

CARLOS ALBERTO LIMA

**ATRATIVIDADE DE ISCAS E EFEITO DA SAZONALIDADE NO
FORRAGEAMENTO DE *Atta bisphaerica* FOREL, 1908**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae.”

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2000

Ao meu avô Cabôco Lima (Oscar Lima) (*in memoriam*) e minha avó Rosina Bellina Giurizzato Siegler (*in memoriam*), por toda educação e carinho recebidos.

Ao meu filho Victor, que ao nascer encheu minha vida de mais alegria e esperança.

AGRADECIMENTO

A Deus por sua providência e pelo seu amor incondicional.

À professora Terezinha M. C. Della Lucia, pelo apoio nos momentos difíceis, pela confiança, pelo respeito e pela amizade em todos estes anos de convivência. Muito obrigado pela dedicada orientação e por ser um exemplo de excelente profissional e pessoa humana.

Aos meus pais Antônio e Carmem, minhas irmãs Carla e Carina, e todos os meus familiares que tanto me incentivaram e acreditaram em mim.

À minha esposa Daniela, pela paciência e carinho recebidos sempre ao seu lado.

Ao professor Raul N. C. Guedes, pela amizade, pelo aconselhamento, pela disponibilidade e toda ajuda na análise estatística dos dados.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela amizade, pelos conselhos, pelo incentivo e sinceridade.

Aos professores José Henrique Schoeder e Ana Maria Matoso Viana, pelas críticas e sugestões e pela participação na banca examinadora de defesa da tese.

Ao professor Luiz Cláudio de A. Barbosa e ao senhor Antônio, técnico do Laboratório da Análise e Síntese de Agroquímicos (LASA), pelo auxílio prestado durante as extrações.

À secretária da Pós-graduação em Entomologia, Dona Paula, pela atenção e pela competência na condução dos serviços burocráticos.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Animal, Geraldo e Antônio (Fundão), pela prestação de seus serviços nos trabalhos de campo.

Aos estagiários Edenilson e Clayton por toda a ajuda, disponibilidade e empenho durante a coleta dos dados.

Aos amigos do Insetário, “Seu Manuel”, Márcio, Alberto Fujimori, Gabriela, Eduardo Antunes, Rose, Marco Antônio, Cidinha, Danival, Fabrícia, Fátima, Marisa, Tomé, Roberson e Ana Paula, pelo agradável ambiente de trabalho e pelo companheirismo.

Aos colegas da Entomologia, Paula Baiana, Alfredo, Ulisses, Stênio, Berghem, Pedro, João, Marcelo Baiano, Eduardo, Ritinha, Marcos Rafael, Adrian e Clea, pela partilha das alegrias e sofrimentos no decorrer do curso.

Aos amigos inseparáveis, Ted, Odilon (“Taioba”), Adriano (Presuntinho), Rosângela, Leonardo (Léo), Eduardo Bastos e Cristiane Patrícia pelo exemplo, pelos conselhos e pelos ensinamentos sobre a verdadeira amizade.

A todos os companheiros de pensão, república e alojamento, pela amizade e pelos ensinamentos sobre a boa convivência.

A Igreja Católica através do grupo JSC (Jovens Seguidores de Cristo) e da RCC (Renovação Carismática Católica), pela oportunidade de experimentar o Amor de Deus e por ter conhecido tantas pessoas maravilhosas.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Setor de Entomologia do Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES, pelo apoio na forma de bolsa de estudos.

A todos aqueles que tive o prazer de conhecer em todos estes anos em Viçosa, e aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do presente trabalho.

BIOGRAFIA

CARLOS ALBERTO LIMA, filho de Antônio Luís Lima e Carmem Leonir Siegler, nasceu em Santa Teresa - ES, no dia 25 de fevereiro de 1974.

Em 1993, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (MG), concluindo-o em outubro de 1998. Durante o curso, estagiou no laboratório do Insetário do Departamento de Biologia Animal sendo bolsista de iniciação científica pelo CNPq e pela FAPEMIG. Além disso, foi monitor I das disciplinas Entomologia Agrícola, Entomologia Zootécnica e Receituário Agrônômico.

Em 26 de outubro de 1998, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 31 de agosto de 2000.

CONTEÚDO

	Páginas
RESUMO -----	viii
ABSTRACT -----	x
INTRODUÇÃO -----	1
CAPÍTULO 1 -----	5
EFEITO DA SAZONALIDADE NO FORRAGEAMENTO DE <i>Atta bisphaerica</i> FOREL, 1908-----	5
1. INTRODUÇÃO -----	5
2. MATERIAL E MÉTODOS -----	9
3. RESULTADOS -----	12
4. DISCUSSÃO -----	23
5. RESUMO E CONCLUSÕES -----	29
CAPÍTULO 2 -----	31
EFEITO DA SAZONALIDADE NO POLIMORFISMO E TRANSPORTE DE CARGAS EM <i>Atta bisphaerica</i> FOREL, 1908-----	31
1. INTRODUÇÃO -----	31
2. MATERIAL E MÉTODOS -----	34

3. RESULTADOS -----	36
4. DISCUSSÃO -----	39
5. RESUMO E CONCLUSÕES -----	42
CAPÍTULO 3	44
AVALIAÇÃO DE ISCAS COM ATRAENTES	
ALTERNATIVOS PARA <i>Atta bisphaerica</i> FOREL, 1908-----	44
1. INTRODUÇÃO -----	44
2. MATERIAL E MÉTODOS -----	47
3. RESULTADOS -----	53
4. DISCUSSÃO -----	57
5. RESUMO E CONCLUSÕES -----	60
RESUMO E CONCLUSÕES -----	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	64

RESUMO

LIMA, Carlos Alberto, MS., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2000.
Atratividade de iscas e efeito da sazonalidade no forrageamento de *Atta bisphaerica* Forel, 1908. Orientadora: Terezinha Maria de Castro Della Lucia.
Conselheiros: Raul Narciso Carvalho Guedes and Marcelo Coutinho Picanço.

