

CROP PROTECTION

Impacto da Queima Controlada da Cana-de-Açúcar na Nidificação e Estabelecimento de Colônias de *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae)

MÁRCIO S. ARAÚJO¹, TEREZINHA M.C. DELLA LUCIA¹, GUIDO A. RIBEIRO² E MARIA C.M KASUYA³

¹Depto. Biologia Animal, ²Depto. Engenharia Florestal, ³Depto. Microbiologia, UFV, 36571-000, Viçosa, MG

Neotropical Entomology 32(4):685-691 (2003)

Impact of Sugar Cane Foliage Burning on the Nesting and Establishment of *Atta bisphaerica* Forel Colonies (Hymenoptera: Formicidae)

ABSTRACT - Even low intensity fires may often modify the chemical, physical and microbiological properties of the soil, in the depth where leaf-cutting ants *Atta* Fabricius establish their nests. Considering that nest foundation and establishment are the most crucial steps in a colony life cycle, this research investigated the implication that a controlled 615 kJ.m⁻¹s⁻¹ fire intensity of sugar cane dry foliage have on the nesting of *Atta bisphaerica* Forel. Burning eliminated organic matter from the soil surface; this resulted in a significant increase on its density down to a depth of 15 cm. The elimination of vegetation by fire also increased soil resistance to penetration. These alterations on physical properties had no significant effect on the depth of initial *A. bisphaerica* chambers under field and laboratory conditions. Burnings did affect soil chemical and microbiological properties. *A. bisphaerica* females looked for sites which had been burned to establish their colonies in the field. Under laboratory conditions, the mortality of colonies was higher in soil originating from burned areas than unburned ones.

KEY WORDS: Fire, nest foundation, leaf-cutting ant

RESUMO - Queimadas de baixas intensidades podem promover sensíveis alterações nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, na profundidade onde se estabelecem os saúveiros iniciais de *Atta* Fabricius. Considerando que o estabelecimento da nova colônia é o período mais crucial da vida da colônia, investigaram-se neste trabalho as implicações pós-fogo de uma queima controlada de palhço de cana-de-açúcar de intensidade igual a 615 kJ. m⁻¹.s⁻¹ na escolha de locais para escavação dos ninhos e estabelecimento inicial de colônias de *Atta bisphaerica* Forel. A queima eliminou matéria orgânica superficial da área, o que implicou em aumento significativo de densidade até a profundidade de 15 cm. Da mesma forma, a eliminação da vegetação pelo fogo promoveu maior resistência do solo à penetração. Essas alterações nas propriedades físicas não afetaram significativamente a escavação dos ninhos iniciais por fêmeas de *A. bisphaerica* e nem tampouco influenciaram a profundidade de construção de suas câmaras iniciais em condições de laboratório. A queima alterou a constituição química do solo e promoveu alterações na atividade microbiológica do mesmo. Em condições de campo, as fêmeas de *A. bisphaerica* apresentaram maior taxa de estabelecimento em locais queimados. Em condições de laboratório, colônias cujas fêmeas estabeleceram-se em solos provenientes de áreas queimadas apresentaram maior mortalidade do que aquelas estabelecidas em solos de áreas não queimadas.

PALAVRAS-CHAVE: Formiga cortadeira, fogo, fundação de colônias

Os vôos nupciais, ou revoadas de saúvas, são bastante característicos. Ocorrem de maneira sincrônica entre indivíduos de diferentes colônias da mesma espécie e até mesmo de espécies diferentes (Della Lucia & Bento 1993). Esse comportamento, além de favorecer recombinações gênicas (Trivers 1985), facilita a dispersão das fêmeas acasaladas pelas correntes de ar (Markin *et al.* 1971). Segundo Hölldobler &

Wilson (1990) a dispersão para o acasalamento ocorre quando fatores climáticos como precipitação, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento dão aos machos e fêmeas as melhores chances para acasalamento, escape de predadores e localização de um sítio adequado para a fundação de novas colônias. Revoadas de *Atta* Fabricius geralmente ocorrem após chuvas que umedecem o solo (Autuori 1941, Della Lucia &

Bento 1993). Isso poderia não só facilitar a escavação do ninho, como também constituir um microambiente mais favorável ao cultivo inicial do fungo simbiote.

O processo de construção do novo ninho é o período mais crucial da vida de uma colônia de formiga (Wilson 1971) e, os mecanismos que otimizam a sobrevivência durante essa fase são de grande valor. De especial importância é a localização adequada do ninho (Vasconcelos 1990). Essa seleção de habitat por fêmeas de formigas cortadeiras foi investigada por Cherrett (1968) em *Atta cephalotes* (L.) e em *Acromyrmex octospinosus* (Reich); por Vasconcelos (1990) em *Atta sexdens* (L.) e por Diehl-Fleig (1995) e Diehl-Fleig & Rocha (1998) em *Acromyrmex striatus* (Roger).

