constataram em anos em que a densidade populacional média por unidade de amostra foi maior do que um, a distribuição dos crisomelídeos *P. cruciferae* e *P. striolata* foi agregada. Entretanto,

TABELA 3.2. Índices de dispersão (I, Morisita e k) e teste de ajuste às distribuições de Poisson e binomial negativa calculados para *Oebalus poecilus* durante a hibernação em folheto de bambu. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51°23'W), RS, 2000/02.

Ocasão de amostragem	Índice de dispersão			Testes de ajuste às distribuições						Número de percevejos
	I	Morisita	k	Poisson			Binomial negativa			
				χ^2	gl	P	χ^2	gl	P	
12/06/00	2,28	1,83	1,07	16,61	3	0,001	3,36	5	0,339	85
21/06/00	2,21	1,82	1,12	17,54	3	0,001	1,10	5	0,777	82
27/06/00	4,05	2,57	1,21	10,58	3	0,014	5,99	5	0,200	108
14/07/00	3,15	1,96	1,25	26,06	4	0,000	7,48	7	0,187	124
27/07/00	1,89	1,65	1,72	3,99	2	0,136	0,56	4	0,755	80
10/08/00	4,04	1,76	1,40	77,37	6	0,000	11,14	11	0,266	221
23/08/00	1,79	1,24	5,11	4,14	5	0,530	3,08	8	0,798	185
06/09/00	4,31	1,96	1,49	32,21	6	0,000	12,09	10	0,147	189
20/09/00	2,85	1,66	1,57	24,74	5	0,000	0,70	8	0,994	155
05/10/00	1,95	1,49	2,52	4,84	3	0,184	2,53	5	0,469	111
12/10/00	2,43	1,80	1,55	7,90	3	0,048	0,96	5	0,810	99
18/10/00	2,17	1,53	2,05	17,45	4	0,002	5,05	6	0,282	121
26/10/00	3,79	2,36	1,14	21,97	4	0,000	7,33	7	0,197	115
02/11/00	3,44	1,95	1,19	22,60	4	0,000	4,13	8	0,659	142
08/11/00	1,94	1,69	1,39	11,76	2	0,003	2,68	4	0,262	75
15/11/00	1,61	1,45	2,25	4,08	3	0,130	6,70	2	0,035	75
23/11/00	1,82	1,82	0,95	10,80	2	0,005	0,89	4	0,640	56
29/11/00	1,42	1,70	-	5,04	2	0,025	-	-	-	34
07/12/00	2,09	2,93	0,51	4,12	1	0,042	0,09	3	0,755	32
13/12/00	2,44	10,89	-	1,55	1	0,000	-	-	-	9
21/12/00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
19/03/01	1,11	1,40	2,41	1,49	3	0,474	0,97	1	0,324	16
26/03/01	2,32	3,59	-	2,33	2	0,127	-	-	-	29
02/04/01	1,81	2,11	0,86	3,70	1	0,054	0,07	3	0,792	41
09/04/01	2,18	2,54	0,80	2,73	1	0,098	0,60	3	0,438	45
16/04/01	2,16	2,38	0,64	7,49	1	0,006	0,13	4	0,936	47
23/04/01	2,42	1,94	1,01	17,89	3	0,000	4,67	5	0,198	84
30/04/01	3,08	2,30	1,03	11,65	3	0,009	2,88	5	0,410	89
07/05/01	10,4	5,22	0,54	47,92	4	0,000	14,58	7	0,012	123
14/05/01	2,23	1,63	1,92	5,73	3	0,125	2,44	5	0,485	109
21/05/01	1,88	1,43	2,17	14,79	4	0,005	7,08	6	0,132	113
28/05/01	2,2	1,63	1,39	16,24	3	0,001	4,51	6	0,340	106
12/06/01	2,48	1,69	1,41	24,73	4	0,000	3,19	7	0,670	119
29/06/01	4,89	2,83	0,79	29,71	4	0,000	5,56	7	0,350	117
09/07/01	3,8	3,00	0,77	10,55	2	0,005	1,15	5	0,765	78
23/07/01	1,72	1,61	1,51	6,20	2	0,045	0,16	4	0,923	65
02/08/01	1,24	1,44	-	0,18	2	0,668	-	-	-	31
14/08/01	1,14	1,10	10,6	1,53	3	0,465	3,53	2	0,171	78
27/08/01	2,44	1,71	1,29	36,98	4	0,000	8,66	6	0,070	113
10/09/01	2,85	2,66	1,06	4,17	2	0,124	3,39	4	0,184	62
24/09/01	1,84	1,61	1,52	12,99	2	0,002	6,19	4	0,045	77
09/10/01	1,68	1,81	1,40	1,22	2	0,268	2,14	1	0,143	45
23/10/01	2,64	2,70	0,62	11,58	2	0,003	0,24	4	0,887	54
29/10/01	1,64	1,60	1,43	5,29	2	0,071	2,01	4	0,366	59
05/11/01	2,41	1,96	1,42	5,48	3	0,140	1,52	5	0,677	82
12/11/01	1,87	1,94	0,91	7,89	2	0,019	1,19	4	0,549	52
19/11/01	2,18	2,54	0,60	5,00	1	0,025	1,23	3	0,266	43
26/11/01	2,06	2,46	0,82	3,70	1	0,054	0,09	3	0,760	42
03/12/01	2,18	3,40	-	5,57	2	0,018	-	-	-	28
10/12/01	3,81	5,06	0,34	9,26	1	0,002	4,13	3	0,042	40
17/12/01	1,11	1,40	2,40	1,43	3	0,474	0,97	1	0,324	16
26/12/01	1,45	2,18	0,74	8,75	3	0,033	1,52	4	0,468	22
02/04/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08/04/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
15/04/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22/04/02	1,45	3,73	0,49	21,54	3	0,000	3,29	4	0,193	10

Valores em negrito na coluna do índice I ajustaram-se a série Poisson

em densidades menores do que um a distribuição seguiu o padrão ao acaso. Boeve & Weiss (1998) atribuem a não agregação de *Shizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) ao reduzido tamanho populacional da praga em campos de trigo, que resultou em um baixo coeficiente de determinação pela lei de potência de Taylor.

Em todas as ocasiões em que se efetuou teste de ajuste das frequências obtidas aos modelos matemáticos propostos, não se evidenciou o ajuste a série binomial positiva. Segundo Southwood (1978) a disposição regular que o modelo indica é rara em populações animais. O padrão de distribuição regular é frequentemente observado em populações artificiais tais como culturas, onde as plantas estão uniformemente dispostas, de modo que o número de indivíduos em cada unidade de área é o mesmo (Taylor, 1965).

Das 47 ocasiões em que se testou o ajuste das frequências obtidas à distribuição binomial negativa, constatou-se que não houve o ajuste em apenas quatro ocasiões (15/11/00; 07/05/01; 24/09/01 e 10/12/01). Apesar de não mostrar ajuste à série binomial negativa, os valores do índice k são próximos de zero, indicando a agregação; além disso, os índices I e de Morisita confirmam o padrão agregado de *O. poecilus* nestas datas. Mielitz (1993) estudando a distribuição espacial de adultos de *O. oryzae* hibernantes, encontrou situação semelhante à anterior. A autora comenta que os pequenos valores de k , mesmo que não tenham permitido o ajuste ao modelo binomial negativo, sugerem um padrão de distribuição agregado para os insetos, e que, provavelmente, algum outro modelo de distribuição contagiosa possa descrever a agregação.

Conforme Maruyama et al. (2002) o modelo de distribuição binomial negativo é muito flexível, ajustando-se a uma ampla faixa de distribuições, que vão da altamente agregada até aquelas tendendo à aleatoriedade, dependendo do valor do parâmetro k . O valor de k pode variar de zero ao infinito, quando k é próximo a zero maior é a agregação

da população, já valores de k superiores a oito, a variância se aproxima da média e a distribuição binomial negativa converge para Poisson (Bliss, 1971; Poole, 1974).

Assim, os resultados aqui obtidos em relação ao ajuste à série binomial negativa, e aos índices I e de Morisita, confirmam a hipótese de que o padrão espacial de distribuição apresentado pelos adultos de *O. poecilus* ao longo da hibernação foi o agregado.

A agregação do percevejo-do-grão também é sustentada pela lei da potência de Taylor tanto em 2000 ($b=1,731$; $t=6,89$; $gl =19$; $P<0,05$) quanto em 2001 ($b=1,939$; $t=4,708$; $gl =29$; $P<0,05$), com o modelo de distribuição agregado explicando 91,8% e 76,5% da variação observada em 2000 e 2001, respectivamente (Figura 3.1).

Quando se analisou a distribuição espacial de *O. poecilus* considerando-se os subperíodos da hibernação, a tendência de agregação torna-se ainda mais marcante, com ajuste a série binomial negativa em todos os subperíodos e valores de k ao redor de 1,19. (Tabela 3.3).

O padrão agregado do percevejo-do-grão também pôde ser constatado nos lados do bambuzal com exposições norte e sul na maioria dos subperíodos (Tabela 3.3). Cabe ressaltar que para execução da análise por lado do bambuzal, a redução no número de unidades de amostra impediu a análise dos dados em alguns subperíodos da saída do refúgio, quando um pequeno número de insetos foi coletado. Pela lei de potencia de Taylor também se evidenciou o padrão agregado do percevejo-do-grão tanto no lado sul do bambuzal em 2000 ($b=1,714$; $t=4,435$; $gl =19$; $P<0,05$) e 2001 ($b=1,573$; $t=4,382$; $gl =29$; $P<0,05$) quanto no norte em 2000 ($b=1,687$; $t=4,767$; $gl =19$; $P<0,05$) e 2001 ($b=2,195$; $t=5,735$; $gl =29$; $P<0,05$), com o modelo explicando pelo menos 79,3% da variação observada (Figura 3.1).

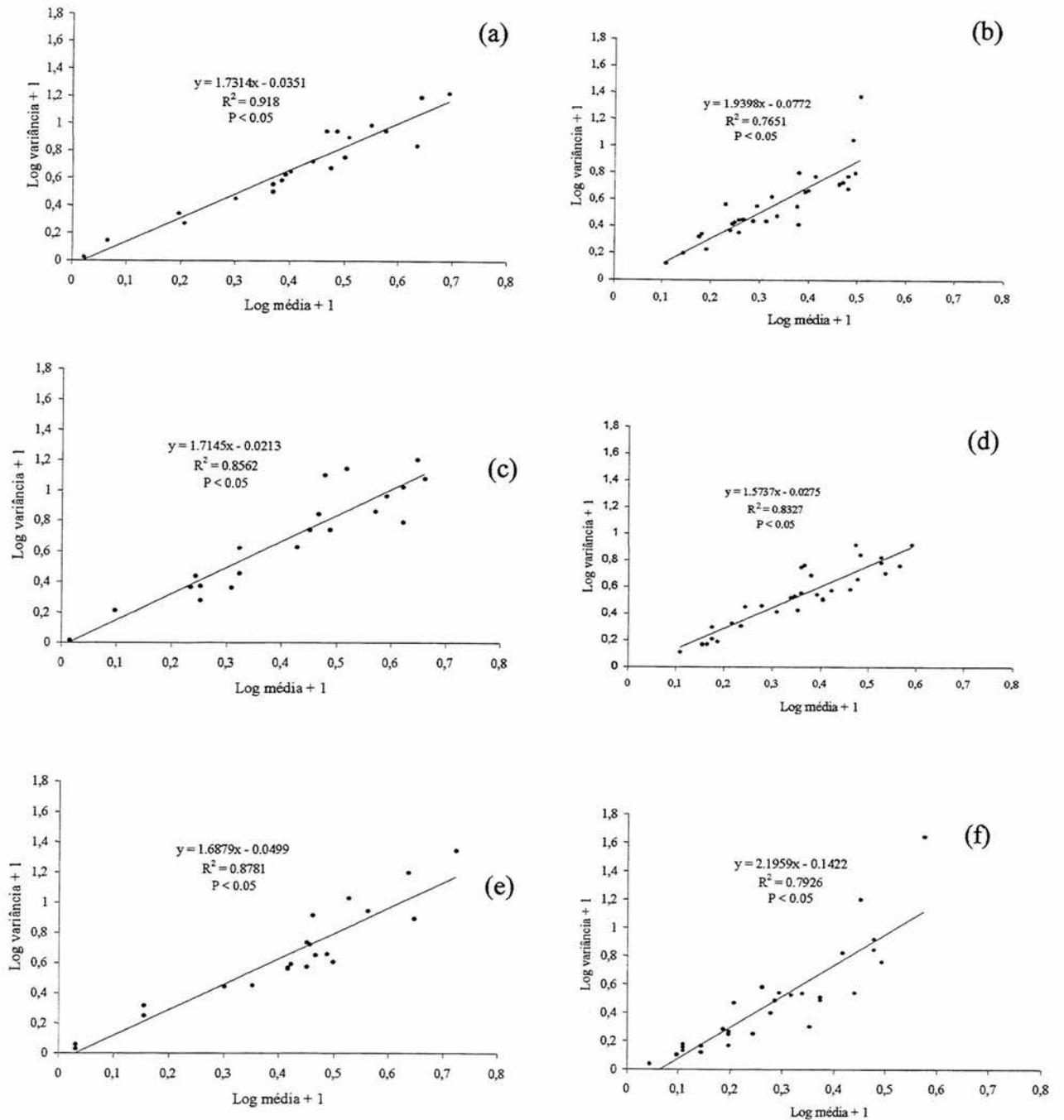


FIGURA 3.1. Regressão do número médio de adultos de *Oebalus poecilus* em folheto de bambu, pela sua variância por ocasião de amostragem, de acordo com a lei da potência de Taylor. (a) ano 2000; (b) ano 2001; (c) ano 2000- lado sul do bambuzal; (d) ano 2001- lado sul do bambuzal; (e) ano 2000- lado norte do bambuzal e (f) ano 2001- lado norte do bambuzal. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, 2000/01.

TABELA 3.3. Teste de ajuste das frequências obtidas do número de adultos de *Oebalus poecilus* por unidade de amostra e índice k, nos subperíodos da hibernação e nos lados com exposições sul e norte do bambuzal. Eldorado do Sul (30°02'S e 51°23'W), RS, 2000/01.

