

Perspectivas no controle de formigas cortadeiras

Boaretto, M.A.C.
Forti, L.C.

Departamento de Defesa Fitossanitária
da FCA/UNESP

INTRODUÇÃO

A preocupação com o controle de formigas cortadeiras é constante em muitos agroecossistemas, estimando-se um consumo nacional de aproximadamente 12.000 toneladas/ano de iscas tóxicas, forma mais comumente utilizada para minimizar efeitos negativos destes insetos.

Em florestas implantadas de *Pinus* e de *Eucalyptus*, as formigas cortadeiras destacam-se como as principais pragas, especialmente nas fases de pré-corte (áreas de reforma ou condução da floresta) e imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação. Destacam-se pela ocorrência praticamente generalizada as espécies *Atta laevigata*, *Atta sexdens rubropilosa*, *Acromyrmex disciger*, *Acromyrmex niger* e *Acromyrmex crassipinus*, dentre outras. É importante salientar que, determinadas espécies que cortam dicotiledôneas de modo geral, podem ser consideradas potencialmente importantes para *Eucalyptus* (Tabela 1).

As empresas de reflorestamento tem empregado o controle químico de formigas cortadeiras de forma sistemática, através de iscas, termonebulização e fumigantes, sendo o aspecto econômico das operações de grande importância, em virtude dos altos custos envolvidos. Além do maior custo das iscas à base de sulfluramida, em relação àquelas à base de dodecacloro, a adoção do cultivo mínimo e a proibição das queimadas, têm determinado aumentos na quantidade de iscas necessária para um controle satisfatório. Os aspectos econômicos e ambientais têm levado as empresas a melhorar o rendimento operacional das técnicas de controle químico empregadas (iscas, termonebulização), bem como a possibilitar a experimentação de novas tecnologias e de novos princípios ativos tóxicos. Nos últimos anos, tem aumentado o número de trabalhos nas áreas de controle biológico, especialmente, sobre controle microbiano, e de controle cultural, principal-



mente em relação à resistência de plantas, na tentativa de buscar alternativas ao químico, ou mesmo viabilizar uma associação de diferentes estratégias de controle para formigas cortadeiras em áreas de reflorestamento.

Tabela 1

Espécies e subespécies de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, cortadoras de plantas dicotiledôneas, que ocorrem no Brasil e em florestas implantadas de *Eucalyptus*.

Ocorrência no Brasil	Nome comum	Ocorrência em <i>Eucalyptus</i> *
<i>Atta</i>		
<i>cephalotes</i>	saúva-da-mata	?
<i>laevigata</i>	saúva-de-vidro	S
<i>opaciceps</i>	saúva-do-sertão-do-nordeste	?
<i>robusta</i>	saúva-preta	?
<i>sexdens sex dens</i>	formiga-da-mandioca	S
<i>sexdens rubropilosa</i>	saúva-limão	S
<i>sexdens piriventris</i>	saúva-limão-sulina	S
<i>Acromyrmex</i>		
<i>ambiguus</i>	quenquém preta brilhante	?
<i>aspersus</i>	quenquém rajada	?
<i>coronatus</i>	quenquém de árvore	?
<i>crassipinus</i>	quenquém de cisco	S
<i>disciger</i>	quenquém mirim	S
<i>hispidus</i>	formiga mineira	S
<i>hystrix</i>	quenquém de cisco da Amazônia	?
<i>laticeps laticeps</i>	formiga mineira vermelha	?
<i>laticeps nigrosetosus</i>	quenquém campeira	?
<i>lobicornis</i>	quenquém de monte preta	?
<i>lundi lundi</i>	quenquém mineira preta	S
<i>muticinodus</i>	quenquém mineira de duas cores	?
<i>niger</i>	quenquém mineira	S
<i>nobilis</i>	quenquém mineira da Amazônia	?
<i>rugosus rugosus</i>	formiga mulatinha, formiga lavadeira	S
<i>rugosus rochai</i>	formiga quiçaça	S
<i>striatus</i>	formiga de rodeio ou de eira	S
<i>subterraneus subterraneus</i>	formiga caiapó	S
<i>subterraneus brunneus</i>	quenquém de cisco da graúda	S
<i>subterraneus molestans</i>	quenquém caiapó capixaba	S

* Ocorrência em *Eucalyptus* - S = sim; ? = incerta

MÉTODOS DE CONTROLE

As formigas cortadeiras de folhas podem ser controladas através de métodos mecânicos, culturais, biológicos e químicos. O controle mecânico manual praticamente não é utilizado, em virtude de ser de viabilidade restrita a pequenas áreas e ninhos com até 4 meses de idade. Os demais métodos serão discutidos nos itens subseqüentes.



Métodos químicos

Métodos químicos para controle de formigas cortadeiras são os mais frequentemente utilizados, sendo o produto químico tóxico aplicado diretamente nos ninhos, nas formulações pó, líquida ou líquidos nebulizáveis, ou apresentado na forma de iscas granuladas, aplicadas nas proximidades das colônias.

Iscas tóxicas

O emprego de iscas granuladas, principalmente através de porta-iscas (PI) e microporta-iscas (MIPIs), é considerado eficiente, prático e econômico. Oferecem maior segurança ao operador, dispensam mão-de-obra e equipamentos especializados e permitem o tratamento de formigueiros em locais de difícil acesso (Loeck & Nakano, 1984).

Compreendem um substrato atrativo em mistura com um princípio ativo tóxico, em pellets. O inseticida é geralmente dissolvido em óleo de soja refinado e, posteriormente, incorporado ao substrato. O substrato atrativo efetivo e amplamente utilizado é a polpa cítrica desidratada, particularmente aquela derivada de laranja, embora outros materiais orgânicos já tenham sido utilizados, a exemplo de milho, folha de eucalipto, farinha de mandioca, farelo de soja, farinha de trigo, bagaço e melão de cana. A polpa de laranja exerce grande atratividade às formigas que cortam preferencialmente dicotiledôneas. A polpa cítrica parece ser apropriada para utilização como substrato para o desenvolvimento do fungo simbiote, apresentando-se levemente ácida, alto conteúdo de carboidrato, contendo ainda nitrogênio e grande variedade de vitaminas e microelementos. Os autores constataram que os carboidratos glicose, frutose e, principalmente, sacarose, são os componentes mais atrativos da polpa cítrica para *Atta cephalotes* e *Acromyrmex octospinosus*, espécies cortadoras de dicotiledôneas.