O não estabelecimento de novas colônias de *Atta* está diretamente associado à alta mortalidade das fêmeas pela predação por diversos grupos de animais, incluindo outros insetos (Autuori 1950, Mintzer & Vinson 1985, Diehl-Fleig 1995); às chuvas fortes e abundantes (Mariconi 1970) e aos microorganismos de ocorrência natural nos solos (Bento et al. 1991). A sobrevivência inicial das colônias de formigas cortadeiras é maior em áreas mais pobres em nutrientes, o que foi observado por Bento et al. (1991) em *Atta laevigata* (F. Smith) e por Diehl-Fleig & Rocha (1998) em *A. striatus*. Segundo esses autores, essa maior sobrevivência se deve à redução de entomopatógenos e de possíveis antagonistas ao fungo simbiote.

Os fatores que afetam as densidades das populações de formigas cortadeiras são pouco conhecidos. Um deles, o fogo (resultante de processo voluntário ou acidental), sabidamente causa impacto a curto e longo prazo no ecossistema. A severidade dos danos irá depender da sua intensidade, duração, tipo e arranjo do material combustível, tipo e grau de oxidação, condições climáticas, topografia, umidade e textura do solo, conteúdo de matéria orgânica do solo e tempo desde a última queimada (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). Assim, espera-se que o fogo exerça influência no estabelecimento de novas colônias de formigas cortadeiras.

Este trabalho objetivou: 1) caracterizar a queima controlada de restos culturais de cana-de-açúcar quanto à intensidade do fogo e alteração da temperatura do solo; 2) avaliar as alterações físicas (densidade e resistência à penetração), químicas e microbiológicas (liberação de CO₂) dos solos submetidos à queima controlada; 3) verificar as implicações pós-fogo na escolha de locais para nidificação e no estabelecimento inicial de colônias de *A. bisphaerica* no campo e em laboratório.

Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido no Paraíso, zona rural de Viçosa, MG, nos meses de setembro de 2001 a fevereiro de 2002, em uma área de plantio de cana-de-açúcar de aproximadamente 1500 m², contornado por pastagem com predominância das gramíneas *Paspalum notatum* Flugge e *Melinis minutiflora* Beauv., que tinha sua área infestada por colônias adultas de *A. bisphaerica*. Essa área, que teve cana-

de-açúcar explorada para alimentação de gado, foi dividida, através de aceiros, em duas parcelas iguais. Em uma dessas parcelas procedeu-se a queima dos restos culturais. Inicialmente acendeu-se uma linha de fogo do lado da parcela oposta à direção do vento e logo depois, foi ateado fogo a favor do vento, objetivando uma queima rápida e uniforme.

Queimada Controlada. A estimativa da intensidade dessa queimada induzida foi obtida através da equação de Byram (1959):

$$I = h \cdot w \cdot r$$

Onde: I = Intensidade do fogo, em kcal.s⁻¹.m⁻¹; h = Calor de combustão, que é a energia que mantém a reação de combustão, em kcal.kg⁻¹; w = Peso do material combustível disponível, em kg.m⁻²; r = Velocidade de propagação do fogo, em m.s⁻¹.

A estimativa da quantidade de material combustível presente na área foi realizada momentos antes da queimada, que foi iniciada às 15:00h. Para isso, recolheu-se e pesou-se todo o material combustível presente em oito parcelas de 1,0 m² lançadas aleatoriamente na área de estudo. 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 parcela.

Impacto da Queimada na Escolha de Locais Para Nidificação de *A. bisphaerica*. Após a queima controlada, selecionaram-se aleatoriamente para cada uma das parcelas queimadas (Q) e não queimadas (NQ), quatro subparcelas de 10 x 10 m. Essas unidades amostrais foram delimitadas por estacas e barbante.

Durante todo o dia em que ocorreu a revoada de *A. bisphaerica* (02/10/2001, 17 dias após a queima controlada), quantificou-se o número de fêmeas recém-fecundadas dessa espécie que escavaram o solo para fundarem suas colônias dentro das unidades amostrais. O local onde as fêmeas perfuraram foi marcado com estacas para se avaliar o estabelecimento inicial das colônias.