Período	Teste de ajuste a binomial negativa			Índice	Número de percevejos
	χ^2	gl	P	k	
Ano 2000					
Intermediário A	10,8391	9	0,146	1,19	478
Sul	8,6737	8	0,193	1,50	281
Norte	3,6996	7	0,593	1,00	197
Intermediário B	13,5451	13	0,259	1,79	721
Sul	20,9140	11	0,013	1,72	382
Norte	8,7841	11	0,457	1,86	339
Intermediário C	11,9611	10	0,153	1,49	587
Sul	9,2923	7	0,098	2,09	289
Norte	15,4145	9	0,031	1,21	298
Saída A	8,0054	6	0,091	1,41	206
Sul	3,5847	5	0,310	2,13	128
Norte	4,8760	6	0,30	0,72	78
Saída B	1,3081	3	0,253	0,74	66
Sul	3,6078	3	0,058	1,29	42
Norte	-	-	-	-	24
Saída C	3,8280	3	0,281	0,10	12
Sul	-	-	-	-	8
Norte	-	-	-	-	4
Ano 2001					
Entrada A	3,7023	5	0,295	0,66	178
Sul	0,6416	3	0,423	1,02	67
Norte	3,9279	5	0,269	0,59	111
Entrada B	6,8853	7	0,229	1,02	173
Sul	0,8432	4	0,656	0,85	58
Norte	8,2334	6	0,083	1,51	115
Intermediário A	8,8497	11	0,451	1,09	687
Sul	7,8533	9	0,346	1,75	378
Norte	8,8998	10	0,351	0,79	309
Intermediário B	9,6641	8	0,140	1,18	504
Sul	7,8239	7	0,166	1,47	314
Norte	9,7280	5	0,021	1,09	190
Saída A	3,6196	7	0,605	0,92	376
Sul	4,9018	7	0,428	1,55	287
Norte	0,8234	3	0,364	1,24	89
Saída B	3,3114	4	0,191	0,44	105
Sul	5,2559	4	0,072	0,66	84
Norte	-	-	-	-	21

O padrão de distribuição espacial agregado registrado para o percevejo-do-grão corrobora o apontado para as espécies hibernantes *P. cruciferae*; *P. punctulata*; *P. striolata* (Burgess, 1981); *O. oryzae* (Mielitz, 1993) e *P. sanctipauli* (Diefenbach et al. 1996). A agregação durante a hibernação parece ser resultante de inúmeros fatores tais como: proteção às baixas temperaturas (Holmquist, 1931); existência de uma condição abiótica preponderante para a população no local (Bullock, 1967); disponibilidade limitada de refúgios apropriados (Danks, 1978) ou respostas comportamentais à heterogeneidade do habitat em relação a fatores como umidade, temperatura, sombreamento e ação eólica (Mielitz et al., 1996). Segundo Denlinger (1986) os agregados modificam, significativamente, as condições do microclima no refúgio para o inseto por reduzir a evaporação da água. Em ambientes que apresentam certos níveis de umidade a temperatura é amenizada e, conseqüentemente, as injúrias por frio ou a morte são minimizadas (Dixon et al., 1979). Segundo Holmquist (1931) e Leather et al. (1993) os refúgios de hibernação são escolhidos pelos insetos por apresentarem uma menor amplitude de variação da temperatura e de umidade relativa do ar, o que segundo Salin et al. (2000) gera um ambiente mais estável para o inseto hibernar. Entretanto, em função da espessura da serapilheira e da orientação solar e eólica do refúgio estes dois parâmetros podem apresentar diferenças em pontos distintos do sítio (Mielitz, 1993). Assim, o padrão agregado constatado para *O. poecilus* pode estar relacionado a uma provável heterogeneidade do folheto de bambu fazendo com que *O. poecilus* prefira determinados locais em detrimento de outros.

Na Figura 3.2 estão apresentados os percentuais de insetos amostrados e de indivíduos mortos em cada uma das áreas de estudo durante o período intermediário da hibernação de *O. poecilus*. Em geral, houve uma tendência da população em permanecer nas porções mais centrais da área experimental em ambos os lados do bambuzal. Nas áreas

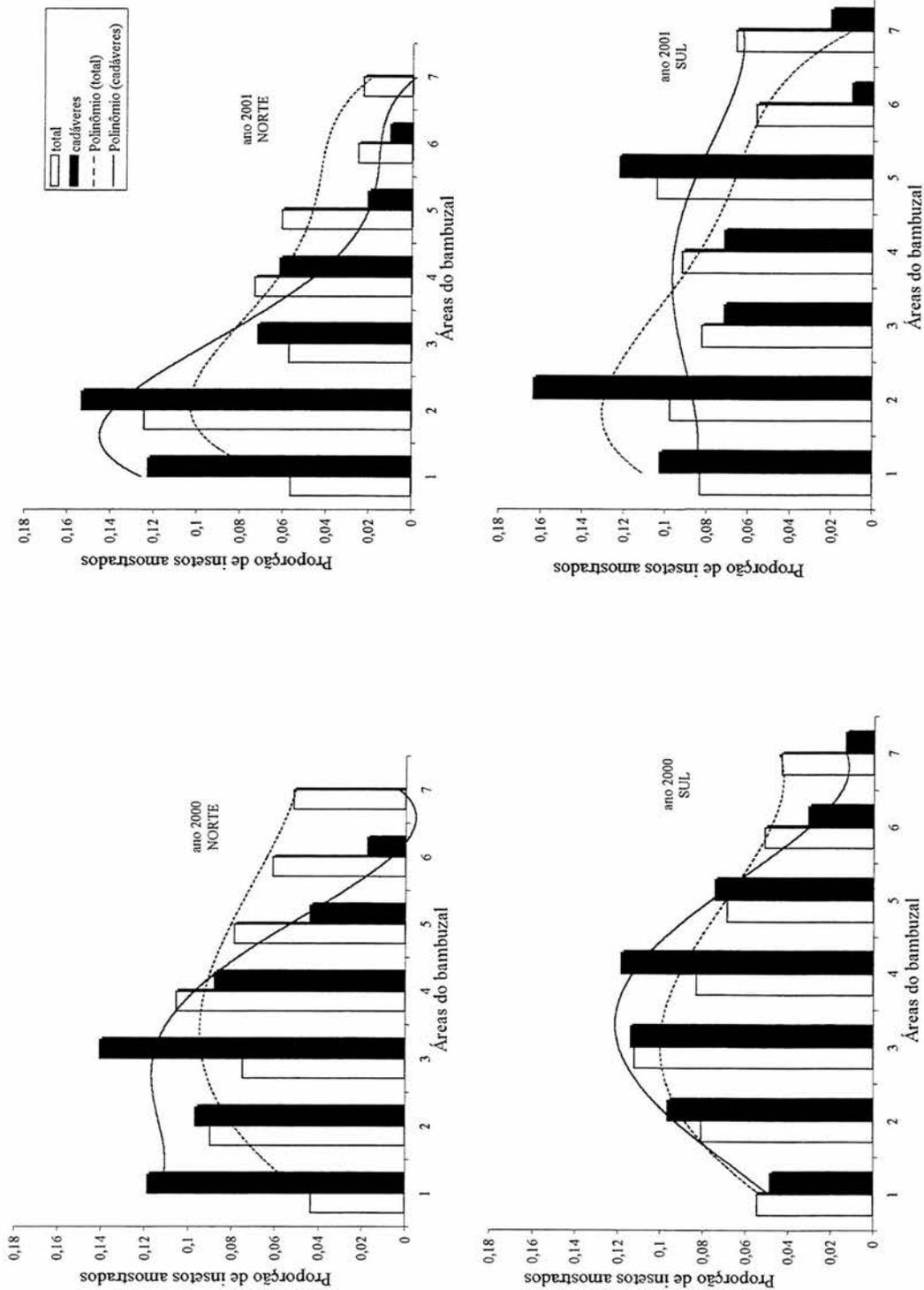


FIGURA 3.2. Percentual de indivíduos de *Oebalus poecilus* amostrados e de mortos em cada área por lado (norte e sul) do bambuzal durante o período intermediário da hibernação e respectivas curvas de tendência. Eldorado do Sul (30° 02'S e 51° 23'W), RS, 2000/01.

extremas (seis e sete), em ambos os lados evidenciou-se uma menor preponderância da população. Segundo Danks (1978) altas taxas de mortalidade são esperadas para os insetos que não hibernam no local mais favorável. No presente estudo o oposto foi constatado, áreas com maior concentração de insetos apresentaram os maiores percentuais de morte em ambas as exposições do bambuzal (Figura 3.2). Este fato pode explicar o ajuste das frequências obtidas do número de insetos mortos por unidade de amostra, a série binomial negativa em praticamente todos os subperíodos da hibernação, com índice k em torno de 0,98, o que evidencia o padrão de distribuição agregado também dos cadáveres do percevejo-do-grão.

O exame dos dados da Tabela 3.3 e do número de adultos de *O. poecilus* amostrados nos dois lados do bambuzal, nos diferentes subperíodos, permite supor que o percevejo-do-grão tenha ocupado o folheto de bambu, preponderantemente, pelo lado norte e também tenha abandonado o refúgio primeiro por este lado. Cabe ressaltar que o lado com a exposição norte é protegido dos ventos de direção leste e sudoeste, predominantes na região (Schubert, 2003), além disso, tanto no período de entrada quanto no de saída registrou-se a presença de uma vegetação espontânea abundante junto a este lado, onde constatou-se, em ambos os períodos, adultos do percevejo-do-grão alimentando-se.

Durante o período intermediário, nos dois anos de estudo, no lado com exposição sul registrou-se sempre um maior número de adultos do percevejo-do-grão. Este fato pode estar relacionado a alguma condição favorável do ambiente no lado sul. De fato, o lado sul é o mais exposto aos ventos predominantes na região, o que pode favorecer a manutenção de um ambiente menos úmido. Além disso, este lado era um pouco mais elevado que o norte, o que pode ter auxiliado a reduzir a umidade do solo próximo ao folheto. Tais aspectos podem ter tido influência no maior número de indivíduos

registrados nos períodos intermediários do processo de hibernação. Um padrão agregado de distribuição associado a uma condição de maior insolação e baixa umidade foi registrado para *Pissodes sorti* L. (Col., Curculionidae) e *O. oryzae* nos seus sítios de hibernação, respectivamente por Dixon et al. (1979) e Mielitz (1993).

O padrão de distribuição espacial agregado, encontrado para *O. poecilus* durante a fase de hibernação, elucidou um aspecto importante da dinâmica da população o qual terá papel importante em futuros programas de manejo que visem a redução populacional do percevejo-do-grão durante a hibernação.

4. Caracterização da diapausa imaginal reprodutiva de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)

4.1 Introdução

Oebalus poecilus, comumente conhecido por percevejo-do-grão, é uma das principais pragas referidas para a cultura do arroz irrigado no Brasil (Rossetto et al., 1972; Gallo et al., 2002). Apesar de sua reconhecida importância econômica, poucas são as informações relativas a aspectos da sua bioecologia, especialmente no período de hibernação. Albuquerque (1993), em estudo de laboratório, sugere que *O. poecilus* hiberna no período de março a novembro no Rio Grande do Sul. De fato, Santos et al. (2001), em Eldorado do Sul, RS, constataram que *O. poecilus* hiberna neste período, o qual pode ser dividido em: permanência no refúgio (maio-novembro); saída do refúgio (novembro-dezembro) e uma fase residual (dezembro-fevereiro).

Estudos acerca de características morfológicas dos órgãos internos de reprodução e do acúmulo de substâncias de reserva ainda são escassos, sobretudo em pentatomídeos. Kiritani (1963) utilizou as modificações das características morfológicas dos órgãos reprodutivos de *N. viridula* como ferramenta para estudar a dinâmica populacional deste percevejo. Nilakhe (1976) observou em *O. pugnax* que fêmeas

hibernantes apresentam ovários atrofiados e grande quantidade de corpos gordurosos no abdome. Silva (1988) baseado no aspecto dos ovários de *O. poecilus* identificou três idades fisiológicas: imatura, reprodutiva e pós-reprodutiva. Aner (1991) estabeleceu diferentes idades fisiológicas para fêmeas de *T. limbiventris* através das características do aparelho reprodutor, cecos gástricos e aspectos dos corpos gordurosos. Mais recentemente, Mourão & Panizzi (2000;2002) caracterizaram a diapausa e diferentes tipos morfológicos de *E. heros*.

O presente estudo foi conduzido para descrever o desenvolvimento dos órgãos internos de reprodução de *O. poecilus*, bem como avaliar o conteúdo de corpos gordurosos presentes na cavidade abdominal ao longo do período de hibernação.

4.2 Material & Métodos

Adultos de *O. poecilus* foram amostrados no folheto de bambu (*B. tuldoides*) em Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, de junho de 2000 a dezembro de 2001. Numa área de aproximadamente 140 m², desse bambuzal, foram retiradas, aleatoriamente, 56 unidades de amostra com 300 cm³ de folheto, em intervalos semanais ou quinzenais, totalizando 55 ocasiões de amostragem. Em laboratório, os percevejos foram extraídos das unidades amostrais de folheto, manualmente, e contados. Em torno de 40% dos indivíduos coletados em cada ocasião foram dissecados, perfazendo um total de 707 fêmeas e 695 machos. Os insetos foram mortos em vapores de acetato de etila e dissecados em álcool 70% sob estereomicroscópio, e o estado de desenvolvimento dos órgãos de reprodução, imaturo ou reprodutivo, registrado. Nas fêmeas, foram efetuadas medidas do comprimento e da largura dos ovários, dos ovidutos laterais, do oviduto comum e da espermateca, nos machos, dos testículos, dos canais deferentes e do bulbo ejaculatório, com o auxílio de uma ocular de medição micrométrica acoplada ao estereomicroscópio. Ilustrações dos sistemas

reprodutores foram realizadas com auxílio de um retículo quadriculado acoplado à ocular do estereomicroscópio.

A quantidade de corpos gordurosos presentes na cavidade abdominal foi avaliada de acordo com a proporção da cavidade que encontrava-se preenchida, como: 1= um terço; 2= dois terços e 3= três terços.

Nos meses de abandono do refúgio (novembro e dezembro) foram realizadas amostragens dos adultos, em oito ocasiões, na vegetação espontânea, a três metros do sítio de hibernação. Nesta etapa utilizou-se rede de varredura (abertura da rede, 30 cm Ø) efetuando um golpe por metro, totalizando 140 golpes por ocasião. Esta coleta teve como finalidade comparar o estado de desenvolvimento dos órgãos de reprodução e a quantidade de corpos gordurosos desses indivíduos, com a dos coletados no folheto de bambu. Para tanto, foram dissecados 103 fêmeas e 95 machos.