Objetivou-se com esta pesquisa estudar a atividade forrageadora de *A. Bisphaerica* verificando se a formação e manutenção das trilhas, o polimorfismo e o transporte de cargas são influenciados pela sazonalidade. Além disso, o presente trabalho teve como objetivo buscar um atrativo mais eficiente que a polpa cítrica para aumentar a aceitação das iscas granuladas por essa espécie de saúva. Por meio de avaliações quinzenais observou-se, durante 12 meses, o número de trilhas, o comprimento das trilhas, o número de bifurcações, a área de forrageamento, e o número de olheiros de alimentação estaqueados ativos e obstruídos. Com os resultados obtidos pôde-se concluir que o forrageamento dessa espécie sofre grande influência da sazonalidade. Durante a época seca do ano, trilhas são maiores e mais numerosas do que na chuvosa. Além disso, a partir de outubro, com a ocorrência de chuvas mais intensas, houve grande obstrução dos olheiros de alimentação, o que resultou na redução de olheiros ativos. A fim de verificar se o polimorfismo e transporte de cargas também são influenciados pela sazonalidade, coletaram-se 200 operárias com suas respectivas

cargas a cada dois meses , durante um ano. Além disso, observou-se o comportamento de corte de 200 operárias. Analisando-se os resultados, verificou-se que o polimorfismo é influenciado pela sazonalidade, e que as operárias são pouco seletivas quanto ao tamanho da carga durante todo o ano. Observou-se ainda que a mesma operária que corta o material também o transporta para o ninho. Em relação à avaliação das iscas com atraentes alternativos, comparou-se o carregamento dos grânulos das iscas artesanais à base de folhas de capim Jaraguá e de cana-de-açúcar, de colmo de cana-de-açúcar, e de farinha de trigo com o da isca comercial sem princípio ativo. Também comparou-se com esta última, o carregamento da isca de papel-filtro impregnada com extrato não volátil de capim Jaraguá, metanol e isca de papel-filtro sem impregnação. Pelos resultados obtidos, conclui-se que a isca à base de capim Jaraguá foi sempre a mais preferida pelas operárias de *A. bisphaerica*, seguida pela isca à base de folhas de cana-de-açúcar. A isca de papel-filtro impregnada com extrato não volátil de capim Jaraguá e a isca de polpa cítrica foram pouco atrativas. As iscas granuladas comerciais (polpa cítrica) apresentaram massa e diâmetro inadequados para espécie, dificultando o seu transporte pelas operárias forrageadoras, além da baixa atratividade para essas operárias.

ABSTRACT

LIMA, Carlos Alberto, MS., Universidade Federal de Viçosa, August, 2000. **Bait attractiveness and seasonality effect on foraging by *Atta bisphaerica* Forel, 1908.** Adviser: Terezinha Maria de Castro Della Lucia. Committee members: Raul Narciso Carvalho Guedes and Marcelo Coutinho Picanço.

This research aimed to study the foraging activity of the grass-cutter ant *Atta bisphaerica*, emphasizing trail formation and maintenance as well as workers polymorphism and load transport influenced by seasonality. This investigation also had the purpose of searching for a bait attractant more efficient than citrus pulp (the attractant in commercial baits) to improve the granulated bait acceptance by this species of leaf-cutting ants. The number and the length of trails, the number of trail bifurcations, the foraging area and the number of nest entrance holes, active or not, were counted during 12 months. Results indicated that seasonality greatly affects foraging of this species. During the dry season of the year, trails are longer and more numerous than during the rainy season. Many instances of obstruction of the active nest entrance holes were found, resulting in their reduction in number along the rainy season, specially from October to March. To study the effect of the season on worker polymorphism and vegetal transportation, 200 workers were individually collected with their respective loads at two month intervals during the year. Their cutting behavior was also observed. Results of the analyses indicated that worker polymorphism is

influenced by seasonality and that they exhibit selectivity for load size during the whole year. It was also observed that the worker which cuts the grass fragment is the same individual that transports it to the nest. Retrieval of bait granules was evaluated, to compare baits manufactured in the lab with jaraguá-grass (*Hyparrhenia rufa*), sugar cane, white flour and the commercial baits without active ingredient. These last baits were also compared to baits made of filter-paper and impregnated with a jaraguá-grass non-volatile extract, with methanol and a blank and showed little less attractive. Results have indicated that baits made of jaraguá-grass were always the most attractive, followed by baits of sugar cane. Commercial granulated baits had both mass and diameter inadequate for transportation by this ant species; they also show low attractiveness.

INTRODUÇÃO

Atualmente, entre as espécies de insetos que atacam as plantas cultivadas, destacam-se as formigas cortadeiras, principalmente as dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, que são uma constante no estabelecimento de plantações, florestas e pastagens. Nessas últimas, segundo LAPOINTE et al. (1993), esses insetos contribuem em grande parte para a sua degradação.

HÖLLDOBLER e WILSON (1990) mencionaram que as formigas cortadeiras consomem mais vegetação que qualquer outro grupo de diversidade taxonômica comparável. Nas pastagens neotropicais, de acordo com ROBINSON e FOWLER (1982), essas têm o potencial para remover quantidades substanciais de gramíneas mais do que qualquer outro inseto-praga.