Estabelecimento Inicial das Colônias de *A. bisphaerica* em Laboratório. A coleta do solo utilizado foi efetuada de duas maneiras, sete dias antes da revoada. Na primeira, coletou-se o solo de 15,1 a 20 cm de profundidade em quatro pontos aleatórios nas áreas Q e NQ. Depois de desestruturado e homogeneizado, parte desse solo foi acondicionado em recipiente de plástico com capacidade de 500 ml com tampa, conforme metodologia de Bento et al. (1991). Em cada um desses potes com solos de Q (n = 100) e NQ (n = 100) colocou-se uma fêmea. Na segunda etapa, o solo foi coletado de tal modo que não comprometesse a sua integridade física. Para isso, solos de Q (n = 45) e NQ (n = 45) foram coletados com tubo de PVC de 100 mm de diâmetro por 22 cm de comprimento. Para isso, com auxílio de uma marreta, introduzia-se o tubo de PVC no solo até a profundidade de 20 cm e arrancava-se o tubo juntamente com o solo. Esses tubos contendo o solo, em laboratório, foram dispostos longitudinalmente sobre uma pequena placa de vidro e foram fechados na sua parte superior por uma tampa plástica perfurada apenas para entrada de ar. Cada uma dessas tampas recebia um chumaço de algodão, que era regularmente embebido com água destilada e, conforme

tratamento anterior, cada um dos tubos recebeu uma fêmea.

O total de 290 fêmeas de *A. bisphaerica*, que iniciavam a escavação fora da área experimental, foi capturado, sendo as fêmeas separadas individualmente em recipientes de plástico com tampa (110 ml). As fêmeas foram mantidas em caixas de isopor resfriada com alguns cubos de gelo, por no máximo três horas, até acondicionamento definitivo em solos provenientes das áreas Q e NQ no laboratório do Insetário, Universidade Federal de Viçosa, sob temperatura de 25°C a 27°C e umidade relativa 75 a 85%.

Análise Físico-Química e Microbiológica do Solo. Dezoito dias após a queimada, de cada uma das subparcelas amostrais, ao acaso, foram retiradas com auxílio de anel coletor, amostras de solo nas profundidades de 0 a 5 cm, 5,1 a 15 cm, 15,1 a 20 cm e determinaram-se as suas densidades. Também, quantificou-se a resistência física dos solos Q e NQ, utilizando-se um penetrômetro. Para isso, em cada uma das subparcelas selecionadas, quantificou-se essa resistência em oito pontos lançados ao acaso.

Utilizando-se os mesmos locais de coleta de solo para determinação de sua densidade, foram colhidas amostras de solo nas profundidades de 0 a 5 cm, 5,1 a 15 cm e 15,1 a 20 cm. Para distintas profundidades e tratamentos (Q e NQ) produziram-se amostras compostas, cuja análise química de rotina foi realizada pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Parte da amostra composta de solo que foi preparada para a realização da análise química foi colocada em sacolas plásticas, que depois de fechadas, foram acondicionadas em geladeira, permanecendo por 30 dias. Após esse período, determinou-se sua atividade microbiológica, secando-se o solo na sombra e posteriormente peneirando-o com malha de 2,0 mm. Com procedimentos de coleta e preparo das amostras do solo idênticos, determinou-se, também, a atividade microbiológica de solos recolhidos no campo, um dia após a queima.

A atividade microbiana foi avaliada pela determinação do CO₂ liberado em solos provenientes das profundidades 0 a 5 cm (n = 3), 5,1 a 15 cm (n = 3) e 15,1 a 20 cm (n = 3) em áreas Q e NQ. Porções de 100,0 g de solo úmido foram colocadas em frascos de aproximadamente um litro, contendo copo plástico descartável (40 ml) com 10 ml de NaOH 1 mol L⁻¹ para absorção do CO₂. Os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos no laboratório por 16 dias. O CO₂ liberado foi determinado ao final do segundo, quinto, nono e décimo sexto dias após a preparação das amostras. Após cada período de incubação foram retirados os copos plásticos dos frascos e nestes colocados 5 ml de BaCl₂.2H₂O 1 mol L⁻¹ e gotas de fenolftaleína, sendo as amostras tituladas com HCl 1 mol L⁻¹. A umidade foi ajustada para 80% da capacidade de campo, após a retirada dos copos com NaOH, feita no segundo dia de incubação. A liberação de CO₂, em mg C-CO₂.g⁻¹ de solo, foi calculada pela fórmula proposta por Stotzky (1965):

$$\text{mg C-CO}_2 = (\text{B-V}) \cdot \text{M} \cdot \text{E}$$

Onde: B = volume de HCl necessário para titular o excedente de NaOH da prova em branco; V = volume de HCl necessário para titular o excedente de NaOH da amostra; M = molaridade do HCl (1 mol L⁻¹); E = peso equivalente do carbono (6).

Análise Estatística. Alterações decorrentes da queima controlada sobre características do solo foram analisadas estatisticamente mediante análise de variâncias. Comparações referentes à escolha de sítios queimados ou não para construção de ninhos pela fêmea de *A. bisphaerica* e o vingamento inicial das colônias nesses solos foram realizadas por meio de análise de variância e pelo teste não paramétrico qui-quadrado (χ^2) (Siegel 1956).