Os dados foram analisados estatisticamente com o auxílio do software SAS usando ANOVA e o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação de médias.

4.3 Resultados & Discussão

Órgãos internos de reprodução da fêmea

O aparelho reprodutor de fêmeas de *O. poecilus* é formado por um par de ovários, sendo cada um deles constituído por sete ovariolos, conforme já apontado por Silva (1988). Pendergrast (1957) salienta que sete é o número de ovariolos por ovário mais comumente encontrado para Heteroptera, sendo já relatado para *T. limbiventris* (Aner, 1991), *Scotinophara limosa* (Walker) (Kamaluddin & Ahmad, 1992), *Nazeeriana sindellus* (Mohammad et al., 1994). Os ovariolos são do tipo meroístico telotrófico (Chapman, 1985). Na extremidade de cada ovariolo, existe um filamento terminal o qual ao unir-se aos demais do mesmo ovário, forma o ligamento suspensório que se prende à parede do corpo

do inseto. Cada ovariolo se abre através de um pedicelo no respectivo oviduto lateral. Os ovidutos laterais unem-se na região distal dando origem ao oviduto comum. No limite dos ovidutos laterais com o oviduto comum existe um anel de microvilosidades. Uma espermateca piriforme encontra-se alojada entre os ovidutos laterais, e em sua extremidade existe um “ductus receptaculi” que a une com uma glândula.

Na fêmea imatura (Figura 4.1), os órgãos reprodutivos são frágeis e quase totalmente translúcidos, ocupando uma pequena proporção da cavidade abdominal do inseto, aspecto também observado para outros pentatomídeos (Kiritani, 1963; Nilakhe, 1976; Silva, 1988). Os ovários são diminutos, coalescentes e envolvidos por um emaranhado de traquéolas sendo difícil sua distinção. O comprimento do ovário, em média, corresponde ao dobro da largura, nos ovidutos laterais corresponde ao sêxtuplo da largura, enquanto no oviduto comum a dois terços da largura (Tabela 4.1). Os ovidutos laterais e o comum são translúcidos e possuem as paredes coalescentes. A espermateca é, em média, 3,5 vezes mais comprida do que larga (Tabela 4.1), translúcida e achatada, com a sua glândula pouco evidente.

Na fêmea sexualmente madura (Figura 4.2), os órgãos reprodutivos são maiores em relação a imatura, sendo a cavidade abdominal praticamente tomada por estes. O ovário praticamente dobra em comprimento e triplica em largura (Tabela 4.1). A região germário-vitelário é bem distinta devido aos oócitos presentes em diferentes estágios de desenvolvimento. Os oócitos, conforme o grau de desenvolvimento, apresentam coloração que varia de branca-leitosa a verde-clara. Os ovidutos laterais, em média, diminuem em um terço o comprimento e dobram em largura (Tabela 4.1), em função da presença de oócitos, em geral, em número de dois em cada oviduto lateral. Já no oviduto comum, observa-se o aumento do comprimento em aproximadamente um terço, sendo a largura mantida (Tabela 4.1). Em ambas as estruturas as maiores variações são percebidas no aumento de seus

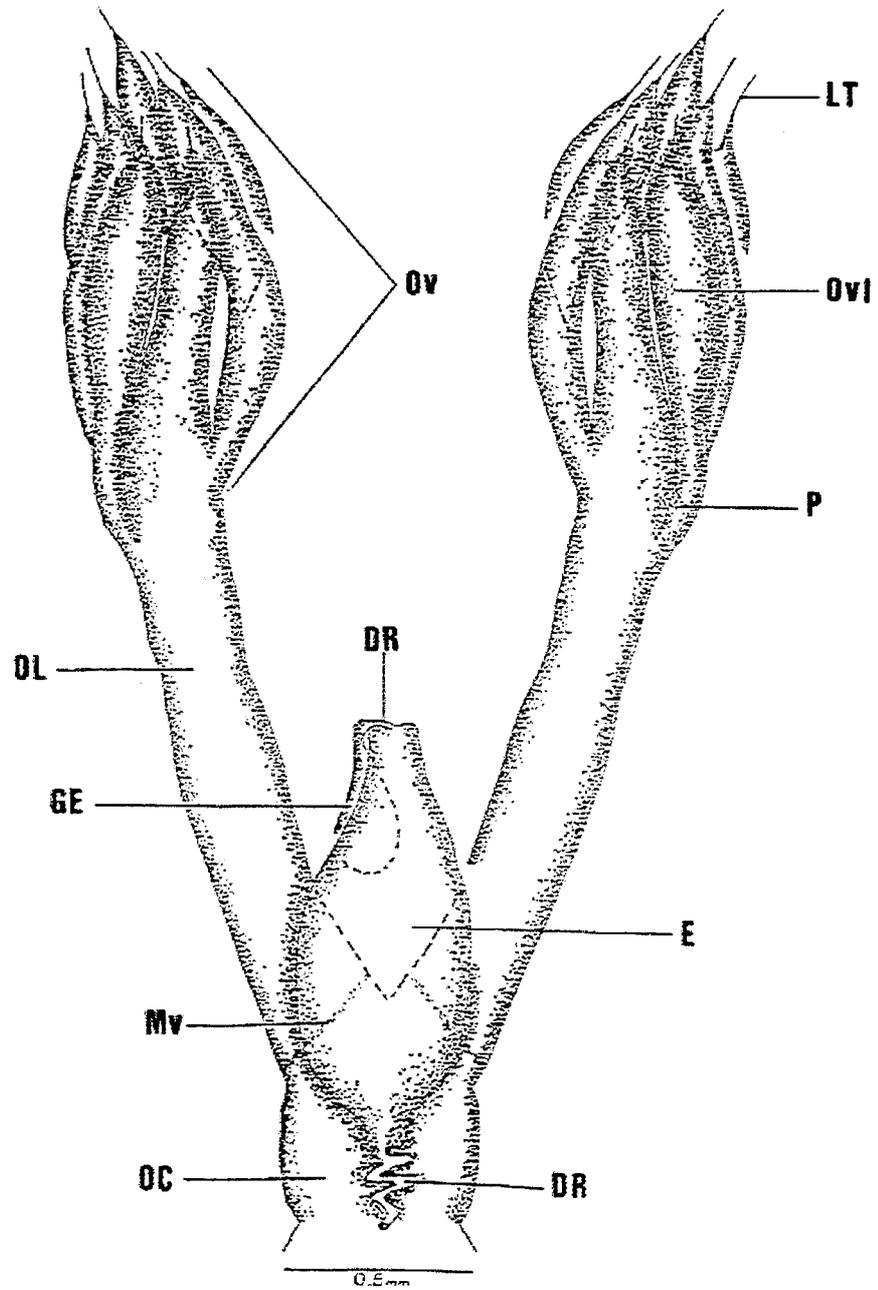


FIGURA 4.1. Órgãos internos de reprodução de uma fêmea sexualmente imatura de *Oebalus poecilus*, em vista dorsal. DR - ductus receptaculi; E - espermateca; GE - glândula da espermateca; LT - ligamento terminal; Mv - microvilosidades; OC - oviduto comum; OL - oviduto lateral; Ov - ovário; Ovl - ovariole; P- pedicelo.

TABELA 4.1 Valores médios do comprimento e largura (cm) de estruturas do sistema reprodutor, imaturo e reprodutivo, do macho e da fêmea de *Oebalus poecilus* (média \pm EP ; n = nº de medidas).

Estrutura	Imaturo		Reprodutivo	
	Comprimento (n)	Largura (n)	Comprimento (n)	Largura (n)
Ovário	0,12 \pm 0,001 (153)	0,06 \pm 0,001 (153)	0,23 \pm 0,007 (24)	0,18 \pm 0,008 (24)
Oviduto lateral	0,06 \pm 0,001 (79)	0,01 \pm 2x10 ⁻⁴ (79)	0,04 \pm 0,002 (16)	0,02 \pm 0,001 (16)
Oviduto comum	0,02 \pm 4,8x10 ⁻⁴ (79)	0,03 \pm 5,6x10 ⁻⁴ (79)	0,03 \pm 0,001 (15)	0,03 \pm 0,002 (15)
Espermateca	0,07 \pm 8,8x10 ⁻⁴ (69)	0,02 \pm 5,6x10 ⁻⁴ (69)	0,07 \pm 0,002 (17)	0,02 \pm 0,001 (17)
Testículo	0,04 \pm 4,7x10 ⁻⁴ (170)	0,06 \pm 6,6x10 ⁻⁴ (170)	0,08 \pm 0,001 (29)	0,16 \pm 0,002 (29)
Canal deferente	0,12 \pm 0,002 (85)	0,01 \pm 2,3x10 ⁻⁴ (85)	0,09 \pm 0,004 (14)	0,01 \pm 5,7x10 ⁻⁴ (14)
Bulbo ejaculatório	0,04 \pm 4,6x10 ⁻⁴ (84)	0,04 \pm 4,5x10 ⁻⁴ (84)	0,03 \pm 1,8x10 ⁻⁴ (15)	0,03 \pm 5,1x10 ⁻⁴ (15)

volumes, associado à passagem dos oócitos. A espermateca torna-se ovalada, e não mostra variações em tamanho (Tabela 4.1). A glândula da espermateca aumenta de volume e adquire coloração branca-leitosa, assim como o “ductus receptaculi”.

Com relação à variação no tamanho dos ovários ao longo do período de hibernação, constatou-se que há um pequeno aumento dos ovários durante a permanência no sítio de hibernação, entretanto, este não foi tão nítido quanto o dos machos (Figura 4.3A). A partir da segunda semana de novembro é que foram observadas as maiores variações ($P > 0,05$) entre as fêmeas coletadas na vegetação espontânea em comparação com as amostradas no sítio de hibernação. Além disso, oócitos em desenvolvimento foram constatados apenas em fêmeas coletadas fora do sítio. Estes resultados sugerem que o amadurecimento sexual das fêmeas ocorra fora do sítio de hibernação.

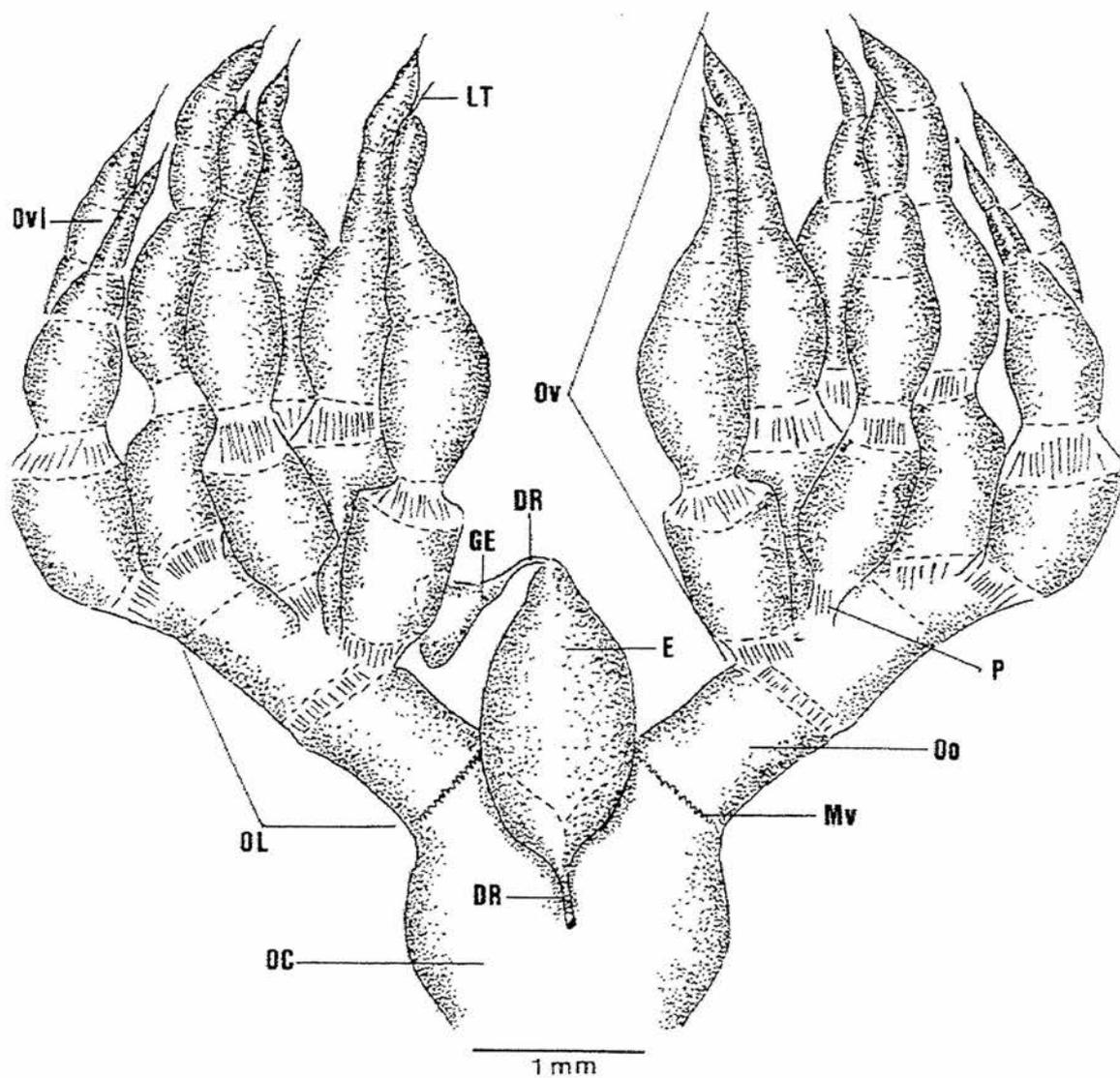


FIGURA 4.2. Órgãos internos de reprodução de uma fêmea sexualmente madura de *Oebalus poecilus*, em vista dorsal. DR - ductus receptaculi; E - espermateca; GE - glândula da espermateca; LT - ligamento terminal; Mv - microvilosidades; OC - oviduto comum; OL - oviduto lateral; Oo - oócito; Ov - ovário; Ovl - ovaríolo; P- pedicelo.

