

Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre comunidade de formicídeos

MÁRCIO DA SILVA ARAÚJO, TEREZINHA M CASTRO DELLA LUCIA[✉],
CLAYTON E DA VEIGA & IVAN CARDOSO DO NASCIMENTO

Departamento de Biología Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

RESUMO. O fogo como agente de distúrbio em comunidades de invertebrados tem sido investigado principalmente em ecossistemas da Austrália e África do Sul. No Brasil, o fogo é ainda muito usado como ferramenta de manejo na agricultura e setor florestal e pouco é conhecido sobre as implicações do mesmo sobre comunidades de invertebrados, especialmente formigas. Este trabalho foi conduzido em Oratórios, MG, Brasil, de setembro de 2001 a junho de 2002, em plantações de cana-de-açúcar. Objetivou-se avaliar o impacto de uma queima de baixa intensidade ($235.26 \text{ kcal.m}^{-1}\text{s}^{-1}$) de restos de cultura da cana-de-açúcar sobre a comunidade de formigas locais. As formigas foram coletadas ao longo de um transecto, usando armadilhas de solo tipo pitfall, separadas entre si por 20 m. As coletas foram realizadas 4, 8, 12 e 16 dias antes do fogo e 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias após a queima da palhada. Um total de 49 espécies de formigas foi coletado neste estudo e 27 delas foram selecionadas pela análise multivariada como representativas da comunidade local, baseando-se na sua maior contribuição individual para explicação da variância total. A composição da comunidade de formicídeos foi afetada pelo fogo. Imediatamente após a queima, ocorreu uma redução na frequência de captura de espécies de formigas, seguida por um rápido restabelecimento da área de forrageamento. Passados 270 dias da queima controlada, a composição da comunidade de formigas do local ainda permanecia diferente daquela observada antes do fogo.

[Palavras chave: fogo, riqueza de espécie de formigas, pitfall, forrageamento]

ABSTRACT. *Impact of burning sugarcane foliage on the ant community:* Fire as a disturbing agent in invertebrate communities has been studied mainly in Australian and African ecosystems. In spite of the fact that burning is a common agricultural management practice in Brazil, very little is known on the implications of this factor on insect communities, especially ants. This work was carried out from September 2001 to June 2002 in a sugarcane plantation in Oratórios, MG, Brazil, aiming to study the impact of low intensity controlled fire ($235.26 \text{ kcal.m}^{-1}\text{s}^{-1}$) of sugarcane dry foliage on the ant community. Ants were collected in a transect using pitfall traps separated by 20 m at 4, 8, 12 and 16 days before fire, and 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 210 and 270 days after the burning. A total of 49 ant species were collected in this study, and 27 of these were selected to be used in the analysis based on their individual contribution for explaining total variance obtained. The composition of the ant community was affected by fire. Immediately after burning, the occurrence of catch frequencies of species was reduced, but occurred a fast reoccupation of the foraging area. Even after 270 days, the composition of ant community was different from that observed in the area before burning.

[Keywords: fire, ant species richness, pitfall, foraging]

✉ Departamento de Biología Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 36571-000, Brasil.
tdlucia@ufv.br

Recibido: 19 de agosto de 2003; Fin de arbitraje: 11 de diciembre de 2003; Revisión recibida: 22 de marzo de 2004; Aceptado: 7 de abril de 2004

INTRODUÇÃO

As alterações ambientais provocadas pelo fogo natural ou prescrito, bem como o impacto direto do mesmo sobre a comunidade de artrópodes não são bem compreendidos. 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 e que, artrópodes de solo (detritívoros e predadores) são pouco afetados inicialmente, mas respondem a longo prazo à mudanças provocadas pelo fogo (Abensperg-Traun & Milewski 1995; Sgardelis et al. 1995; Whelan 1995; Swengel 2001).

De maneira geral, em formigas, os efeitos negativos do fogo são menos evidentes que nos demais artrópodes. Isso ocorre devido ao fato de grande parte delas construir ninhos em locais que as protegem do intenso calor e devido a sua organização social que as adapta ao rápido restabelecimento em áreas queimadas (Kozłowski & Ahlgren 1974; Greenslade & Mott 1978; Naves 1996). Vários autores já relataram benefícios da passagem do fogo para determinadas espécies (Moya-Raygoza 1995; Hanula & Wade 2003), nenhum efeito significativo nelas (Naves 1996; Farji-Brener et al. 2003) e impacto negativo em outras (Andersen & Yen 1985; Moraes & Benson 1988; Andersen 1991; Farji-Brener et al. 2003). Especificamente para as formigas cultivadoras de fungo do gênero *Atta* e *Acromyrmex*, importantes pragas no Brasil, Hernández & Jaffé (1995) e Anjos et al. (1998) relataram que incêndios em ecossistemas florestais provocaram elevada taxa de mortalidade de colônias, quer seja pelo impacto direto do fogo e, ou, pela limitação do recurso a ser forrageado após o fogo.