Diversos são os relatos de devolução e/ou não carregamento de iscas, provavelmente relacionados à baixa atratividade do substrato polpa cítrica, especialmente para formigas cortadoras de gramíneas. Além de possibilitar o ataque de fungos indesejáveis, que promovem sua degradação em condições de campo. Estas constatações têm despertado o interesse de pesquisadores em melhorar a atratividade de iscas tóxicas, através da utilização de outros materiais como substrato, tais como vermiculita, poliestireno, polímeros, produtos gelatinosos (Etheridge & Phillips, 1976), poliuretano (Juston & Cherrett, 1981), ou através da adição de feromônios ou extratos de glândulas feromonais de formigas (Robinson & Cherrett, 1974; Robinson *et al.*, 1982; Vilela & Howse, 1988) e extratos vegetais (Littlelyke & Cherrett, 1978).

O óleo de soja é um componente adicionado às iscas tradicionais, como solvente do princípio ativo tóxico e, segundo alguns autores, também exerce função de atraente. Contudo esta função é muito questionável; tem se constatado que algumas espécies de formigas não se alimentam espontaneamente do óleo de soja, necessitando da utilização de equipamentos especiais para promover “alimentação forçada” (Peregrine & Cherrett, 1976).

O inseticida formulado em isca tóxica deve agir por ingestão e apresentar algumas características particulares, dentre elas a ação tóxica retardada, com mortalidade menor que 15% após o primeiro dia e maior que 85% após o décimo quarto dia a partir do ofere-



cimento das iscas; deve ser letal em baixas concentrações; e não causar danos ambientais. Ainda, o inseticida deve ser inodoro e não repelente.

As primeiras iscas tóxicas continham o aldrim, como princípio ativo; posteriormente, vários trabalhos indicaram maior eficiência do dodecacloro em relação ao aldrim. As causas do bom desempenho do dodecacloro compreendem a sua natureza não repelente às formigas, ação retardada, modo de ação por ingestão (permitindo a intoxicação por trofalaxia), atuação em grande quantidade de operárias de todas as castas e boa incorporação na cultura de fungo. A utilização da isca granulada no Brasil, contendo 0,45% de dodecacloro, 8,5% de óleo de soja e 91,5% do veículo polpa cítrica foi a melhor opção até 1993. (Forti & Pretto, no prelo).

A busca por princípios ativos que pudessem substituir o dodecacloro culminou com a descoberta da sulfluramida (N-etil perfluooctano sulfonamida), pertencente ao grupo químico das sulfonas fluoralfáticas. O metabólito perfluorooctano sulfonamida (DESFA), atua no organismo no processo de fosforilação oxidativa, em nível mitocondrial, interrompendo a produção de ATP (Schnellman & Manning, 1990). Nas colônias, as iscas a base de sulfluramida, são transportadas e distribuídas uniformemente, atingindo as câmaras de fungo, onde os pellets são hidratados pelas operárias, fragmentados e, finalmente, incorporados. A incorporação dos fragmentos ao jardim de fungo ocorre num período de 6 h a 18 h após a oferta das iscas. Nos processos de limpeza, hidratação e incorporação dos pellets, 50 a 70% das operárias tornam-se contaminadas (Forti *et al.*, 1993; Pretto, 1996). Decorrido três dias, a atividade forrageira cessa, ocorrendo grande mortalidade de operárias mínimas e generalistas. Após o quarto dia, constata-se desorganização da colônia, embora a rainha possa sobreviver até 40 dias. Diversos estudos têm comprovado a boa eficiência da isca Mirex-S para saúvas que cortam dicotiledôneas, na base de 10g/m² do produto comercial, atingindo níveis de 90 a 100% de mortalidade.

Atualmente o principal substituto do dodecacloro é a sulfluramida. Mas as empresas continuam realizando altos investimentos na busca de produtos de eficiência comparável à sulfluramida. Assim muitos produtos, de diferentes grupos químicos foram e continuam sendo testados, incluindo fosforados, carbamatos e piretróides, substâncias reguladoras de crescimento, inibidores de reprodução, etc.

Dentre os reguladores de crescimento, o diflubenzuron é considerado formicida e fungicida eficiente para controle de formigas cortadeiras, existindo inclusive no mercado isca com este princípio. No entanto, segundo Forti & Pretto (no prelo), não há base científica para recomendá-lo para controle de saúvas e quenquéns, existindo informações bastante contraditórias quanto ao seu modo de ação e eficiência. O princípio ativo fenoxicarbe, do grupo químico dos carbamatos, porém com propriedades de regulador de crescimento, tem sido testado para formiga lava-pés e para *Atta*. O efeito do produto para *Solenopsis invicta* tem se manifestado através da incapacidade de desenvolvimento de formas imaturas, inibição da produção de ovos pela rainha e alterações na diferenciação de castas de operárias para formas sexuadas (Banks *et al.*, 1988). Contudo, para *Atta* os estudos não tem sido realizados de forma detalhada, desconhecendo-se os efeitos sobre as colônias. Ainda, ensaios em laboratório, para *A. sexdens rubropilosa*, tem demonstrado a ineficiência do produto, sem sinais de alterações nas populações, por um período superior a de 12 meses.



A avermectina B1, do grupo das lactonas macrocíclicas com propriedades nematocidas, acaricidas e inseticidas, obtidas a partir de fungos *Streptomyces avermetilis*, tem se mostrado potente inibidor de reprodução de rainhas de *Solenopsis invicta* (Lofgren & Williams, 1982). Todavia, é facilmente fotodegradável, mesmo dissolvida em solventes orgânicos, sendo sua instabilidade uma grande limitação para comercialização. Para formigas cortadeiras, não há detalhes sobre os componentes ou homólogos estudados. Sabe-se que para *Atta*, o produto tem ação de contato, não apresentando-se promissor como tóxico de ingestão. Embora sua potencialidade como inibidor de reprodução deva ser melhor estudada para as nossas condições.

Dos novos grupos químicos, merece destaque pelas boas qualidades formicidas, o inseticida fipronil, um fenil-pirazol, que atua no sistema nervoso central, especificamente no sistema GABA (ácido gama-aminobutírico). O produto apresenta-se ativo principalmente por ingestão. Ainda, merece destaque o princípio ativo hidrametilona, do grupo químico das amidinohidrazonas, que tem sido testado para *Solenopsis invicta* (Apperson *et al.*, 1984) e para *Pheidole megacephala* (Reimer & Beardsley, 1990), apresentando resultados promissores para para *Atta* (Mendonça *et al.*, 1987). Na Tabela 2 é apresentada uma relação das iscas tóxicas existentes no mercado, bem como seu princípio ativo, nome comercial, grupo químico e modo de ação para formigas cortadeiras.

