

AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE DE INSETOS DURANTE O CICLO DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS

MARINA REGINA FRIZZAS¹, CELSO OMOTO¹, SINVAL SILVEIRA NETO¹, REGINA CÉLIA BOTEQUIO DE MORAES¹

¹Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP. Av. Pádua Dias 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: mrfrizza@esalq.usp.br (autor para correspondência).

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.2, p.9-24, 2003

RESUMO - O conhecimento da diversidade de insetos é fundamental para estudos ecológicos e de manejo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a comunidade de insetos coletados por meio de armadilha luminosa, em diferentes safras e regiões produtoras de milho. Os experimentos foram realizados em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO, durante oito safras agrícolas (1999-2001). As coletas de insetos foram realizadas semanalmente, durante todo o ciclo da cultura do milho, através de armadilha luminosa. Foram coletados 179.669 espécimes e 390 espécies em todas as safras avaliadas. O cálculo dos índices de riqueza, diversidade e equitabilidade mostrou que a comunidade de insetos varia entre as safras e as regiões. As safras de verão apresentaram as maiores quantidades de espécimes coletados e os menores valores para o índice de equitabilidade, em comparação com a safrinha e a safra de inverno. As análises de componentes principais, de Kruskal-Wallis e de agrupamento mostraram diferenças significativas nas safras avaliadas na região de Barretos, SP e nas diferentes regiões produtoras de milho quanto à comunidade de insetos. Portanto, para a avaliação do potencial de impacto ecológico de agentes de controle de insetos, é essencial que esses estudos sejam realizados em diferentes safras e regiões produtoras de milho.

Palavras-chave: análise faunística, armadilha luminosa, biodiversidade, *Zea mays*.

INSECT COMMUNITY DURING THE CYCLE OF THE MAIZE CROP IN DIFFERENT AGROECOSYSTEMS

ABSTRACT - The knowledge of insect diversity is critical for ecological and management studies. Thus, the objective of this study was to understand the insect community in maize crop with the use of light traps in different corn growing regions and seasons. The experiments were conducted in Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG and Santa Helena de Goiás, GO during eight different seasons (1999-2001). The insects were sampled weekly during the entire cycle of the corn crop with the use of light traps. A total of 179,669 specimens and 390 different species were collected in this study. The estimation of the richness, diversity and evenness indexes showed that insect community varies from region to region and from season to season. The largest amount of specimens collected and the lowest evenness index were found during the summer in comparison to the data observed during the fall and winter maize growing seasons. Based on the main component, Kruskal-Wallis and cluster analyses, significant differences in the insect community were detected among maize growing regions and seasons. Therefore, to evaluate the environmental impact of any insect control agents on insect community, it is essential to conduct studies in different maize growing regions and seasons.

Key-words: faunistic analysis, light trap, biodiversity, *Zea mays*.

O conhecimento da diversidade de insetos associados às culturas é fundamental para estudos ecológicos e de manejo de pragas. Além disso, o estudo da composição de comunidades de organismos tem sido uma das técnicas utilizadas para se avaliar mudanças no ambiente. Dentre esses organismos, os insetos têm-se mostrado um dos indicadores apropriados para essa finalidade, devido à sua biodiversidade, ciclo e capacidade de adaptação, geralmente em curto espaço de tempo. Por exemplo, os lepidópteros, que são taxonomicamente bem estudados e podem ser facilmente amostrados através de armadilhas luminosas (Silveira Neto *et al.*, 1995).

A entomofauna de uma região depende da densidade e da biodiversidade de hospedeiros existentes. Portanto, estudos faunísticos têm sido realizados no Brasil para o melhor conhecimento da comunidade de insetos de um determinado ecossistema (Bicelli *et al.*, 1989; Alves *et al.*, 1994; Carrano-Moreira & Pedrosa-Macedo, 1994; Dorval *et al.*, 1995; Santos & Marques, 1996).

A análise faunística é uma técnica que vem sendo utilizada há muitos anos para caracterizar e delimitar uma comunidade, medir o impacto ambiental de uma área, conhecer espécies predominantes e comparar áreas com base nas espécies de insetos. Silveira Neto *et al.* (1995) concluíram que a análise faunística permite a avaliação do impacto ambiental, pois verificaram uma redução de 35,1% no número de espécies coletadas através de armadilha luminosa e, conseqüentemente, uma redução de 60,3% no índice de diversidade após um período de 25 anos de coleta.

Os órgãos de regulamentação têm exigido estudos de avaliação dos efeitos dos agentes microbianos de controle sobre a comunidade de insetos, já que a conservação da biodiversidade e dos agentes de controle biológico é um componente estratégico no controle natural. Como a avaliação de

risco é um assunto novo, existe a necessidade de se definirem critérios e testes necessários para a avaliação do impacto desses organismos. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar, através do estudo da comunidade de insetos coletados por meio de armadilha luminosa, diferentes agroecossistemas (regiões e safras) durante o ciclo da cultura do milho.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em Barretos, SP (20°33'26"S; 48°34'04"W e 530 m), Ponta Grossa, PR (25°05'42"S; 50°09'43"W e 969 m), Capinópolis, MG (18°40'55"S; 49°34'11"W e 564 m) e Santa Helena de Goiás, GO (17°48'49"S; 50°35'49"W e 562 m), em fazendas experimentais pertencentes à Monsanto do Brasil Ltda, durante oito safras agrícolas. Iniciou-se na safra de inverno de 1999 e o término foi na safrinha 2001 (Tabela 1). A triagem dos insetos foi realizada no Laboratório de Resistência de Artrópodes a Pesticidas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP.

As coletas de insetos foram realizadas semanalmente por meio de armadilha luminosa, modelo INTRAL, com lâmpada F₁₅T₈BLB acoplada a um recipiente de coleta contendo água e detergente durante todo o ciclo da cultura. As coletas iniciaram-se aos três dias após a emergência das plantas e continuaram até a colheita. Cada armadilha foi instalada em um mastro de cerca de 2 m de altura, em áreas com a cultura do milho. Todo o material coletado foi enviado para o laboratório, onde os insetos foram separados, contados, montados, etiquetados e identificados.

Através da análise faunística, selecionaram-se as espécies predominantes, aquelas que se destacaram por obter os maiores índices faunísticos de abundância, frequência, constância e dominância (Silveira Neto *et al.*, 1995). Para a avaliação da comunidade de insetos, as safras e os locais foram

TABELA 1. Meses do ano em que foram conduzidos os levantamentos nas safras de milho em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO.

Locais	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Barretos												
Inverno de 1999												
Verão de 1999/2000												
Safrinha de 2000												
Inverno de 2000												
Safrinha de 2001												
Ponta Grossa												
Verão de 1999/2000												
Capinópolis												
Verão de 1999/2000												
Santa Helena de Goiás												
Safrinha de 2001												

analisados por meio do estudo da diversidade de insetos, através do cálculo dos índices de riqueza de Margalef (α), de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade (E). Os índices foram calculados com base no programa ANAFAU, desenvolvido pelo Setor de Entomologia da ESALQ/USP.

A comparação com base nas espécies predominantes das cinco safras de milho avaliadas em Barretos, SP, bem como das outras regiões produtoras (Tabela 1), foi realizada através da análise de componentes principais, procedimento PROC PRINCOMP, através do programa SAS (SAS Institute, 1989). Essa análise foi efetuada sobre a matriz de covariâncias computada entre as espécies predominantes de cada safra e local, utilizando-se os períodos de coleta como repetições. Dessa matriz foram extraídos os autovetores e seus autovalores associados e estes foram projetados sobre os três primeiros eixos ortogonais para as safras avaliadas em Barretos e sobre os dois primeiros eixos ortogonais para as outras regiões, os quais explicam sucessivamente a maior parte da variação presente nos dados originais. A análise de componentes principais, contudo, é uma técnica de ordenação

exploratória e não permite testar a significância das diferenças entre os grupos em estudo. Por isso, a hipótese da existência de diferenças significativas entre as safras e as regiões foi testada através do teste de Kruskal-Wallis dos componentes principais gerados através do procedimento PROC NPAR1WAY (SAS Institute, 1989). As safras e as regiões produtoras foram analisadas também através da análise de agrupamento (análise de cluster) realizada por meio do programa Statistica versão 6.0.

A comparação entre as regiões produtoras de milho foi feita fixando-se a safra de verão 1999/2000 para comparação de Barretos, SP, Ponta Grossa, PR e Capinópolis, MG e, fixando-se a safrinha 2001 para comparação de Barretos, SP e Santa Helena de Goiás, GO.

Resultados e Discussão

As espécies predominantes e o número total de espécimes capturados através da armadilha luminosa, nas safras de milho avaliadas em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO, estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Espécies predominantes coletadas e número total de espécimes capturados em armadilha luminosa, nas safras de milho avaliadas em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO.

Ordem/Família	Barretos					Pta Grossa	Capinópolis	Sta. H.	Total
Espécie	Inverno 1999	Verão	Safrinha 2000	Inverno 2000	Safrinha 2001	Verão 1999/2000	Verão 1999/2000	Safrinha 2001	
COLEOPTERA									
Alleculidae									
<i>Lobopoda</i> sp.	24	0	0	25	0	0	0	0	49
Bolboceratidae									
<i>Bolboceras</i> sp.	0	26	3	49	2	0	0	0	80
Carabidae									
<i>Clivina</i> sp.	0	0	0	0	0	212	0	0	212
<i>Notiobia</i> sp.	0	0	0	0	0	2518	304	15	2837
<i>Polpochila</i> sp.	0	3	0	6	0	181	0	0	190
<i>Selenophorus</i> sp.	353	5498	39	336	37	4626	0	0	10.889
<i>Tichonia</i> sp.	0	0	0	0	0	162	0	0	162
Chelonaridae									
<i>Chelonaridae</i> sp.278	0	953	36	157	19	0	0	0	1165
Chrysomelidae									
<i>Diabrotica speciosa</i>	41	39	1	19	2	130	190	125	547
<i>Maecolaspis</i>	60	96	0	53	5	577	0	0	791
Coccinellidae									
<i>Scymnus</i> sp.	92	335	9	107	7	4969	86	117	5722
Curculionidae									
<i>Conotrachelus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	57	56	113
Elateridae									
<i>Elateridae</i> sp.1	7	135	7	24	6	445	0	0	624
<i>Heteroderes</i> sp.	0	0	0	0	0	195	63	30	288
Hydrophilidae									
<i>Tropisternus levis</i>	0	77	16	2	2	173	0	0	270
Melyridae									
<i>Astylus variegatus</i>	1	0	5	0	0	2912	3	1	2922
Nitidulidae									
<i>Carpophilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	832	646	1478
<i>Lobiopa</i> sp.	484	6962	229	181	215	0	0	0	8071
Scarabaeidae									
<i>Astaena</i> sp.	0	0	0	0	0	2821	0	0	2821
<i>Ataenius</i> sp.1	0	0	0	0	0	18.171	1039	715	19.925
<i>Ataenius</i> sp.2	0	0	0	0	0	3968	0	0	3968
<i>Ataenius</i> sp.3	0	0	0	0	0	555	0	0	555
<i>Bothinus medon</i>	0	0	0	42	2	4	0	0	48
<i>Cyclocephala</i>	0	0	0	26	0	0	0	0	26
<i>Dendropemon</i>	10	24	4	76	4	0	0	0	118
<i>Dichotomius bos</i>	0	1	0	33	0	0	0	5	39
<i>Dyscinetus</i> sp.	21	248	23	32	9	2	0	0	335
<i>Geniates</i> sp.	0	133	0	8	4	0	0	0	145
<i>Leucothyreus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	12	47	59
<i>Phyllophaga</i> sp.	514	0	0	235	1	0	0	0	750
Scolytidae									
<i>Xyleborus</i> sp.	38	222	14	18	13	0	0	0	305
Staphylinidae									
<i>Paederus</i> sp.	231	1249	37	118	89	1642	946	52	4364
Tenebrionidae									
<i>Epitragus similis</i>	81	135	19	57	37	0	0	0	329
<i>Tenebrionidae</i> sp.1	1961	3150	132	302	242	0	0	0	5787
DERMAPTERA									
Forficulidae									
<i>Doru luteipes</i>	1	299	0	135	3	278	78	0	794
DIPTERA									
Chloropidae									
<i>Hippelates</i> sp.	0	285	0	32	3	0	45	1	366
Dolichopodidae									
<i>Condylostylus</i> sp.	77	57	10	0	5	5	28	0	182
Drosophilidae									
<i>Rhinoleuconphenga</i>	0	0	0	0	0	277	3311	252	3840

Continuação da Tabela 2.

Ordem/Família	Barretos					Pta Grossa	Capinópolis	Sta. H.	Total
Espécie	Inverno 1999	Verão	Safrinha 2000	Inverno 2000	Safrinha 2001	Verão 1999/2000	Verão 1999/2000	Safrinha 2001	
Lonchaeidae									
<i>Neosilba</i> sp.	0	0	0	0	0	356	0	0	356
Otitidae									
<i>Euxesta</i> spp.	1445	631	310	116	341	211	3403	58	6515
<i>Pterocerina</i> sp.	47	0	0	3	10	0	0	0	60
Simuliidae									
<i>Simuliidae</i> sp.1	774	220	234	148	174	525	522	349	2946
HEMIPTERA									
Cicadellidae									
<i>Agallia albidula</i>	124	0	0	0	54	0	1027	169	1374
<i>Chlorotettix</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	145	25	170
<i>Chlorotettix</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	405	129	534
<i>Dalbulus maidis</i>	344	999	209	103	284	444	5612	3661	11.656
<i>Hortensia similis</i>	5	210	9	13	7	65	97	54	460
<i>Macugonalia</i>	0	146	2	1	9	0	0	0	158
<i>Planicephalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	242	361	603
<i>Plesiommata</i>	0	0	0	0	0	0	131	94	225
<i>Plesiommata</i>	0	79	10	7	29	41	0	0	166
<i>Protalebrella</i>	17	336	18	15	64	180	4210	452	5292
<i>Xerophloea viridis</i>	16	7	0	0	1	1	11	40	76
<i>Xestocephalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	60	60
Corixidae									
<i>Sigara</i> sp.	17	712	509	68	8	499	12	4	1829
<i>Tenagobia</i> sp.	0	737	138	654	21	0	0	0	1550
Cydnidae									
<i>Cyrtomenus</i>	54	339	17	59	29	0	8	43	549
<i>Pangaeus</i> sp.	0	0	0	0	0	305	0	0	305
<i>Tominotus</i> sp.	7	0	0	0	0	0	9	124	140
Delphacidae									
<i>Peregrinus maidis</i>	11	38	3	6	28	1496	236	170	1988
Lygaeidae									
<i>Froeschneria</i> sp.	1340	1834	26	117	429	0	0	0	3746
<i>Neopamera</i> sp.	0	0	0	0	0	620	4220	144	4984
Miridae									
<i>Creontiades</i>	47	13	19	10	11	0	132	34	266
<i>Gargamus</i>	0	0	0	0	0	0	182	10	192
Notonectidae									
<i>Buenoa</i> sp.	0	409	189	7	2	108	17	1	733
Pyrrhocoridae									
<i>Dysdercus</i> sp.	0	4	1	34	0	0	0	0	39
HYMENOPTERA									
Figitidae									
<i>Neralsia splendens</i>	0	71	7	28	15	17	8	0	146
Formicidae									
<i>Camponotus</i> sp.	0	222	0	8	0	1	21	14	266
<i>Eciton</i> sp.	180	4	1	64	0	24	13	68	354
Formicidae sp.1	141	2294	24	62	46	0	0	0	2567
Formicidae sp.2	31	0	0	597	42	0	0	0	670
Formicidae sp.3	72	6530	0	5	0	0	0	0	6607
Formicidae sp.4	0	304	38	31	1	0	0	0	374
Formicidae sp.5	0	9417	407	366	296	0	0	0	10.486
Formicidae sp.6	0	0	0	0	0	451	0	0	451
Formicidae sp.7	0	0	0	0	0	8827	0	0	8827
Formicidae sp.8	0	0	0	0	0	329	0	0	329
Formicidae sp.9	0	0	0	0	0	426	0	0	426
Formicidae sp.10	0	0	0	0	0	174	0	0	174
Formicidae sp.11	0	0	0	0	0	0	112	0	112
Formicidae sp.12	0	0	0	0	0	0	767	1341	2108
Formicidae sp.13	0	0	0	0	0	0	366	143	509
Formicidae sp.14	0	0	0	0	0	0	28	63	91

Continuação da Tabela 2.

Ordem/Família	Barretos					Pta Grossa	Capinópolis	Sta. H.	Total
Espécie	Inverno 1999	Verão	Safrinha 2000	Inverno 2000	Safrinha 2001	Verão 1999/2000	Verão 1999/2000	Safrinha 2001	
Ichneumonidae									
<i>Ophion</i> sp.	6	30	16	7	24	45	3	3	134
LEPIDOPTERA									
Arctiidae									
<i>Cosmosoma centrale</i>	0	0	0	0	0	0	137	2	139
<i>Leucanopsis</i> sp.	0	0	33	4	43	0	83	16	179
Crambidae									
<i>Desmia elanopalis</i>	0	0	0	0	0	0	149	41	190
Noctuidae									
<i>Alabama argillacea</i>	0	0	0	0	0	0	75	60	135
<i>Anicla</i> sp.	6	38	31	27	143	0	0	0	245
<i>Anomis erosa</i>	6	15	1	22	25	0	0	0	69
<i>Anticarsia</i>	0	11	1	0	23	155	20	4	214
<i>Elaphria</i> sp.1	26	22	4	1	17	0	148	19	237
<i>Elaphria</i> sp.2	7	3	5	1	9	0	273	54	352
<i>Helicoverpa zea</i>	510	37	97	29	84	169	1278	330	2534
<i>Leucania humidicola</i>	18	0	0	8	31	0	0	0	57
<i>Leucania</i> sp.	59	47	32	4	58	0	0	0	200
<i>Spodoptera</i>	427	935	468	140	516	493	821	238	4038
Pyralidae									
<i>Elasmopalpus</i>	451	573	199	391	257	276	183	1432	3762
NEUROPTERA									
Chrysopidae									
<i>Chrysoperla externa</i>	0	0	0	0	0	3	67	46	116
TOTAL	10.184	47.201	3673	5233	3838	61.064	32.167	11.918	175.236
Número de espécies	45	55	48	60	55	49	52	50	100

Comparação das safras de milho em Barretos, SP

Nas cinco safras avaliadas em Barretos, foram coletados 71.949 espécimes e 150 espécies. Do total coletado, as espécies que mais se destacaram foram Formicidae sp.5 (13,6%), *Lobiopa* sp. (10,5%), Formicidae sp.3 (8,6%), *Selenophorus* sp. (8,1%), Tenebrionidae sp.1 (7,5%), *Froeschneria* sp. (4,9%), *Euxesta* spp. (3,7%), Formicidae sp.1 (3,3%), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (3,2%) e *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (2,5%).

Na safra de inverno de 1999, foram coletados 102 espécies e 10.533 espécimes, distribuídos em dez ordens e 71 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Coleoptera (36%), Diptera (21,4%) e Hemiptera (19,7%) e as principais famílias foram Tenebrionidae, Otitidae, Lygaeidae e Noctuidae.

As principais espécies foram Tenebrionidae sp.1, *Euxesta* spp. e *Froeschneria* sp. Já na safra de inverno de 2000, foram coletados 141 espécies e 5.513 espécimes, distribuídos em 12 ordens e 74 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Coleoptera (33,4%), Hemiptera (23%) e Hymenoptera (21,2%) e as principais famílias foram Formicidae, Scarabaeidae, Pyralidae, Cicadellidae, Carabidae e Tenebrionidae. As espécies que mais se destacaram foram *Tenagobia* sp., Formicidae sp.2, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), Formicidae sp.5, *Selenophorus* sp. e Tenebrionidae sp.1.

No verão de 1999/2000, foram coletados 150 espécies e 48.123 espécimes, distribuídos em 12 ordens e 81 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Coleoptera (39,6%) e Hymenoptera (38,2%) e as principais

famílias foram Formicidae, Nitidulidae, Carabidae e Tenebrionidae. As principais espécies foram Formicidae sp.5, *Lobiopa* sp., Formicidae sp.3, *Selenophorus* sp. e Tenebrionidae sp.1.

Na safrinha de 2000, foram coletados 89 espécies e 3.799 espécimes, distribuídos em oito ordens e 52 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Hemiptera (30,1%) e Lepidoptera (28,5%) e as principais famílias foram Noctuidae, Corixidae e Formicidae. As espécies que mais se destacaram foram *Sigara* sp., *S. frugiperda*, Formicidae sp.5 e *Euxesta* spp. Já na safrinha de 2001, foram coletados 109 espécies e 3.981 espécimes, distribuídos em dez ordens e 64 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram as mesmas da safrinha de 2000, Lepidoptera (32%) e Hemiptera (25,7%) e as principais famílias foram Noctuidae, Cicadellidae e Pyralidae. As principais espécies foram *S. frugiperda*, *Froeschneria* sp., *Euxesta* spp., Formicidae sp.5, *D. maidis* e *E. lignosellus*.

Comparando-se as safras, observou-se que a safra de verão 1999/2000 apresentou a maior quantidade de espécimes coletados e o maior número

de espécies. No entanto, os maiores índices de riqueza ($\alpha = 16,25$) e de diversidade ($H' = 3,51$) foram observados no inverno de 2000 (Tabela 3). Isso porque, apesar da menor quantidade de espécimes coletados, essa safra apresentou um número elevado de espécies. Para o índice de equitabilidade, verificou-se que o verão 1999/2000 apresentou o menor índice ($E = 0,56$), demonstrando a dominância de algumas espécies em relação às demais, e o inverno de 2000 apresentou o maior índice ($E = 0,71$), revelando que esta safra apresentou também a maior homogeneidade na ocorrência numérica das espécies (Tabela 3).

Para a análise de componentes principais, foram utilizadas 60 espécies do total de espécies coletadas nas cinco safras de milho, as quais foram selecionadas através dos índices faunísticos (constância, abundância, dominância e frequência), ou seja, foram consideradas todas as espécies predominantes (Tabela 2).

Os três primeiros eixos obtidos na análise de componentes principais explicaram cerca de 97,7% da variação total presente na matriz de covariância. O primeiro componente principal explicou

TABELA 3. Número total de espécimes coletados, número de espécies, número de coletas, riqueza, diversidade e equitabilidade, em armadilha luminosa, nas safras de milho, em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO.

Locais	Total coletado	Nº de espécies	Nº de coletas	Riqueza Margalef (α)	Diversidade Shannon-Wiener (H')	Equitabilidade (E)
Barretos/SP						
Inverno de 1999	10.533	102	17	10,90	2,92	0,63
Verão de 1999/2000	48.123	150	14	13,82	2,82	0,56
Safrinha de 2000	3.799	89	14	10,68	3,08	0,69
Inverno de 2000	5.513	141	10	16,25	3,51	0,71
Safrinha de 2001	3.981	109	15	13,03	3,23	0,69
Ponta Grossa/PR						
Verão de 1999/2000	62.279	143	11	12,86	2,72	0,55
Capinópolis/MG						
Verão de 1999/2000	33.144	160	11	15,28	2,95	0,58
Santa Helena de Goiás/GO						
Safrinha de 2001	12.297	115	13	12,11	2,84	0,60

cerca de 87,4% da variação total, o segundo 8,7% e o terceiro 1,6% (Tabela 4). As espécies Formicidae sp.5, Formicidae sp.3 e *Selenophorus* sp. apresentaram os maiores valores (0,649; 0,531 e 0,448, respectivamente), sendo as espécies de maior importância no primeiro componente. No segundo componente, a espécie mais importante foi *Lobiopa* sp., que apresentou o valor de 0,982. Já no terceiro componente, a espécie Tenebrionidae sp.1 apresentou o maior valor (0,839).

A projeção das safras no espaço dos dois primeiros componentes principais mostrou a formação de dois grupos, um formado pela safra de verão 1999/2000 e outro formado pelas demais safras (Figura 1). Observou-se, porém, a sobreposição de alguns pontos da safra de verão em relação às demais safras. Nota-se que, para a formação desse grupo, contribuíram tanto as espécies do primeiro componente principal como as espécies do segundo componente (Figura 1). A distribuição das safras, no primeiro e terceiro componentes principais, mostra a formação dos mesmos dois grupos; no entanto, as espécies do terceiro componente principal não conseguem distinguir os grupos, mas são responsáveis pela presença de dois pontos discrepantes referentes à safra de inverno de 1999 (Figura 2). Isto também foi confirmado através do teste de Kruskal-Wallis, por meio do qual se verificou diferença significativa entre as safras ($K = 30,54$; $gl = 4$; $P < 0,0001$).

Através de comparações feitas dois a dois, verificou-se que a safra de verão de 1999/2000 diferiu significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, das demais safras, que o inverno de 1999 diferiu significativamente da safrinha de 2000 ($K = 3,94$; $gl = 2$; $P < 0,0472$) e da safrinha de 2001 ($K = 6,12$; $gl = 2$; $P < 0,0134$) e que o inverno de 2000, a safrinha de 2000 e a safrinha de 2001 não diferiram significativamente entre si.

Resultado semelhante foi encontrado através da análise de agrupamento, a qual reuniu as safras em dois grandes grupos, em função do total de espécimes coletados em cada safra (Figura 3). Um formado pela safra de verão e o outro pelas demais safras, o qual subdividiu-se em dois outros grupos, um formado pelo inverno de 1999 e o outro pelo inverno de 2000, safrinha de 2000 e safrinha de 2001.

Observou-se, através dos índices de riqueza, diversidade e equitabilidade e através das análises multivariadas e de agrupamento, que a safra de verão de 1999/2000 diferiu significativamente, ao nível de 1% de probabilidade das demais, pois apresentou o maior número de espécimes e de espécies coletados. Algumas espécies, principalmente *Selenophorus* sp.; *Scymnus* sp.; *Lobiopa* sp.; *Dyscinetus* sp.; *Xyleborus* sp.; *Paederus* sp.; Tenebrionidae sp.1; *Doru luteipes* (Scudder); *D. maidis*; *Buenoa* sp.; as espécies de formigas (Formicidae sp.1; sp.3; sp.4 e sp.5) e *S. frugiperda*, apresentaram uma maior quantidade de espécimes coletados em relação às demais safras.

TABELA 4. Coeficientes dos três primeiros componentes principais (CP1, CP2, CP3), para as cinco principais espécies das 60 espécies analisadas, com suas respectivas contribuições percentuais.

Espécies	CP1	CP2	CP3
Formicidae sp.5	0,649	-0,048	-0,187
Formicidae sp.3	0,531	-0,102	-0,079
<i>Selenophorus</i> sp.	0,448	-0,073	-0,026
<i>Lobiopa</i> sp.	0,098	0,982	-0,079
Tenebrionidae sp.1	0,209	0,054	0,839
Porcentagem	87,400	8,700	1,600

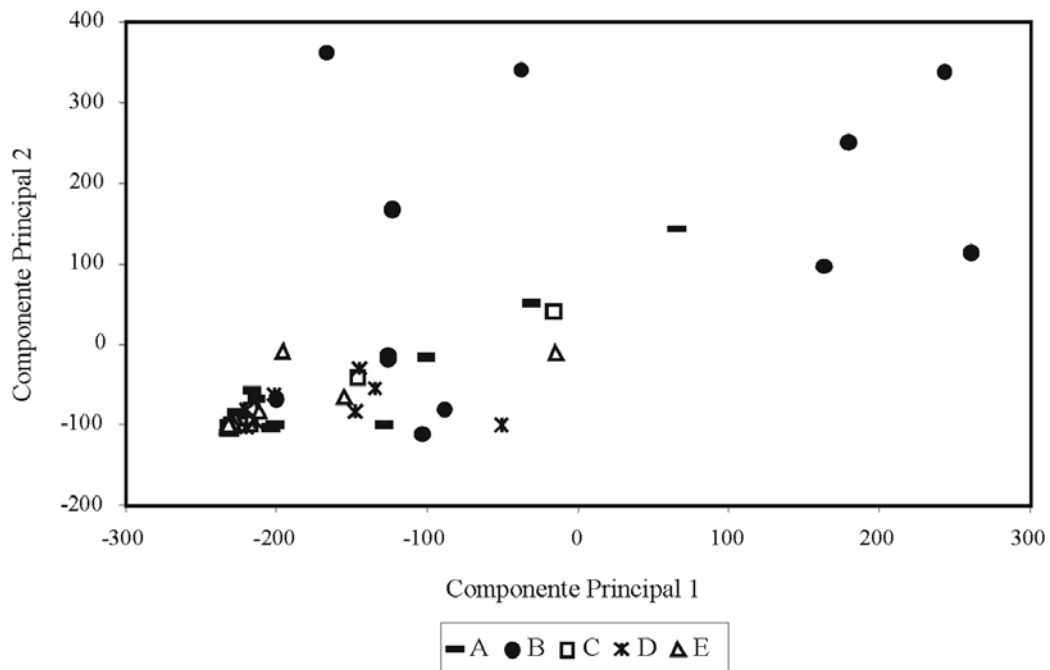


FIGURA 1. Ordenação das cinco safras de milho avaliadas em Barretos, SP, nos dois primeiros componentes principais. A: inverno de 1999, B: verão de 1999/2000, C: safrinha de 2000, D: inverno de 2000 e E: safrinha de 2001.

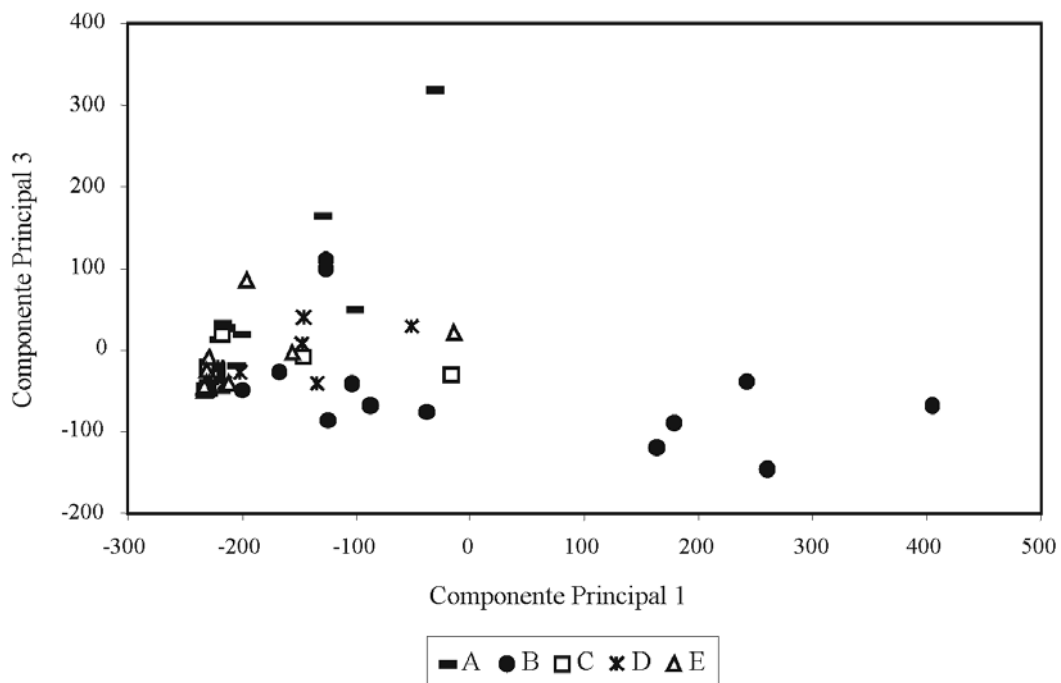


FIGURA 2. Ordenação das cinco safras de milho avaliadas em Barretos, SP, no primeiro e no terceiro componentes principais. A: inverno de 1999, B: verão de 1999/2000, C: safrinha de 2000, D: inverno de 2000 e E: safrinha de 2001.

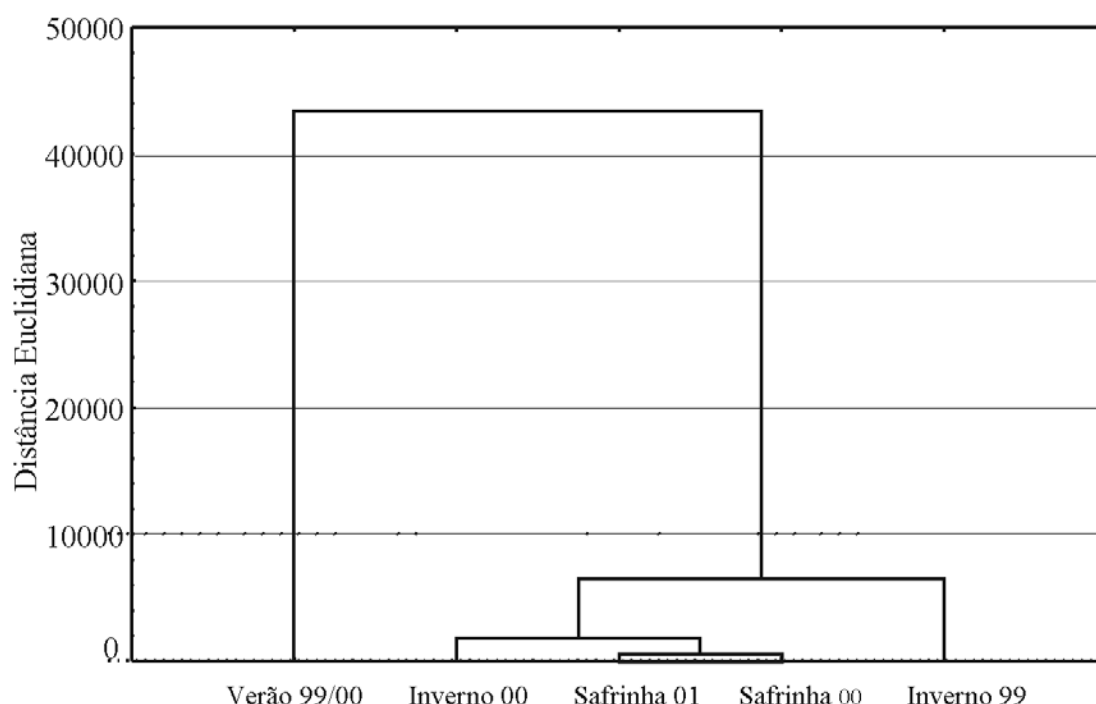


FIGURA 3. Dendrograma UPGMA baseado nas distâncias euclidianas, em função do total de espécimes coletados nas cinco safras de milho avaliadas em Barretos, SP.

Comparação dos locais

Verão 1999/2000

Em Ponta Grossa, na safra de verão de 1999/2000, foram coletados 143 espécies e 62.279 espécimes, distribuídos em 11 ordens e 79 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Coleoptera (70,8%) e Hymenoptera (17%) e as principais famílias foram Scarabaeidae, Formicidae, Carabidae, Coccinellidae e Melyridae. As principais ordens foram as mesmas da safra de verão de 1999/2000, em Barretos; no entanto, a porcentagem coletada da ordem Coleoptera, em Ponta Grossa, foi muito maior que a de Barretos. As espécies que mais se destacaram foram *Ataenius* sp.1 (27,2%), Formicidae sp.7 (13,2%), *Scymnus* sp. (7,4%), *Selenophorus* sp. (6,9%), *Ataenius* sp.2 (5,9%), *Astylus variegatus* Germar (4,3%), *Astaena* sp. (4,2%), *Notiobia* sp. (3,8%), *Paederus* sp. (2,5%) e *Peregrinus maidis* (Ashmead) (2,2%).

Em Capinópolis, na safra de verão de 1999/2000, foram coletados 160 espécies e 33.144 espécimes, distribuídos em 11 ordens e 87 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Hemiptera (49%) e Diptera (21,1%) e as principais famílias foram Cicadellidae, Lygaeidae, Otitidae e Drosophilidae. As espécies que mais se destacaram foram *D. maidis* (16,9%); *Neopamera* sp. (12,7%); *Protalebrella brasiliensis* (Baker) (12,7%); *Euxesta* spp. (10,3%) e *Rhinoleucophenga* sp. (10%).

Observou-se que Capinópolis apresentou o maior número de espécies e o maior índice de riqueza ($\alpha = 15,28$) e de diversidade ($H' = 2,95$) (Tabela 3). Já Ponta Grossa apresentou os menores índices, apesar de ter apresentado o maior número de espécimes coletados. Isso, provavelmente, porque uma comunidade pode ser mais rica em espécies do que a outra, mas não necessariamente em indivíduos

por unidade de área (Silveira Neto *et al.*, 1976). Em relação ao índice de equitabilidade, os três locais avaliados apresentaram valores similares (Tabela 3), os quais foram baixos, revelando que, independentemente do local, a safra de verão apresenta baixa homogeneidade na ocorrência numérica das espécies, ou seja, dominância de algumas espécies em relação às demais.

Para a análise de componentes principais, foram utilizadas 69 espécies do total de espécies coletadas nos três locais. Os três primeiros eixos obtidos na análise de componentes principais explicaram cerca de 94,5% da variação total presente na matriz de covariância. O primeiro componente principal explicou cerca de 65,3% da variação total, o segundo 22,5% e o terceiro 6,7% (Tabela 5). As espécies *Ataenius* sp.1; Formicidae sp.7 e *Selenophorus* sp. apresentaram os maiores valores (0,851; 0,319 e 0,237, respectivamente), sendo as espécies de maior importância no primeiro componente. No segundo componente, as espécies mais importantes foram Formicidae sp.5, Formicidae sp.3, *Selenophorus* sp. e Tenebrionidae sp.1, as quais apresentaram os maiores valores (0,652; 0,535; 0,424 e 0,211, respectivamente).

A projeção dos locais no espaço dos dois primeiros componentes principais mostrou a formação de dois grupos, um formado por Barretos e outro por Ponta Grossa e Capinópolis (Figura 4), embora três pontos referentes à área de Ponta Grossa tenham

ficado desagrupados. Para a formação desses grupos, contribuíram principalmente as espécies do segundo componente principal. Já para os três pontos discrepantes da área de Ponta Grossa as espécies do primeiro componente tiveram maior contribuição (Figura 4). Isto também foi confirmado através do teste de Kruskal-Wallis, por meio do qual se verificou diferença significativa entre os locais ($K = 6,86$; $gl = 2$; $P = 0,03$).

Através de comparações feitas dois a dois, verificou-se que Barretos diferiu significativamente de Ponta Grossa ($K = 4,10$; $P = 0,04$) e de Capinópolis ($K = 5,54$; $P = 0,02$) e que Ponta Grossa e Capinópolis não diferiram significativamente ($K = 0,57$; $P = 0,45$).

Safrinha 2001

Em Santa Helena de Goiás, na safra de 2001 foram coletados 115 espécies e 12.297 espécimes, distribuídos em nove ordens e 52 famílias. As ordens com maior porcentagem de insetos coletados foram Hemiptera (47,4%) e Lepidoptera (17,2%) e as principais famílias foram Cicadellidae, Formicidae, Pyralidae, Scarabaeidae e Noctuidae. As espécies que mais se destacaram foram *D. maidis* (29,8%); *E. lignosellus* (11,6%); Formicidae sp.12 (10,9%); *Ataenius* sp.1 (5,8%) e *Carpophilus* sp. (5,3%).

Verificou-se que Barretos apresentou maior índice de riqueza ($\alpha = 13,03$), maior diversidade ($H' = 3,23$) e maior equitabilidade ($E = 0,69$)

TABELA 5. Coeficientes dos três primeiros componentes principais (CP1, CP2, CP3), para as seis principais espécies das 69 espécies analisadas, com suas respectivas contribuições percentuais.

Espécies	CP1	CP2	CP3
<i>Ataenius</i> sp.1	0,851	-0,109	0,008
Formicidae sp.7	0,319	-0,047	-0,018
<i>Selenophorus</i> sp.	0,237	0,424	0,003
Formicidae sp.5	0,012	0,652	-0,003
Formicidae sp.3	0,011	0,535	0,006
Tenebrionidae sp.1	0,003	0,211	-0,001
Porcentagem	65,300	22,500	6,700

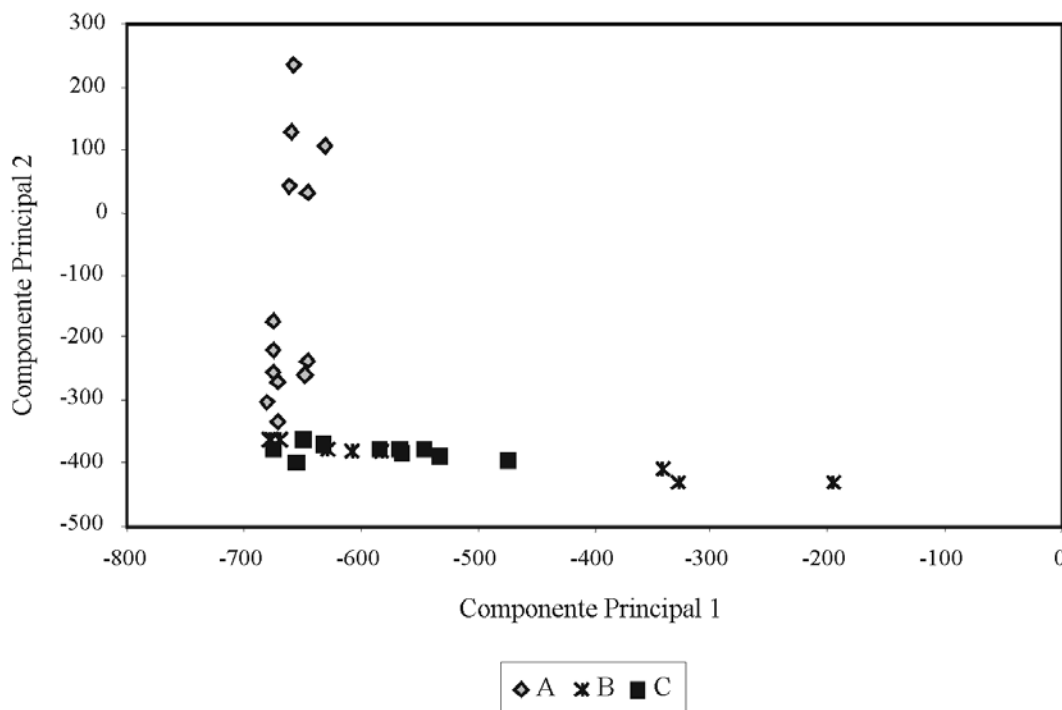


FIGURA 4. Ordenação das três safras de milho de verão de 1999/2000, avaliadas nos dois primeiros componentes principais. A: Barretos, SP, B: Ponta Grossa, PR e C: Capinópolis, MG.

comparado com Santa Helena de Goiás, embora tenha apresentado menor número de espécies e de insetos coletados (Tabela 3). O índice de diversidade é um dos melhores índices para uso em comparações de comunidades (Odum, 1988), uma vez que comunidades com maiores índices de diversidade tendem a ser mais estáveis, pois as espécies raras podem garantir a sobrevivência de comunidades, ou seja, espécies raras e aparentemente sem importância podem ser fundamentais para a manutenção da biodiversidade (Santos & Marques, 1996). No entanto, baixos índices de diversidade são esperados em ambientes agrícolas, já que ambientes perturbados ou que sofrem qualquer tipo de interferência podem apresentar menor riqueza de espécies.

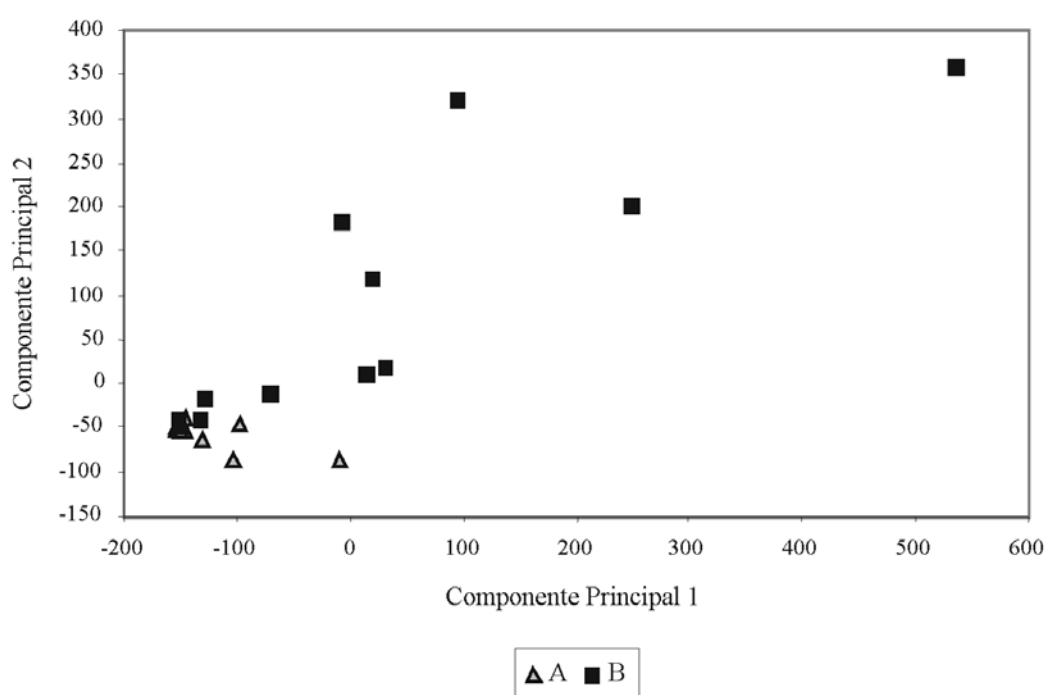
Para a análise de componentes principais, foram utilizadas 42 espécies do total de espécies coletadas nos dois locais. Os três primeiros eixos obtidos na análise de componentes principais explicaram cerca de 91,7% da variação total presente

na matriz de covariância. O primeiro componente principal explicou cerca de 79,1% da variação total, o segundo 9,4% e o terceiro 3,2% (Tabela 6). A espécie *D. maidis* apresentou o maior valor (0,982), sendo a espécie de maior importância no primeiro componente. No segundo componente, as espécies mais importantes foram Formicidae sp.12, *Carpophilus* sp., *Ataenius* sp.1 e *E. lignosellus*, as quais apresentaram os maiores valores (0,726; 0,410; 0,318 e 0,266, respectivamente).

A projeção dos locais no espaço dos dois primeiros componentes principais mostrou que os dois locais avaliados formaram grupos distintos (Figura 5). Para a formação desses grupos, contribuíram tanto as espécies do primeiro componente principal como as espécies do segundo componente (Figura 5). Isso também foi confirmado através do teste de Kruskal-Wallis, por meio do qual se verificou diferença significativa entre os locais ($K = 10,25$; $gl = 1$; $P = 0,001$).

TABELA 6. Coeficientes dos três primeiros componentes principais (CP1, CP2, CP3), para as cinco principais espécies das 42 espécies analisadas, com suas respectivas contribuições percentuais.

Espécies	CP1	CP2	CP3
<i>Dalbulus maidis</i>	0,982	-0,164	-0,018
Formicidae sp.12	0,121	0,726	0,064
<i>Carpophilus</i> sp.	0,038	0,410	0,091
<i>Ataenius</i> sp.1	0,046	0,318	0,039
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	0,063	0,266	0,034
Porcentagem	79,100	9,400	3,200

**FIGURA 5.** Ordenação das duas safras de milho safrinha de 2001, avaliadas nos dois primeiros componentes principais. A: Barretos, SP e B: Santa Helena de Goiás, GO.

As espécies predominantes variaram entre os locais e as safras (Tabela 2), por exemplo, *Notiobia* sp.; *Selenophorus* sp.; *Scymnus* sp.; *Paederus* sp.; *D. luteipes*; *D. maidis* e as espécies de formigas foram coletadas em maiores quantidades nas safras de verão, o que explica as maiores quantidades de espécimes coletados nessas safras, embora possam ter ocorrido também variações sazonais e de atratividade dessas espécies em relação à luz. A espécie *D. luteipes* foi coletada em grandes quantidades apenas nas safras de verão de 1999/

2000 e principalmente em Barretos e Ponta Grossa (Tabela 2). Isso porque a presença do inseto no campo apresenta uma resposta quadrática, dependendo dos meses de plantio; diminui de fevereiro até julho e cresce a partir desses meses, ou seja, o inseto apresenta as maiores ocorrências em plantios realizados nos meses mais quentes do ano (Cruz & Oliveira, 1997). Isso provavelmente porque, em cultivos realizados nessas épocas, há também maior ocorrência de suas presas preferidas.

Entre os lepidópteros, a espécie *Helicoverpa zea* (Bod.) foi mais coletada no inverno de 1999, em Barretos, no verão de 1999/2000 em Capinópolis e na safrinha de 2001 em Santa Helena de Goiás comparada às demais safras. Já *Anticarsia gemmatilis* Hueb. apresentou a maior quantidade no verão de 1999/2000, em Ponta Grossa. As espécies *S. frugiperda*, *E. lignosellus* e *D. maidis*, importantes pragas do milho, foram coletadas em grandes quantidades em todas as safras e locais avaliados (Tabela 2). As espécies *Paederus* sp., *Euxesta* spp., Simuliidae sp.1, *D. maidis*, *S. frugiperda* e *E. lignosellus* foram coletadas em todas as safras e nos quatro locais avaliados.

Em Ponta Grossa, alguns representantes da ordem Coleoptera, principalmente *A. variegatus* e os escarabeídeos (*Astaena* sp.; *Ataenius* sp.1 e *Ataenius* sp.2) apresentaram uma quantidade de insetos coletados muito maior, comparado aos outros

locais, o que pode ser explicado pelas próprias características de plantio da região, onde o sistema de plantio direto é uma prática bastante comum, sendo esta favorável ao desenvolvimento da fauna de solo (Gassen, 1996), dentre os quais destacam-se os coleópteros e os ortópteros (Silva & Carvalho, 2000).