A queima prévia ao corte de 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 desempe-

nho da agroindústria canaveira, safra 2001-2002 mostraram que ainda se faz a queimada prévia da palhada em mais de 80% dos canaviais brasileiros (Nunes Júnior et al. 2003). As extensas áreas ocupadas por cana-de-açúcar no Brasil, mencionadas em Della Lucia (1999), em torno de quatro milhões de hectares, dão uma dimensão dos problemas ambientais advindos dessa prática de limpeza prévia ao corte, ou, até mesmo, da queima da palhada do canavial colhido cru.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar uma queima controlada de palhada de cana-de-açúcar e investigar o impacto dessa queima sobre a comunidade de formicídeos locais.

METODOLOGIA

Descrição da área

Este estudo foi conduzido em Oratórios, MG, Brasil (20°20'S; 43°48'W, altitude: 400 m), em uma plantação de cana-de-açúcar próxima ao Centro de Pesquisa e Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Universidade Federal de Viçosa), margeada por pastagem formada predominantemente por *Paspalum notatum* Flugge e *Brachiaria decumbens* (Stapf) e por um pequeno fragmento de mata secundária. Esse plantio, que tinha em torno de nove anos, era anualmente submetido à queima de limpeza para exploração. Diferentemente dos anos anteriores, neste experimento, a cana-de-açúcar foi colhida crua, sendo feita a queima de toda a palhada seca remanescente na área.

Caracterização da 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 do lado do talhão oposto à direção do vento e logo depois, foi ateado fogo a favor do vento, objetivando uma queima rápida e uniforme. Esta foi realizada em 4 de outubro de 2001.

A estimativa da intensidade dessa queimada induzida foi obtida através da equação pro-

posta por Byram (1959), $I = hwr$, onde I é a intensidade do fogo ($\text{kcal}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$), h é o calor de combustão (i.e., a energia que mantém a reação de combustão) (kcal/kg), w é o peso do material combustível disponível (kg/m^2), e r é a velocidade de propagação do fogo (m/s). A estimativa da quantidade de material combustível presente na área foi realizada momentos antes do início da queimada. Para isso, recolheu-se e pesou-se todo o material combustível disponível em oito parcelas de 1 m^2 lançadas aleatoriamente na referida área. Parte desse material amostrado foi utilizado para a determinação do valor de h , em bomba calorimétrica. A velocidade média de dispersão do fogo a favor do vento foi quantificada em 12 pontos aleatórios da queimada. O registro instantâneo da temperatura foi realizado com termômetro digital sem contato.

Amostragem dos formicídeos

Na área experimental, a partir de uma borda de 20 m, 20 armadilhas de solo (constituídas por copos de plástico com capacidade de 200 mL enterradas e ajustadas ao nível do solo) foram distribuídas ao longo de um transecto, distantes entre si de 20 m. Os recipientes coletores foram preenchidos com 100 mL de solução conservadora, constituída por álcool 50%. Procedeu-se a coleta dos formicídeos 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 perturbações causadas pela escavação do solo na alocação das mesmas. Essas armadilhas operavam por quatro dias consecutivos, sendo o conteúdo delas, recolhido e triado em laboratório. Após separados dos demais grupos animais, os formicídeos foram identificados até gênero e espécie, quando possível. Espécies não identificadas foram diferenciadas como morfoespécies. Os "voucher specimens" foram depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Foram realizadas 4 coletas consecutivas de formicídeos antes da exploração e queima do canal e 10 coletas após a queima controlada da palhada seca. As coletas foram realizadas aos 4, 8, 12 e 16 dias antes da queima e, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 210 e 270 dias após a

queima. O alvo principal de captura era a comunidade de formigas terrícolas. Entretanto, formigas arborícolas foram também capturadas. Assim, pelo fato de todo o canal ter sido cortado e não termos a certeza do local de nidificação e de forrageamento da maioria das espécies, consideramos em nossas análises, toda a comunidade de formigas capturada.

Análise estatística

Para avaliar a relação entre os vários períodos de coletas (antes e após queima) e a frequência de coleta de espécies de formicídeos, os dados foram inicialmente submetidos ao processo de seleção de espécies de formigas que contribuíram para a máxima explicação da variância (procedimento Proc Stepdisc com seleção Stepwise; SAS Institute 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios coincidentes no presente caso: (1) o nível de significância do teste F da Análise de Covariância, onde as espécies escolhidas foram como covariáveis e os tratamentos como variáveis dependentes; e (2) a Correlação Quadrada Parcial para predizer os tratamentos a partir das espécies, controlando o efeito das espécies já removidas do modelo. Nesse processo, conforme recomendação de Benson & Harada (1988) e Romero & Jaffé (1989), considerou-se os dados de frequência de coleta de cada espécie nas armadilhas. Isso, segundo esses autores, evita superestimação de espécies com alta capacidade de recrutamento.