É importante considerar que o método de estabelecimento das dosagens de iscas, tomando-se como base a área de terra solta do formigueiro é empírico. Estudos recentes desenvolvidos por Moreira (1996), demonstraram não haver correlação significativa entre a área de terra solta com o volume interno do ninho, com o número total de câmaras e com o volume de terra solta, para colônias escavadas de *Atta laevigata*. O mesmo estudo demonstrou que não há correlação entre o volume do murundu e o volume interno e com o número de câmaras. A estrutura interna e externa dos ninhos de formigas cortadeiras variam entre as diversas espécies, podendo ocorrer sub ou superestimativas no momento do estabelecimento da dosagem. Ainda, pouco se conhece a cerca da distribuição do substrato

Tabela 2

Isclas tóxicas granuladas existentes no mercado nacional, grupo químico a que pertencem e seus respectivos nome químico, marca comercial e modo de ação sobre formigas cortadeiras.

Grupo químico	Nome Químico	Marca comercial	Modo de ação
Fenil pirazol	Fipronil	Blitz	Sistema GABA
Benzoil-uréia	Diflubenzuron	Formilin 400	Provavelmente na biossíntese de Quitina
Fosforado	Clorpirifós	Pyrex. Pik-isca Pikapau. Attafós. KI-Isca - Nitrosin Landrin. Urutu-Ag. Tatu Formifós. Iskatoks	Transmissão sináptica
Sulfonas fluoralfáticas	Sulfluramida	Mirex-S. Attamex-S. Pikapau-S. Tamanduá Bandeira-S. Dinagro-S. Agripec. Fluramin.	Fosforilação oxidativa



no interior das colônias. Para as espécies *Atta sexdens rubropilosa* (Preto, 1996), *Atta capiguara* (Forti & Silveira Neto, 1989) e *Atta laevigata* (Moreira, 1996), sabe-se que a distribuição é uniforme, sendo suficiente o oferecimento das iscas nos olheiros de maior atividade. Contudo, para as espécies de quenquéns não há informações desse tipo.

Porta-iscas

O desenvolvimento de porta-iscas surgiu , principalmente, da necessidade de evitar morte acidental de animais silvestres importantes no controle biológico natural das formigas cortadeiras, aliando outras vantagens, como redução de mão-de-obra para localização de formigueiros e de perdas de iscas pelas chuvas. Os porta-iscas compreendem recipientes de polietileno com capacidade para acondicionar de 5 a 60 g de isca, sendo aqueles com 5 ou 10g, denominados microporta-iscas-MIPs. A utilização de porta-iscas tem se intensificado ultimamente, principalmente em função da adoção generalizada do cultivo mínimo. A queimada dos resíduos florestais, antes do plantio facilitava a localização e combate de formigueiros, além da destruição física, através do fogo, e mecânica, pela aração, de ninhos superficiais de saúvas e quenquéns (Equipe Técnica Duratex, 1994). Os porta-iscas podem ser aplicados de forma sistemática, em função das características de infestação da área, variando entre 40 e 80 porta-iscas de 20g/ha; e de forma localizada em formigueiros grandes (Laranjeiro, 1994). A quantidade de iscas utilizadas em MIPs é variável dentro da faixa de 1,6 a 3,0 Kg /ha, com MIPs espaçados de 6x6m ou 6x9m, aplicadas cerca de um mês antes do corte das plantas ou 15 dias após a roçada. Assim, são utilizados no controle preventivo e para colônias novas de saúvas e colônias adultas de quenquéns. Na verdade, faltam informações básicas sobre territorialidade, competição, dinâmica populacional das colônias, densidade de ninhos, que possam, de maneira mais racional, subsidiar a determinação das densidades adequadas de porta-iscas. Vale ressaltar que, apesar das vantagens da utilização de porta-iscas, estes aumentam o tempo de exposição de um dado produto químico no campo, aumentando a possibilidade de organismos não-alvo serem atingido, a exemplo das formigas predadoras (Forti & Preto, no prelo).

Pós

Utilizados desde o final da década de 50, os formicidas pó constam basicamente de um princípio ativo com ação de contato, talco como inerte e veículo de aplicação. A aplicação é feita através de polvilhadeiras, equipamentos manuais dotados de um recipiente cônico para acondicionamento do produto. As primeiras formulações continham princípios ativos clorados, frequentemente o aldrim e o heptacloro, atualmente proibidos. Produtos dos grupos dos fosforados, carbamatos e piretróides também já foram testados na formulação pó. Juruena (1984), utilizou os inseticidas malatiom 4%, paratiom 1,5%, fentiom 5%, triclorfom 2,5% e bendiocarbe 1%, para controle de *Acromyrmex lobicornis*, *A. heyeri* e *A. striatus*, constatando a extinção de formigueiros 10 dias após a aplicação. Delabie (1989) constatou eficiência satisfatória (90 a 100%) dos produtos fentiom, deltametrina e fenitrotiom, para controle de *Acromyrmex subterraneus brunneus*, com porcentagens de 50 a 70% de eficiência para *Atta sexdens sexdens*. Recentemente, o produto K-Othrine 2P,



inseticida piretróide à base de deltametrina 0,2%, tem sido indicado para controle de saúvas e quenquéns, na dosagem de 10g do produto comercial por m² de formigueiro. Trabalhos realizados por Bendeck *et al.* (1995 a e b), indicaram eficiência de 100% do produto no controle de *A. sexdens rubropilosa*, nas dosagens de 10, 30, 50 e 75 g de p.c./m² de formigueiro, e de *Acromyrmex crassipinus* nas dosagens de 10 e 20 g/m². No entanto, não há uma interpretação detalhada dos resultados obtidos e a falta de conhecimentos básicos sobre a arquitetura de ninhos de formigas cortadeiras, tem gerado graves erros metodológicos na maioria dos estudos realizados e descrédito sobre os resultados apresentados. Considera-se, praticamente impossível o produto atingir todas as câmaras de um ninho adulto, devido à sua complexidade estrutural, o que seria necessário, uma vez que os produtos testados atuam por contato. Tal complexidade estrutural pode ser exemplificada com resultados obtidos por Moreira (1996), cuja autora constatou aproximadamente 8.000 câmaras de fungo, em colônia de *Atta laevigata*, escavada até a profundidade de 8 metros. Assim, algum efeito pode ser obtido apenas em formigueiros iniciais. Além dessa forte limitação (penetração do produto na colônia), a necessidade de remoção de terra solta 24-48 horas antes da aplicação, condição de solo seco, constituem-se em desvantagens desse tipo de formulação.

Líquidos

Os formicidas líquidos foram pouco difundidos e utilizados para controle de formigas cortadeiras, principalmente em função da baixa eficiência dos produtos testados, decorrente da necessidade do produto entrar em contato com as formigas, além do trabalho dispendioso de perfuração do ninho e perdas de produto pela absorção do solo (Forti & Pretto, no prelo). Dentre os produtos testados, destacam-se o aldrim, heptacloro e o MM 33 (brometo de metila capturado por solvente orgânico). Recentemente Nakano *et al.* (1993) testaram o princípio ativo N-metilditiocarbamato de sódio, na dosagem de 60 ml/m² de terra solta, para controle de *Atta* e *Acromyrmex*. Trata-se de um produto fumigante de solo, que atua como formicida, fungicida, nematicida e herbicida. Resultados obtidos pelos autores citados de 100% de eficiência são duvidosos, pela metodologia empregada e pequeno número de colônias submetido ao tratamento. Ainda, segundo Della Lucia & Vilela (1993), a quantidade de água necessária para aplicação do referido produto pode inviabilizar este método de controle em áreas extensas e em períodos de seca.