As formigas cortadeiras utilizam diversas plantas para cultivarem o fungo do qual alimentam, principalmente, sua prole. As operárias cortam partes das plantas ou utilizam porções já desprendidas, como flores, folhas e frutos (CHERRETT, 1981). Embora as cortadeiras sejam insetos altamente polípagos (ROCKWOOD, 1976), existem determinadas plantas que são preferidas, e outras que são evitadas por essas formigas (FOWLER e STILES, 1980).

Algumas espécies de *Atta* e *Acromyrmex* forrageiam exclusivamente dicotiledôneas ou gramíneas, e outras cortam ambos os tipos de plantas (FOWLER et al., 1986). As espécies tidas como exclusivamente cortadeiras de

gramíneas são: *Atta bisphaerica* Forel, 1908, *Atta capiguara* Gonçalves, 1944, *Atta vollenweideri* Forel, 1939 (MARICONI, 1970; FOWLER et al., 1986), *Acromyrmex landolti balzani* Emery, 1890, *Acromyrmex landolti landolti* Forel, 1884, *Acromyrmex landolti fracticornis* Forel, 1909, *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899 (GONÇALVES, 1961; FOWLER et al., 1986), *Acromyrmex striatus* Roger, 1863, *Acromyrmex diasi* Gonçalves, 1983 (FOWLER et al., 1986).

Echandi et al. (1972) *apud* FOWLER et al. (1986) estimaram que, em 1972 no estado de São Paulo, foram atribuídos danos de 130 milhões de dólares às cortadeiras de gramíneas. Dentre essas, *A. bisphaerica* ou "saúva mata-pasto", como vulgarmente é conhecida, se destaca como importante praga nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, sul e norte do Mato Grosso, São Paulo e Espírito Santo (MARICONI, 1970). Considerada como uma das principais pragas das pastagens e gramíneas (MARICONI, 1970), essa espécie ocupa também lugar de importância atualmente nos canaviais paulistas, podendo causar um prejuízo de até 60 milhões de dólares/ano (ARRIGONI, 1997*).

Mesmo constatada a sua importância, dados sobre estimativas de corte de gramíneas por *A. bisphaerica* parecem controversos quando existentes, pois até o momento, a maioria desses trabalhos foi realizada com *A. capiguara*. AMANTE (1967) estimou que esta espécie, quando numa densidade de 10 saúvas por hectare, corta cerca de 21 kg de capim/dia, equivalente ao que consomem três bois por alqueire (1 alqueire paulista corresponde a 2,42 ha). Estimativas do consumo vegetal e da densidade de ninhos por hectare realizadas por FOWLER e ROBINSON (1975) em *A. landolti fracticornis*, CHERRETT et al. (1974) em *A. landolti*, JONKMAN (1980) e ROBINSON e FOWLER (1982) em *A. vollenweideri* demonstraram que essas formigas ocasionam uma redução da capacidade suporte do pasto, e podem tornar impossível a criação de bovinos nessas áreas.

*Enrico Arrigoni - Centro de tecnologia Coopersucar - Seção de Tecnologia e Entomologia, Piracicaba, SP. Palestra proferida no XVI Congresso Brasileiro de Entomologia, Salvador, março de 1997.

As estimativas de consumo de cortadeiras de gramíneas já eram contestadas por JONKMAN (1980), porque nessas não foi levada em consideração a variação sazonal da atividade de forrageamento. Como verificado em estudos com *Atta sexdens* realizados por FOWLER e ROBINSON (1979), em *Atta colombica* Guérin, 1845 e *A. cephalotes* L., 1758 por ROCKWOOD (1975), e em *Atta sexdens rubropilosa* Gonçalves, 1965 por SCHLINDWEIN (1996), dentre outros, a atividade forrageadora dessas formigas difere entre as estações seca e chuvosa do ano. Isso pode indicar uma sub ou superestimativa da entrada anual de substrato no ninho naqueles trabalhos.

Nas pastagens, as saúvas além de causarem prejuízos pela quantidade de vegetal consumida, também ocupam áreas onde as gramíneas não crescem, devido ao acúmulo de terra retirada do subsolo (AMANTE, 1967). ROBINSON e FOWLER (1982) relataram que estas formigas também causam danos pelo revolvimento da terra e pelas trilhas de forrageamento que, enquanto estão ativas, impedem o crescimento de gramíneas contribuindo, também, para a redução da capacidade suporte das pastagens. Esses insetos aceleram o crescimento e a sucessão de ervas daninhas nas pastagens; diminuem a área e tempo de pastejo do gado, além da possibilidade de causarem danos físicos aos animais e ao equipamento mecânico, devido às câmaras ocas dos ninhos abandonados ou extintos.

Na construção dos ninhos, essas formigas alteram as propriedades físicas e químicas do solo (BEATTIE, 1989; LAPOINTE et al., 1990). À medida que colônias de cortadeiras de gramíneas crescem aumenta a área de solo desprovida de vegetação. Isso ocorre porque as gramíneas não se desenvolvem na área de terra solta do formigueiro ou na área imediata da erosão e, também, pelo fato das formigas cortarem o capim próximo do solo em círculos concêntricos que se expandem a partir do montículo (BEATTIE, 1989). Colônias de *A. landolti* são capazes de escavar, durante dois meses na época seca, cerca de 1,5 m³/ha (LAPOINTE et al., 1990).

Apesar da sua grande importância, há escassez de trabalhos sobre a atividade forrageadora e biologia de *A. bisphaerica*, o que dificulta ainda mais o entendimento da espécie. Portanto, torna-se indispensável o estudo do forrageamento dessa espécie ao longo do ano, para subsidiar futuros estudos visando a estimativa do consumo de gramíneas, como também facilitar o seu manejo e controle.