Os dados referentes às espécies selecionadas foram submetidos à Análise de Variáveis Canônicas, que é uma técnica de ordenação indireta que reduz a dimensionalidade das novas variáveis estabelecidas e podem ser usados para ilustrar graficamente as posições relativas e orientações das comunidades de formigas nos diferentes tratamentos em comparação (Kedwards et al. 1999).

A significância entre os tratamentos (datas de coletas) indicados pela ordenação foi determinada pela comparação dos tratamentos aos pares, pelo Teste F aproximado ($P < 0.05$), usando a Distância de Mahalanobis, estimada através de Análise de Variáveis Canônicas. Essa análise foi executada usando o procedimento Candisc, SAS Estatística (SAS Institute 2001).

RESULTADOS

Os valores referentes às variações de temperatura do solo imediatamente antes e depois da queima e a intensidade da mesma são mostrados na Tabela 1. Somente foi verificada uma elevação significativa de temperatura do solo depois da queima onde permaneceram pequenos aglomerados de material vegetal ainda úmidos sem queimar, acarretando em aquecimento maior do solo (Tabela 1).

As morfoespécies de formicídeos coletados antes e após a queima controlada bem como suas freqüências de captura ao longo do tempo são apresentados na Tabela 2 e 3. Um total de 49 espécies foi coletado e, por meio da seleção Stepwise do procedimento Stepdisc, foram selecionadas 27 delas, as quais potencialmente contribuíram para explicar a variação da freqüência de capturas das espécies ao longo do tempo.

A Análise de Variável Canônica indicou diferenças significativas entre as freqüências de captura das espécies de formigas ao longo do tempo (Wilk's Lambda = 0.016; $F = 3.43$; $df_{(num/den)} = 351, 2850$; $P < 0.001$).

A separação dos tratamentos é representada sobre o plano dos três primeiros eixos canônicos (Figura 1). O primeiro contribuiu com 29.5% da diferença entre os tratamentos. Os segundo e terceiro eixos contribuíram com

Tabela 1. Variação da temperatura superficial (média \pm EP; °C) na área, imediatamente antes e 3-5 min após a queima controlada dos restos culturais da cana-de-açúcar de intensidade da queima igual a 235.26 kcal.s⁻¹.m⁻¹ em Oratórios, MG, Brasil.

Table 1. Variation of the superficial temperature (mean \pm SE; °C) of the area, before and 3-5 min after a controlled burning of the cultural remains of sugarcane at Oratórios, MG, Brazil. Burning intensity was equal to 235.26 kcal.m⁻¹.s⁻¹.

	Antes	Após
Solo debaixo da palhada	24.9 \pm 1.5 (n = 20)	30.6 \pm 3.6 (n = 25)
Solo nu	40.0 \pm 3.8 (n = 37)	39.7 \pm 2.8 (n = 29)

20.3% e 15.9%, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre as freqüências de captura de morfoespécies de formigas nas quatro datas de coletas antes da

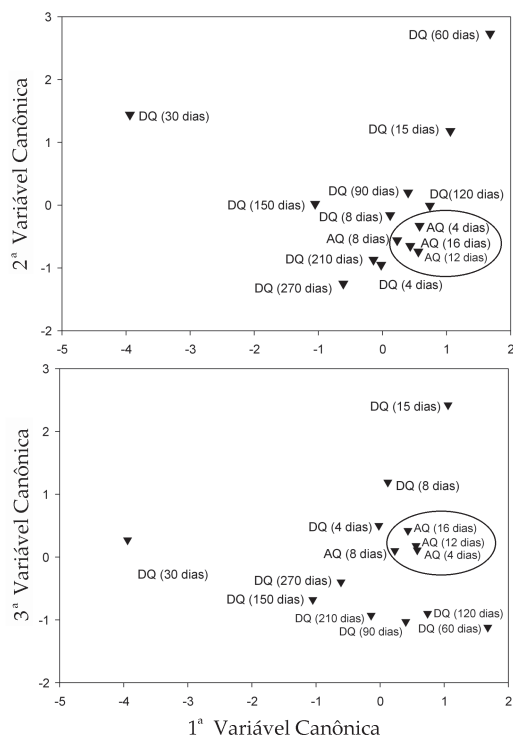


Figura 1. Diagrama de ordenação mostrando a discriminação entre as datas de coletas de morfoespécies de formicídeos com uso de armadilhas pitfall em Oratórios, MG, Brasil. Os pontos plotados representam a média das classes de variáveis canônicas. As iniciais AQ e DQ significam antes da queima e depois da queima, respectivamente. As datas de coletas destacadas representam as coletas referentes ao período antes da queima controlada da palhada da cana-de-açúcar cujos valores não tiveram diferenças significativas entre si (Teste F Aproximado, $P < 0.05$), baseados na Distância de Mahalanobis entre médias.