Gases

Forma pioneira de controle de formigas cortadeiras, sendo praticada até os dias atuais, através do brometo de metila, comercializado sob a forma líquida, em embalagens para pronto uso, dispensando o emprego de equipamentos para sua aplicação. Trata-se de um produto eficaz no controle de formigas cortadeiras, contudo de elevado custo, exige mão-de-obra especializada para aplicação, sendo de alta periculosidade ao aplicador; sendo sua aplicação geralmente restrita a situações que exigem interrupção imediata da atividade de corte das folhas (Anjos *et al.*, 1993). O brometo de metila é o único fumigante permitido para uso formicida, além do fato de que terá, provavelmente, seu registro cancelado no ano 2.000.



Termonebulização

O método implica a atomização, por intermédio do calor, de um formicida veiculado em óleo diesel ou mineral, introduzido através dos olheiros, utilizando-se equipamentos denominados termonebulizadores. A aplicação é feita diretamente nos orifícios sobre o monte de terra solta, colocando-se uma mangueira de escape e aguardando-se o refluxo da fumaça produzida pela atomização (Forti & Pretto, no prelo). O método apresenta desvantagens operacional e econômica, sendo a manutenção dos equipamentos um dos principais entraves à sua viabilidade. Neste sistema de aplicação, já foram testados produtos clorados (heptacloro), carbamatos (isoprocarbe), piretróides (deltametrina, resmetrina, decametrina) e fosforados (clorpirifós). Segundo Mendonça & Gomes (1989) e Gomes *et al.* (1989), o clorpirifós apresenta alta eficiência, com índices de controle de 100% em *Atta sp.* Este princípio ativo foi recentemente registrado (agosto/96), com o nome comercial de Lakree* E, especificamente para uso em áreas de reflorestamento. Os equipamentos disponíveis no mercado nacional para tal sistema compreendem o Pulsfog e o Multifog, sendo o primeiro mais leve, facilitando o manuseio no momento da aplicação.

A termonebulização destaca-se como um método eficiente para combate de grandes ninhos de formigas cortadeiras e em grandes áreas de reflorestamento, onde o uso de iscas é economicamente inviável.

Nebulização

A nebulização a frio, através do equipamento Aero System, tem possibilitado o emprego do produto Bistar (bifentrina), em formulação específica, para controle de formigas cortadeiras. O equipamento consiste de um tanque cilíndrico de aço acoplado a uma mangueira, haste e bico apropriados para colocação do produto no interior do formigueiro através dos olheiros. A formulação consiste do ingrediente ativo bifentrina diluído em solvente e misturado com gases butano e propano. A maior densidade da mistura de gases em relação ao ar, em média 1,77 vezes, permite o deslocamento descendente do produto no interior dos ninhos. Alguns autores têm obtido altos níveis de eficiência (80-90%), quando do uso deste sistema de aplicação, em colônias de *Atta spp.* Outros estudos já demonstram menores taxas de eficiência (em torno de 60%) para *Atta sexdens rubropilosa* e taxas máximas de controle (100%) para *Acromyrmex* (Alves *et al.*, 1995). Contudo, segundo Raetano & Wilcken (no prelo), o referido equipamento, aplicando o produto Bistar, tem mostrado bom desempenho para formigueiros novos (<1m²) de *Atta* e *Acromyrmex*, enquanto que formigueiros maiores tem apresentado distúrbios, redução populacional e inatividade por longo período. Quanto ao rendimento operacional, estudos desenvolvidos por Branco *et al.* (1995) tem revelado rendimento da bifentrina (Aero system) 21,1% inferior em relação a utilização de PI (porta-isca) sistemático, e 17,7% inferior em relação à aplicação de iscas a granel. Segundo os autores, o sistema apresenta potencial para controle de formigas cortadeiras, podendo-se reduzir essas diferenças em rendimento operacional com treinamento mais intensivo. Como vantagens do sistema, Raetano & Wilcken (no prelo), citam o seu uso em condições desfavoráveis ao controle com isca e o não descarte de embalagens (o produto é comercializado em embalagens



retornáveis), e como limitações o congelamento na lança de aplicação, consequentemente obstrução do fluxo, bem como a possibilidade de vazamentos em válvulas.

Controle Biológico

Controle biológico certamente é uma área promissora de pesquisa, mas atualmente está clara a necessidade de conhecimentos biológicos básicos para que estratégias de controle para formigas cortadeiras possam ser de fato aplicadas.

A resistência do ambiente é responsável pela mortalidade de 99,95% das rainhas de formigas cortadeiras, antes mesmo que tenham fundado seus ninhos. O controle biológico natural, através de predadores, parasitóides e microrganismos patogênicos, sem dúvida é importante fator de regulação das populações destes insetos. As aves silvestres e domésticas, principalmente as espécies insetívoras e onívoras, são importantes elementos dentre os inimigos naturais. A supressão do sub-bosque é uma prática que afeta negativamente as populações de aves e outros organismos benéficos, enquanto que a presença de áreas de reserva de vegetação natural favorece a concentração das populações de aves, as quais se dispersam para os talhões vizinhos (Almeida *et al.*, 1983).

Dentre os artrópodos, destacam-se como predadores de formigas cortadeiras as aranhas, ácaros, várias espécies de formigas predadoras e coleópteros. Destes, merecem atenção as espécies *Canthon virens* e *Canthon dives*, por se tratarem de predadores específicos de rainhas de saúvas. A espécie *C. virens* ataca as rainhas logo após a revoada, antes de terem iniciado o canal de penetração. Logo após a captura das rainhas, enterram-se no solo deixando formações características na superfície, indicadoras da sua presença. As rainhas são utilizadas para alimentação própria ou para o preparo de “peras de criação”. O potencial reprodutivo da fêmea é relativamente baixo, com postura de no máximo 3 ovos, sendo a duração máxima do período larval de 26 dias e o pupal de 23 dias, ocorrendo emergência dos adultos entre o 34 e 53 dia (Rinaldi *et al.*, 1993). Associado ao baixo número de descendentes por fêmea Forti *et al.* (1992) constataram, em condições de campo, que, na maioria das vezes, o número de rainhas predadas aumenta não-linearmente com a densidade do predador, devendo existir fatores isolados ou combinados que atuem como limitantes do número de presas exploradas. É provável, que as razões mencionadas, dentre outras, tenham levado ao insucesso de programas de criação massal de *C. virens* no Paraguai, iniciada em 1950, visando o controle biológico clássico de saúvas.