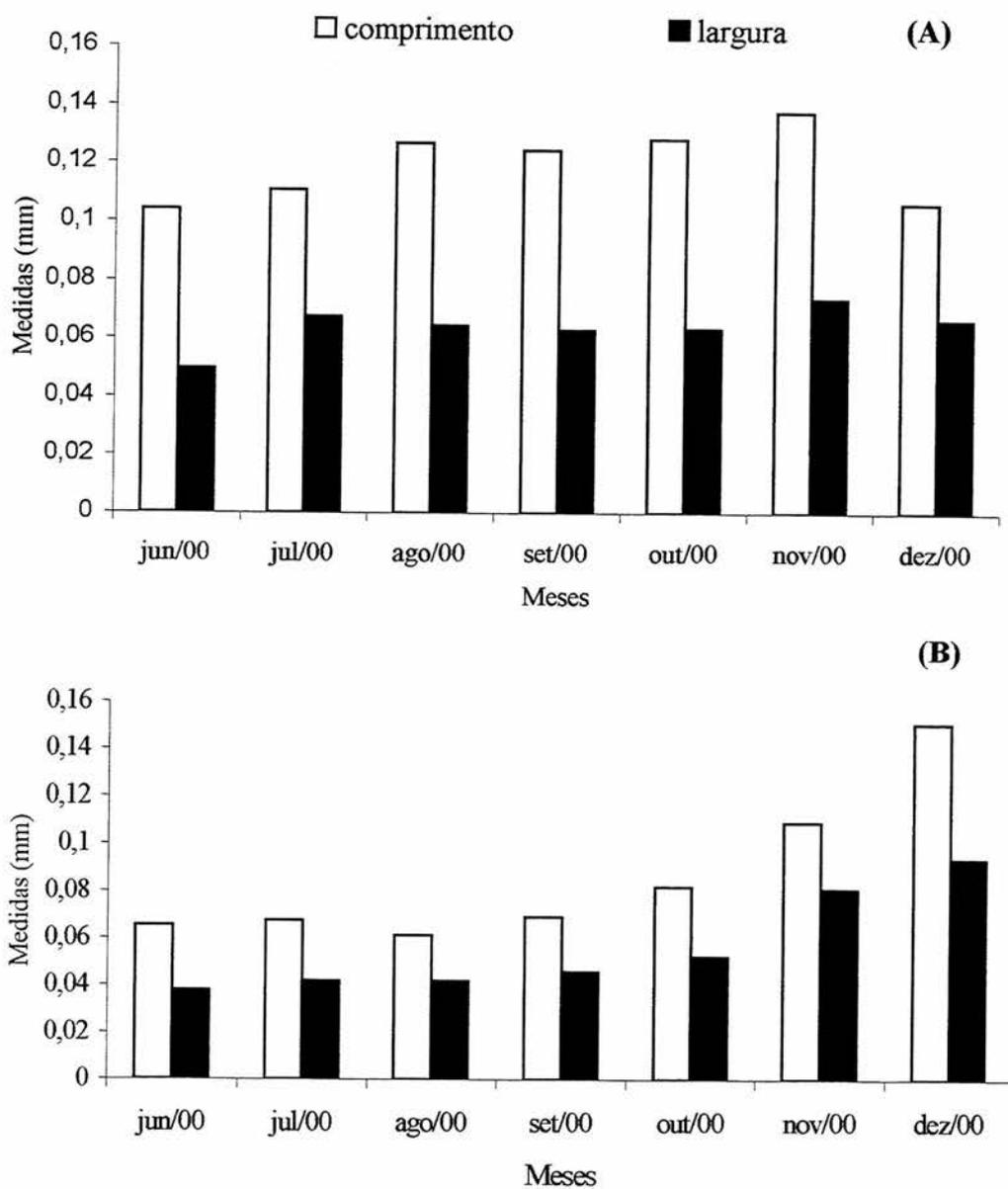


FIGURA 4.3. Valores médios mensais do comprimento e largura dos ovários (A) e dos testículos (B) de *Oebalus poecilus* durante a hibernação no período de julho a dezembro de 2000. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.

Órgãos internos de reprodução do macho

No macho há um par de testículos alaranjados longos e ovalados com sete folículos testiculares cada. Ligada ao testículo encontra-se a vesícula seminal praticamente indistinta do vaso deferente, o qual é longo e fino com cor semelhante a do testículo. Cada vaso deferente na região distal, antes da ligação ao bulbo ejaculatório, é revestido por uma glândula acessória do tipo mesadenia, em forma de saco, com coloração branca leitosa. O bulbo ejaculatório tem forma de balão e é encoberto, dorsalmente, por uma glândula acessória de formato irregular. Essas estruturas que compõem o sistema reprodutor do macho já foram encontradas e descritas nos pentatomídeos *S. limosa* (Kamaluddin & Ahmad, 1992) e *N. sindellus* (Mohammad et al., 1994).

No macho sexualmente imaturo (Figura 4.4), os órgãos internos reprodutivos são reduzidos e ocupam uma pequena parte da cavidade abdominal. Os testículos são diminutos, uma vez e meia maiores em largura do que em comprimento (Tabela 4.1). O sistema é envolvido por um grande número de traqueolas e corpos gordurosos. A vesícula seminal é pouco dilatada e se confunde com o vaso deferente. A glândula mesadenia tem coloração branca leitosa enquanto a glândula acessória é transparente. A cor alaranjada dos testículos, das vesículas seminais e dos vasos deferentes facilita sua visualização entre os demais órgãos internos do inseto. Os vasos deferentes são em média 12 vezes mais compridos do que largos. O bulbo ejaculatório possui as mesmas medidas de comprimento e largura (Tabela 4.1).

O sistema reprodutor sexualmente maduro (Figura 4.5) é maior do que o imaturo, e ocupa mais de dois terços da cavidade abdominal do inseto. Os testículos dobram em comprimento e praticamente triplicam em largura (Tabela 4.1), sendo o aumento em tamanho a principal característica para distinção entre a fase reprodutiva e a não reprodutiva. Além disso, a vesícula seminal encontra-se dilatada distinguindo-se do

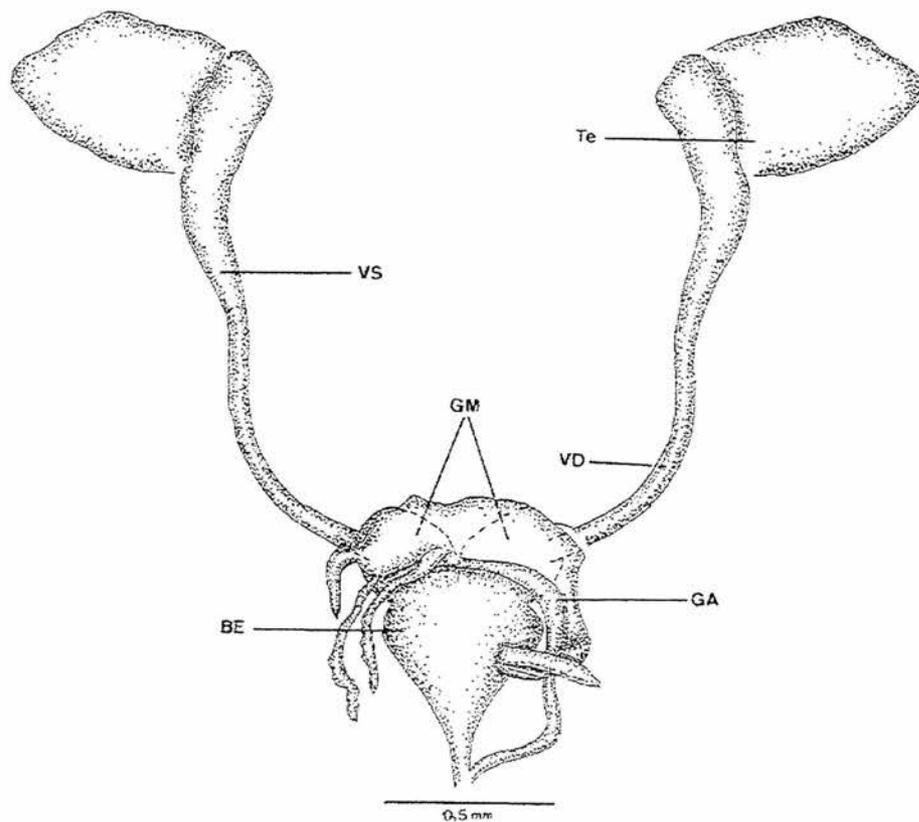


FIGURA 4.4. Órgãos internos de reprodução de um macho sexualmente imaturo de *Oebalus poecilus*, em vista dorsal. BE - bulbo ejaculatório; GA - glândula acessória; GM - glândula mesadenia; VD - vaso deferente; VS - vesícula seminal; Te - testículo.

vaso deferente. Vasos deferentes diminuem em torno de um quarto no comprimento sendo a largura mantida. No bulbo ejaculatório ocorre uma redução de um quarto em ambas as medidas.

Com relação à variação no tamanho dos testículos ao longo do período de hibernação, observou-se que há um aumento progressivo dos testículos em largura e comprimento a partir da primeira semana de outubro até dezembro (Figura 4.3B), sendo que a partir da segunda quinzena de novembro não se verificou diferença, estatisticamente significativa ($P < 0,05$), nas medidas entre machos coletados no sítio de hibernação e fora deste. Estes resultados sugerem que o amadurecimento sexual dos machos ocorra ainda dentro do sítio de hibernação.

Caracterização da diapausa

O percentual mensal de fêmeas e machos de *O. poecilus* em cada uma das três categorias de níveis de corpos gordurosos é mostrado na Figura 4.6.

A cavidade abdominal das fêmeas e dos machos é preenchida em mais de dois terços por corpos gordurosos já no início do período de entrada no refúgio (março) (Figura 4.7). O acúmulo de reservas armazenadas em forma de corpos gordurosos antes da entrada no sítio de hibernação é um aspecto já apontado por Beck (1980) e Tauber et al. (1986). Radjabi (1995) verificou que adultos de *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae) possuem duas vezes mais peso ao entrarem no sítio de hibernação do que quando saem desse. Além da grande quantidade de reservas em forma de corpos gordurosos, constatou-se que fêmeas e machos do percevejo-do-grão invadem o refúgio de hibernação com o aparelho reprodutor sexualmente imaturo (Figuras 4.1 e 4.4). Esse aspecto caracteriza a diapausa imaginal reprodutiva em Insecta (Lees, 1955; Beck, 1980; Tauber et al., 1986). Kiritani (1963) utilizou tais características para determinar a diapausa

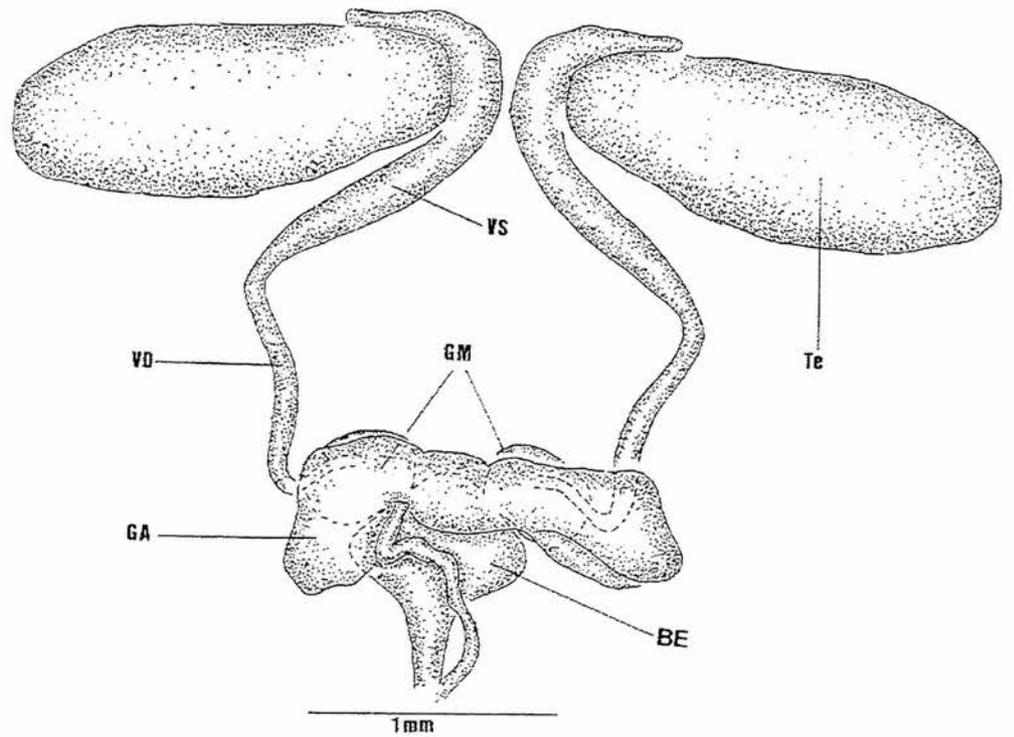


FIGURA 4.5. Órgãos internos de reprodução de um macho sexualmente maduro de *Oebalus poecilus*, em vista dorsal. BE - bulbo ejaculatório; GA - glândula acessória; GM - glândula mesadenial; VD - vaso deferente; VS - vesícula seminal; Te - testículo.