O emprego de iscas granuladas, apesar de ser o método de combate mais eficiente, econômico e prático do mercado para o controle de formigas cortadeiras, segundo DELLA LUCIA e VILELA (1993), não é o método mais apropriado para o controle de *A. bisphaerica*. Isto porque as iscas têm como atrativo a polpa cítrica, a qual não tem se mostrado tão atrativa para essas formigas. A procura de outros materiais para a confecção de iscas atrativas às cortadeiras de gramíneas como substitutos de polpa cítrica, mais eficientes na atratividade dessas espécies, deve ser o alvo de pesquisa nos dias atuais.

Com base em tais informações, esta pesquisa teve como objetivos estudar o forrageamento de *A. bisphaerica* ao longo do ano, verificando como são formadas e como se mantêm as trilhas durante as estações seca e chuvosa, e se o polimorfismo e o transporte de cargas também são influenciados pela sazonalidade. O trabalho visa, ainda, buscar um atrativo mais eficiente que a polpa cítrica para aumentar a aceitação das iscas granuladas por essa espécie de saúva.

CAPÍTULO 1

EFEITO DA SAZONALIDADE NO FORRAGEAMENTO DE *Atta bisphaerica* FOREL 1908

1. INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras se alimentam basicamente do fungo cultivado por elas e da seiva de plantas recortadas para o cultivo desse fungo (LYTTLEDYKE e CHERRETT, 1976). Para isso, elas utilizam diversas espécies vegetais, podendo cortar partes destas ou utilizar porções já desprendidas, como flores, folhas e frutos (CHERRETT, 1981). A atividade forrageadora dessas formigas tem início quando as operárias forrageadoras saem do ninho, recrutadas por operárias exploradoras, chegam ao local do corte, sobem nas plantas, cortam o fragmento e descem com ele da planta, transportando-o até o ninho (LEWIS et al., 1974).

Enquanto forrageiam, as operárias de *Atta* e *Acromyrmex* marcam trilhas que são seguidas por outros membros da colônia até a fonte do recurso explorado, sendo essas trilhas persistentes, estáveis e facilmente detectadas pelas operárias (WEBER,1972;VILELA e DELLA LUCIA,1987).Essas trilhas são marcadas

com substâncias químicas e são fisicamente bem definidas (FOWLER e STILES, 1980; BOWERS e PORTER, 1981; FORTI, 1985). De acordo com VILELA e DELLA LUCIA (1987) as formigas possuem dois tipos de trilhas: principal e secundárias (ou bifurcações da trilha principal), que auxiliam na coleta de alimento, sendo marcante a ação dos feromônios no processo de orientação nessas trilhas.

O uso de trilhas é um dos mecanismos comportamentais utilizado pelas formigas cortadeiras para propiciar e facilitar o encontro dos recursos vegetais disponíveis pelas operárias que saem à procura de substrato (FORTI, 1985). As trilhas de forrageamento também podem servir como marcadores de territórios e podem prover o meio de recrutamento de operárias para proteger os recursos da colônia contra competidores (FOWLER e STILES, 1980).

Hölldobler (1976) *apud* VILELA (1983) sugere que o território ou área de forrageamento de um formigueiro incluiria a área imediatamente ao redor do ninho e as trilhas de forrageamento. Porém, a melhor definição de território, de acordo com MANNING (1979), é qualquer área defendida que o animal ou a sociedade animal usa exclusivamente e defende contra intrusos intra e, ou, interespecíficos.

A forma da área de forrageamento de algumas espécies cortadeiras de gramíneas pode ser circular como em *Atta capiguara* Gonçalves, 1944, *Atta laevigata* F. Smith, 1858, *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899 e *Acromyrmex lundii* Guérin, 1838; e em *Acromyrmex landolti fracticornis* Forel, 1909 pode ter orientação linear (FOWLER, 1977). MENDES et al. (1992) também verificaram que a área de forrageamento de *Acromyrmex balzani* Emery, 1890 seguia orientação linear. No caso de *Atta bisphaerica* Forel, 1908, sugere-se que o formato da área de forrageamento seja circular ou semicircular (DELLA LUCIA e OLIVEIRA, dados não publicados).

O forrageamento das formigas cortadeiras é aparentemente de fácil estudo, devido ao fato das formigas percorrerem uma trilha bem definida e quase sempre ser possível chegar até a planta atacada. Apesar dessas vantagens, esses

insetos são complexos, mudando constantemente seus padrões de forrageamento, os quais não são facilmente entendidos (ROCKWOOD, 1976).

Os padrões de forrageamento variam muito com a sazonalidade. Segundo HÖLLDOBLER e WILSON (1990), a atividade forrageira das formigas é circadiana, modificando-se em razão de mudanças ambientais e da fome. Em *Atta sexdens* L., 1758 foi observado que na estação chuvosa, há poucas trilhas porém grandes, e o forrageamento pode ocorrer sem o estabelecimento delas. Durante os períodos de seca, ocorrem muitas trilhas, porém com menores extensões (FOWLER e ROBINSON, 1979). A disponibilidade de vegetação pode ser o mais forte determinante da intensidade de forrageamento para espécies de formigas tropicais (ROCKWOOD, 1975). De acordo com FOWLER e ROBINSON (1979), a atividade de forrageamento pode ser limitada por disponibilidade de alimento, fatores microambientais, redução na área de forrageamento e temperaturas limitantes. ROBINSON e FOWLER (1982) mencionaram a temperatura como o principal agente desta modificação, e em seguida, a umidade relativa e pressão atmosférica.