Figure 1. Ordination diagram showing the discrimination among the dates of collections of ant species captured with pitfall traps at Oratórios, MG, Brazil. Points represent the average of the classes of canonical variables. AQ and DQ mean before burned and after burned, respectively. Marked dates represent the period before controlled burning of sugarcane whose values did not present significant differences among themselves (Approximate F Test, $P < 0.05$), based on the Mahalanobis Distance among averages.

Tabela 2. Variação da frequência relativa (%) das espécies de formigas onívoras, capturadas em armadilhas pitfall, antes e após a queima controlada da palhada de cana-de-açúcar em Oratórios, MG, Brasil. *n* = 20 armadilhas. *: provável local de nidificação, baseado em Delabie et al. (2000) e Brown (2000); **: espécies que contribuíram para a máxima explicação da variância entre tratamentos.

Table 2. Variation of the relative frequency (%) of omnivorous ants captured with pitfall traps, before and after a controlled burning of the cultural remains of sugarcane at Oratórios, MG, Brazil. *n* = 20 traps. *: probable nest site, based upon Delabie et al. (2000) and Brown (2000); **: species with higher contributions to between-treatments variance.

Taxa	Nidificação *	Dias antes e após da queima controlada													
		Antes				Após									
		16	12	8	4	4	8	15	30	60	90	120	150	210	270
<i>Solenopsis</i> sp. 1 **	Solo	25	10	20	5	25	10	25	15	5	20	25	15	5	0
<i>Solenopsis</i> sp. 2 **	Solo	0	0	0	0	0	0	5	5	20	10	5	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp. 3	Solo	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis invicta</i> (Buren) **	Solo	20	15	15	15	10	5	30	20	15	10	0	10	15	0
<i>Crematogaster</i> sp. 1	Planta	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5	5	5	0	0
<i>Crematogaster</i> sp. 2 **	Planta	5	5	10	0	0	10	10	0	0	5	0	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger)	Planta, solo ou serapilheira	10	25	20	20	15	10	5	5	25	20	5	15	5	0
<i>Linepithema humile</i> (Mayr) **	?	15	15	10	25	5	15	55	10	0	20	0	0	0	25
<i>Dorymyrmex</i> sp. 1 **	?	40	45	30	65	35	20	65	55	70	70	60	60	55	10
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1 **	Serapilheira	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 1 **	Solo e serapilheira	90	70	75	70	65	65	95	5	80	80	80	55	85	60
<i>Pheidole</i> sp. 2 **	Solo e serapilheira	10	0	20	35	45	10	0	40	30	40	50	35	30	45
<i>Pheidole fallax</i> **	Solo e serapilheira	40	20	30	20	30	30	70	80	35	20	5	0	30	50
<i>Pheidole</i> sp. 3 **	Solo e serapilheira	10	25	0	0	5	10	0	0	5	5	0	0	5	10
<i>Pogonomyrmex</i> (E.) <i>naegelii</i> Forel **	?	10	5	10	5	20	20	25	45	35	10	15	10	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1 **	Planta e serapilheira	20	5	10	25	25	65	55	55	45	40	25	20	10	5
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius) **	Planta e serapilheira	0	0	0	5	0	0	10	15	40	40	15	0	15	10
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery) **	Planta e serapilheira	75	75	65	50	15	45	75	65	100	90	70	70	80	55
<i>Camponotus</i> (<i>Myrmaphaerus</i>) sp. 1	Planta e serapilheira	0	0	5	0	0	5	5	20	0	25	5	5	15	10
<i>Camponotus</i> sp. 3 **	Planta e serapilheira	35	25	30	35	20	5	25	20	20	0	10	20	10	0
<i>Camponotus</i> (<i>Myrmaphaerus</i>) sp. 2	Planta e serapilheira	0	0	0	5	0	0	10	0	20	10	0	5	0	5
<i>Camponotus crassus</i> Mayr **	Planta e serapilheira	45	45	40	55	25	40	75	0	75	10	60	10	0	0
<i>Camponotus renggeri</i> Emery **	Planta e serapilheira	0	0	0	0	0	5	0	60	0	0	0	20	0	0
<i>Paratrechina</i> sp. 1 **	?	20	35	15	40	25	15	40	15	0	50	20	20	55	5
<i>Paratrechina</i> sp. 2	?	5	0	0	5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0

queima. Esse padrão de distribuição de frequência foi diferente de todas as coletas realizadas depois da queima (Teste *F* Aproximado, $P < 0.05$, baseado na Distância Mahalanobis entre médias).