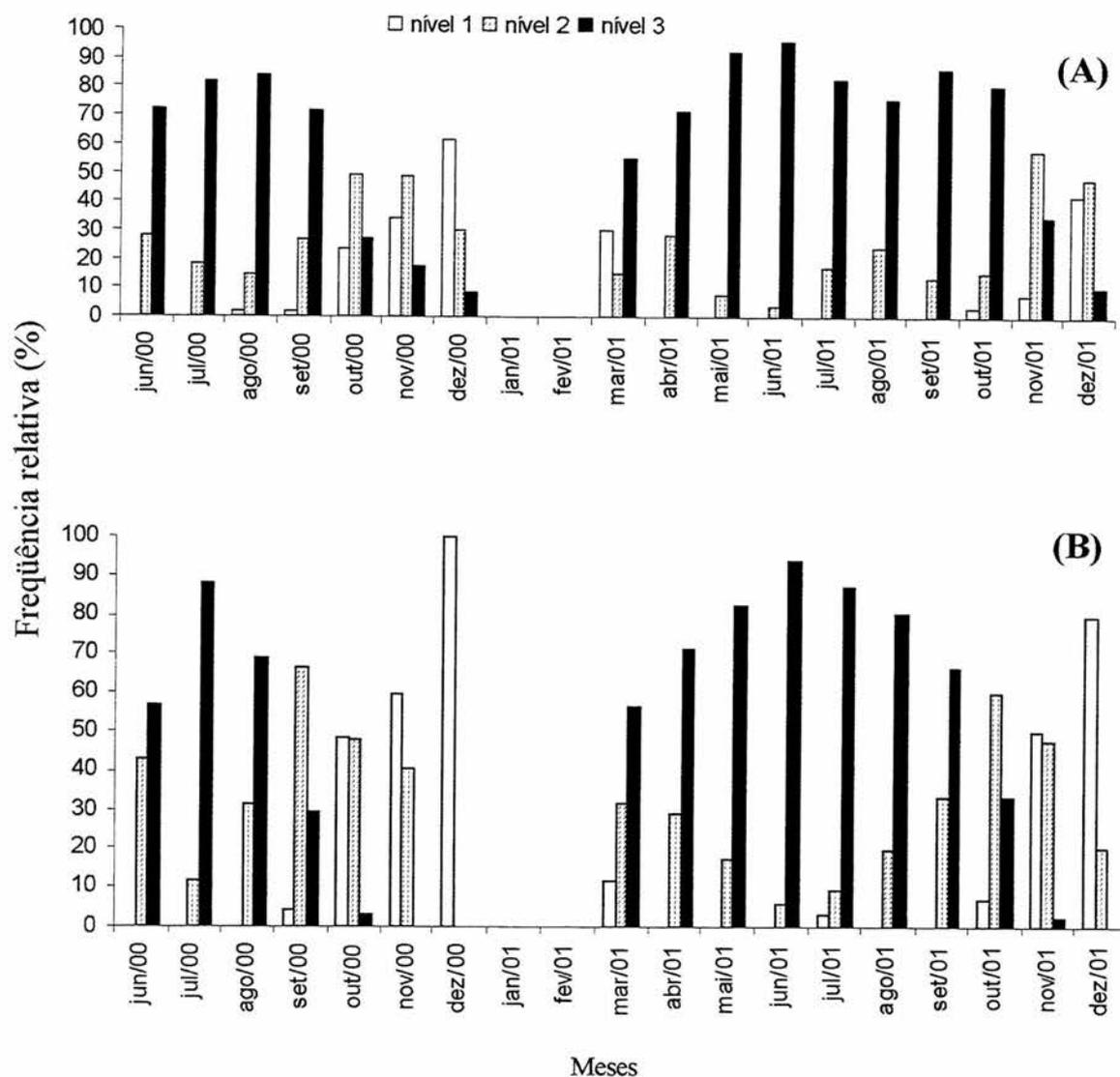


FIGURA 4.6. Frequência relativa mensal do número de indivíduos de *Oebalus poecilus* em cada nível de corpos gordurosos presentes na cavidade abdominal, fêmeas (A) e machos (B), no período de junho/00 a dezembro/01. (1, 2 e 3 indicam, respectivamente, 1/3, 2/3 e 3/3 da cavidade abdominal preenchida com corpos gordurosos). Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.

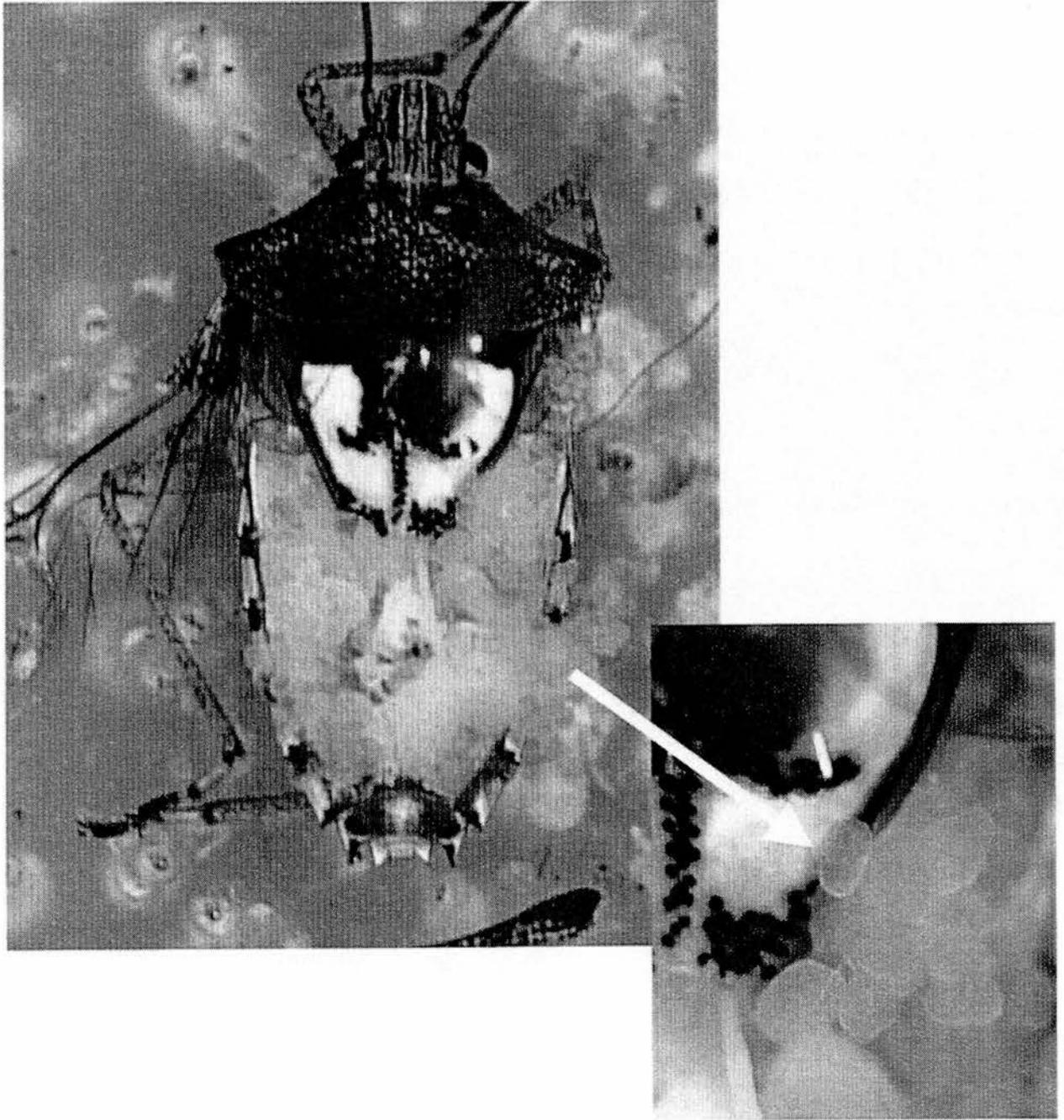


FIGURA 4.7. Vista dorsal da cavidade abdominal de *Oebalus poecilus* completamente preenchida com corpos gordurosos, no detalhe um conjunto de corpos gordurosos.

em *N. viridula*, Nilakhe (1976) para *O. pugnax*, e Aner (1991) para *T. limbiventris*. Mourão & Panizzi (2000;2002) utilizaram o comprimento do espinho pronotal para caracterizar a diapausa em *E. heros*. Segundo os autores, fêmeas sexualmente imaturas apresentam espinhos pronotais pouco desenvolvidos comparado com fêmeas reprodutivas. Albuquerque (1993) também verificou que formas diapausantes de *O. poecilus* mostravam espinhos umerais pouco desenvolvidos e órgãos reprodutivos sexualmente imaturos.

Portanto, é válido assumir que *O. poecilus* permanece em diapausa imaginal reprodutiva de meados de março até o final de outubro. Estes resultados corroboram aqueles apontados por Amaral (1949) que constatou, em laboratório, que os adultos do percevejo-do-grão permanecem inativos durante o inverno, copulando somente no final de outubro e iniciando a atividade reprodutiva na primeira semana de novembro.

A partir dos meses de agosto, para os machos e de outubro para as fêmeas, o percentual de indivíduos nas categorias 1 e 2 começa a elevar-se, sendo, porém, mais pronunciado nos machos (Figura 4.6). Estes resultados indicam que com a proximidade da época de abandono do refúgio de hibernação, início de novembro, conforme relatado por Santos et al. (2001), há um grande consumo de energia provavelmente usado para o amadurecimento do sistema reprodutor e para a atividade de vôo. Radjabi (1995) verificou redução em média de 25% no peso de *E. integriceps* entre o início e o fim da hibernação.

Associando os resultados obtidos relativos aos corpos gordurosos com a variação observada no desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, pode-se supor que as reservas armazenadas (corpos gordurosos), nas fêmeas, não são suficientes para promover o completo amadurecimento sexual, principalmente a produção de oócitos, a qual tem um custo energético maior. De fato a produção de ovos envolve acúmulo de energia e nutrientes (Parra, 1991). Desta forma, parece que a busca de alimento fora do sítio de hibernação é necessária para que ocorra o desenvolvimento dos ovários. Por outro lado,

nos machos as reservas em forma de corpos gordurosos parecem suficientes para promover o amadurecimento sexual. O desenvolvimento reprodutivo precoce dos machos em relação às fêmeas também pode ser explicado pelo processo de produção de gametas. Nijhout (1998) aponta que para espécies de ciclo de vida curto, nos machos não há produção cíclica de gametas, enquanto nas fêmeas a vitelogênese envolve diversas etapas, onde os corpos gordurosos têm papel importante.

A entrada no refúgio de hibernação com a cavidade abdominal preenchida com corpos gordurosos e o sistema reprodutor imaturo permite que *O. poecilus* atravesse o período desfavorável, maximizando a sobrevivência.

Este estudo, incluindo a compreensão e caracterização da diapausa, é importante para a interpretação de dados populacionais de campo e, conseqüentemente, pode subsidiar o manejo integrado de pragas (Tyndale-Biscoe, 1984; Aner & Becker, 1991; Redaelli et al., 1995; Diefenbach et al., 1998).

5. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) em adultos de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)

5.1 Introdução

Oebalus poecilus, comumente referido por percevejo-do-grão, tem distribuição Neotropical, com ocorrência em quase todos os países da América do Sul (Becker & Grazia-Vieira, 1971; Grazia-Vieira & Casini, 1973). Este percevejo por alimentar-se, preferencialmente, do grão, acarreta perdas consideráveis na produção, sendo por esta razão considerado uma das principais pragas da cultura do arroz irrigado (Amaral, 1949, Rossetto et al., 1972; Zucchi et al., 1993; Gallo et al., 2002). Apesar do reconhecimento dos danos causados por *O. poecilus* neste cereal, persiste a falta de informações sobre a ação de agentes naturais de mortalidade sobre populações do percevejo, especialmente no período de hibernação.

A busca de alternativas de redução populacional de insetos-praga com menor impacto ambiental tem sido uma constante na pesquisa nos últimos anos. Entre as estratégias estudadas, a utilização de fungos entomopatogênicos parece ser uma alternativa eficiente e segura (Moino Jr., 2000). Segundo Alves (1998) a alta patogenicidade apresentada por alguns microrganismos, a capacidade de multiplicação e dispersão no

ambiente, o caráter enzoótico e a não toxicidade são atributos favoráveis para que este tipo de estratégia possa fazer parte de um conjunto de medidas que, atuando em harmonia com o ambiente, seja capaz de reduzir populações de insetos indesejáveis para níveis que não provoquem danos de monta.

Segundo Krebs (1986) o êxito de um agente para controle biológico depende, entre outros fatores, da sua adaptação ao ambiente e ao hospedeiro. Neste sentido, Martins & Lima (1994) verificaram a virulência de diversos isolados de *M. anisopliae* para adultos de *T. limbativentris*, constatando que o CP172, isolado de *T. limbativentris*, foi o mais promissor, causando mortalidade de 87%. Em estudo realizado a campo, Martins et al. (1997) comprovaram que isolados de *M. anisopliae* ocasionam mortalidade de adultos de *T. limbativentris* entre 46,5 e 88,7%, independente da forma de aplicação do fungo, sendo que os melhores resultados foram obtidos com isolados provenientes da mesma espécie de percevejo ou de espécies da mesma família.

Em insetos hibernantes, Tsuzuki et al. (1984) apontam *B. bassiana* como um importante fator de mortalidade e promissor candidato a ser utilizado como biocontrolador de *L. oryzae*. Mielitz (1993) constatou que *B. bassiana* foi a principal causa de mortalidade de *O. oryzae* durante a hibernação. Segundo a autora, durante a hibernação os insetos permanecem em baixa atividade e confinados em altas densidades, características que favorecem o desenvolvimento de doenças fúngicas. Nitta & Grey (1996) verificaram que o uso de *B. bassiana* e *M. anisopliae* aplicados diretamente sobre *L. oryzae* após a hibernação é efetivo para o controle da espécie.

Assim, este estudo objetivou obter um isolado fúngico entomopatogênico atuante no período de hibernação de *O. poecilus* e testar sua patogenicidade em adultos hibernantes e não-hibernantes do percevejo.

5.2 Material & Métodos

Ao longo de um período de hibernação de *O. poecilus*, em um bambuzal formado por *B. tuldoides*, no município de Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, foram coletados indivíduos que apresentavam crescimento micelial branco a partir das regiões intersegmentares, formando uma bordadura branca contornando os hemiélitros, pronoto e cabeça (Figura 5.1). De um indivíduo com estas características foi realizado o isolamento do fungo em meio de cultura BDA, até a obtenção de cultura pura, e a multiplicação em frascos Erlenmeyers (250 mL) com 60g de arroz e 15 mL de água destilada, autoclavagem durante 30 min a 120° C, e acondicionamento em câmara BOD a 26 ±1° C. O fungo isolado foi remetido em meio de cultura BDA ao Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez (Embrapa-Soja) para a identificação.

Para testar a patogenicidade do isolado em adultos não-hibernantes do percevejo-do-grão realizou-se um bioensaio no laboratório da Estação Experimental da Epagri em Itajaí, SC, em janeiro de 2001. Foram utilizados adultos de *O. poecilus* de 0-4 dias de idade, obtidos a partir de ninfas coletadas em uma lavoura comercial de arroz irrigado no município de Ilhota, SC. O experimento foi conduzido num delineamento completamente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições (10 insetos/repetição). Os tratamentos consistiram na inoculação dos insetos com suspensões de conídios do patógeno, retirados das colônias formadas em grãos de arroz, em água destilada adicionada de uma gota de Tween 80 por litro de água. As concentrações das suspensões utilizadas foram de 5×10^5 ; 5×10^7 ; $1,25 \times 10^9$ conídios/mL, e testemunha (água destilada + Tween 80). O número de conídios por mL de suspensão foi determinado com auxílio de câmara de Neubauer. A inoculação dos insetos com o fungo, foi realizada por imersão em suspensão de conídios por dois segundos.