Em *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel, 1893 o comprimento da trilha principal, o número e o comprimento das trilhas secundárias variam bastante ao longo do ano, em função da disponibilidade de recurso (DELLA LUCIA e OLIVEIRA, 1993). MACIEL et al. (1995) mencionaram a temperatura como o fator preponderante para as mudanças diárias e mensais no horário da atividade forrageira dessa subespécie, e que sob temperaturas inferiores a 14 °C as operárias forrageadoras interrompiam sua atividade. Segundo DELLA LUCIA e OLIVEIRA (1993), algumas espécies de formigas ajustam a hora da atividade principal de forrageamento em resposta ao clima, à presença de alimento e à disponibilidade de operárias forrageadoras em determinado período.

Em relação ao horário de forrageamento, SCHLINDWEIN (1996) observou que *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, em Rio Claro - SP, tem atividade forrageadora preferencialmente noturna durante os meses de outubro a fevereiro e diurna nos meses de março a agosto. Já *Atta colombica* Guérin, 1845

e *Atta cephalotes* L., 1758, também em condições tropicais, apresentam atividade forrageadora noturna na época seca (para evitar altas temperaturas diurnas) e diurna na época úmida (ROCKWOOD, 1975). Padrões de forrageamento de *A. sexdens rubropilosa* foram estudados por FORTI et al. (1984); de *A. capiguara*, por FORTI (1985) e de *A. sexdens sexdens* e *A. cephalotes*, por VASCONCELOS (1987 e 1990).

Os estudos sobre a atividade forrageadora das formigas cortadeiras são de suma importância para a melhoria da eficiência dos métodos de controle empregados, principalmente a utilização de iscas granuladas. Porém, no que se refere à atividade forrageira de *A. bisphaerica*, sabe-se apenas, por meio do relato de ZAMITH et al. (1961), que as suas trilhas são mais curtas e mais estreitas que as de *A. sexdens rubropilosa*, e estas podem dar origem a uma ou mais trilhas secundárias.

Objetivou-se, portanto, estudar a atividade forrageadora de *A. bisphaerica* verificando-se como são formadas e como se mantêm as suas trilhas ao longo do ano. Além disso, pretendeu-se também, verificar como essa atividade é influenciada por elementos climáticos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área experimental

O experimento foi realizado com quatro formigueiros de *A. bisphaerica* no campo, localizados a aproximadamente 10 km do campus da Universidade Federal de Viçosa, numa propriedade rural próxima à rodovia Viçosa - São Miguel/MG, em área que recebe gado diariamente e nenhum trato cultural, como adubação e queima. A área, com uma topografia ondulada e solo classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico, estava ocupada com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) e braquiária (*Brachiaria* sp.). Pôde-se dividir a área em duas partes distintas: a mais baixa, formada pelo pasto de braquiária, e a mais alta, formada pela grama batatais. Um fato curioso é que a sede aparente, ou “murundum” dos quatro formigueiros se encontrava em local intermediário às duas forrageiras.

Os formigueiros de *A. bisphaerica* estavam distantes um do outro em aproximadamente 200 m, e esses foram denominados como formigueiros A, B, C e D. Previamente ao início do experimento, para verificar a atividade desses, determinou-se, através da medição do maior comprimento e da maior largura, as áreas de seus montes de terra solta, que foram: 21, 121, 87 e 82 m², respectivamente.

Também, determinou-se o número total de olheiros de alimentação de cada formigueiro, ou seja, olheiros que as operárias utilizavam para realizar o forrageamento (DELLA LUCIA e MOREIRA, 1993). Esses olheiros foram identificados por meio da observação da presença de trilhas formadas pelas operárias. Contando-se esses olheiros detectou-se que os formigueiros tinham, respectivamente, 53; 81; 137 e 72 olheiros de alimentação, todos na área ocupada pela grama batatais. Por se considerar esse número elevado e visando facilitar o estudo da formação das trilhas ao longo de 12 meses, foram demarcados e identificados por meio de estacas, 10 olheiros de alimentação ativos escolhidos aleatoriamente, num raio de até 20 m da sede aparente do formigueiro.

A identificação dos olheiros de alimentação foi facilitada pelo fato de os formigueiros estarem relativamente distantes um do outro; e também, porque não se encontrou nenhum olheiro de alimentação nas áreas com braquiária, a qual se localizava justamente em áreas entre os formigueiros.

O experimento foi conduzido no período entre junho de 1999 e maio de 2000, abrangendo as estações seca e chuvosa, pois o clima de Viçosa apresenta déficit hídrico no período de maio a setembro e um excedente nos meses de dezembro a março (GOLFARI, 1975).

2.2- Estudo das trilhas

Para se estudar a formação das trilhas, durante um ano, foram feitas observações quinzenais dos formigueiros. Nestas observações foram obtidos o número de trilhas de cada formigueiro; o seu comprimento, a área de forrageamento e o número de bifurcações das trilhas principais dos olheiros estaqueados em cada formigueiro. Também contaram-se, nos 40 olheiros de alimentação estaqueados, o número de olheiros de ativos (apresentavam operárias saindo para forragear) e o número de olheiros obstruídos ou extintos.

Os números de trilhas principais e secundárias foram obtidos por meio de contagem direta. Nos 10 olheiros de alimentação demarcados de cada formigueiro,

mediu-se, com a utilização de trena, o comprimento das trilhas principais, que correspondia à distância entre o olheiro de alimentação e a área de forrageamento. Determinou-se a área de forrageamento das trilhas principais por meio da medição do diâmetro da circunferência, ou semicírculo formado pelas operárias no forrageio no final da trilha (DELLA LUCIA e OLIVEIRA, dados não publicados). Para facilitar o cálculo da área de forrageamento, utilizou-se a fórmula da circunferência, ou seja, $\text{área} = (\text{diâmetro}^2 * \pi) / 4$.