A frequência de captura de formicídeos por guilda (onívoras, cultivadoras de fungo e predadoras) antes e após a queima é apresentada na Figura 2. Na primeira coleta depois da queima foi verificada redução do número total de formicídeos quando comparado com as coletas realizadas antes da queima. Nas coletas seguintes (8, 15, 30 e 60 dias) ocorreu aumento gradativo desse número e, entre 90 e 150 dias após a queima, em situação inversa à anterior, ocorreu uma queda gradativa na frequência de captura das espécies de formigas. Entre 120 e 270 depois da queima já era possível verificar uma tendência de recomposição da comunidade local com padrão de riqueza similar ao observado antes da queima. Isso, entretanto, ainda era significativamente diferente da situação anterior à queima (Teste *F* Aproximado, $P < 0.05$, baseado na Distância Mahalanobis entre médias; Figura 1).

DISCUSSÃO

Até mesmo em temperaturas superficiais de solo mais elevadas do que aquelas observadas em nosso estudo, entre 65-75°C, conforme Coutinho (1978), em queimadas de vegetação de cerrado, não se verificou aumento significativo da temperatura do solo nas profundidades de 1, 2 e 5 cm. Esse baixo aquecimento pode ser explicado pelas correntes convectivas que se formam no interior das chamas, ocorrendo uma renovação do ar junto ao solo, impedindo o seu intenso aquecimento. Miranda et al. (1996) acompanharam a passagem de fogo sobre vegetação de cerrado brasileiro e observaram variação máxima de 5°C na temperatura do solo na profundidade de 1 cm.

Assim, acredita-se que essa insignificante variação de temperatura, provocada por fogo de baixa intensidade no interior do solo, não foi suficiente para eliminar as colônias de formigas que nidificam no subsolo. A tabela 2 e 3 apresenta os possíveis locais de nidificação das espécies de formigas encontradas na área

de estudo. Vale ressaltar que a maioria da área cultivada com a cana-de-açúcar era constituída por solo era nu, limitando assim os locais para nidificação. Entretanto, deve-se considerar as observações de Oliveira & Franklin (1993) de que, pequenos amontoados de vegetação e pedaços de troncos mal queimados são observados após a passagem do fogo. Esses ambientes e a própria soqueira da cana-de-açúcar, possivelmente, serviram de abrigo para as formigas durante a queima.

Do total de 49 espécies de formicídeos coletados nas armadilhas, somente 27 foram potencialmente relevantes para se estabelecerem comparações entre os tratamentos. Essas espécies, na maioria onívoras (81%), foram dominantes dentro de suas guildas e, pela sua capacidade de explorar rapidamente o ambiente, apresentaram um rápido restabelecimento nas áreas de forrageamento queimadas. O rápido restabelecimento da área de forrageamento e até mesmo a utilização de recursos alimentares provenientes da queima foram verificadas por Zimmer & Parmenter (1998) em *Pogonomyrmex rugosus* Emery. Esta espécie de formiga onívora tem sua dieta constituída por sementes, fezes e carcaças de outros insetos, sendo que esse último item é disponível em grande quantidade após a passagem do fogo.

A Análise de Variável Canônica indicou que o fogo afetou significativamente a comunidade de formicídeos do local. Na primeira coleta depois do fogo foi verificada uma pequena, mas significativa redução na frequência média de captura das espécies de formigas. Acredita-se, conforme Sgardelis et al. (1995), Naves (1996) e Swengel (2001), que essa imediata redução se deveu à morte das operárias forrageadoras, provocada pelo impacto direto do fogo. As modificações provocadas a longo prazo, segundo Majer (1984), Whelan (1995), Jackson & Fox (1996) e Izhaki et al. (2003) se devem às alterações na qualidade, quantidade e disponibilidade do alimento, locais para nidificação e à modificação das condições climáticas. Também, conforme Andersen & Yen (1985) e Whelan (1995), a curto prazo, deve-se considerar o incremento do número de operárias forrageando sobre o solo, que antes da queima, normalmente forrageavam sobre as plantas que foram eliminadas.

Tabela 3. Variação da frequência relativa (%) das espécies de formigas cultivadoras de fungo e predadoras, capturadas em armadilhas pitfall, antes e após a queima controlada da palhada de cana-de-açúcar em Oratórios, MG, Brasil. *n* = 20 armadilhas. CF: cultivadoras de fungo; PR: predadoras (algumas espécies dessa guilda, eventualmente, podem consumir seiva de plantas, secreção de insetos, animais mortos, etc); *: provável local de nidificação, baseado em Delabie et al. (2000) e Brown (2000); **: espécies que contribuíram para a máxima explicação da variância entre tratamentos.

Table 3. Variation of the relative frequency (%) of predator and fungus-growing ants captured with pitfall traps, before and after a controlled burning of the cultural remains of sugarcane at Oratórios, MG, Brazil. *n* = 20 traps. CF: fungus-growing ants; PR: predator ants; *: probable nest site, based upon Delabie et al. (2000) and Brown (2000); **: species with higher contributions to between-treatments variance.