Alguns autores consideram a formiga lava-pés (*Solenopsis* spp.) predadoras de operárias, ovos, larvas e pupas de formigas cortadeiras, chegando a levantar a hipótese de que a abundância das formigas cortadeiras poderia ser afetada pela competição com *Solenopsis*. No entanto, Tonhasca Júnior (1994), observando a interação entre comportamentos forrageiros de *Atta laevigata* e *Solenopsis*, em condições de cerrado, no município de Lavras, MG, constatou que na disputa por um recurso comum, as lava-pés conseguiram no máximo retardar o acesso da saúva ao substrato, não afetando significativamente a sua habilidade forrageira.

Quanto aos parasitóides, é relativamente comum observar-se a presença de mosca Phoridae nas proximidades de ninhos de saúvas e de quenquéns. No entanto, raros são



trabalhos de levantamento e identificação das espécies envolvidas, bem como sobre os efeitos reais sobre as populações de formigas, para as condições de Brasil. No México, as espécies *Megacelia scalaris* e *Puliciphora* sp foram identificadas em rainhas de *Atta mexicana* parasitadas (Quiroz, 1996).

A literatura informa relatos de parasitismo de formigas cortadeiras por nematóides, em especial sobre o parasitismo de *Neoplectana (Steinernema) dulthyi* em *Solenopsis invicta*, mas sem resultados animadores em nível de campo. No Brasil, Passos et al. (1995) obtiveram resultados positivos de patogenicidade de *Steinernema carpocapsae*, na formulação Exhibit, em diferentes castas de saúva limão, em bioensaios com dosagens de 100 e 1000 larvas infectivas (L_3)/cm². Os autores constataram que as formigas fazem o descarte de fungo (alimento) e de formigas doentes, na tentativa de isolar os nematóides no lixo, embora tenha ocorrido mortalidade de indivíduos das castas e redução no volume do jardim de fungo. Segundo Kermarrec et al. (1986), existem poucas possibilidades do nematóide citado penetrar em *Acromyrmex octospinosus*, e provavelmente também em outras espécies de cortadeiras, devido à cutícula, importante barreira protetiva, e pequenas dimensões dos orifícios, como “boca”, orifício da glândula labial, o ânus e os espiráculos, pontos potenciais de entrada nas larvas. Nas formigas adultas, certos aspectos morfológicos, como filtro infra-bucal e pilosidade no ânus, são aspectos morfológicos que fornecem proteção contra invasão.

Certos fungos apresentam potencial para utilização no controle biológico de formigas cortadeiras. Segundo Quiroz (1996), os fatores de mortalidade mais importantes para rainhas de *Atta mexicana* são os fungos entomopatogênicos. Em levantamentos realizados pelo autor, no México, foram identificadas as espécies *Aspergillus parasiticus*, *Paecilomyces farinosus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium* sp, destacando-se nos ensaios de patogenicidade *Bauveria bassiana* e *P. farinosus*, como os mais promissores para controle biológico de *A. mexicana*. No Brasil, a maioria dos estudos tem sido realizada com *B. bassiana* e *M. anisopliae*, entretanto os resultados ainda não são conclusivos. Alves & Sosa-Gomez (1983) relatam a ocorrência destes fungos em rainhas de *Atta sexdens rubropilosa*, provocando a mortalidade em operárias, em condições de laboratório. Em floresta de *Eucalyptus grandis*, resultados promissores foram obtidos com a utilização de *B. bassiana*, em iscas, para controle de *Acromyrmex* spp (Diehl-Fleig et al., 1992). No entanto, o controle biológico microbiano de formigas cortadeiras tem sido questionado devido ao fato destes insetos sociais reconhecerem agentes patogênicos e emitirem reações comportamentais de defesa (Kermarrec et al., 1986). Acredita-se que substâncias vegetais altamente atrativas, se adicionadas às iscas, poderiam mascarar a presença de entomopatógenos. Com base nesta hipótese, Specht et al. (1993) desenvolveram iscas de *B. bassiana*, formuladas com extratos de *Havenia dulcis* e *Aleurites fordii*, e testaram a atratividade das mesmas para colônias de *Acromyrmex crassipinus*, *A. heyeri* e *A. striatus*. As iscas mostraram-se extremamente atrativas, sendo carregadas por *A. striatus* e *A. crassipinus*, embora não o tenham sido por *A. heyeri*. Segundo os autores, as diferenças quanto ao carregamento das iscas formuladas com diferentes atrativos e concentrações sugerem que, para serem usadas no controle dessas formigas, deve-se ter conhecimentos básicos sobre as preferências de cada espécie, levando-se em conta a variabilidade de comportamento e necessidades de cada colônia. Silva &



Diehl-Fleig (1995) compararam duas formas de aplicação (direta e iscas) de três linhagens de *B. bassiana* (B_{SA} , LV e AC) e uma de *M. anisopliae* (E_{SA}) no controle de *Acromyrmex* sp. Na aplicação direta, arroz contendo conídios dos fungos, foi inoculado no interior dos ninhos, enquanto que na aplicação sob forma de iscas, foram distribuídos cinco MIPs, contendo 10 g de iscas, em duas aplicações num intervalo de 15 dias. Os resultados indicaram taxas de mortalidade de 50%, 60% e 70%, para a aplicação direta com as linhagens AC e LV, B_{SA} e E_{SA} , respectivamente. As taxas de mortalidade foram inferiores quando da utilização de iscas, exceto para B_{SA} que nas duas formas de aplicação apresentou 60% de mortalidade. Apesar de alguns resultados promissores em relação ao controle microbiano de formigas cortadeiras, em vários casos constata-se eficiente patogenicidade em laboratório, a qual não se repete em condições de campo, com resultados de eficiência de controle muito variáveis. Os patógenos não são específicos aos alvos estudados, havendo necessidade de levantamentos de outras prováveis espécies patogênicas nas populações naturais de formigas cortadeiras.

A dificuldade na obtenção de dados mais consistentes em condições de campo, pode estar relacionada às estratégias de defesa das formigas, juntamente com seu fungo mutualista, contra parasitos e patógenos, de caráter morfológicas, mecânicas ou bioquímicas. Segundo Kermarrec *et al.* (1996), a extraordinária resistência dos fungos mutualistas das formigas cortadeiras à doenças epizooticas e epifíticas é devido a muitos fatores ligados à higiene interna do ninho. Para ilustrar, iscas contendo esporos de fungos não são carregadas por *A. octospinosus*, e culturas esporulando em meio agar são imediatamente cortadas e levadas para fora do ninho. Ainda, meio agar processado por operárias não permite a germinação dos esporos, indicando assim que as formigas distinguem materiais inadequados, de modo mais marcante quando da proximidade do patógeno ao fungo simbiote.