O experimento foi conduzido em horário de intensa atividade, determinado por observações prévias. Na área experimental foram registradas a temperatura e a umidade relativa do ar livre a 1 m de altura do solo, e a temperatura do solo a aproximadamente 1 cm de profundidade ao longo da trilha. Também, foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Viçosa (INMET - Viçosa) os dados climáticos médios diários da pressão atmosférica, velocidade do vento, insolação, precipitação pluviométrica e evaporação referentes ao período de junho de 1999 a maio de 2000. Em razão das observações terem sido realizadas em dias sem chuvas, utilizaram-se, para efeito das análises estatísticas, os dados médios diários da precipitação e da evaporação referentes ao período entre as observações.

2.3- Análise estatística

Os dados relativos ao número e comprimento das trilhas, nas duas estações do ano foram submetidos à análise de variância, num delineamento em blocos casualizados, para constatação de ocorrência de diferença entre as duas estações. Consideraram-se as médias de abril a setembro para a estação seca, e a dos meses de outubro a março, para a chuvosa.

Os dados experimentais, juntamente com os dados climáticos, foram submetidos à análise de correlação de Pearson a $p < 0,05$, para verificar quais os parâmetros climáticos estão mais relacionados com o forrageamento. Posteriormente, procedeu-se a análise de regressão múltipla para constatar como esses parâmetros climáticos influenciam as operárias em seu forrageio.

3. RESULTADOS

O número médio de trilhas de *A. bisphaerica* em cada observação (Figura 1A) foi variável. Esta variação, ao longo do tempo, indicou efeito de sazonalidade, principalmente a partir do mês de outubro, onde ocorreu acentuado decréscimo, sendo valores maiores alcançados somente em abril. Entre os meses de abril e setembro, que correspondiam à época seca, o número médio de trilhas por formigueiro foi de $25,32 \pm 3,54$ (erro padrão da média); e entre os meses de outubro a março, ou época chuvosa, foi de $11,20 \pm 4,10$. Estes dados apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade mediante a análise de variância ($F_{\text{tratamento (1,6)}} = 5,86$; $p=0,05$. $F_{\text{bloco (3,4)}} = 1,30$; $p<0,389$). Os valores mínimos e máximos médios do número de trilhas de *A. bisphaerica* por formigueiro foram de 7 e 45, respectivamente. O maior valor encontrado durante as observações foi de 53 trilhas em um único formigueiro.

Verificou-se, também, efeito de sazonalidade no número de olheiros de alimentação estaqueados ativos e obstruídos, à semelhança do que se observou com o número de trilhas (Figura 1B). O número de olheiros obstruídos apresentou correlação negativa com o número de trilhas e de olheiros ativos (Tabela 1).

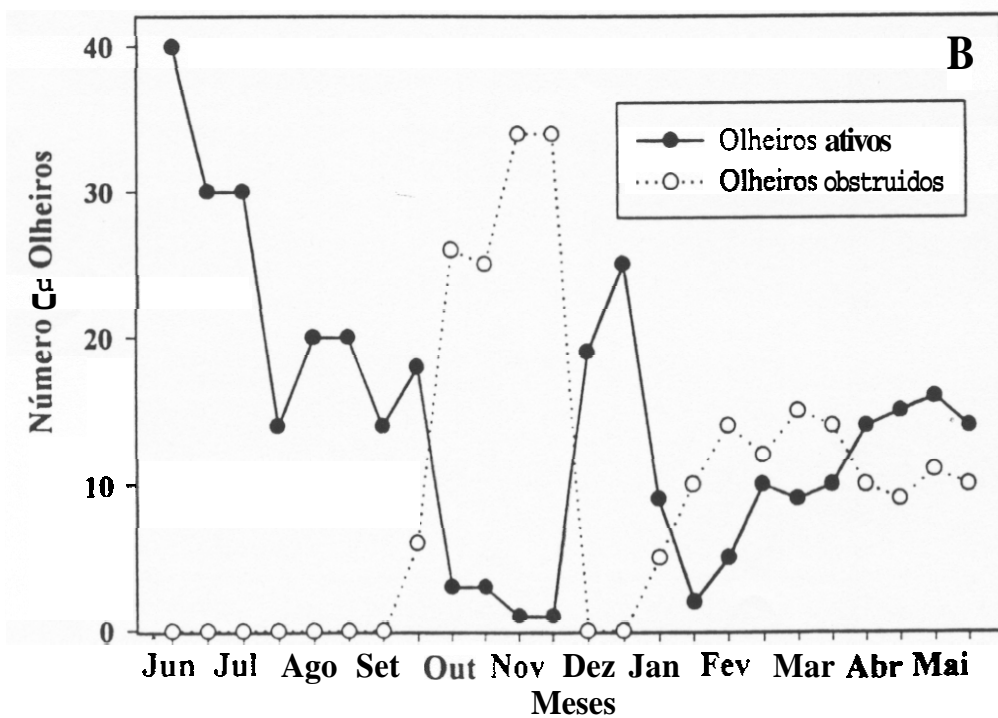
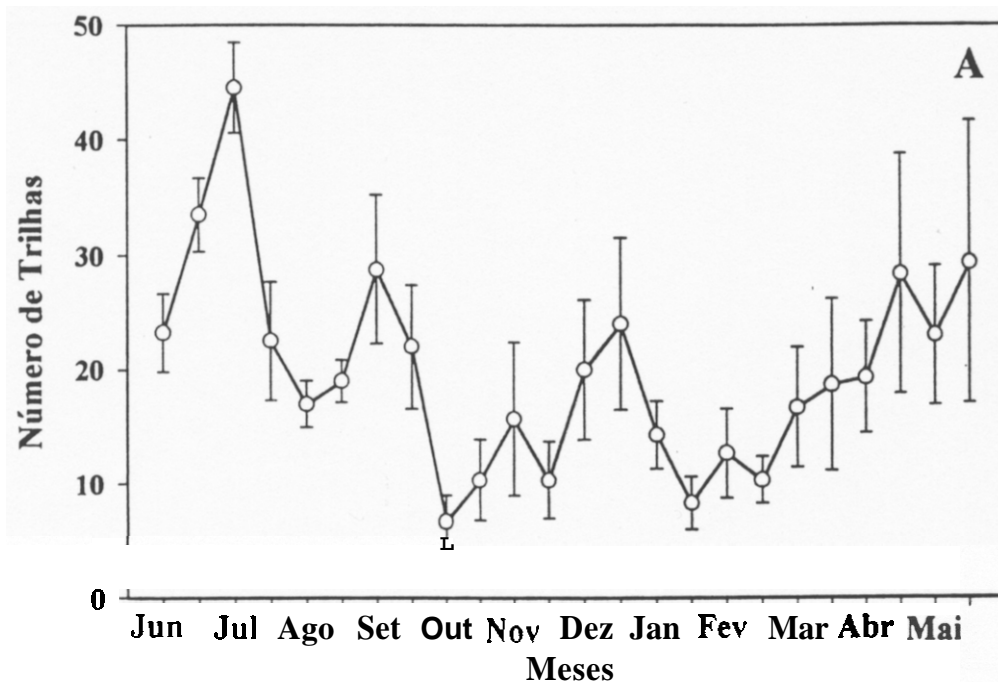