Taxa	Guilda	Nidificação *	Dias antes e após da queima controlada													
			Antes				Após									
			16	12	8	4	4	8	15	30	60	90	120	150	210	270
<i>Atta bisphaerica</i> Forel **	CF	Solo	70	75	45	70	25	50	25	85	60	75	85	50	90	90
<i>Atta laevigata</i> (F. Smith)	CF	Solo	0	10	5	15	5	5	5	10	0	0	0	5	15	5
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Forel)	CF	Solo	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery)	CF	Solo	0	0	0	0	15	0	10	10	5	0	0	5	5	0
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	CF	Solo	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	CF	Solo	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyphomyrmex transverses</i> Emery **	CF	Serapilheira	10	10	5	10	5	20	15	0	0	5	0	0	0	0
<i>Myocepurus goeldi</i> Forel	CF	Solo	15	15	5	0	5	10	10	5	5	5	10	5	15	0
<i>Myocepurus smithi</i> Forel **	CF	Solo	10	5	10	15	0	10	25	50	45	20	0	15	0	0
<i>Mycetophylax</i> sp. 1	CF	Solo	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (F. Smith) **	PR	Planta	0	0	0	5	0	0	20	5	0	5	0	0	5	0
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> Fabricius **	PR	Planta	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex simplex</i> (F. Smith)	PR	Planta	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontomachus bauri</i> Emery	PR	Serapilheira	10	5	10	15	0	5	25	50	45	15	0	15	0	0
<i>Ectatomma brunneum</i> (F. Smith)	PR	Solo	40	45	30	40	45	55	55	75	75	65	80	80	70	60
<i>Pachycondyla striata</i> F. Smith **	PR	Solo	0	5	5	20	5	10	20	15	55	15	10	15	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	PR	Solo	0	0	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp. 2 **	PR	Solo	45	15	50	30	20	10	15	20	40	35	20	20	30	25
<i>Gnamptogenys acuminata</i> Emery **	PR	Solo e serapilheira	0	0	5	0	10	10	10	25	50	15	20	20	30	15
<i>Anochetus neglectus</i> Emery	PR	Planta	5	0	10	10	0	10	20	5	0	0	5	0	10	5
<i>Hypoponera</i> sp. 1	PR	Solo e serapilheira	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 2	PR	Solo e serapilheira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0
<i>Hypoponera</i> sp. 3	PR	Solo e serapilheira	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Typhlomyrmex rogenhoferi</i> Mayr	PR	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0