FIGURA 5.1. Adulto de *Oebalus poecilus* hibernante contaminado com fungo.

Após a inoculação, os insetos foram acondicionados em frascos de vidro (250mL), cobertos com tecido tipo voile afixado por meio de atilho. Como alimento foram oferecidas duas panículas de arroz lavadas em água destilada, cortadas na base, sendo esta envolta por um chumaço de algodão hidrofílico embebido em água destilada, as quais foram substituídas a cada dois dias. Os frascos com os insetos foram mantidos na bancada do laboratório em temperatura de $25 \pm 3^\circ \text{C}$, por sete dias. Diariamente, foram efetuadas leituras, computando-se o número de indivíduos mortos.

Para confirmação de infecção, os insetos mortos foram colocados em câmara úmida que consistiu de uma placa de Petri revestida, internamente, na base, com papel filtro umedecido em água destilada, mantida em estufa BOD (28°C) até a constatação da esporulação do fungo.

Bioensaios, semelhantes ao descrito anteriormente, foram realizados com percevejos hibernantes coletados em folheto de bambu, porém os insetos não sobreviveram, inclusive aqueles utilizados como testemunha, por um período de tempo superior a três dias, após terem sido retirados do sítio de hibernação, o que comprometeu os resultados.

Em condições naturais, o efeito da aplicação de *B. bassiana* sobre *O. poecilus* hibernante foi averiguado entre mai/02 e jul/02 em um bambuzal situado no município de Eldorado do Sul ($30^\circ 02' \text{S}$ e $51^\circ 23' \text{W}$) RS. Neste bambuzal foram considerados para o estudo 90 m^2 e demarcadas nove áreas de 10 m^2 . Cada uma destas nove áreas foi subdividida em subáreas de $1 \times 1 \text{ m}$, ficando cada área constituída por 10 subáreas de 1 m^2 . Perpendicularmente ao comprimento do bambuzal, cada subárea foi subdividida em porções de 20 cm de comprimento, num total de cinco porções de $0,2 \text{ m}^2$ em cada metro. Foi utilizado o delineamento completamente casualizado com três tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de: a) suspensão de conídios em água destilada com

uma gota de Tween 80 (1L/m² de folheto) pulverizada sobre o folheto; b) conídios lançados, manualmente, com o meio de cultura grãos de arroz, seguido de pulverização de um litro de água destilada com uma gota de Tween 80 por m² de folheto; c) testemunha, pulverização de um litro água destilada com uma gota de Tween 80 por m² de folheto (Figura 5.2). Para cada m² do folheto aplicou-se uma quantidade de conídios equivalente a 10¹³ conídios/ha. Os tratamentos foram dispostos, aleatoriamente, em áreas de 10 m² do bambuzal, após revolvimento superficial do folheto, para facilitar a penetração do isolado. Um sistema estratificado aleatório de amostragem foi utilizado, onde em cada uma das nove áreas foram retiradas, semanalmente, quatro unidades de amostra de 300 cm³ de folheto, das subáreas e porções, previamente sorteadas. As amostragens iniciaram um mês antes da aplicação dos tratamentos para avaliação do número médio de adultos de *O. poecilus* com *B. bassiana*, eventualmente presentes no refúgio e estenderam-se por mais um mês após a aplicação dos tratamentos. Em laboratório, os percevejos foram, manualmente, extraídos das amostras, separados e contados. Os insetos mortos foram agrupados conforme as características externas em: a) parasitados (que mostravam perfuração na genitália); b) com fungo (que evidenciavam crescimento micelial na superfície do corpo); c) íntegros (que não evidenciavam alteração externa). Todos os insetos coletados mortos foram acondicionados em câmara úmida, seguindo o procedimento anteriormente descrito.

5.3 Resultados & Discussão

O isolado identificado é *B. bassiana* e foi armazenado na coleção de culturas de fungos entomopatogênicos da Embrapa-Soja com o número de acesso Bb353. Cabe ressaltar que até o momento não havia sido constatada a ocorrência natural de *B. bassiana* em *O. poecilus* e, portanto, obtida uma linhagem selvagem deste fungo.

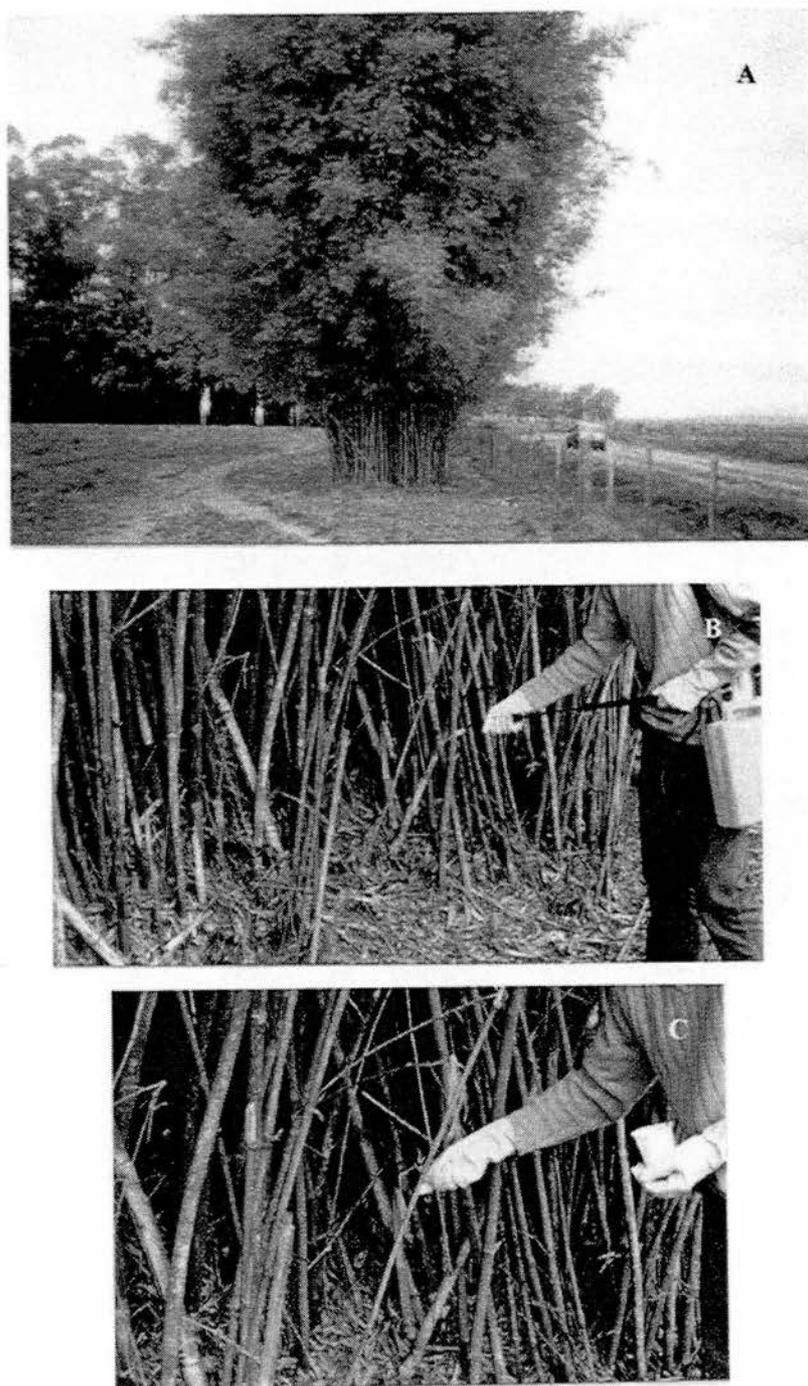


FIGURA 5.2. Vista do agrupamento de bambu onde foi aplicado o isolado de *Beauveria bassiana* (A); aplicação do fungo em suspensão com água (B); e a seco, com meio de cultura, grãos de arroz (C). Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS.

O isolado testado mostrou-se patogênico a *O. poecilus* não-hibernante em todas as concentrações utilizadas, sendo o maior percentual de mortalidade registrado nos insetos inoculados com $1,25 \times 10^9$ conídios/mL (Tabela 5.1).

TABELA 5.1. Mortalidade cumulativa corrigida de *Oeobalus poecilus* aos sete dias após o contágio em diferentes concentrações de suspensões de conídios de *Beauveria bassiana* e percentual de insetos com esporulação.

Suspensão (conídios/ml)	Mortalidade corrigida ⁽¹⁾ (%)	% de insetos com esporulação
5×10^5	6,25 bc ²	7,69 c
5×10^7	31,25 b	51,51 b
$1,25 \times 10^9$	84,37 a	78,72 a
testemunha	36,00 c	0

⁽¹⁾ Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

⁽²⁾ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%)

O número de insetos mortos aumentou ao longo do período experimental em todos os tratamentos inclusive na testemunha (Figura 5.3). A partir do 4º dia observou-se que a concentração $1,25 \times 10^9$ conídios/mL destacou-se das demais provocando mortalidade superior aos demais tratamentos até o término do estudo, quando atingiu 84.37% (Tabela 5.1). Com base na equação obtida pela análise de regressão ($y = 0,0136x^2 - 0,0637x + 0,362$; $R^2 = 0,9952$), estimou-se como concentração letal média $1,96 \times 10^6$ conídios/mL. De acordo com a equação que representa a mortalidade do percevejo-do-grão ao longo do tempo após a aplicação da suspensão $1,25 \times 10^9$ conídios/mL, estimou-se como sendo de 4,8 dias o tempo letal médio para esta concentração. Resultados próximos ao do presente estudo foram encontrados por Tonet & Reis (1979) em condições controladas (20°C; 12h fotofase), aplicando uma suspensão de *B. bassiana* com $1,6 \times 10^7$ conídios/mL em *N. viridula* os quais verificaram um tempo letal entre 4 e 5 dias após inoculação. Da mesma forma, Sosa-Gomez & Moscardi (1998) trabalhando em condições controladas ($26 \pm 1,5^\circ\text{C}$; 16h fotofase e 90%UR) com *M. anisopliae* numa concentração de

10%, registraram tempos letais médios de $4,3 \pm 0,2$ e $4,6 \pm 0,2$ dias para *P. guildinii* e *N. viridula*, respectivamente. A proximidade dos resultados em um processo de infecção complexo o qual segundo Alves (1998) envolve as fases de adesão, germinação, formação do apressório, penetração, colonização, reprodução e disseminação, indica que 4 dias parecem ser suficientes para que se observe a mortalidade decorrente da aplicação do isolado fúngico nas condições em que foi realizado o estudo.

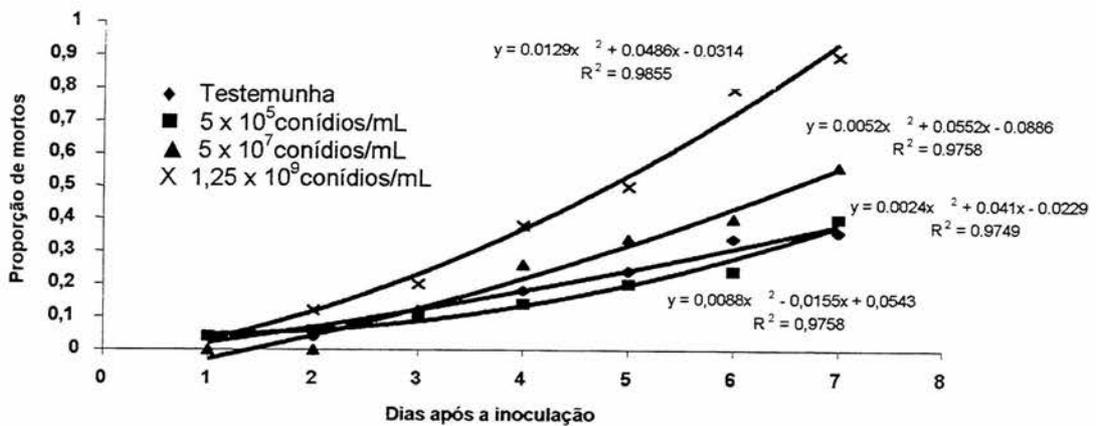


FIGURA 5.3. Mortalidade cumulativa diária de *Oebalus poecilus* decorrente da aplicação de suspensões de conídios de *Beauveria bassiana* em laboratório.

A confirmação de infecção, obtida a partir da esporulação, não foi observada em todos os indivíduos mortos em cada tratamento (Tabela 5.1). Tonet & Reis (1979) também observaram este aspecto, uma vez que 14 dias após a inoculação de *B. bassiana* registraram 100% de mortalidade do hospedeiro e, em apenas 87,5% dos insetos mortos a esporulação. Martins & Lima (1994); Martins et al. (1997), atribuem esta constatação a um desenvolvimento incompleto do fungo, o qual causa morte do hospedeiro sem contudo esporular por falta de condições adequadas de temperatura e/ou umidade. Assim, parece que de fato numa parte dos insetos mortos, por alguma condição adversa para o fungo, a

visualização de suas estruturas reprodutivas não é possível. O percentual de esporulação nos cadáveres aumentou da menor para a maior concentração de conídios (Tabela 5.1). Na concentração $1,25 \times 10^9$ conídios/mL este percentual atingiu 78,72% de esporulação, superior ao encontrado por Tonet & Reis (1979) no 7º dia (68,7%) e por Martins & Lima (1994) (38%) com 5×10^8 conídios/mL de *B. bassiana* sobre *T. limbativentris* em laboratório.

No processo de redução populacional de insetos-praga com a utilização de fungos entomopatogênicos, a persistência e aumento do patógeno na área estão diretamente ligados a capacidade de esporulação e disseminação no ambiente. Desta forma, tem-se evidências de que o isolado selvagem testado de *B. bassiana* comportou-se, em laboratório, de maneira peculiar sobre o percevejo-do-grão, ocasionando mortalidade na ordem de 84,37% e 78,7% de esporulação nos indivíduos mortos.

Apesar do resultado promissor obtido em laboratório, em condições naturais a utilização do isolado selvagem de *B. bassiana* não ocasionou mortalidade na população hibernante do percevejo-do-grão (Figura 5.4).