Resultados e Discussão

Queima Controlada. Em média, o peso seco do material combustível disponível por parcela de 1,0 m² (n = 8) foi de 1,05 ± 0,199 kg. Esse material, de fácil propagação do fogo, era constituído principalmente de folha de cana-de-açúcar seca a qual apresentava 2,6% de umidade. O poder calorífico desse material foi de 4117,50 kcal.kg⁻¹. A velocidade média de dispersão do fogo a favor do vento foi de 0,034 ± 0,0051 m.s⁻¹. A partir desses dados, determinou-se a intensidade da linha de fogo (I = 146,99 kcal.s⁻¹.m⁻¹ = 615 kJ.m⁻¹.s⁻¹). Este valor obtido encontra-se dentro dos limites de queima prescrita de baixa intensidade observados por Ribeiro (1997) em sub-bosque de *Eucalyptus viminalis* Labill no Paraná e sub-bosques de florestas de *Eucalyptus* L' Hér. na Austrália (Collett 1998). Até então, no Brasil, esse parâmetro da atividade do fogo que poderia servir como ferramenta para comparação dos impactos reais do fogo no ecossistema (Johnson 1992, Ribeiro 1997), tem sido estabelecido quase que exclusivamente no setor florestal. Assim sendo, são freqüentemente usadas expressões qualitativas informais tais como, queima lenta, veloz, fria etc., que dificultam generalizações e comparações futuras.

Em situações de queimas não controladas em reflorestamentos no Brasil, tem-se verificado imediata mortalidade de colônias de *Acromyrmex* spp. Mayr, que constroem seus ninhos rentes à superfície do solo (Anjos *et al.* 1998). Efeitos indiretos dessas queimadas sobre o ecossistema como um todo e suas implicações no estabelecimento de colônias de formigas cortadeiras, até então, não foram especificamente abordados.

Efeito da Queima nas Características do Solo. A queima controlada promoveu alterações significativas na densidade aparente das camadas mais superficiais do solo (ANOVA, P < 0,01), nas profundidades de 0 a 5 cm e 5,1 a 15 cm, respectivamente. Na profundidade de 15,1 a 20 cm não foi observada alteração significativa promovida pela queimada (ANOVA; P = 0,1210) (Tabela 1). O tipo e o arranjo do material combustível aliados a condições

Tabela 1. Densidade (média ± erro padrão) do solo das áreas queimadas (Q) e não queimadas (NQ) avaliadas dezoito dias após a queimada. Paraíso, Viçosa, MG, outubro de 2001. (n = 8)

Profundidade (cm)	Densidade (g/cm ³)		F (ANOVA)
	Q	NQ	
(0-5)	1,314 ± 0,024	1,214 ± 0,017	(11,43; P = 0,0045)
(5,1-15)	1,325 ± 0,020	1,238 ± 0,016	(11,24; P = 0,0047)
(15,1-20)	1,316 ± 0,018	1,301 ± 0,014	(2,65; P = 0,1210)

climáticas favoráveis implicaram em queima muito rápida, afetando somente a região mais superficial.

A temperatura média da superfície do solo de três a cinco minutos após a passagem da chama frontal foi de $40,0 \pm 3^\circ\text{C}$ ($n = 15$). Até mesmo em temperaturas superficiais de solo mais elevadas do que essas, de 65°C a 75°C , como as observadas por Coutinho (1978) durante a passagem da chama frontal em vegetação de cerrado, não houve aumento significativo na temperatura do solo em profundidades superiores a 1 cm.

A eliminação de todo o palhicho da cana-de-açúcar promoveu a exposição direta dos raios solares no solo queimado, o que provocou ressecamento da sua região superficial. No entanto, no dia após a revoada, somente o peso do penetrômetro sem esforço adicional foi suficiente para fazer com que a barra do mesmo se deslocasse a diferentes profundidades nos solos Q e NQ (Fig. 1). A maior resistência ao deslocamento da barra em Q permaneceu até a mesma atingir uma profundidade em torno de 7,5 cm. A partir dessa profundidade, com exceção de uma região atípica na quarta pancada, a resistência das áreas Q e NQ comportaram-se de maneira parecida.