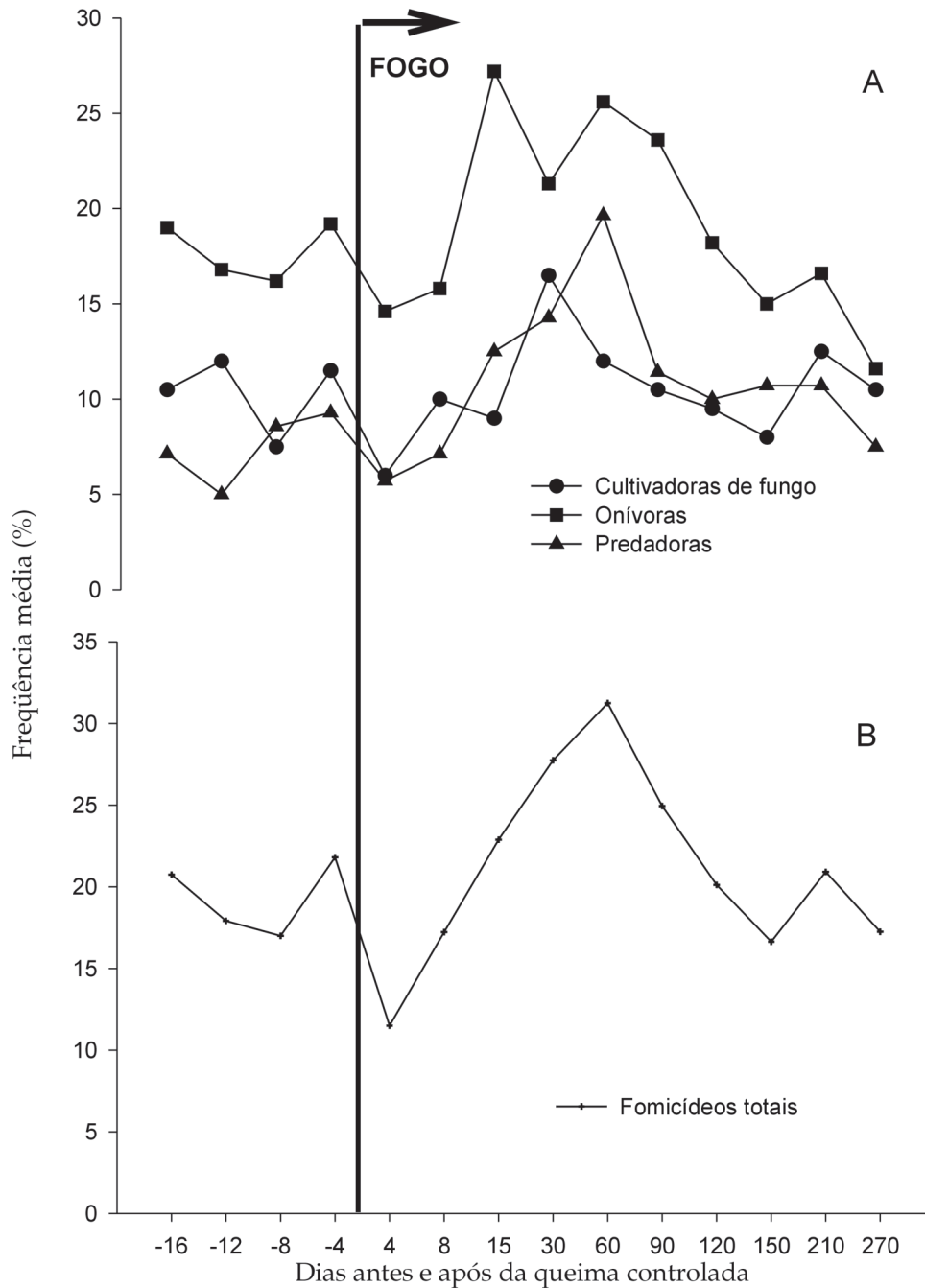


Figura 2. Frequência média de ocorrência de formicédeos capturados antes e após a queima controlada da palhada da cana-de-açúcar em Oratórios, MG, Brasil. $n = 20$ armadilhas. (A) Formicédeos totais amostrados por guildas. (B) Formicédeos selecionadas no procedimento Candisc (27 espécies).

Figure 2. Average frequency of ants captured with pitfall traps, before and after a controlled burning of the cultural remains of sugarcane at Oratórios, MG, Brazil. $n = 20$ traps. (A) Total ants (per guild). (B) Ants selected in the Candisc procedure (27 species).

Apesar da diferente composição da comunidade de formigas observadas antes e após a queima, vale ressaltar que existe uma tendência de reestruturação da comunidade de formigas ao padrão daquela situação observada antes da queima, a partir de 120 dias da mesma. De acordo com Nelle et al. (2000), um ano após a queima de vegetação arbustiva visando formação de pastagem para gado, houve aumento da abundância relativa de formigas e, o restabelecimento da população das mesmas aos níveis anteriores à queima, ocorreu três a cinco anos mais tarde.

Embora esse restabelecimento nas áreas de forrageamento queimadas seja rápido, os resultados indicaram que o fogo promoveu sensíveis alterações na comunidade de formicídeos. Assim, acredita-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 de restabelecimento das áreas de forrageamento serão maiores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. C. A. Badji, Prof. E. Lima, Prof. M. C. Picanço e ao Prof. R. N. C. Guedes pelas sugestões ao manuscrito. Ao Dr. M. W. Oliveira e ao Agrônomo L. C. I. Silveira pela ajuda nos trabalhos de campo. Ao Dr. Jacques Delabie pela ajuda na identificação das espécies de formigas. Aos revisores anônimos que apresentaram relevante contribuição. Ao CNPq pelo apoio financeiro, sob forma de bolsas.