Na tentativa de explicar o insucesso do isolado no sítio de hibernação, cabe lembrar que vários fatores atuam num processo de infecção por fungos entomopatogênicos. Assim, como o processo se inicia pelo tegumento do inseto, o próprio refúgio de hibernação estudado (folhedo de bambu) é um ambiente que naturalmente dificulta o contato direto do conídio com o corpo do inseto que está abrigado em seu interior. Associado a isso, McCoy et al. (1988) relatam que *B. bassiana* é capaz de viver saprofiticamente sobre material orgânico morto, como restos de vegetais, organismos vertebrados e invertebrados. De fato, em laboratório, constatou-se que cadáveres de *O. poecilus* hibernantes banhados em uma suspensão de $2,5 \times 10^8$ conídios/mL do isolado de

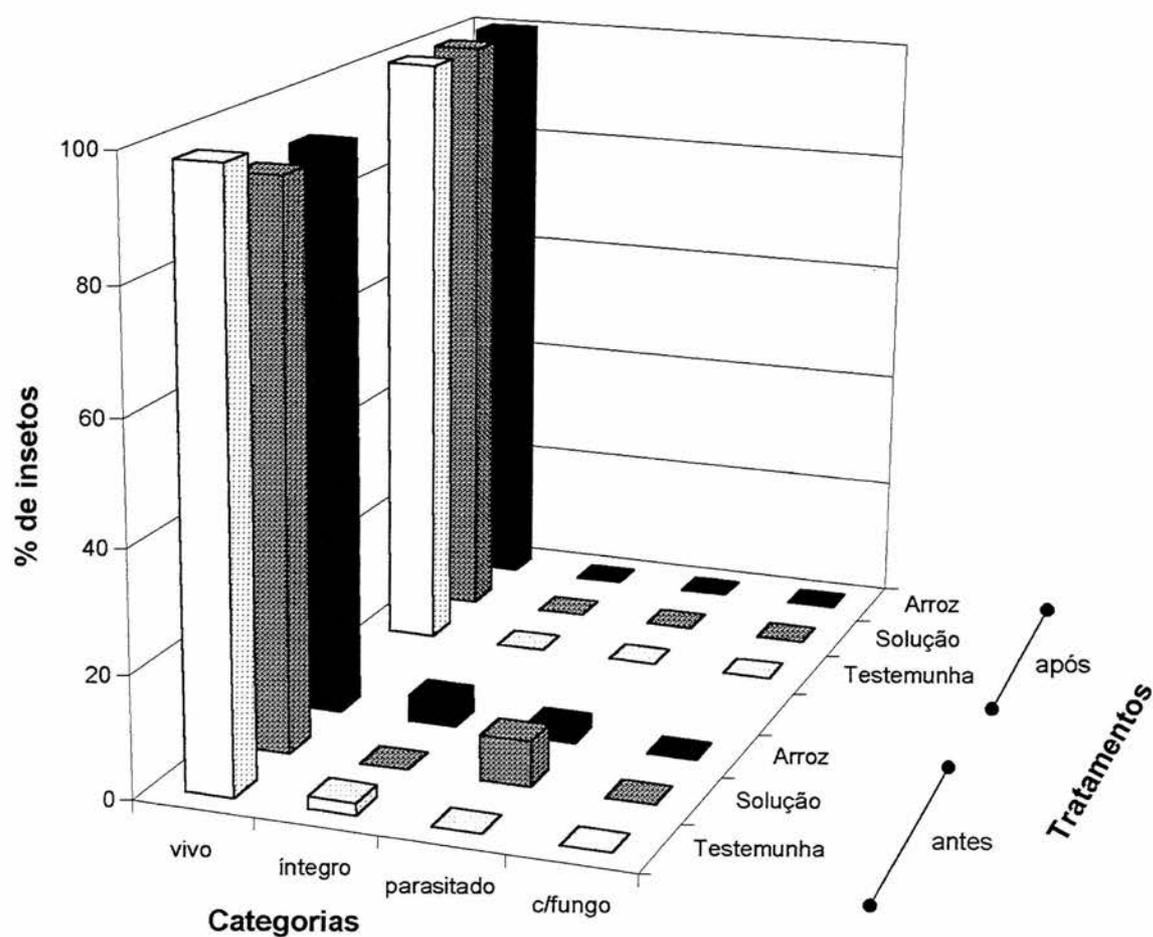


FIGURA 5.4. Distribuição das categorias de *Oebalus poecilus* amostrados por tratamento, antes e após a aplicação de *Beauveria bassiana* no folheto de bambu. Eldorado do Sul (30° 02' S e 51° 23' W), RS, 2002.

B. bassiana evidenciaram crescimento fúngico até o décimo quarto após a morte. Neste sentido, os conídios do fungo aplicados no refúgio poderiam ter germinado sobre o folheto ou cadáveres de insetos e não terem atingido adultos vivos de *O. poecilus* (inseto alvo). Outros fatores podem influenciar o processo de infecção por fungos entomopatogênicos. Prando (1999) sugere que os lipídios presentes na cutícula dos insetos podem interferir na capacidade germinativa e no alongamento do tubo germinativo. Sosa-Gomez & Moscardi (1998), verificaram, em condições naturais, que isolados de *B. bassiana* apresentam, em média, meia-vida de apenas 2,86 dias, o que é apontado como um fator limitante para o uso desses organismos no controle a campo. Inglis et al. (1995) relatam que conídios de *B. bassiana* são altamente sensíveis a radiação UV-B presente nos raios solares. Segundo Prando (1999) a luz ultravioleta, especialmente a UV-B é, provavelmente, o fator ambiental mais prejudicial a persistência dos fungos entomopatogênicos aplicados no campo como inseticidas microbianos. Este autor constatou que a germinação de conídios do isolado CB 66 de *B. bassiana* foi significativamente inibida, quando o fungo foi exposto a radiação solar por um período de quatro horas. No presente estudo não se conhece o efeito da radiação solar sobre o isolado selvagem de *B. bassiana*.

Cabe lembrar ainda que a ação de fungos entomopatogênicos está na dependência de condições climáticas favoráveis para sua multiplicação (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999). Hallsworth & Magan (1999) referem que a ação de fungos como agentes de controle biológico em condições naturais é criticamente dependente da temperatura e umidade relativa do ar. Segundo os autores fungos entomopatogênicos requerem mais de 95% de umidade relativa na superfície do hospedeiro para que ocorra a germinação, alongamento do tubo germinativo e a infecção, mostrando que *B. bassiana* apresentou um crescimento ótimo em meio de cultura com disponibilidade de água próximo de 100%. Fargues & Luz (2000) apontam condições mais favoráveis para a infecção de *B. bassiana*

em *Rhodnius prolixus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) umidade relativa do ar acima de 95% e temperatura entre 20-28°C.

Nos refúgios de hibernação uma menor amplitude de variação dos fatores temperatura e umidade relativa do ar são encontrados (Holmquist, 1931; Leather et al., 1993). Em estudo piloto no folheto de bambu, constatou-se que a temperatura no interior da massa de folhas flutua com a temperatura do ar, porém com menor variação, enquanto que a umidade relativa mostrou-se superior em torno de 10% daquela obtida a 1,5 m de altura. Como durante a realização do estudo a temperatura média do ar esteve ao redor de 14° C e a umidade relativa do ar em torno de 80%, supõe-se que a baixa temperatura possa ter exercido um efeito negativo no desenvolvimento do fungo.

Pelo exposto, muitos seriam os fatores que poderiam ter influenciado no resultado obtido a campo, sendo difícil a separação de quais efetivamente limitaram a ação do isolado selvagem no folheto de bambu. Apesar disto, parece que a baixa temperatura durante a realização do estudo, é um dos fatores que inviabilizam a aplicação do fungo no refúgio durante o inverno. Assim, novos estudos devem ser conduzidos para determinar a época e o local mais adequado para a adoção deste tipo de medida de controle.

6. Conclusões

Na latitude de 30° 02' S adultos de *O. poecilus* permanecem em diapausa imaginal reprodutiva de março a outubro. A entrada e a saída de *O. poecilus* do sítio de hibernação é um processo gradual, que tem início no outono e na primavera, respectivamente. A heterogeneidade do refúgio folhedeo de bambu determina, possivelmente, o padrão de distribuição espacial agregado diagnosticado na população hibernante de *O. poecilus*. O folhedeo de bambu é de fato um importante local para a hibernação de *O. poecilus* pois, embora durante esta fase tenha sido estimada uma mortalidade em torno de 12%, uma expressiva parcela da população completa a diapausa. Considerando que *B. bassiana* seja um agente de redução populacional de *O. poecilus* durante a diapausa, o aumento do inóculo desse entomopatógeno no refúgio de hibernação, no final do período de diapausa do inseto, pode reduzir o número de percevejos que irão atacar os cultivos subseqüentes de arroz.

7. Considerações finais

Os diversos aspectos bioecológicos da fase de hibernação de *O. poecilus* obtidos neste estudo, são importantes ferramentas para o manejo e controle das populações deste percevejo. Considerando-se que a população de *O. poecilus* permanece concentrada em altas densidades, circunscrita a determinados locais, por aproximadamente oito meses, esta seria uma fase adequada para o controle deste inseto. Entretanto, cabe salientar que o controle de *O. poecilus* nos sítios de hibernação, embora possa representar uma estratégia adequada, precisa ser encarado com cuidado, pois o uso de inseticidas químicos pode afetar outros organismos que coabitam estes locais, os quais cumprem funções tróficas em teias alimentares.

O uso de *B. bassiana* pode ser uma alternativa ao exposto. Entretanto, a aplicação deste fungo no folheto de bambu deve ser realizada quando as condições climáticas estiverem mais favoráveis para o desenvolvimento do entomopatógeno, como por exemplo, a partir de outubro em Eldorado do Sul, RS. Cabe lembrar que a estratégia de diapausa envolve mudanças morfológicas, fisiológicas e comportamentais no inseto que podem originar resistência à fungos entomopatogênicos. Assim, a interação *O. poecilus* hibernante x *B. bassiana* x ambiente, deve ser melhor estudada em futuros trabalhos. Em laboratório, por exemplo, caberia verificar as faixas ótimas de temperatura, luz e umidade

relativa no desenvolvimento do isolado Bb353, ou ainda, observar a influência da espessura e composição química da cutícula de formas hibernantes de *O. poecilus* no desenvolvimento desse isolado. Já no campo, a aplicação do fungo poderia ser testada em outros momentos da história de vida do percevejo-do-grão, como, por exemplo, no período de pós-diapausa, quando a população encontra-se em atividade de alimentação na vegetação espontânea adjacente aos arrozais e fragilizada pelo período de hibernação.

8. Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, G. S. **Ecologia de populações, biologia e estratégias da história de vida de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)**. 1989. 309 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- ALBUQUERQUE, G. S. Primeiro registro de ocorrência de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, v.20, n.1, p. 219-220, 1991.
- ALBUQUERQUE, G. S. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. **Crop Protection**, Surrey, v.12, n.8, p.627-630, 1993.
- ALBUQUERQUE, G. S.; BECKER, M. Fotoperíodo em populações de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p.134.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.) **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 289-370.
- ALVES, S. B.; ZUCHI, R. A.; VENDRAMIM, J. D. **Curso de entomologia aplicada à agricultura**. Piracicaba: FEALQ, 1992. 760f.
- AMARAL, S. F. Biologia e importância econômica do percevejo do arroz no estado de São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v.15, n.3, p.47-58, 1949.
- ANER, U.; BECKER, M. The internal reproductive organs and physiological age-grading in Neotropical carabids. I. *Lebia concinna* (Brullé, 1837) (Coleoptera: Lebiini) a predator of insect pests in Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 51, n.1, p. 159-168, 1991.
- ANER, U. **Pentatomídeos em hibernação em touceiras de gramíneas no município de Eldorado do Sul, RS (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae)**. 1991. 116 f. Dissertação

(Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

ANTONIOLLI, Z. I. **Natureza do “peckey rice” do arroz parboilizado no Rio Grande do Sul**. 1988. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

AYRES, M. et al. **BioEstat 2.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 2000. 259p.

AZEVEDO, J. L. Controle microbiano de insetos-pragas e seu melhoramento genético. In: **CONTROLE biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p. 69-96. (Documentos, 11)

BECK, S. D. **Insect photoperiodism**. New York : Academic Press, 1980. 387p.

BECKER, M.; GRAZIA-VIEIRA, J. Contribuição ao conhecimento da superfamília Pentatomoidea na Venezuela (Heteroptera). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.40, n.1, p. 3-26, 1971.

BECKER, M.; MARTINS, F. J. M.; ALBUQUERQUE, G. S. Incidência de parasitismo por Taquinídeos (Diptera: Tachinidae) em populações de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) durante o ano. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 12., 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p.185.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1990. 945p.

BLISS, C. I. The aggregation of species within spatial units. **Statistical Ecology**, [s.l.],v. 1, p.311-335, 1971.

BOEVE, P. J.; WEISS, M. Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.130, n.1, p. 67-77, 1998.

BULLOCK, J. A. The arthropoda of tropical soils and leaf litter. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 8, n.1 e 2, p.74-87, 1967.

BURGESS, L. Winter sampling to determine overwintering sites and estimate density of adult flea beetle pest of rape (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.113, n.5, p.441-447, 1981.

CHAPMAN, R. F. **The insects**: structure and function. Hong Kong: Hodder and Stoughton, 1985. 919p.

CORRÊA, S. et al. **Anuário Brasileiro do arroz**: o perfil do alimento mais consumido no mundo. Santa Cruz do Sul, RS: Pallotti, 2000. 122p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45p. (Circular Técnica, 24).

- DANILEVSKII, A. S. **Photoperiodism and seasonal development of insecta**. London: Oliver & Boyd, 1965. 282p.
- DANKS, H. V. Modes of seasonal adaptation in insects - I - winter survival. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.110, n.11, p.1167-1205, 1978.
- DENLINGER, D. L. Dormancy in tropical insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.31, p.239-264, 1986.
- DIEFENBACH, L. M. G.; REDAELLI, L. R.; GASSEN, D. N. Aspects of the population dynamics of *Phytalus sanctipauli* in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MICROBIAL CONTROL OF SOIL DWELLING PESTS, 3., 1996, New Zealand. **Proceedings...** AgResearch Lincoln: Microbial Control Group, 1996. p.101-102.
- DIEFENBACH, L. M. G.; REDAELLI, L. R.; GASSEN, D. N. Characterization of the internal reproductive organs and their state as diapause indicator in *Phytalus sanctipauli* Blanchard, 1850 (Coleoptera: Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.58, n.3, p.541-546, 1998.
- DIXON, W. N.; HOUSEWEART, M. W.; SHEFFER, S. M. Fall temporal activity and overwintering sites of the white pine weevil, *Pissodes strobi*, in central maine. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 72, n. 6, p.840-844, 1979.
- ELLIOT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. 2nd. ed. London: Freshwater Biological Association, 1983. 157p.
- FARGUES, J.; LUZ, C. Effects of fluctuating moisture and temperature regimes on the infection potential of *Beauveria bassiana* for *Rhodnius prolixus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.75, n.3, p. 202-211, 2000.
- FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA – CNPAF, 1998. 110p. (Documentos, 90).
- FOSTER, R. E.; CHERRY, R. H.; JONES, D. B. Spatial distribution of the rice stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Florida rice. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, n. 2, p. 507-509, 1989.
- FRANQUI, R. A.; PANTOJA, A.; SILVERIO, M. G. Natural enemies of pentatomids affecting rice fields in Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Porto Rico, 72, n.3, p. 371-374, 1988.
- GALLO, D. (IN MEMORIAM) et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GALVAN, F.; MARIN, A.; BUSTOS, D. A. et al. Integrated pest management of the mexican stink bug in el Bajío, Mexico. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 35, n.1, p. 33-39, 1995.