Métodos culturais

O preparo do solo, como aração e gradagem, pode ser importante na eliminação de saueiros iniciais e quenquenzeiros. No entanto, com a prática do cultivo mínimo, esse controle praticamente deixou de existir.

Vários pesquisadores têm procurado identificar espécies vegetais tóxicas às formigas cortadeiras, que possam ser utilizadas como culturas armadilhas, visando o controle de saúvas e quenquéns. Há muito tempo o gergelim (*Sesamum indicum*) foi indicado como planta com propriedades saucidas, e trabalhos mais recentes tem tentado comprovar cientificamente os efeitos tóxicos desta planta. Em saueiros iniciais de *A. sexdens rubropilosa*, tratados com folhas de *S. indicum*, *Hibiscus rosa sinensis* e *Eucalyptus alba*, verificou-se inicialmente, nítida preferência pelas folhas de *S. indicum*. Entretanto, posteriormente, formigueiros tratados com *S. indicum* sofreram uma diminuição gradual no tamanho das esponjas de fungo, decréscimo no número de formigas, desorganização geral do formigueiro e sua consequente extinção (Silva *et al.*, 1987). Parece que o gergelim induz uma reposta fisiológica nas formigas *A. sexdens rubropilosa*, representada por taxas respiratórias elevadas, paralelamente aos efeitos deletéricos gerais (Hebling-Beraldo *et al.*, 1991). O plantio de gergelim entre fileiras de árvores já foi efetuado em áreas de reflorestamento no Brasil, baseando-se no fato de que, apesar de altamente atacadas, as



folhas desta planta não mantém o crescimento do fungo. Contudo, a experiência do gergilim como cultura armadilha não tem sido promissora. (Della Lucia & Vilela, 1993).

Tem sido investigado o potencial tóxico, para formigas cortadeiras, de outras espécies vegetais, como *Canavalia ensiformis* (Bigi *et al.*, 1995), *Melia azedarach* L. (Pertile, 1995), dentre outras.

O controle de formigas cortadeiras em florestas implantadas, através de plantas resistentes, tem sido investigado por vários pesquisadores, embora pouco se conheça sobre a capacidade que estes insetos têm de selecionar as espécies e procedências de *Eucalyptus*. Anjos *et al.* (1996) avaliaram a resistência de 20 espécies de *Eucalyptus* à *A. sexdens rubropilosa*, em laboratório, concluindo que *E. maculata* e *E. deanei* foram altamente resistentes ao ataque da saúva, sendo as espécies *E. dunnii*, *E. pilularis* e *E. propingua* consideradas moderadamente resistentes, enquanto que as outras 15 espécies restantes foram classificadas como suscetíveis. *Eucalyptus nesophila* mostrou-se resistente à *A. laevigata* e à *A. sexdens rubropilosa*, e a espécie *E. cloezina* resistente à *A. laevigata* e suscetível à *A. sexdens rubropilosa* (Santana & Anjos, 1989). Com relação à não preferência da formiga *Acromyrmex subterraneus subterraneus* ao corte de *Eucalyptus*, Della Lucia *et al.* (1995) verificaram que *E. acmenioides* e *E. citriodora*, nesta ordem, foram as espécies menos carregadas para o interior do jardim de fungo, enquanto que *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. torelliana*, foram bem aceitas pelas forrageiras.

Resultados consistentes sobre seletividade de *Eucalyptus* pelas formigas cortadeiras poderiam auxiliar na redução populacional destas pragas, através do planejamento em termos de composição de espécies e procedências das florestas. No entanto, os resultados obtidos até o momento, não permitem uma aplicação prática. Inúmeros fatores afetam a seleção de substrato pelas formigas cortadeiras, e muitas conclusões tem sido obtidas a partir de ensaios com metodologias inadequadas, por exemplo, ensaios sem livre chance de escolha. Será que dentro de um mesmo gênero de planta exótica existirão espécies resistentes? Sabe-se que diversas espécies de formigas cortadeiras exploram entre 38 a 77% das plantas em florestas naturais, ficando claro que existe seleção de plantas, mas a faixa é muito ampla. Além disso, existem evidências que o fungo cultivado pelas formigas cortadeiras pode metabolizar substâncias tóxicas oriundas das plantas, dificultando ainda mais a seleção de plantas resistentes ou com baixa preferência.

MANEJO DO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

Acredita-se que alguns dos princípios da filosofia do manejo integrado de pragas não se aplicam para formigas cortadeiras de modo geral, pelas particularidades ecofisiológicas, comportamentais e reprodutivas destes insetos eusociais. Um dos princípios básicos do MIP é a determinação da menor densidade populacional que causa prejuízo econômico, o nível de dano econômico, necessário para a tomada de decisão para adoção ou não de medidas de controle. Como estabelecer níveis de dano econômico para formigas cortadeiras, sabendo-se que além do crescimento populacional, em termos de densidade de colônias, a população de cada colônia também aumenta em níveis significativos de ano para ano, em taxas ainda desconhecidas? Não há conhecimentos científicos sobre



a dinâmica populacional das formigas cortadeiras, aspectos sobre competição e territorialidade, que possam subsidiar o estabelecimento de níveis de ação, tão pouco estudos de determinação de desfolhas correlacionadas com a produção nos diversos estádios vegetativos do *Eucalyptus*.

As formigas cortadeiras constituem-se em boas pragas-chave? O controle programado e preventivo é praticado em determinadas fases do reflorestamento, o que se opõe à filosofia de manejo integrado. Quanto ao monitoramento, na verdade apesar de diferentes empresas adotarem seus próprios esquemas, nada mais são do que levantamentos, quantitativos e classificatórios (classes de tamanho), da presença de colônias na área de interesse, embora apresentem o mérito de permitir uma racionalização das diversas etapas de controle de formigueiros. Além desses aspectos, a importância econômica de saúvas e quenquéns, bem como os esquemas de controle, tem sido estabelecidos de maneira padronizada, desconsiderando-se as particularidades de cada espécie de formiga e das espécies vegetais que compõem a floresta. Em termos de estratégias de controle biológico (clássico e microbiano) e cultural, através de espécies resistentes, até o momento, não são aplicáveis ou apresentam limitações tecnológicas e/ou operacionais. Lacunas que a pesquisa precisa atuar nas próximas décadas.

Com respeito ao sistema de manejo para *Atta laevigata* e *Acromyrmex landolti*, em plantações de *Pinus*, através do manejo da densidade da floresta, desenvolvido por Hernandez & Jaffé (1995), na Venezuela, provavelmente não seja viável uma proposta semelhante para florestas de *Eucalyptus*, dada as diferenças de condução dos dois tipos de florestas, sendo que em *Pinus* não são conduzidas as brotações das plantas.