BIBLIOGRAFIA

- ABENSPERG-TRAUN, M & AV MILEWSKI. 1995. Abundance and diversity of temites (Isoptera) in unburnt versus burnt vegetation at the Barrens in Mediterranean Western Australia. *Austr. J. Ecol.* **20**:413-417.
- ALMEIDA FILHO, AJ. 1995. *Impacto ambiental da queima controlada da cana-de-açúcar sobre a entomofauna*. Tese de doutorado, ESALQ, Piracicaba, Brasil.
- ANDERSEN, AN. 1991. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Austrália. *Biotropica* **23**:575-585.
- ANDERSEN, AN & AL YEN. 1985. Immediate effects of fire on ants in the mallee of northwestern Victoria. *Austr. J. Ecol.* **10**:25-30.
- ANJOS, N; TMC DELLA LUCIA & AJ MAYHÉ-NUNES. 1998. *Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos*. Graff Cor. Ponte Nova.
- BENSON, WW & AY HARADA. 1988. Local diversity of tropical and temperat ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amaz.* **18**:275-289.
- BROWN, WL JR. 2000. Diversity of ants. Pp. 45-79 em: D Agosti; JD Majer; LT Alonso & T Schultz (eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian. Washington DC.
- BYRAM, GM. 1959. Combustion of forest fuels. Pp. 61-89 em: KP Davis (ed.). *Forest fire: control and use*. McGraw-Hill. New York.
- COUTINHO, LM. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I. A temperatura do solo durante as queimadas. *Rev. Bras. Bot.* **1**:93-96.
- DELABIE, JHC; D AGOSTI & IC NASCIMENTO. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic Rain Forest region. Pp. 1-17 em: D Agosti; J Majer; L Alonso & T Schultz (eds). *Sampling ground-dwelling ants: case studies from word's rain forests*. Curtin University. Perth.
- DELLA LUCIA, TMC. 1999. *Atta bisphaerica*: uma ilustre desconhecida. *Naturalia* **24**:53-59.
- DELLA LUCIA, TMC; MC LOUREIRO; L CHANDLER; JAH FREIRE; JD GALVÃO & B FERNANDES. 1982. Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas de Viçosa, Minas Gerais. *Experientiae* **28**:67-94.
- DIGWEED, SC; CR CURRIE; HA CÁRCAMO & JR 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.
- FARJI-BRENER, AG; JC CORLEY & J BETTINELLI. 2003. The effects of fire on ant communities in northwestern Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. *Divers. Distrib.* **8**:235-243.
- GREENSLADE, PJM & JJ MOTT. 1978. Ants of native and sown pastures in the Katherine area, Northern Territory, Australia (Hymenoptera: Formicidae). Pp. 153-156 em: TK Crosby & RP Potting (eds). *Proceedings of the Second Australian Conference on Grassland Invertebrate Ecology*. Wellington Govt. Print. Paumerston North.
- HANULA, JL & DD WADE. 2003. Influence of long-term dormant-season burning and fire exclusion on ground-dwelling arthropod populations in longleaf pine flatwoods ecosystems. *For. Ecol. Manag.* **175**:163-184.
- HERNÁNDEZ, JV & K JAFFÉ. 1995. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta*

- laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. *An. Soc. Entomol. Bras.* **24**:287-289.
- IZHAKI, I; DJ LEVEY & WR SILVA. 2003. Effects of prescribed fire on an ant community in Florida pine savanna. *Ecol. Entomol.* **28**:439-448.
- JACKSON, GP & BJ FOX. 1996. Comparison of regeneration following burning, clearing or mineral sand mining at Tomago, NSW. II. Succession of ant assemblages in a coastal forest. *Austr. J. Ecol.* **21**:200-216.
- KEDWARDS, TJ; SJ MAUND & PF CHAPMAN. 1999. Community level analysis of ecotoxicological field studies. I. biological monitoring. *Environ. Toxicol. Chem.* **18**:149-157.
- KOZLOWSKI, TT & CE AHLGREN. 1974. *Fire and ecosystems*. Academic Press. New York.
- MAJER, JD. 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.
- MIRANDA, HS; EP ROCHA SILVA & AC MIRANDA. 1996. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. Pp. 1-10 em: HS Miranda; CH Saito & BFS Dias (eds). *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. Unb. Brasília.
- MORAES, HC & WW BENSON. 1988. Reocupação de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas. *Rev. Bras. Biol.* **48**:459-466.
- MOYA-RAYGOZA, G. 1995. Fire effects on insects associated with the gamagrass *Tripsacum dactyloides* in Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **88**:434-440.
- NAVES, MA. 1996. Efeito do fogo na população de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cerrado do Distrito Federal. Pp. 170-177 em: HS Miranda; CH Saito & BFS Dias (eds). *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. Unb. Brasília.
- NELLE, PJ; KP REESE & JW CONELLY. 2000. Long-term effects of fire on sage grouse habitat. *J. Range Manage.* **53**:586-591.
- NUNES JÚNIOR, D; RSA PINTO & RA KIL. 2003. *Indicadores de desenvolvimento da agroindústria canavieira, Safra 2001/2002*. IDEA. Ribeirão Preto.
- OLIVEIRA, EP & E FRANKLIN. 1993. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: recomendações em áreas queimadas. *Pesq. Agrop. Bras.* **28**:357-369.
- ROMERO, H & K JAFFÉ. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas. *Biotropica* **21**:348-352.
- SAS INSTITUTE. 2001. *SAS user's guide: statistics. Version 8.2*. 6ta edn. SAS Institute. Cary.
- SGARDELIS, SP; JD PANTIS; MD ARGYROPOULOU & GP STAMOU. 1995. Effects of fire on soil macroinvertebrates in a Mediterranean phryganic ecosystem. *Int. J. Wildland Fire* **5**:113-121.
- SWENGEL, AB. 2001. A literature review of insect responses to fire, compared to other conservation managements of open habitat. *Biodiv. Conserv.* **10**:1141-1169.
- WHELAN, RJ. 1995. *The ecology of fire*. Cambridge University Press. Cambridge.
- ZIMMER, K & RR 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.