Figura 1 - **A)** Número médio de trilhas de *Aftahisphaerica* / formigueiro ao longo do ano, com seus respectivos erros - padrão.

B) Número de olheiros de alimentação estaqueados ativos e de olheiros obstruídos de *Atta bisphaerica*, ao longo do ano. Viçosa, MG. 1999/2000.

Tabela 1: Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas durante a atividade forrageadora de *Atta bisphaerica* e os elementos climáticos. Viçosa, MG. 1999/2000

	Olheiros Ativos	Olheiros Obstruídos	Número de Trilhas	Comprimento de Trilha (m)
Olheiros Obstruídos	-0,54*	---	---	---
Número de trilhas	0,61*	-0,59*	---	---
Comprimento de Trilha	0,60*	-0,53*	0,61*	---
Pressão Atmosférica(mb)	0,45*	-0,19	0,36	0,32
Velocidade do Vento (m/s)	-0,13	0,25	-0,29	-0,09
Precipitação (mm)	-0,44*	0,71*	-0,52*	-0,43*
Evaporação (mm)	0,03	-0,32	-0,08	-0,04
Insolação (horas)	0,20	-0,24	0,02	0,19
Temperatura do solo (°C)	-0,64*	0,27	-0,51*	-0,39
Temperatura do ar (°C)	-0,07	-0,05	0,15	0,12
Umidade relativa (%)	-0,29	0,39	-0,40	-0,26

* Correlações significativas pelo teste t e $p < 0,05$.

Baseando-se nas variações ocorridas no número de olheiros ativos ao longo do tempo e da obstrução destes olheiros somente a partir da segunda quinzena de setembro (Figura 1B), constatou-se que além da sazonalidade no forrageamento, as operárias de *A. bisphaerica* mudaram constantemente de olheiros para a formação de suas trilhas na exploração dos recursos da área. A cada observação as operárias estavam saindo à procura de alimento em olheiros diferentes, e conseqüentemente, mudando o seu território de forrageamento.

A partir de outubro, com o início das chuvas, ocorreu considerável obstrução dos olheiros de alimentação, e conseqüentemente uma diminuição do número de olheiros ativos (Figura 1B). Com isso necessitaram-se as substituições destes a partir de dezembro, com o estaqueamento de outros olheiros de alimentação ativos. Entretanto, sempre após uma forte chuva aumentava significativamente a obstrução desses olheiros. Essa obstrução foi diretamente influenciada pela precipitação, visto que estes foram positivamente correlacionados (Tabela 1).

Em relação ao comprimento de trilhas, observou-se que, do mesmo modo que o número de trilhas, ocorreu acentuado decréscimo durante a época chuvosa (Figura 2). Em média, o comprimento foi de $4,87 \pm 0,95$ (erro padrão da média) metros na época seca, e $3,01 \pm 0,30$ m na chuvosa, havendo diferença significativa a 5% pela análise de variância ($F_{\text{tratamento (1,6)}} = 8,92$; $p < 0,024$. $F_{\text{bloco (3,4)}} = 0,77$; $p < 0,569$). Os valores mínimo e máximo médios do comprimento de trilhas de *A. bisphaerica* foram 1,5 e 8,3 m, respectivamente. Porém, o comprimento máximo de trilha encontrado para a espécie, durante as observações, foi de 21 m.

O comprimento das trilhas principais apresentou correlação significativa com o número de bifurcações ($r = 0,42$; $p < 0,0001$; $n=344$) e com a área de forrageamento ($r = 0,67$; $p < 0,0001$; $n=242$), o que indica maiores valores no período em que as trilhas foram maiores. Em apenas 25,1% das trilhas principais observadas constataram-se bifurcações, sendo que 60% delas tinham uma, 31% duas, 8,6% três e 0,4% quatro bifurcações.