Acredita-se, por outro lado, que se possa optar por técnicas e épocas mais adequadas de controle químico das formigas cortadeiras, bem como em procedimentos que permitam a manutenção de reservas naturais e manejo dos sub-bosques, visando a preservação de inimigos naturais, que no conjunto representam importantes fatores na regulação populacional de cortadeiras.

As fases consideradas mais críticas em termos de controle de formigas cortadeiras, que exigem alta eficiência de controle ou paralização imediata da atividade dos ninhos, compreendem as de pré-corte ou pré-plantio, e imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação. Na fase de pré-corte, normalmente tem sido realizado o controle 15 dias após a roçada ou um mês antes do corte, com iscas tóxicas aplicadas em MIPIs ou pelo método da dosagem única de distribuição direta. Após o plantio ou nos primeiros meses da condução de brotação, pode ser utilizada a fumigação com brometo de metila ou a termonebulização, especialmente para formigueiros grandes. Ainda, em áreas de brotação, decorridos 90 dias do corte raso (talhadia), procede-se o controle com porta-iscas. A utilização de formicidas na formulação pó, tem ficado restrita a áreas com formigueiros em reboleira, sendo este procedimento muito questionável dada as limitações deste tipo de formulação. Na fase menos crítica, de floresta já estabelecida, normalmente emprega-se porta-iscas. Pode haver variações das técnicas utilizadas em função dos critérios e prioridades de cada empresa, bem como das condições ambientais no momento de controle.



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, A.F. DE; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M. DE A.; LARANJEIRO, A.J. A avifauna e o sub-bosque como fatores auxiliares no controle biológico das saúvas em florestas implantadas. *Silvicultura*, v. 8, n.28, p. 145-150, 1983.
- ALVES, S.B. & SOSA GOMEZ, D.R. Virulência do *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para castas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908). *Poliagro*, v.5, n.1, p. 1-9, 1983.
- ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.O.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). *As formigas cortadeiras*. Ed. Folha de Viçosa, p.212-241, 1993.
- APPERSON, C.S.; LEIDY, R.B.; POWELL, E.E. Effects of Amdro on the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and some nontarget ant species and persistence of Amdro on a pasture in North Caroline. *Journal of Economic Entomology*, v.77, n.4, p. 1012-1017, 1984.
- BANKS, W.A.; WILLIAMS, D.F.; LOFGREN, C.S. Effectiveness of fenoxycarb for controle of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, v.81, n.1, p. 83-87, 1988.
- BENDECK, O.R.; PINTO, C.T.; NAKANO, O.; BENEDETTI, V. Ensaio visando o controle de *Acromyrmex crassipinus* (Forel, 1909), quenquém de cisco, através do polvilhamento manual do formicida K-Othrine 2p. In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 15, 1995, Caxambú, MG. *Resumos*. Caxambú: SEB, 1995b. p.510.
- BRANCO, E.F.; WILCKEN, C.F.; ALVES, A.N.; SILVA, M.J.; LUXNICH, G.; LOPES, J.W.; BIDA, F. Rendimento operacional do sistema FMC - Aerosystem no controle localizado de *Atta sexdens rubropilosa* (Hym., Formicidae) em florestas de eucalipto. In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 15, 1995, Caxambú, MG. *Resumos*. Caxambú: SEB, 1995. p. 543.
- DELABIE, J.H.C. Novas opções para controle de formigas cortadeiras, *Acromyrmex subterraneus brunneus* e *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae: Attine), na região cacaueira da Bahia, Brasil. *Agrotropica*, v.1, n. 3, p. 173-180, 1989.
- DELLA LUCIA, T.M.C. & VILELA, E.F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). *As formigas cortadeiras*. Ed. Folha Nova de Viçosa, 1993, p.163-190.
- DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, M.A. DE; ARAÚJO, M. DA; VILELA, E.F. Avaliação da não-preferência da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel ao corte de *Eucalyptus* *Revista Árvore*, v.19, n. 1, p. 92-99, 1995.
- DIEHL-FLEIG, E.; SILVA, M.E. DA; BORTOLÁS, E.P. Emprego do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* em iscas para o controle das formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em floresta implantada de *Eucalyptus grandis*. In: *Congresso Florestal Estadual*, 7, 1992, Nova Prata, RS. *Anais*. Nova Prata, p. 1139-50, 1992.
- EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX. Controle de formigas cortadeiras na Duratex. In: *Curso de Atualização no Controle de Formigas Cortadeiras*, 3, 1994, Piracicaba, SP. *Anais*. Piracicaba: IPEF, 1994, p.34-38
- ETHERIDGE, P. & PHILLIPS, F.T. Laboratory evaluation of new inseticides and bait matrices for the control of leaf-cutting ants (Hymenoptera, Formicidae). *Bull. ent. Res.*, v. 66, p. 569-578, 1976.
- FORTI, L.C & SILVEIRA NETO, S. Distribuição de substrato em colônias de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera-Formicidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, n. 18, p. 347-356, 1989.
- FORTI, L.C.; RINALDI, I.M.P.; YASSU, W.K.; PINHÃO, M.A.S. Dependência de densidade na predação de rainhas de *Atta* (Hymenoptera: Formicidae) pelo besouro *Canthon virens* (Mannerhein) (Coleoptera: Scarabaeidae). In: *Simpósio De Controle Biológico*, 3, 1992, Águas de Lindóia, SP. *Anais*. Águas de Lindóia: CNPDA/EMBRAPA, 1992, p. 180.
- FORTI, L.C.; MARTINS, F.S.D.; YASSU, W.K.; PINHÃO, M.A.S. Trofalaxia entre operárias-operárias e operárias-larvas de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae). In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 14, 1993, Piracicaba, SP. *Anais*. Piracicaba: SEB, 1993, p.
- FORTI, L.C. & PRETTO, D.R. Controle químico de formigas cortadeiras: passado, presente e futuro. In: FOWLER, H.G.; FORTI, L.C. (Eds.). *Formigas praga*. Editora da UNESP (no prelo).
- GOMES, J.G.; MENDONÇA, N.T. DE; PARMA, L.G. Controle de formigas cortadeiras do gênero *Atta* (formigas saúvas) com o inseticida chlorpyrifós, em aplicação por termonebulização, com dois tipos de aparelhos. In: *Encontro de Mirmecologia*, 9, 1989. p.23.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A.; BUENO, O.C.; ALMEIDA, R.E. DE; SILVA, O.A. DA; PAGNOCCA, F.C. Influência do tratamento com folhas de *Sesamum indicum* sobre o metabolismo respiratório de *Atta sexdens*



- rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.20, n. 1, p. 27-33, 1991.
- HERNÁNDEZ, J.V. & JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinnus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.24, n.2, p. 287-298, 1995.
- Juruena, L.F. Outras alternativas para o controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (Hym.-Formicidae), com inseticidas em pó. *Agronomia Sulrio-grandense*, Porto Alegre, v.20, n.1, p. 199-201, 1984.
- JUSTOM, R.A. & CHERRETT, J.M. A new matrix for toxic baits for control of the leaf-cutting ant *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera: Formicidae). *Bull. ent. Res.*, v.71, p. 607-616, 1981.
- KERMARREC, A.; FEBUAY, G.; DE CHARME, M. Protection of leaf-cutting ants from biohazards: is there future for microbiological control? In: LOFGREN, C.S. & VANDER MEER, R.K. *Fire ants and leaf-cutting ants - biology e management*. Westview Press, 1986, p. 339-56.
- LARANJEIRO, A.J. Manejo integrado de formigas cortadeiras na Aracruz Celulose. In: *Curso de Atualização no controle de formigas cortadeiras*, 3, 1994, Piracicaba, SP. Piracicaba: IPEF, p. 28-33, 1994.
- LITTLEDYKE, M. & CHERRETT, J.M. Olfactory responses of the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich.) (Hymenoptera: Formicidae) in the laboratory. *Bull. ent. Res.*, v.68, p. 273-282, 1978.
- LOECK, A.E. & NAKANO, O. Efeito de novas substâncias visando o controle de saúveiros novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera - Formicidae). *O Solo*, v.1, p. 25-30, 1984.
- LOFGREN, C.S. & WILLIAMS, D.F. Avermectin B_{1a}: highly potent inhibitor of reproduction by queens of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, v.75, n.5, p. 798-803, 1982.
- MENDONÇA, N.T.; MILAN-NETO, A.; MENDONÇA, R.S. Biologia e testes experimentais com novos formicidas opera o controle de formigas dos gêneros *Atta e Acromyrmex*. In: PACHECO, P. & BERTI FILHO, E. (Eds.). *Formigas cortadeiras e o seu controle*. Piracicaba, SP, IPEF/GTFC, 1987.
- MENDONÇA, N.T. DE & GOMES, J.G. Controle de formigas cortadeiras do gênero *Atta* (formigas saúvas) com o inseticida chlorpirifós, em aplicação por termonebulização. In: *Encontro de Mirmecologia*, 9, p.22, 1989.
- MOREIRA, A.A. Arquitetura das colônias de *Atta laevigata* Fr. Smith, 1858 (Hymenoptera, Formicidae) e distribuição de substrato nas câmaras de fungo. Botucatu, 1996. 96p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas.
- NAKANO, O.; LANGER JÚNIOR, L.O.E.; NIVOLONE, R.F.; VENDRAMINI, J.M.B. Novo método de controle de saúvas através do fungicida Bunema 330 CS. In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 14, 1993, Piracicaba, SP. Resumos. Piracicaba: SEB, 1993, p. 513.
- PASSOS JÚNIOR, N.C.; ALVES, S.B.; SILVEIRA NETO, S. Patogenicidade de *Steinernema carpocapsae*, formulação Exhibit, sobre diferentes castas de saúva limão, *Atta sexdens rubropilosa*. In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 15, 1995, Caxambú, MG. Resumos. Caxambú: SEB, 1995.p.342.
- PEREGRINE, D.J. & CHERRETT, J.M. Toxicant spread in colonies of leaf-cutting ants. *Proceedings of the Association of Applied Biologists*, p. 131-132, 1976.
- PRETTO, D.R. Arquitetura dos túneis de forrageamento e do ninho de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae), dispersão de substrato e dinâmica do inseticida na colônia. Botucatu, 1996, 110p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas.
- Quiroz, L. J.V. Factores de mortalidad natural de reinas de *Atta mexicana* (Fr. Smith) en el Estado de Morelos, México. In: *Congresso Latinoamericano de Entomologia*, 6, Mérida, Yucatán, 1996. *Memorias*. Mérida: Sociedad Mexicana de Entomologia, 1996. p.56.
- RAETANO, C.G. & WILCKEN, C.F. Aerosystem no controle de formigas cortadeiras. In: *Simpósio sobre formigas cortadeiras dos países do Mercosul*, 1996, Piracicaba, SP. (no prelo).
- REIMER, N.J. & BEARDSLEY, J. W. JR. Effectiveness of hydramethylnon and fenoxycarb for control of big-headed an (Hymenoptera: Formicidae), an ant associated with mealybug wilt of pineapple in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, v.83, n.1, p. 74-80, 1990.
- RINALDI, I.M.P.; FORTI, L.C.; YASSU, W.K. Biologia de *Canthon virens* (Coleoptera, Scarabaeidae) predador de rainhas de *Atta* (Hymenoptera, Formicidae) em condições de campo. In: *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 14, 1993, Piracicaba, SP. Resumos. Piracicaba: SEB, 1993, p.51.
- ROBINSON, S.W. & CHERRETT, J.M. Laboratory investigations to evaluate the possible use of brood pheromones of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae,Attini) as a component in an attractive bait. *Bull. ent. Res.*, v. 63, p. 519-529, 1974.



- ROBINSON, S.W.; JUSTON, A.R.; CHERRETT, J.M.; QUINLAN, R.J. Field evaluation of methylpyrrole-2-carboxylate, an ant trail pheromone, as a component of baits for leaf-cutting ant (Hymenoptera: Formicidae) control. *Bull. ent. Res.*, v. 72, p. 345-356, 1982.
- SANTANA, D.L. DE Q. & ANJOS, N. DOS. Resistência de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) à *Atta sexdens rubripilosa* e *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore*, v. 13, n.2, p. 174-81, 1989.
- SCHNELLMAN, R.G. & MANNING, R.O. Perfluorooctane sulfonamide: a structure novel uncoupler of oxidative phosphorylation. *Biophys. Acta*, 1060, p. 344-348, 1990.
- SILVA, M.E. DA & DIEHL-FLEIG, E. Comparação da eficiência da aplicação direta e de iscas de fungos entomopatogênicos para controle de formigas cortadeiras (*Acromyrmex*). In: *Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, 1995, Caxambú, Resumos*. Caxambú: SEB, 1995. p. 332.
- SPECHT, A.; DIEHL-FLEIG, E.; SILVA, M.E.DA. Atratividade de iscas de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. à formigas do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.23, n.1, p. 99-104, 1994.
- TONHASCA JÚNIOR, A. Foraging interaction between *Atta laevigata* and *Solenopsis* spp. (Hymenoptera, Formicidae). *Ciência e Cultura*, v. 46, n.3, p. 175-6, 1994.
- VILELA, E.F. & HOWSE, P.E. Pheromone performance as a attractive component in baits for control of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 17 (supl.), p. 107-124, 1988.