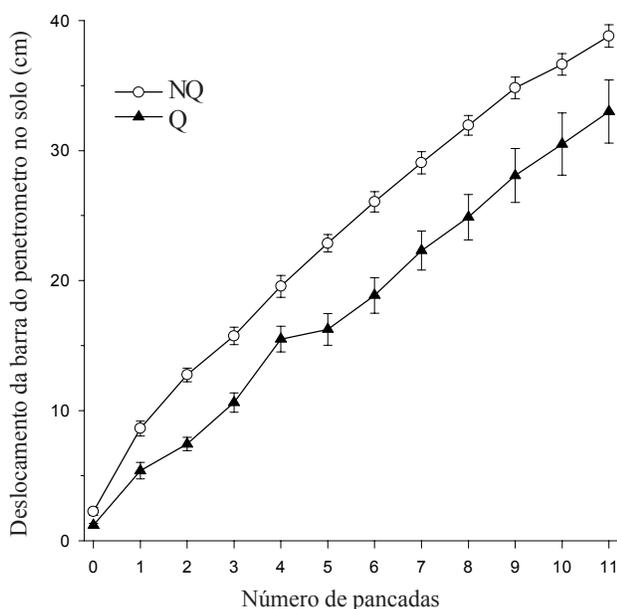


Figura 1. Resistência física dos solos das áreas com palhicho da cana-de-açúcar queimado (Q) e não queimado (NQ), avaliada no dia da revoada de *A. bisphaerica*. Paraíso, Viçosa, MG, 02/10/2001. ($n = 3$)

A queima promoveu a elevação do pH e, conseqüentemente, redução da acidez trocável (H^+Al) nas três diferentes profundidades investigadas (Tabela 2). Também, resultante da queima, ocorreu aumento nas quantidades de K, P, Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} , principalmente nas camadas superiores. Após o fogo, a elevação no teor desses nutrientes provenientes das cinzas pode atuar como estímulo direto aos microrganismos e às plantas pelo fornecimento de nutrientes inorgânicos (Nuernberg et al. 1984, Cattelan & Vidor 1990).

A redução da atividade microbiana imediatamente após a queima controlada pode ser verificada nas três profundidades investigadas (Fig.2), tendo sido mais acentuada nas camadas mais superficiais (0 a 5 cm e 5,1 a 15 cm). Imediatamente após a revoada de *A. bisphaerica* (18 dias após a queima), ocorreu uma inversão nessa atividade microbiana na região mais superficial (0 a 5 cm), ou seja, foi verificada maior liberação de CO_2 (Fig. 2).

Considerando que o solo dessas áreas queimadas permaneceu descoberto, até mesmo depois da revoada, e que, devido a isso, estaria sujeito a maiores variações térmicas e hídricas, pode-se inferir que a queima, juntamente com essas variáveis foram responsáveis pela brusca alteração na atividade microbiana, o que aumentou a liberação de gás carbônico. É importante ressaltar que a maior exposição do solo, como regra, não é benéfica ao desenvolvimento de microorganismos (Alves & Lecuona 1998).

Impacto da Queimada no Estabelecimento de *A. bisphaerica*.

Em laboratório, independente de os solos serem provenientes de áreas Q ou NQ, eles foram igualmente escavados pelas fêmeas de *A. bisphaerica* ($\chi^2 = 0,212$; $P > 0,01$) (Tabela 3). Também, não foram verificadas alterações significativas na profundidade de construção da câmara inicial (ANOVA, $P < 0,05$). As profundidades de construção da câmara inicial nos tubos de PVC foram de $8,83 \pm 0,41$ cm ($n = 12$) e de $8,41 \pm 0,48$ cm ($n = 12$) para áreas Q e NQ, respectivamente. Esses valores estão entre os limites de profundidades de estabelecimento de colônias de *Atta* que, segundo Della Lucia & Araújo (1993), estariam entre 8,5 cm e 18 cm.

Não foi possível investigar as implicações das alterações das propriedades físicas e químicas do solo promovidas pela queimada no estabelecimento inicial de *A. bisphaerica* em condições de campo. Isso porque, assim como observado por Mariconi (1974) em *Atta capiguara* Gonçalves e por Ribeiro & Woessner (1982) em *Atta sexdens sexdens* (L.), a taxa de estabelecimento inicial de *A. bisphaerica* foi nula (Tabela 4). Assim sendo, para a realização desse estudo seria necessário o acompanhamento de milhares de formigueiros, pois, segundo observações de Autuori (1950), de uma revoada de dois sauveiros adultos, cerca de 6000 fêmeas que saem em revoada, somente três formariam um sauveiro adulto, o que corresponde a 99,95 % de mortalidade.

As fêmeas preferiram habitats limpos pelo fogo para construir seus ninhos (ANOVA, $P = 0,015$) (Tabela 4). A preferência por locais mais limpos tais como as clareiras de matas para estabelecimento das colônias por fêmeas virgens de *Atta sexdens* foi verificada por Vasconcelos (1990).