GRAZIA-VIEIRA, J.; CASINI, C. E. Lista preliminar dos heterópteros uruguaios da região nordeste: Pentatomidae e Coreidae (Insecta, Heteroptera). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.44, n.1, p.55-63, 1973.

GREVE, C.; FORTES, N. D. F.; GRAZIA, J. Estágios imaturos de *Oebalus poecilus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 93, n. 1, p. 89-96, 2003.

GUIMARÃES, J. H. Host-parasite and parasite-host catalogue of south american tachinidae (Diptera). **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 1-313, 1977.

HALLSWORTH, J. E.; MAGAN, N. Water and temperature relations of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 74, n.3, p. 261-266, 1999.

HASSEL, M. P. Detecting regulation in a patchly distributed animal populations. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.56, p. 705-713, 1987.

HEADS, P. A.; LAWTON, J. H. Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: The effects of scale on the detection of aggregative responses and its implications for biological control. **Oikos**, Copenhagen, v. 40, n.2, p. 267-276, 1983.

HEINRICHS, E. A.; MOLINA-OCHOA, J. **Manejo de los insectos plaga del arroz**. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/spchapters/arrozSP.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2002.

HOLMQUIST, A. M. Studies in arthropod hibernation. III – temperatures in forest hibernacula. **Ecology**, Durham, v. 12, p.387-400, 1931.

INGLIS, G. D.; GOETTEL, M. S.; JOHNSON, D. L. Influence of ultraviolet light protectants on persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. **Biological Control**, Orlando, v. 5, n.4, p. 581-590, 1995.

IRGA. **Arroz irrigado no Rio Grande do Sul: área, produção e rendimento**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/dados.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2003.

IRGA. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha: IRGA; Itajaí: EPAGRI; Pelotas: EMBRAPA - CLIMA TEMPERADO, 2001. 128p.

JAHNKE, S. M. **Dinâmica populacional e espacial de *Cosmoclopius nigroannulatus* (Hemiptera: Reduviidae) em *Nicotiana tabacum***. 2001. 97f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

JESUS, C. R.; REDAELLI, L. R.; ROMANOWSKI, H. P. Population dynamics and spatial distribution of *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) adults on *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 541-549, 2002.

KAINOH, Y.; SHIMIZU, K.; MARU, S. Host-finding behavior of the rice bug, *Leptocorisa chinensis* Dallas (Hemiptera: Coreidae), with special reference to diel patterns of aggregation and feeding on rice plant. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 15, n.3, p. 225-233, 1980.

KAMALUDDIN, S.; AHMAD, I. Internal anatomy and histology of alimentary organs, salivary apparatus and reproductive organs of Megarrhamphini, Phyllocephalini and Tetrodini (Hemiptera: Pentatomidae: Phyllocephalinae) and their bearing on classification. **Philippine Journal of Science**, Manila, v.121, n.2, p.129-156, 1992.

KIRITANI, K. The change in reproductive system of the southern green stink bug, *Nezara viridula*, and its application to forecasting of the seasonal history. **Japanese Journal Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.7, n.4, p.327-337, 1963.

KIRITANI, K.; HOKYO, N.; KIMURA, K. Differential winter mortality relative to sex in the population of the southern green stink bug, *Nezara viridula*, Pentatomidae, Hemiptera. **Japanese Journal Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 6, n. 3, p. 242-245, 1962.

KREBS, C. J. **Ecology**. Madrid: Pirámide, 1986. 782p.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper & Hall, 1989. 654p.

LAFLEUR, G.; HILL, S. B.; VINCENT, C. Fall migration, hibernation site selection, and associated winter mortality of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) in a Quebec apple orchard. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.80, n.6, p.1152-1172, 1987.

LEATHER, S. R.; WALTERS, K. F. A.; BALE, J. S. **The ecology of insect overwintering**. Great Britain: Cambridge University Press, 1993. 255p.

LEES, A. D. **The physiology of diapause in arthropods**. London: Cambridge University Press, 1955. 151p.

LINK, D.; COSTA, E. C.; MARCHEZAN, E. Avaliação preliminar de diferentes densidades de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) sobre o rendimento do arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16., 1987, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1987. p.229-232.

LINK, D.; GRAZIA, J. Pentatomídeos da região central do Rio Grande do Sul (Heteroptera). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.16, n.1, p. 115-129, 1987.

LINK, D.; NAIBO, J. G.; PELENTIR, J. P. Alguns locais de hibernação do percevejo da haste do arroz *Tibraca limbativentris* na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 1997. p.322-324.

MARTINS, F. J. M.; BECKER, M. Hibernação do percevejo do arroz *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851)(Heteroptera: Pentatomidae) em Guaíba-RS. In: CONGRESSO

- MONE, O. Hemípteros fitófagos IV. **O Campo**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 109, p. 51-53 e 63, 199.
- MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Diapausa e diferentes formas sazonais em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) no norte do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n.2, p. 205-218, 2000.
- MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Photophase influence on the reproductive diapause, seasonal morphs, and feeding activity of *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n.2, p. 231-238, 2002.
- NECIOLS, J. R. et al. Adaptations to hazardous seasonal conditions: Dormancy, Migration, and Polyphenism. In: HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, A. P. (Ed.) **Ecological Entomology**. 2nd ed. New York: Wiley & Sons, 1999. p. 159-200.
- NEGION, J. F.; RILEY, T. J. Seasonal migration and overwintering of the chinch bug (Hemiptera: Lygaeidae) in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 84, n.5, p.1681-1685, 1991.
- NIJHOUT, H. F. **Insect hormones**. New Jersey: Princeton University Press, 1998. 267p.
- NILAKHE, S. S. Overwintering, survival, fecundity, and mating behavior of the rice stink bug. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 69, n.4, p.717-720, 1976.
- NITTA, A.; GREY, G. Microbial control of rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* (Col. Curculionidae) and green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* (Hemiptera: Deltocephalidae). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE USE OF BIOLOGICAL CONTROL AGENTS UNDER INTEGRATED PEST MANAGEMENT, 1996, Taipei. **Proceedings...** Food and Fertilizer Technology Center the Assian and Pacific, 1996. p. 231-251. Abstract publicado em CAB Abstracts 1996-1998. Disponível em: <<http://200.179.60.195:8590/capes/?sp.nextform=mainfrm.htm&sp.usernumber.p=473714>>. Acesso em: 15 de mai. 2003.
- PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 509-511, 1994.
- PANIZZI, A. R.; OLIVEIRA, E. D. M. Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 88, n.2, p.169-175, 1998.
- PANIZZI, A. R.; VIVAN, L. M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, n.2, p. 213-217, 1997.
- PANDJA, A. et al. **Mip en arroz**: manejo integrado de plagas. Disponível em: <http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/sanve-a/mip/mip_arroz/mip.htm>. Acesso em: 2 de mar. 2002.

- PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI A. R.; PARRA J. R. P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo integrado de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-65.
- PENDERGRAST, J. G. Studies on the reproductive organs of the Heteroptera with a consideration of their bearing on classification. **Transaction of the American Entomological Society**, London, v.109, p.1-63, 1957.
- PINHIRO, P. V.; QUINTELA, E. D. Efeito do nim indiano sobre a alimentação e mortalidade de adultos de *Oebalus poecilus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás EMBRAPA-CNPAP, 2002. p. 458-461. (Documentos, 134).
- POOL, R. W. **An introduction to quantitative ecology**. New York: McGraw-Hill, 1974. 532 p.
- PRANO, H. F. **Aspectos bioetológicos e de controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em arroz irrigado, sistema de cultivo pré-germiado**. Curitiba: UFPR, 1999. 102f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- QUINTELA, E. D. et al. Persistência de *Beauveria bassiana* em solo de cerrado e sua integração com microrganismos do solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.21, n.1, p. 69-81, 1992.
- RADJABI, G. H. Trend of body weight variations of *Eurygaster integriceps* Put. in the fields and at high altitudes. **Applied Entomology and Phytopathology**, Tehran, v.62, n.1 e 2, p.5-16, 1995.
- REDÉLLI, L. R.; BECKER, M.; ROMANOWSKI, H. P. Changes in the internal reproductive organs and fat body levels as diapause indicators in *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.55, n.4, p.737-744, 1995.
- REINGER, C. H.; LIMA, A. D. F. Os frades do arroz no Rio Grande do Sul. **O Campo**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.61-63. 1935.
- RICKEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1996. 70p.
- ROSOTTO, C. J. et al. **Pragas do arroz no Brasil**. In: REUNIÃO DO COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMÉRICAS, 2., 1972, Pelotas. Brasília: Divisão de Pesquisa Fitotécnica do Ministério da Agricultura, 1972. p. 149-238.
- SAILR, R. I. The genus *Solubea* (Heteroptera: Pentatomidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 46, n. 5, p. 105-127. 1944.

- SALII, C. et al. Spatial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera:Tenebrionidae) in the soil of a poultry house along a breeding cycle. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 36, n.2, p.107-115, 2000.
- SANDS, R. S. S. et al. Destino de uma população hibernante de *Oebalus poecilus* (Dalla) (Hemiptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2001, Porto Alegre, **Anais...**Porto Alegre: IRGA, 2001. v.2, p.415-418.
- SANDS, R. S. S. et al. Avaliação da mortalidade de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae) em um refúgio de hibernação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás:EMBRAPA-CNPAP, 2002a. p. 419-421. (Documentos, 134).
- SANDS, R. S. S. et al. Ocorrência de larvas (Diptera:Tachinidae) durante a hibernação de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás:EMBRAPA-CNPAP, 2002b. p. 488-490. (Documentos, 134).
- SANDS, R. S. S. et al. Ocorrência natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em adultos hibernantes de *Oebalus poecilus* (Dalla) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n.1, p.153-155, 2002c.
- SANDS, R. S. S. et al. Characterization of the imaginal reproductive diapause of *Oebalus poecilus* (Dalla) (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, (no print).
- SCHUBERT, C. **Rosa-dos-ventos anual, frequência x direção**. Disponível em: <http://www.semc.rs.gov.br/atlas/mapa_rosef.htm>. Acesso em: 20 de mar. 2003.
- SILVA C. P. **Fecundidade, longevidade e sucesso no estágio de ovo de *Oebalus poecilus* (Dalla, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e sucesso do estágio de ovo em cultura de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.)**. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.
- SILVA C. P. Mortalidade de *Oebalus poecilus* (Dalla, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) por ataque de parasitóides de ovos na cultura de arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 289-296, 1992.
- SOSAGOMEZ, D. R.; MOSCARDI, F. Laboratory and field studies on the infection of stink bugs, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.71, n. 2, p. 115-120, 1998.
- SOSAGOMEZ, D. R.; BOUCIAS, D. C.; NATION, J. L. Attachment of *Metarhizium anisopliae* to the southern green stink bug *Nezara viridula* cuticle and fungistatic effect of cuticular lipids and aldehydes. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 59, n.1, p. 31-3, 1997.

OUTWOOD, T. R. E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

UTHRLAND, J. P. Potential for the control of the small rice stink bug, *Oebalus pectus* (Dallas) by *Beskia aelops* (Walker), In: O'HARA, J. (Ed.) **The tachinid times**. Ottawa: Eastern cereal and oilseed research centre, 2001. p. 4-5. (Issue, 14)

UTHRLAND, J. P.; BAHARALLY, V.; PERMAUL, D. Use of the botanical insecticide neem to control the small rice stinkbug *Oebalus pectus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. **Entomotropica**, Maracay, v. 17, n.1, p. 97-101, 2002.

AUBR, M. J.; TAUBER, C. A. Insect phenology: Criteria for analyzing dormancy and forecasting post diapause development and reproduction in field. Search (Agricultura) **Cornell University Agricultural Experiment Station**, Ithaca, v. 3, n. 12, p. 11-16, 1973.

AUBR, M. J., TAUBER, C. A.; MASAKI, S. **Seasonal adaptations of insects**. New York: Oxford University Press, 1986. 411p.

AYLER, L. R. A natural law for the spatial disposition of insects. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY**, 12., 1964, London. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1965. p.396-397.

ONEI G. L.; E. M. REIS. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* em insetos praga da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n.1, p. 89-95, 1979.

SUZUKI, H. et al. Studies on biology and control of the newly invaded insect rice water weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel). **Research Bulletin of the Aichi-Ken Agricultural Research Center Nagakute, Aichi Japan**, Nagakute, n.15 (Special Issue), p. 111-148, 1984.

URNICK, W. J.; LAMB, R. J.; BILODEAU, R. J. Abundance, winter survival, and spring emergence of flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in a Manitoba grove. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.119, n. 5, p. 419-426, 1987.

WINDLE-BISCOE, M. Age-grading methods in adult insects: a review. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 74, p. 341-377, 1984.

WAGNER Rice stink bug: *Oebalus pugnax* (F.), (Heteroptera: Pentatomidae). Disponível em: http://www.aragriculture.org/weedinsctdis/insects/rice/insects/rice_stink_bug.asp. Acesso em: 01 de Abr. 2002.

UNITED STATES. Department of Agriculture. National Agricultural Statistics Service. **Agricultural Statistics 2002**. Washington: United States Government Printing Office, 2002. Cap. I: Statistics of grain and feed.

WATKINS, W. E. A quantitative measure of aggregation in insects. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 52, n. 6, p. 1180-1183, 1959.

WEBER, M. A. **Atividade de vôo de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório.** 1994. 129f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

ZUCCHI, R. A., SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.

Impressão:

