

CROP PROTECTION

Impacto da Queima Controlada da Palhada da Cana-de-açúcar Sobre a Comunidade de Insetos Locais

RÚBIA A. ARAÚJO, MÁRCIO S. ARAÚJO, ALFREDO H.R. GONRING E RAUL N.C. GUEDES

¹Depto. Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 3571-000, Viçosa, MG

Neotropical Entomology 34(4):649-658 (2005)

Impact of Controlled Sugarcane Straw Burning on Local Insect Community

ABSTRACT - The previous burning of sugarcane straw before harvest causes a series of inconvenients to the environment, specially to the tillage-associated insects. Fire is used to control pests and diseases in the agriculture, however its effect on insect populations is not well understood or documented, mainly on invertebrate groups responsible for nutrient recycling and energy flow. Our objective was to evaluate the effect of controlled burning sugarcane straw on the local insect community. The insects were collected in different dates before and after burning. The species selected for the analysis were affected by fire. Among the 35 taxa collected, 17 were considered more relevant to explain the observed variation in the frequency of species captured through time. In the first sampling after burning, there was a decrease in abundance of five species [Nitidulidae (species 2; Coleoptera), *Lutosa brasiliensis* (Brunner von Wattenwyl) (Orthoptera: Gryllacrididae), Phoridae e Drosophilidae (Diptera) e *Labia minor* L. (Dermaptera: Labiidae)], among the 17 species selected for analysis. The canonical variate analysis for different sampling dates indicated significant difference between treatments, considering the composition and the species abundance. Despite the different composition of the insect community observed before and after burning, there is a tendency of community recovery to the observed pattern before burning.

KEY WORDS: *Labia minor*, *Xyleborus*, Nitidulidae, soil trap

RESUMO - A queima prévia ao corte dos canaviais causa uma série de inconvenientes ao meio ambiente e em particular à entomofauna associada à cultura. O fogo é largamente usado no controle de pragas e doenças na agricultura, entretanto seu efeito sobre populações de insetos não é bem entendido ou documentado, principalmente sobre grupos de invertebrados que são responsáveis pela ciclagem de nutrientes e fluxo de energia. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da queima controlada da palhada da cana-de-açúcar sobre a comunidade de insetos locais. Os insetos foram coletados em diferentes datas antes e após a queima. Dos 35 taxa coletados, 17 foram considerados mais relevantes para explicar a variação observada da frequência de captura das espécies ao longo do tempo. Na primeira coleta depois da queima, verificou-se a redução do número de insetos em cinco espécies [Nitidulidae (espécie 2; Coleoptera), *Lutosa brasiliensis* (Brunner von Wattenwyl) (Orthoptera: Gryllacrididae), Phoridae e Drosophilidae (Diptera) e *Labia minor* L. (Dermaptera: Labiidae)], dentre as 17 selecionadas para análise. A análise de variáveis canônicas para as diferentes datas de coleta indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância das espécies. Apesar da diferente composição da comunidade de insetos observados antes e após a queima, os dados apresentados sugerem uma tendência de recuperação da comunidade ao padrão observado antes da queima.

PALAVRAS-CHAVE: *Labia minor*, *Xyleborus*, Nitidulidae, armadilha de solo

Distúrbios naturais (geadas, tempestades, furacões, incêndios) ou antrópicos (desmatamentos, queimadas, aplicações de pesticidas) são eventos importantes que afetam a estrutura das comunidades de insetos (Castro *et al.* 1990,

Farji-Brener *et al.* 2002). Entretanto, se a diversidade aumenta ou diminui depois de determinado distúrbio, depende das características deste, tais como intensidade, duração (Swengel 2001).

Diferentemente de outros agentes físicos de distúrbios, o fogo é influenciado pela comunidade de plantas e desempenha papel chave na dinâmica de ecossistemas em muitos biomas mundiais (Whelan 1995). Seus efeitos diretos, bem como implicações pós-fogo, são resultados da severidade da queima que, por sua vez, depende da disponibilidade e do arranjo do material combustível, da umidade e temperatura do solo, da topografia, do vento e da frequência e duração do fogo (Ribeiro 1997).

Em escalas diferenciadas, o fogo afeta todos os componentes desse ecossistema (Ribeiro 1997). Isso, obviamente, faz com que os efeitos da queima controlada e do incêndio sejam distintos entre si. O fogo como ferramenta de manejo do ambiente tem sido largamente usado em várias regiões do mundo. Acrescido às queimadas não controladas, ele provoca alterações diversas em comunidades de invertebrados que desempenham papel chave nesses ecossistemas.

A queima prévia ao corte dos canaviais, consagrada em função dos reflexos econômicos imediatos, tem causado uma série de inconvenientes ao meio ambiente e em particular à entomofauna associada a esta cultura (Almeida Filho 1995). Os indicadores de desempenho da agroindústria canavieira, safra 2001/2002, mostraram que ainda se faz queimada prévia da palhada em mais de 80% dos canaviais brasileiros (Nunes Júnior et al. 2003). As extensas áreas ocupadas por cana-de-açúcar em nosso país, em torno de quatro milhões de hectares (Della Lucia 1999), dão uma dimensão dos problemas ambientais advindos dessa prática de limpeza prévia antes do corte, ou, até mesmo, da queima da palhada do canavial colhido cru (Araújo et al. 2004).

A necessidade de promover a limpeza parcial do canavial, visando facilitar a operação de corte (manual e mecânico), é a razão principal da queima (Ripoli & Paranhos 1987). Estes autores comentam, entretanto, que as condições ideais desejáveis são a cana cortada madura, sem queima prévia, e relatam ainda que os problemas ambientais causados pela queima dos canaviais têm levado países e regiões produtoras a proibirem as queimadas e forçarem o desenvolvimento de novos equipamentos e métodos de colheita. As queimadas exercem seus efeitos deletérios principalmente pela combustão da matéria orgânica das plantas, sendo também responsáveis pela destruição da microfauna e microflora do solo (Filgueiras 1981).

O fogo é largamente usado no controle de pragas e doenças na agricultura, entretanto seu efeito sobre populações de insetos não é bem entendido ou documentado (Ahlgren 1974, Andersen, 1991, Araújo et al. 2004), principalmente sobre grupos de invertebrados que são responsáveis pela ciclagem de nutrientes e fluxo de energia (Andersen & Lonsdale 1990, McCullough et al. 1998). A severidade dos danos causados pelo fogo depende da intensidade e duração, do tipo e arranjo do material combustível, do tipo e do grau de oxidação, das condições climáticas, da topografia, da umidade e textura do solo, do conteúdo de matéria orgânica do solo e do intervalo entre queimadas (Curry 1994, Neary et al. 1999). A longo prazo, os efeitos do fogo implicam em alteração das condições ambientais e de abrigos, bem como na qualidade do alimento (Majer 1984, Collett 1998).

Segundo Zimmer & Parmenter (1998), os poucos estudos existentes sobre respostas de artrópodes ao fogo indicam que

espécies residentes nas plantas (principalmente herbívoros e predadores) inicialmente sofrem alta mortalidade, mas recolonizam rapidamente esses locais através de populações advindas das áreas vizinhas não queimadas. Em contraste, artrópodes do solo (detritívoros e predadores) são pouco afetados inicialmente, aumentando sua abundância logo após a passagem do fogo (Abensperg-Traun & Milewski 1995, Sgardelis et al. 1995, Whelan 1995, Swengel 2001). De acordo com Degaspari et al. (1983), a maior sobrevivência de predadores após a queima do canavial é justificada pelas baixas temperaturas atingidas nos primeiros 5 mm de profundidade do solo durante o fogo. Assim, por apresentarem grande mobilidade e por ser grande a possibilidade de se abrigarem no solo, os predadores sobrevivem à queima.

A preocupação do risco de extinção da população local de insetos em um ambiente aberto, logo após a passagem do fogo, está sendo difundida em todo o mundo - por exemplo, na África (Wright 1993, Wright & Samways 1999), Austrália (Greenslade 1993, Prince 1993), Europa (Fry & Lonsdale 1991) e América do Norte (Hessel 1954, Brown 1993, Emmel & Minno 1993, Powell & Parker 1993). Entretanto, poucos estudos têm sido documentados. Assim, devido à carência de estudos sobre impacto do fogo em comunidades de invertebrados, objetivou-se neste trabalho investigar o impacto da queima controlada da palhada da cana-de-açúcar sobre o número de insetos capturados nas armadilhas, bem como a mudança na estrutura da comunidade de insetos locais. Espera-se confirmar o prevaletimento do impacto negativo do fogo na comunidade de invertebrados e dificuldade de recuperação desta, exceto para predadores.

Material e Métodos

Descrição da Área. Este estudo foi realizado em Oratórios, MG (20° 20'S; 43° 48'W e altitude de 400 m), em uma plantação de cana-de-açúcar próxima ao Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-Açúcar, UFV, margeada por pastagem formada predominantemente por *Paspalum notatum* (Flugge) e *Brachiaria decumbes* (Stapf) e por um pequeno fragmento de mata secundária. O plantio, que tinha em torno de nove anos, era anualmente submetido à queima de limpeza para exploração. Diferentemente dos anos anteriores, a cana-de-açúcar foi colhida crua neste experimento.

Queima Controlada. Depois que os talhões de cana-de-açúcar utilizados neste experimento foram devidamente aceirados, executou-se a queima controlada da palhada. Inicialmente, acendeu-se uma linha de fogo no talhão, oposta à direção do vento, e logo depois foi ateado fogo a favor do vento, objetivando uma queima rápida, segura e uniforme. A queima foi realizada no início da primavera, com a palhada totalmente seca.

Amostragem dos Insetos. Vinte armadilhas de solo (tipo *pit fall*, constituídas por copos de plástico de 200 ml e ajustadas ao nível do solo) espaçadas em 20 m, foram distribuídas ao longo de um transecto a partir de uma bordadura de 20 m na área experimental. Os recipientes coletores foram preenchidos com 100 ml de solução

conservadora, constituída por álcool 50%. Procedeu-se à coleta dos insetos somente uma semana após a instalação das mesmas na área de estudo. Isso, segundo Della Lucia *et al.* (1982) e Digweed *et al.* (1995), deve ser feito para evitar perturbação causada pela escavação do solo na alocação das mesmas. As armadilhas operavam por quatro dias consecutivos, sendo o conteúdo delas recolhido e triado em laboratório. Os insetos foram identificados até o menor taxon possível usando chaves taxonômicas e comparando com espécimes presentes na coleção do Museu de Entomologia da UFV. As formigas não foram consideradas por terem sido objeto de outro artigo (Araújo *et al.* 2004). Foram realizadas quatro coletas consecutivas de insetos antes (aos 4, 8, 12 e 16 dias) e 10 após a queima da palhada do canavial (4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias).

Análise Estatística. O impacto da queima controlada da palhada da cana-de-açúcar nas comunidades de insetos foi analisado pelo número de insetos capturados nas armadilhas. Os dados obtidos foram transformados para $\log(x+1)$ visando homogeneização das variâncias. A análise de variáveis canônicas foi usada para verificar o efeito da queima na estrutura das comunidades de insetos (PROC CANDISC; SAS Institute 2001). Como havia taxa presentes em pequeno número, foram incluídos nas análises estatísticas apenas aqueles selecionados pelo procedimento SETPDISC do SAS (SAS Institute 2001). As espécies foram assim selecionadas pelo programa de acordo com dois critérios coincidentes no presente caso: 1) o nível de significância do teste F na análise de covariância, onde as espécies selecionadas agem como covariáveis e os tratamentos são as variáveis dependentes; e 2) a correlação parcial quadrada para predizer os tratamentos a partir dos taxa, já controlando os efeitos dos taxa selecionados no modelo (SAS Institute 2001).

Resultados

No total de 35 taxa coletados (Tabela 1), 17 foram considerados mais relevantes pelo procedimento STEPDISC (SAS Institute 2001) e selecionados para análise adicional (Tabela 2), pois apresentaram individualmente, maior contribuição para explicação da variação total da frequência de captura das espécies ao longo do tempo (Tabela 3). A maioria das espécies coletadas apresentou baixa frequência de captura, salvo Nitidulidae (espécie 2; Coleoptera), *Xyleborus* sp. (Coleoptera: Scolytidae), *Lutosa brasiliensis* (Brunner von Wattenwyl)(Orthoptera: Gryllacrididae), Drosophilidae (Diptera) e *Labia minor* L. (Dermaptera: Labiidae) que apresentaram frequência acima de 10%. Dentre os fitófagos, os mais abundantes foram *L. brasiliensis* e *Xyleborus* sp., enquanto que Nitidulidae (espécie 2) e Drosophilidae foram os detritívoros mais encontrados. A composição da comunidade de insetos nas quatro coletas realizadas antes da queima da palhada da cana-de-açúcar não apresentou diferença significativa pelo teste F (Fig. 1), assim os dados referentes a essas coletas foram apresentados como médias.

Na primeira coleta depois da queima, o número de insetos em cinco espécies se reduziu (Nitidulidae (espécie 2), *L. brasiliensis*, Phoridae, Drosophilidae e *L. minor*) dentre as

17 selecionadas para análise, em comparação com a abundância antes da queima (Tabela 3). Algumas espécies como *Canthidium* sp., *Chlorida festiva* L. e *Apis mellifera* L., que não foram coletadas antes da queima, passaram a ser capturadas após esta. Nas coletas seguintes (8, 15, 30 e 60 dias) ocorreu aumento gradativo do número de insetos nas seguintes espécies: Nitidulidae (espécie 2), *Xyleborus* sp., *Heteroderes* sp., Rutelinae, *L. brasiliensis* e *L. minor*. Aos 90, 120 e 150 dias após a queima, em situação inversa à anterior, ocorreu queda gradativa na abundância da maioria das espécies, ocorrendo apenas aumento na abundância de *Harpalus* sp., que não havia sido coletada anteriormente. Possivelmente, tal como observado por Wikars & Schimmel (2001), a maior abundância de algumas espécies de Coleoptera logo após a passagem do fogo tenha-se devido à disponibilização de alimento. Crowson (1981) e Leschen (1996) registraram várias espécies de besouros detritívoros alimentando-se de mofo e outros fungos e que crescem em solos queimados (Petersen 1970, Wicklow 1988).

A análise de variáveis canônicas (CVA) para as diferentes datas de coleta (antes e após a queima) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância dos taxa (Wilk's lambda = 0,06; F = 5,35; gl_(num/den) = 170/2318,9; P < 0,0001). Foram calculados seis eixos canônicos, sendo todos eles significativos. Contudo, apenas os três primeiros eixos serão abordados (P < 0,0001), pois são responsáveis pela maior parte da variância observada (74%) (Tabela 4).

Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), três taxa foram os que mais contribuíram para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 (Nitidulidae sp.2, *Xyleborus* sp., *L. minor*) e Meloidae para o eixo 2. No eixo 3, novamente Nitidulidae sp.2, e outros dois taxa, *Heteroderes* sp. e Drosophilidae, foram os que mais contribuíram (negativamente) na explicação da variância observada (Tabela 4). O diagrama de ordenação derivado da análise de variáveis canônicas foi realizado, também, com os três primeiros eixos significativos. O diagrama mostrou diferença significativa entre os tratamentos antes e após a queima (Fig. 1). Entre 210 e 270 dias após a queima, já era possível verificar uma tendência de recomposição da comunidade local com padrão de riqueza similar ao observado antes da queima.

Discussão

A análise de variáveis canônicas indicou que o fogo afetou significativamente a estrutura da comunidade de insetos do local. Na primeira coleta depois do fogo foi verificada uma significativa redução na frequência média de captura dos insetos. Entretanto, vale ressaltar que os taxa selecionados pela análise apresentaram rápida recuperação na área com a palhada queimada, apresentando abundância semelhante daquela encontrada antes da queima. De acordo com Oliveira & Franklin (1993), os insetos refugiam-se durante a passagem do fogo em troncos no solo ou em áreas que não sofrem ação deste. Araújo *et al.* (2004) relatam a soqueira remanescente do corte para exploração como local de abrigo de formigas e outros artrópodes durante a passagem do fogo.

Tabela 1. Insetos coletados em armadilhas de solo na cultura da cana-de-açúcar. [Frequência (%) = (número de amostras com taxa/número total de amostras) * 100]

Insetos	Guilda	Frequência (%)
<i>Canthidium</i> sp. (Coleoptera: Scarabaeidae)	Detritívoro	1,37
Coleoptera: Nitidulidae (espécie 1)	Detritívoro	7,88
Coleoptera: Nitidulidae (espécie 2)	Detritívoro	31,85
Coleoptera: Nitidulidae (espécie 3)	Detritívoro	2,40
Coleoptera: Nitidulidae (espécie 4)	Detritívoro	1,71
Coleoptera: Scarabaeidae (espécie 3)	Detritívoro	1,37
Coleoptera: Scarabaeidae (espécie 4)	Detritívoro	1,71
<i>Lagria villosa</i> Fabr. (Coleoptera: Lagriidae)	Detritívoro	0,68
Diptera: Phoridae	Detritívoro	4,45
Diptera: Drosophilidae	Detritívoro	16,09
Coleoptera: Meloidae	Fitófago	3,77
Coleoptera: Tenebrionidae (espécie 1)	Fitófago	3,08
Coleoptera: Tenebrionidae (espécie 2)	Fitófago	3,42
<i>Chlorida festiva</i> L. (Coleoptera: Cerambicidae)	Fitófago	0,68
<i>Heteroderes</i> sp. (Coleoptera: Elateridae)	Fitófago	2,74
Rutelinae (Coleoptera: Scarabaeidae)	Fitófago	1,71
<i>Xyleborus</i> sp. (Coleoptera: Scolytidae)	Fitófago	27,74
<i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae)	Fitófago	1,37
<i>Lutosa brasiliensis</i> Brun. (Orthoptera: Gryllacrididae)	Fitófago	36,64
Hemiptera: Lygaeidae	Fitófago	0,34
<i>Corizus lateralis</i> Say (Hemiptera: Coriscidae)	Fitófago	0,34
<i>Dercylus opacus</i> Kunt. (Coleoptera: Carabidae)	Predador	1,37
<i>Glenus</i> (Coleoptera: Staphylinidae)	Predador	1,03
<i>Harpalus</i> sp. (Coleoptera: Carabidae)	Predador	1,71
<i>Megacephala brasiliensis</i> Kir. (Coleoptera: Cincidelidae)	Predador	2,05
<i>Acanthops falcataria</i> Goe. (Orthoptera: Mantidae)	Predador	0,34
<i>Erithemis</i> sp. (Odonata: Libellulidae)	Predador	0,68
<i>Labia minor</i> L. (Dermaptera: Labiidae)	Predador	34,59
<i>Nabis ferus</i> L. (Hemiptera: Nabidae)	Predador	1,03
Diptera: Tachinidae (espécie 1)	Parasitóide	3,42
Diptera: Tachinidae (espécie 2)	Parasitóide	0,68
<i>Pelecinius polyturator</i> Dru. (Hymenoptera: Peleciniidae)	Parasitóide	0,68
Blattodea: Blattidae	Onívoro	0,34
<i>Aethalion reticulatum</i> L. (Homoptera: Aethalionidae)	Polífago	0,68

Resultado semelhante foi obtido analisando o efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar na comunidade de formicídeos (Araújo et al. 2004). De maneira geral, em formigas, os efeitos negativos do fogo são menos evidentes que nos demais artrópodes. Isso ocorre porque grande parte delas constrói ninhos

em locais que as protegem do intenso calor. Além disso, sua organização social propicia o rápido restabelecimento em áreas queimadas (Kozłowski & Ahlgren 1974, Naves 1996).

Estudos realizados em florestas no sul do País de Gales mostraram que a utilização do fogo pode resultar em aumento

Tabela 2. Resumo da seleção STEPWISE do SAS que visou selecionar os taxa de insetos que foram incluídos na análise de variáveis canônicas para obtenção da máxima discriminação entre os tratamentos.

Passo	Variáveis	R ² parcial	Teste F - da análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
			Valor de F	P	Média correlação quadrada canônica	P
1	Nitidulidae (espécie 2)	0,39	17,70	<0,0001	0,04	<0,0001
2	<i>Xyleborus</i> sp.	0,35	15,37	<0,0001	0,07	<0,0001
3	Meloidae	0,24	8,86	<0,0001	0,10	<0,0001
4	Drosophilidae	0,23	8,29	<0,0001	0,12	<0,0001
5	<i>L. minor</i>	0,21	7,58	<0,0001	0,13	<0,0001
6	<i>L. brasiliensis</i>	0,17	5,79	<0,0001	0,15	<0,0001
7	<i>M. brasiliensis</i>	0,13	3,95	<0,0001	0,16	<0,0001
8	<i>Harpalus</i> sp.	0,11	3,54	0,00	0,17	<0,0001
9	Nitidulidae (espécie 3)	0,11	3,43	0,00	0,18	<0,0001
10	<i>A. mellifera</i>	0,09	2,56	0,01	0,19	<0,0001
11	<i>Heteroderes</i> sp.	0,09	2,52	0,01	0,19	<0,0001
12	<i>Erythemis</i> sp.	0,08	2,50	0,01	0,20	<0,0001
13	Phoridae	0,08	2,27	0,01	0,21	<0,0001
14	<i>Canthidium</i> sp.	0,06	1,82	0,06	0,21	<0,0001
15	Rutelinae	0,07	1,86	0,05	0,21	<0,0001
16	Tenebrionidae (espécie 2)	0,06	1,75	0,07	0,22	<0,0001
17	<i>C. festiva</i>	0,05	1,47	0,15	0,22	<0,0001

da abundância de besouros (Schlesinger *et al.* 1997), inclusive com muitos desses organismos dependendo da ocorrência do fogo para aumentar seu tempo de sobrevivência (Granstrom & Schimmel 1993, Penttila & Kotiranta 1996). Essas espécies de insetos e outras, como alguns gafanhotos, são chamados pirófilos porque dependem de florestas recentemente queimadas (Gillon 1983, Wikars 1992, Muona & Rutanen, 1994). Dentre os besouros, uma grande diversidade de famílias são atraídas pelo fogo ou fumaça, ou ovipositam em madeiras levemente queimadas (Frost 1984, Warren *et al.* 1987, Reed 1997). Muitos desses insetos são altamente adaptados, possuindo órgãos sensíveis ao comprimento de onda infra-vermelho do fogo e, também, glândulas que secretam cera protegendo-os da dessecação (Swengel 2001).

Após a passagem do fogo, em três coletas consecutivas houve sensível redução na abundância de *L. minor*. Isso, segundo Collett *et al.* (1993), se deve à redução de presas que normalmente são capturadas por esse Dermaptera predador. Também a curto prazo ocorreu redução na abundância dos dois taxa de Diptera selecionados na análise.

Mesmo registrando-se diferenças significativas na composição da comunidade de insetos antes e após a queima, observa-se nitidamente uma tendência de reestruturação da comunidade ao padrão encontrado antes da queima, a partir de 150 dias da mesma. Assim sugere-se que em futuros trabalhos nesse ecossistema seja investigado o tempo

necessário para reestruturação da comunidade de insetos. Este tipo de observação foi feito por Nelle *et al.* (2000) que, trabalhando com comunidade de formigas em vegetação arbustiva, verificou que após um ano da queima houve aumento na abundância relativa desses insetos e que o restabelecimento da população dos mesmos aos níveis anteriores à queima ocorreu entre três e cinco anos.

Lamotte (1975) mostrou que em uma savana em Lamto (África), a queimada ocasionou grande redução na abundância dos artrópodes, bem como modificação na sua composição. Um mês após o fogo, os artrópodes haviam sofrido redução de cerca de 60% em número de indivíduos e em biomassa; um ano após, o número de indivíduos e a biomassa eram, ainda, cerca de 30% menores na área queimada do que na área não perturbada.

Particularmente para a cultura da cana-de-açúcar, L.B.A. Pinheiro, G.A.E. Santos e I.E. Garay (não publicado) estudaram os artrópodes em solos cultivados sob dois sistemas de manejo de colheita: cana que vem sendo queimada anualmente e cana crua (onde não se adota a prática da queima há pelo menos 30 anos). Os autores verificaram que a colheita da cana crua favorece a ocorrência de artrópodes, principalmente detritívoros, os quais possuem importante papel na decomposição da matéria orgânica. Os insetos sociais também destacaram-se, evidenciando que a queima anual prejudicou bastante essas populações.

Tabela 3. Abundância (média ± EPM) de insetos coletados por armadilha de solo em áreas de palhada de cana-de-açúcar queimada e não queimada. Oratórios, MG, 2001.

Insetos	AQ ¹	Dias após a queima												
		4	8	15	30	60	90	120	150	210	270			
<i>A. mellifera</i>	0	0,1 ± 0,08	0,05 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthidium</i> sp.	0	0,05 ± 0,05	0,8 ± 0,81	0,3 ± 0,29	0,05 ± 0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. festiva</i>	0	0,05 ± 0,05	0	0,05 ± 0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drosophilidae	1,6 ± 0,83	1,2 ± 0,39	0,3 ± 0,17	0,05 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,09 ± 0,06	0,1 ± 0,10
<i>Erithemis</i> sp.	0	0	0	0,09 ± 0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,1 ± 0,09	0,1 ± 0,08	0	0	0	0	0
<i>Heteroderes</i> sp.	0	0	0	0,09 ± 0,06	0,2 ± 0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. brasiliensis</i>	0,5 ± 0,15	0,09 ± 0,06	0,05 ± 0,05	2,1 ± 0,36	1,0 ± 0,25	0,9 ± 0,30	1,1 ± 0,39	0,7 ± 0,26	0,6 ± 0,22	0,7 ± 0,23	0,3 ± 0,12	0	0	0
<i>L. minor</i>	0,7 ± 0,21	0	0,05 ± 0,05	0,1 ± 0,08	0,8 ± 0,27	0,9 ± 0,39	0,8 ± 0,19	4,4 ± 0,64	0,7 ± 0,29	1,6 ± 0,43	0	0	0	0
<i>M. brasiliensis</i>	0	0	0	0,09 ± 0,06	0,2 ± 0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meloidae	0	0	0	0,4 ± 0,14	0,3 ± 0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitidulidae (espécie 2)	1,1 ± 0,51	0,3 ± 0,12	0	0,09 ± 0,06	2,7 ± 0,71	4,9 ± 1,27	0,2 ± 0,14	3,2 ± 0,44	0,2 ± 0,24	0	0,05 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,09
Nitidulidae (espécie 3)	0	0	0	0	0	0	0,1 ± 0,08	0	0	0,05 ± 0,05	0	0	0	0
Tenebrionidae (espécie 2)	0,02 ± 0,02	0,1 ± 0,08	0	0	0,1 ± 0,08	0	0,05 ± 0,05	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyleborus</i> sp.	0,1 ± 0,07	0,6 ± 0,21	0,05 ± 0,05	0	0,8 ± 0,23	1,0 ± 0,31	4,3 ± 1,00	2,9 ± 0,64	1,0 ± 0,57	0,9 ± 0,34	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,09	0,09 ± 0,09	0
Phoridae	0,4 ± 0,22	0	0	0,2 ± 0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rutelinae	0	0	1,0 ± 1,05	0,3 ± 0,21	0	0,1 ± 0,10	0	0	0	0	0	0	0	0

¹AQ = dados referentes à abundância média de coleta aos quatro, oito, 12 e 16 dias antes da queima (AQ) da palhada da cana-de-açúcar.

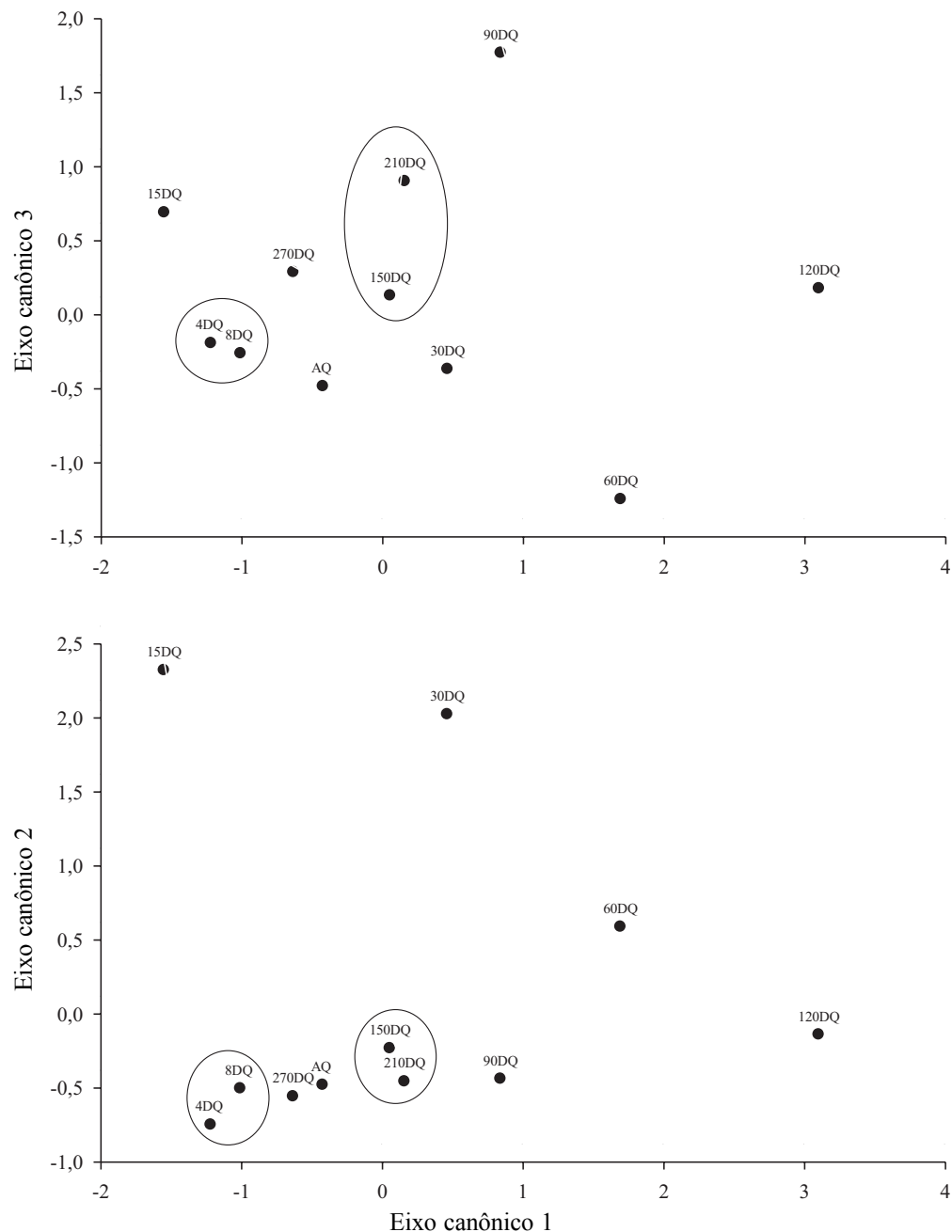


Figura 1. Diagrama de ordenação (CVA) mostrando a discriminação nas diferentes datas de coleta antes e depois da queima da palhada da cana-de-açúcar. Tratamentos dentro do mesmo círculo não diferem significativamente pelo teste F ($P < 0,05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes. AQ = dias antes da queima, DQ = dias depois da queima.

Degaspari *et al.* (1983), analisando os efeitos da queima na população da broca *Diatraea saccharalis* (Fabr.), seus predadores e parasitóides observou redução na população da broca de aproximadamente 34,5% após a queima do canavial. A redução foi muito drástica após a queima da palhada, 89,5%, sugerindo ser esta prática benéfica para reduzir a população de lagartas de *D. saccharalis*, uma das principais pragas da cana-de-açúcar.

Embora tenha sido observada a recuperação relativamente rápida das áreas queimadas, os resultados indicaram que o fogo promoveu alterações significativas na comunidade de insetos. Portanto, conclui-se que, em vastas áreas de monocultura de cana-de-açúcar sob impacto de queimadas, e com escassez de refúgio (áreas sem queima), o impacto negativo e o tempo para recuperação serão maiores devendo-se evitar tal associação.

Tabela 4. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos ao impacto da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre os insetos.

Variáveis	Eixos canônicos		
	1	2	3
<i>A. mellifera</i>	-0,18	-0,02	-0,01
<i>Canthidium</i> sp.	-0,13	0,14	0,03
<i>C. festiva</i>	-0,13	0,10	0,05
Drosophilidae	-0,25	-0,27	-0,29
<i>Erythemis</i> sp.	-0,14	0,30	0,14
<i>Harpalus</i> sp.	0,25	-0,04	0,05
<i>Heteroderes</i> sp.	0,11	0,38	-0,22
<i>L. brasiliensis</i>	0,06	0,54	0,27
<i>L. minor</i>	0,65	-0,04	0,15
<i>M. brasiliensis</i>	-0,02	0,51	-0,02
Meloidae	-0,13	0,68	0,09
Nitidulidae (espécie 2)	0,62	0,26	-0,56
Nitidulidae (espécie 3)	0,00	-0,13	0,37
Phoridae	-0,13	-0,07	-0,16
Rutelinae	-0,09	0,17	-0,02
Tenebrionidae (espécie 2)	-0,09	0,03	-0,06
<i>Xyleborus</i> sp.	0,62	-0,04	0,52
F	5,35	4,18	3,26
gl (numerador; denominador)	170/2318,9	144/2117,9	120/1913,2
P	<0,0001 ¹	<0,0001 ¹	<0,0001 ¹
correlação canônica parcial	0,77	0,69	0,59

¹Significância a 5% pelo teste F

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro, aos colegas Dr. César Badji e Rosângela E. Carvalho pela condução do experimento.

Literatura Citada

- Abensperg-Traun, M. & A.V. Milewski. 1995.** Abundance and diversity of termites (Isoptera) in unburnt versus burnt vegetation at the Barrens in Mediterranean Western Australia. *Aust. J. Ecol.* 20: 413-417.
- Ahlgren, I.F. 1974.** The effect of fire on soil organisms, p.44-72. In T.T. Kozlowski & C.E. Ahlgren (eds.), *Fire and ecosystems*. New York, Academic, 542p.
- Almeida Filho, A.J. 1995.** Impacto ambiental da queima controlada da cana-de-açúcar sobre a entomofauna. Tese de doutorado, ESALQ, Piracicaba, 64p.
- Andersen, A.N. 1991.** Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savana forest of Tropical Australia. *Biotropica* 23: 575-585.
- Andersen, A.N. & W.M. Lonsdale. 1990.** Herbivory by insects in Australian tropical savannas: A review. *J. Biogeogr.* 17: 433-444.
- Araújo, M.S., T.M.C. Della Lucia, C.E. Veiga & I.C. Nascimento. 2004.** Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre comunidade de formicídeos. *Ecol. Aust.* 14: 191-200.
- Brown, J.W. 1993.** Thorne's hairstreak, *Mitoura thornei* Brown, p.122-123. In T.R. New (ed.), *Conservation biology of Lycaenidae (Butterflies)*, IUCN, Gland, 173p.
- Castro, A.G., M.V.B. Queiroz & L.M. Araújo. 1990.** O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae). *Rev. Bras. Entomol.* 31: 201-213.

- Collett, N.G. 1998.** Effects of two short rotation prescribed fires in autumn on surface-active arthropods in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria. *For. Ecol. Manag.* 107: 253-273.
- Collett, N.G., F.G. Neumann & K.G. Tolhurst. 1993.** Effects of two short rotation prescribed fires in spring on surface-active arthropods and earthworms in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria. *Aust. For.* 56: 49-60.
- Crowson, R.A. 1981.** The biology of the Coleoptera. Academic Press, London, 802p.
- Curry, J.P. 1994.** Grassland invertebrates. Ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. London, Chapman & Hall, 437p.
- Degaspari, N., P.S.M. Botelho, L.C. Almeida, N. Macedo & J.R. Araújo, 1983.** A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população da broca, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus predadores e parasitos. *STAB*, 1: 35-40.
- Della Lucia, T.M.C. 1999.** *Atta bisphaerica*: Uma ilustre desconhecida. *Naturalia* 24: 53-59.
- Della Lucia, T.M.C., M.C. Loureiro, L. Chandler, J.A.H. Freire, J.D. Galvão & B. Fernandes. 1982.** Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas de Viçosa, Minas Gerais. *Experientiae* 28: 67-94.
- Digweed, S.C., C.R. Currie, H.A. Cárcamo & J.R. Spence. 1995.** Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia* 39: 561-576.
- Emmel, T.C. & M.C. Minno 1993.** Bartram's hairstreak, *Strymon acis bartrami* (Comstock & Huntington), p.126-127. In T.R. New (ed.), *Conservation biology of Lycaenidae* (Butterflies), IUCN, Gland, 173p.
- Farji-Brener, A.G., J.C. Corley & J. Bettinelli. 2002.** The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: The importance of habitat structure and regional context. *Div. Distr.* 8: 235-243.
- Filgueiras, T.S. 1981.** O fogo como agente ecológico. *Rev. Bras. Geogr.* 43: 399-404.
- Frost, P.G.H. 1984.** The responses and survival of organisms in fire-prone environments, p.274-309. In P. de V. Booyen & N.M. Tainton (eds.), *Ecological effects of fire in South African ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, 426p.
- Fry, R. & D. Lonsdale. 1991.** Habitat conservation for insects – a neglected green issue. *The Amateur Entomologists' Society*, Middlesex, 262p.
- Gillon, D. 1983.** The fire problem in tropical savannas, p.617-641. In F. Boulière (ed.), *Ecosystems of the world 13: Tropical savannas*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 730p.
- Granstrom, A. & J. Schimmel. 1993.** Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia* 94: 307-313.
- Greenslade, P. 1993.** Australian native steppe-type landscapes: Neglected areas for invertebrate conservation in Australia, p.51-73. In K.J. Gaston, T.R. New & M.J. Samways (eds.), *Perspectives on insect conservation*. Intercept Ltd, Andover, UK, 184p.
- Hessel, S.A. 1954.** A guide to collecting the plant-boring larvae of the genus *Papaipema* (Noctuidae). *Lepidopterists' News* 8: 57-63.
- Kozlowski, T.T. & C.E. Ahlgren. 1974.** Fire and ecosystems. Academic Press, New York, 542p.
- Lamotte, M. 1975.** The structure and function of a tropical savanna ecosystem, p.179-222. In F.B. Golley & E. Medina (eds), *Tropical ecological systems*. Springer-Verlag, 398p.
- Leschen, R.A.B. 1996.** Phylogeny and revision of the genera of Cryptophagidae (Coleoptera: Cucujoidea). *Sci. Bull.* 55: 549-634.
- Majer, J.D. 1984.** Short-term responses of soil and litter invertebrates to a cool autumn burn in Jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest in Western Australia. *Pedobiologia* 26: 229-247.
- McCullough, D.G., R.A. Werner & D. Neumann. 1998.** Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 107-127.
- Muona, J. & I. Rutanen. 1994.** The short-term impact of fire on the beetle fauna in boreal coniferous forest. *Ann. Zool. Fenn.* 31: 109-121.
- Naves, M.A. 1996.** Efeito do fogo na população de formigas (Hymenoptera: formicidae) em cerrado do Distrito Federal, p.170-177. In H.S. Miranda, C.H. Saito & B.F.S. Dias (eds), *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. UNB, Brasília, 187p.
- Neary, D.G., C.C. Klopatek, L.F. Debano & P.F. Ffolliott. 1999.** Fire effects on belowground: A review and synthesis. *For. Ecol. Manag.* 122: 51-71.
- Nelle, P.J., K.P. Reese & J.W. Conelly. 2000.** Long-term effects of fire on sage grouse habitat. *J. Range Manag.* 53: 586-591.