Apesar de as queimadas regulares poderem produzir condições favoráveis para propagação de *Atta* ou mesmo de *Acromyrmex landolti* Forel como observado por Fowler & Robinson (1975), em solos provenientes de áreas Q e NQ coletados e mantidos em tubos de PVC, o vingamento inicial em áreas NQ foi significativamente maior que em áreas Q ($\chi^2 = 15,38$; $P < 0,01$) (Tabela 3). O menor estabelecimento inicial em áreas Q possivelmente está relacionado com a elevada atividade microbiológica observada nos solos Q, 18 dias após a queima (Fig. 2).

A elevação da atividade microbiológica de solos provenientes de áreas queimadas após o estabelecimento das

Tabela 2. Análise química dos solos provenientes das áreas com restos de cultura de cana-de-açúcar queimados (Q) e não queimados (NQ). Paraíso, Viçosa, MG, outubro de 2001.

Tratamento	Profundidade (cm)	pH*	P K		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB**
			mg.dm ⁻³		cmol.c.dm ⁻³				
Q	0-5	6,6	32,4	104	4,43	1,55	0	4,16	6,25
	5,1-15	6,5	1,2	71	3,04	1,01	0	3,70	4,23
	15,1-20	6,0	0,5	20	2,87	0,93	0	4,36	3,85
NQ	0-5	6,5	1,2	58	3,09	0,94	0	5,08	4,18
	5,1-15	6,3	1,0	40	2,39	0,73	0	5,02	3,22
	15,1-20	5,6	0,7	32	1,90	0,71	0	3,37	2,69

*pH em água; **SB = Soma de bases trocáveis

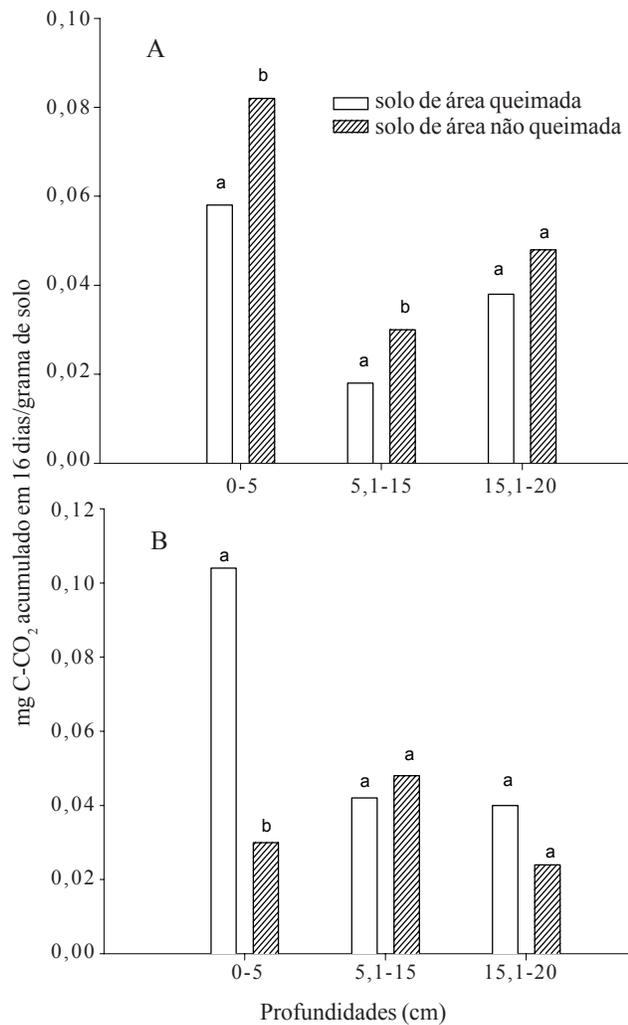


Figura 2. Atividade microbiana acumulada (16 dias) de solos em cultura de cana-de-açúcar com palhico queimado (Q) e não queimado (NQ). A liberaçao de C-CO₂ nas profundidades de 0-5 cm, 5,1-15 cm e 15,1-20 cm foi avaliada em duas situaçoes: (A), um dia após a queimada e (B), 18 dias após a queimada (um dia após revoada de *A. bisphaerica*). Em A e B, nas diferentes profundidades investigadas, barras representando as médias de consumo de C-CO₂, seguidas de mesma letra, não diferiram significativamente entre si (Anova, P > 0,05). Paraíso, Viçosa, MG, setembro de 2001 a fevereiro de 2002.

Tabela 3. Sucesso de fêmeas de *A. bisphaerica* em solo coletado com tubos de PVC e mantido em laboratório (n = 45 fêmeas). T = 25 a 27°C; UR = 75 a 85%

	Q	NQ	χ ² (P)
Número de fêmeas escavando	43	42	0,212 (P = 0,645)
Sucesso de fundaçao*	8	27	15,38 (P = 0,00009)

*Considerou-se como sucesso de fundaçao, o fato de após 100 dias da clausura da fêmea, verificar-se a presençaa de rainha, operárias, formas imaturas e do fungo simbiote da colônia.