A análise de agrupamento em função do total de espécimes coletados em cada safra reuniu as safras de verão e as safrinhas dos diferentes locais avaliados em dois grandes grupos (Figura 6). Um grupo formado pelas safras de verão, que se dividiu em dois subgrupos: um formado por Barretos e Ponta Grossa e o outro por Capinópolis. O outro grupo foi formado pelas safrinhas de Barretos e Santa Helena de Goiás. Portanto, verificou-se que existem diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre as safras e os locais avaliados, para a cultura do milho.

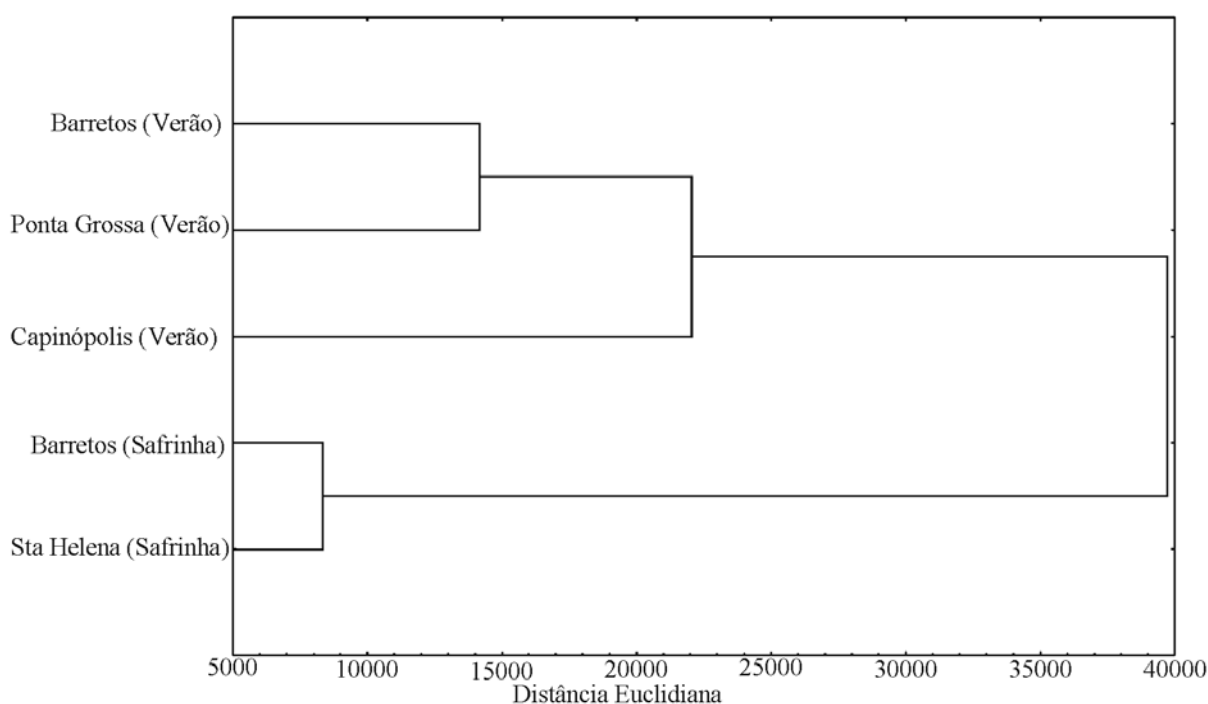


FIGURA 6. Dendrograma UPGMA baseado nas distâncias euclidianas, em função do total de espécimes coletados nas safras de verão de 1999/2000 e safrinha de 2001, avaliadas em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO.

Os principais lepidópteros-pragas da cultura do milho foram coletados em grande quantidade através de armadilha luminosa, demonstrando que estiveram presentes nas áreas avaliadas em todas as safras. Contudo, as safras diferiram significativamente entre si em relação à comunidade de insetos (biodiversidade de espécies). Desse modo, é essencial que estudos visando avaliar a comunidade de insetos não fiquem restritos a apenas uma safra ou a uma determinada época de plantio, já que essa comunidade pode variar entre as safras, principalmente na de verão. O monitoramento de insetos visando avaliar os possíveis efeitos de agentes de controle de insetos (por ex., milho geneticamente modificado ou inseticida) sobre a comunidade de insetos deve ser feito durante todas as safras, em regiões onde se cultiva o milho por mais de uma safra, para que se possam fazer inferências que representem o que ocorre no campo.

Além disso, com base nas espécies predominantes, os locais avaliados diferiram significativamente, demonstrando que a comunidade de insetos varia entre as regiões. Portanto, estudos visando avaliar o efeito das táticas de controle devem se basear em toda a comunidade de insetos, pois o uso de bioindicadores previamente definidos pode ser bastante representativo para uma região, mas não para outra.

Conclusões

Diferenças significativas na comunidade de insetos foram observadas em diferentes safras de milho, na região de Barretos, SP.

A comunidade de insetos varia entre as regiões produtoras de milho.

A escolha de bioindicadores deve ser feita regionalmente, de acordo com as safras avaliadas, e com base na predominância das espécies.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a concessão

da bolsa ao primeiro autor. À Monsanto do Brasil Ltda, em especial aos engenheiros agrônomos Aroldo Marochi, Daniel Camposilvan e Rubens Pícoli o auxílio na condução dos experimentos e ao engenheiro agrônomo Odnei D. Fernandes o apoio, as sugestões e o auxílio durante toda a execução do projeto. À Gislaíne A. Amâncio de Oliveira Campos pela grande ajuda na triagem dos insetos. À engenheira agrônoma Ranyse B. Querino o auxílio na análise de componentes principais.

Literatura Citada

ALVES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; FORLIN, A.; PIFFER, A.A. Análise faunística e flutuação populacional de lepidópteros associados ao eucalipto em Niquelândia, Goiás. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.2, p.159-168, 1994.

BICELLI, C.R.L.; SILVEIRA NETO, S.; MENDES, A.C.B. Dinâmica populacional de insetos coletados em cultura de cacau na região de Altamira, Pará. II. Análise faunística. **Agrotrópica**, Ilhéus, v.1, n.1, p.39-47, 1989.

CARRANO-MOREIRA, A.F.; PEDROSA-MACEDO, J.H. Levantamento e análise faunística da família Scolytidae (Coleoptera) em comunidades florestais no Estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.23, n.1, p.115-126, 1994.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, A.C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.363-368, 1997.

DORVAL, A.; ZANUNCIO, J.C.; PEREIRA, J.M.M.; GASPERAZZO, W.L. Análise faunística de *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 e *Eupseudosoma involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera: Arctiidae) em *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus cloeziana* na região de Montes Claros,

Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.2, p.228-240, 1995.

GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

SANTOS, G.M.M.; MARQUES, O.M. Análise faunística de comunidades de formigas epigéias (Hymenoptera, Formicidae) em dois agroecossistemas em Cruz das Almas – Bahia. **Insecta**, Cruz das Almas, v.5, n.1, p.1-17, 1996.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: version 6. 4.ed.** Cary, 1989. 846p.

SILVA, R.A.; CARVALHO, G.S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.199-203, 2000.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.9-15, 1995.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLANOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.