- Nunes Jr., D., R.S.A. Pinto & R.A. Kil. 2003.** Indicadores de desenvolvimento da agroindústria canavieira, Safra 2001/2002. IDEA. Ribeirão Preto, 117p.
- Oliveira, E.P. & E. Franklin. 1993.** Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: Recomendações em áreas queimadas. *Pesq. Agropec. Bras.* 28: 357-369.
- Penttila, R. & H. Kotiranta. 1996.** Short-term effects of prescribed burning on wood rotting fungi. *Silv. Fenn.* 30: 399-419.
- Petersen, P.M. 1970.** Danish fire place fungi: An ecological investigation of fungi on burns. *Dansk Botan. Ark.* 27: 1-96.
- Powell, J.A. & M.W. Parker 1993.** Lange's metalmark, *Apodemia mormo langei* Comstock, p.116-119. In T.R. New (ed.), Conservation biology of Lycaenidae (Butterflies), IUCN, Gland, 173p.
- Prince, G.B. 1993.** The Australian hairstreak, *Pseudalmenus chlorinda* (Blanchard), p.171-172. In T.R. New (ed.), Conservation biology of Lycaenidae (Butterflies), IUCN, Gland, 173p.
- Reed, C.C. 1997.** Responses of prairie insects and other arthropods to prescription burns. *Nat. Areas J.* 17: 380-385.
- Ribeiro, G.A. 1997.** Estudo do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa Catarina. Tese de doutorado, UFPR, Curitiba, 145p.
- Ripoli, T.C. & S.B. Paranhos. 1987.** Colheita, p.517-597. In S.B. Paranhos (ed.), Cana-de-açúcar, cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, 2, 856p.
- Sas Institute. 2001.** SAS user's guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.
- Schlesinger, C.A., J.C. Noble & T. Weir. 1997.** Fire studies in mallee (*Eucalyptus* spp.) communities of western New South Wales: Reptile and beetle populations in sites of differing fire history. *Rangel. J.* 19: 190-205.
- Sgardelis, S.P., J.D. Pantis, M.D. Argyropoulou & G.P. Stamou. 1995.** Effects of fire on soil macroinvertebrates in a mediterranean phryganic ecosystem. *Int. J. Wildl. Fire* 5: 113-121.
- Swengel, A.B. 2001.** A literature review of insect responses to fire, compared to other conservation managements of open habitat. *Biodiv. Conserv.* 10: 1141-1169.
- Warren, S.D., C.J. Scifres & P.D. Teel. 1987.** Response of grassland arthropods to burning: A review. *Agric. Ecos. Environ.* 19: 105-130.
- Whelan, R.J. 1995.** The ecology of fire. Cambridge University Press, Cambridge, 346p.
- Wicklow, D.T. 1988.** Parallels in the development of post-fire fungal and herb communities, p.87-95. In L. Boddy, R. Watling & A.J.E. Lyon (eds.), Fungi and ecological disturbance. *Proc. Royal. Soc., Edinburgh*, 188p.
- Wikars, L.-O. 1992.** Skogsbränder och insekter (in Swedish with English summary). *Entomol. Tidskr.* 113: 1-12.
- Wikars, L.-O. & J. Schimmel. 2001.** Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. *For. Ecol. Manag.* 141: 189-200.
- Wright, M.G. 1993.** Insect conservation in the African Cape Fynbos, with special reference to endophagous insects, p.97-110. In K.J. Gaston, T.R. New & M.J. Samways (eds.), Perspectives on insect conservation. Intercept Ltd, Andover, 184p.
- Wright, M.G. & M.J. Samways. 1999.** Plant characteristics determine insect borer assemblages on *Protea* species in the Cape Fynbos, and importance for conservation management. *Biod. Cons.* 8: 1089-1100.
- Zimmer, K. & R.R. Parmenter. 1998.** Harvester ants and fire in a desert grassland: Ecological responses of *Pogonomyrmex rugosus* (Hymenoptera: Formicidae) to experimental wildfires in central New Mexico. *Environ. Entomol.* 27: 282-287.

Received 07/X/04. Accepted 18/IV/05.