Tabela 4. Número de fêmeas de *A. bisphaerica* que escavaram o solo após a revoada e o sucesso no estabelecimento de colônias após 100 dias, em campo. Paraíso, Viçosa, MG, outubro de 2001 a fevereiro de 2002.

	Q	NQ	F ¹
Número de fêmeas escavadoras	9,3 ± 4,60	0,3 ± 0,43	11,37
Estabelecimento inicial	0	0	

¹ANOVA, para fêmeas escavadoras, significativa a P = 0,015. As unidades amostrais foram constituídas de quatro subparcelas de 10 x 10 metros em áreas queimadas (Q) e não queimadas (NQ).

colônias, ao que parece, favoreceu a açao de entomopatogenos e antagonicos ao fungo simbiote de *A. bisphaerica*. Essa observaçao pode ser reforçada considerando-se a diferençaa não significativa no estabelecimento inicial de sauveiros dessa espécie em solos de áreas Q e NQ coletados exclusivamente na profundidade de 15,1 a 20 cm onde a atividade microbiológica foi menor (χ² = 1,79; P < 0,01) (Tabela 5 e Fig. 2). A particular atençao dada para o solo na profundidade de 15,1 a 20 cm se deveu ao fato de que em observaçoes preliminares sobre o estabelecimento inicial de ninhos de *A. bisphaerica* no ano anterior, a câmara inicial com maior frequençaa se localizava na profundidade de 15 a 20 cm.

Considerando que o recolhimento da amostra de solo para a realizaçao da análise química foi executado um dia após a revoada de *A. bisphaerica*, é possível inferir que esse ambiente foi altamente favorável ao crescimento de microrganismos, possíveis antagonicos à fêmea e ao fungo simbiote dessa formiga cortadeira. A brusca elevaçao da

Tabela 5. Sucesso de fêmeas de *A. bisphaerica* em solo homogeneizado e situado de 15,1 a 20 cm de profundidade em condições de laboratório (n = 100 ♀/tratamento). T = 25 a 27°C; UR = 75 a 85%

	Q	NQ	χ^2 (P)
Número de fêmeas escavadoras	77	58	10,22 (P = 0,0014)
Sucesso*	19	20	1,79 (P = 0,1809)

*Considerou-se sucesso, o fato de após 100 dias da clausura da fêmea, verificar-se a presença de rainha, operárias, formas imaturas e do fungo simbionte da colônia.

atividade microbiológica verificada em solos queimados, localizados na profundidade de 0 a 5 cm, deveu-se principalmente ao crescimento de bactérias que encontraram condições ótimas ao seu desenvolvimento (pH de 6,5 a 7,5 e disponibilidade de nutrientes). É comum nessa fase inicial de crescimento, os fungos se desenvolverem mais lentamente e até mesmo serem suprimidos pelas populações de bactérias (Pelczar *et al.* 1980).

O fato de as rainhas de *Atta* permanecerem enclausuradas por cerca de 80 a 100 dias cuidando de sua prole e do fungo inicial na camada superficial do solo (Weber 1966) permite inferir, conforme Bento *et al.* (1991), que a maior atividade microbiológica dessa região de solo pode ter sido responsável pela grande mortalidade de colônias, quer seja por competição dos microrganismos com o fungo simbionte da formiga cortadeira ou por ação direta de entomopatógenos em adultos e formas jovens de *A. bisphaerica*. Em condições de campo, nessa fase de clausura em uma única câmara muito próxima à superfície, a rainha não teria como se movimentar com seu fungo e prole para diferentes gradientes de umidade. Tal como vários outros insetos de solo, muitas espécies de formigas tendem a se movimentar para regiões de maior profundidades onde a perda de água é minimizada (Potts *et al.* 1984). Assim sendo, o ressecamento devido à maior exposição do solo em áreas queimadas pode inviabilizar o desenvolvimento do fungo e da própria formiga cortadeira.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Dr. Adão S. Ferreira, Prof. Guilherme M. Chaer, Prof. Rafael B. A. Fernandes, Prof. Marcelo C. Picanço, Sr. Manoel J. Ferreira, Clayton E. Veiga, Maurício S. Araújo, Cláudio M. Brustolini e Sebastião Modesto Paiva pelo suporte nos trabalhos de campo e laboratório, aos revisores anônimos pelas valiosas sugestões e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

- Alves, S.B. & R.E. Lecuona. 1998. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos, p. 97-170. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Autuori, M. 1941. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. - Hymenoptera: Formicidae), I: Evolução do sauveiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). Arq. Inst. Biol. 12: 197-228.
- Autuori, M. 1950. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. - Hymenoptera: Formicidae), V: Número de formas aladas e redução dos sauveiros iniciais. Arq. Inst. Biol. 19: 325-331.
- Bento, J.M.S., T.M.C. Della Lucia, R.C.M. Muchovej & E.F. Vilela. 1991. Influência da composição química e da população microbiana de diferentes horizontes do solo no estabelecimento de sauveiros iniciais de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório. An. Soc. Entomol. Brasil 20: 307-317.
- Byram, G.M. 1959. Combustion of forest fuels, p. 61-89. In K.P. Davis (ed.), Forest fire: control and use. New York, McGraw-Hill, s/n.
- Cattelan, A.J. & C. Vidor. 1990. Flutuação na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. Rev. Bras. Ciên. Solo 14: 133-142.
- Cherrett, J.M. 1968. Some aspects of the distribution of pest species of leaf-cutting ants in the Caribbean. Proc. Am. Soc. Hort. Scie. Trop. Reg. 12: 259-310.
- 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.
- Coutinho, L.M. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I – A temperatura do solo durante as queimadas. Rev. Bras. Bot. 1: 93-96.
- Curry, J.P. 1994. Grassland invertebrates. Ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. London, Chapman & Hall, 437p.
- Della Lucia, T.M.C. & J.M. Bento. 1993. Vôo nupcial ou revoada, p. 54-59. In T.M.C. Della Lucia (ed.), As formigas cortadeiras. Viçosa, Folha de Viçosa, 262p.
- Della Lucia, T.M.C. & M.S. Araújo. 1993. Fundação e estabelecimento de formigueiros, p. 60-83. In T.M.C. Della Lucia (ed.), As formigas cortadeiras. Viçosa, Folha de Viçosa, 262p.
- Diehl-Fleig, E. 1995. Sucesso no estabelecimento de colônias de *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae). An. Soc. Entomol. Brasil 24: 625-630.
- Diehl-Fleig, E. & E.S. Rocha. 1998. Escolha de solo por fêmeas de *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) para construção de ninho. An. Soc. Entomol. Brasil 27: 41-45.

- Fowler, H.G. & S.W. Robinson. 1975.** Estimaciones acerca de la acción de *Acromyrmex landolti* Forel (Hymenoptera: Formicidae) sobre el pastoreo y la ganadería en el Paraguay. *Rev. Soc. Cient. Paraguay* 15: 64-71.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990.** The ants. Cambridge, Harvard University Press, 732p.
- Johnson, E.A. 1992.** Fire and vegetation dynamics: studies from the North American boreal forest. Cambridge, Cambridge University Press, 129p.
- 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.
- Mariconi, F.A.M. 1970.** As saúvas. São Paulo, Agrônômica Ceres, 167p.
- Mariconi, F.A.M. 1974.** Contribuição para o conhecimento do saúveiro inicial da saúva parda *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 3:5-13.
- Markin, G.P., J.H. Dillier, S.O. Hill, M.S. Blum & H.R. Hermann. 1971.** Nuptial flight and flight ranges of the imported fire ant, *Solenopsis saevissima* Richteri (Hymenoptera: Formicidae). *J. Georgia Entomol. Soc.* 6: 145-156.
- Mintzer, A. & B. Vinson. 1985.** Cooperative colony foundation by females of the leaf-cutting ant *Atta texana* in the laboratory. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 93:1047-1051.
- 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.
- Nuernberg, N.J., C. Vidor & J.C. Stammel. 1984.** Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação na densidade populacional e atividade microbiana do solo. *Rev. Bras. Ciên. Solo* 8: 197-203.
- Pelczar, M., R. Reid & E.C.S. Chan. 1980.** Microbiologia, v.1, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 566p.
- Potts, L.R., O.F. Francke & J.C. Cokendolpher. 1984.** Humidity preferences of four species of fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*). *Insectes Soc.* 31: 335-339.
- 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.
- Ribeiro, G.T. & R.A. Woessner. 1982.** Estudo sobre a biologia de saúveiros iniciais de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758), (Hymenoptera: Formicidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 11: 49-56.
- Siegel, S. 1956.** Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, Mc-Graw-Hill Book Co., Inc., 312p.
- Stotzky, G. 1965.** Methods of soil analysis. *Am. Soc. Agron.* 2: 1550-1572.
- Trivers, R.L. 1985.** Social Evolution. Menlo Park, Benjamin Cummings Publishing Company, 462p.
- Vasconcelos, H.L. 1990.** Habitat selection by the queens of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. in Brazil. *J. Trop. Ecol.* 6: 249-252.
- Weber, N.A. 1966.** Fungus growing ants. *Science* 153: 587-604.
- Wilson, E.O. 1971.** The insect societies. Cambridge, Harvard University Press, 548p.

Received 06/02/03. Accepted 15/10/03.