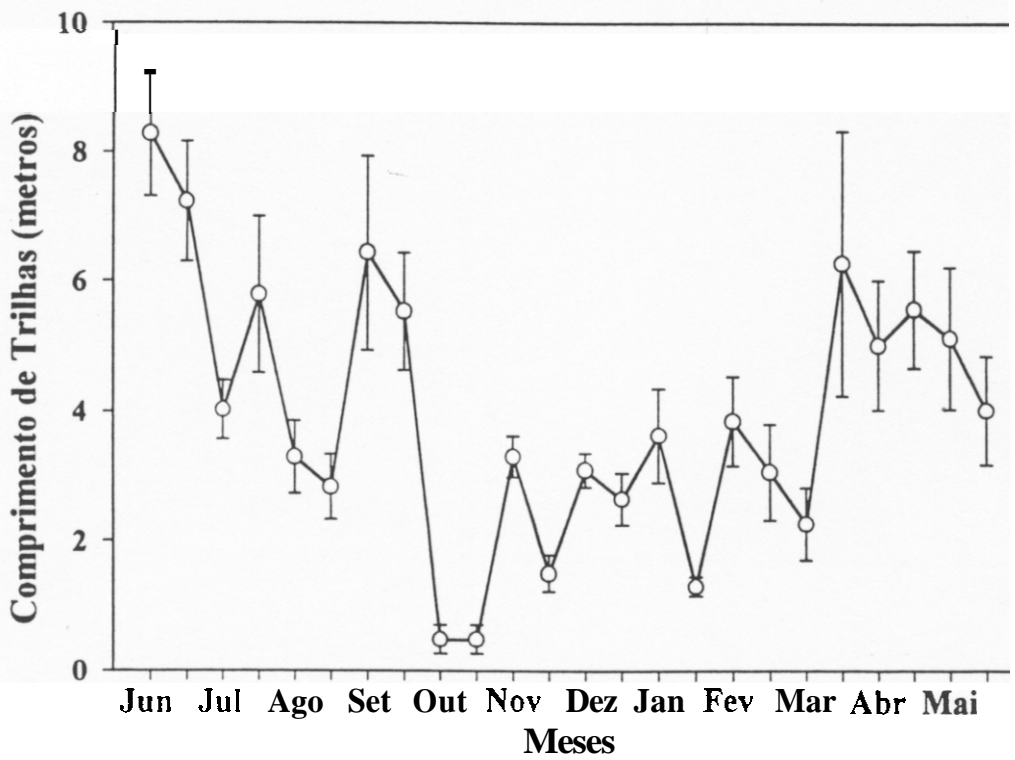


Figura 2 - Comprimento médio das trilhas de *Atta bisphaerica* ao longo do ano, com seus respectivos erros - padrão. Viçosa, MG. 1999/2000.

Por outro lado, observou-se que as áreas de forrageamento das trilhas principais tinham, em média, $0,52 \pm 0,90$ (desvio padrão) m^2 , tendo uma área mínima de $0,1 m^2$ e máxima de até $7,07 m^2$. Calculando-se as médias das áreas de forrageamento das trilhas principais nas duas estações do ano, obteve-se $0,68 \pm 0,56$ (desvio padrão) m^2 / trilha principal na estação seca ($n=152$) e $0,36 \pm 0,34 m^2$ na chuvosa ($n=90$). Multiplicando-se estes valores pelo número médio de trilhas por formigueiro de cada estação, obtiveram-se os valores médios de $17,22 m^2$ /formigueiro na época seca e $4,03 m^2$ /formigueiro na chuvosa, que constituem estimativas, ainda que grosseiras, das áreas de forrageamento dessa espécie em ambas estações. É importante ressaltar que essas áreas das trilhas secundárias não foram consideradas para o cálculo dessa estimativa.

Outra observação importante com relação à área de forrageamento, é que estas, em diversas situações (29,7% delas), não apresentaram formato definido. Nestes casos, as operárias se encontravam cortando ao longo das trilhas, ou estavam construindo novas trilhas físicas ou estavam formando novas bifurcações das trilhas principais já construídas.

A gramínea *Paspalum notatum* presente na área apresentou-se sempre disponível para as operárias de *A. bisphaerica* durante o ano todo. No entanto, observou-se que a pastagem estava muito recortada com trilhas durante a estação seca. Quando iniciou a época chuvosa, essas trilhas foram desaparecendo, coincidindo com o período de menor atividade da espécie e da maior produção de matéria seca da gramínea. Entre os meses de outubro e janeiro não se observou atividade de operárias na sede aparente (ou “murundum”); neste período a gramínea *Brachiaria* sp. presente na área invadiu totalmente o monte de terra solta dos formigueiros. A partir de fevereiro as operárias reiniciaram a retirada de solo do interior dos formigueiros, e construíram montes de terra solta novos ao lado daqueles antigos invadidos pelo pasto.

As quatro características do forrageamento de *A. bisphaerica*, ou seja, o número de trilhas, o comprimento das trilhas, o número de olheiros de alimentação ativos e obstruídos se correlacionaram significativamente (Tabela 1). O número de

trilhas apresentou correlação positiva com o comprimento de trilhas e com o número de olheiros ativos; e negativa com o número de olheiros obstruídos. Houve, para todas estas medidas, significativa correlação com a precipitação, enquanto a temperatura do solo apresentou correlação apenas com o número de olheiros ativos e de trilhas, e a pressão atmosférica com o número de olheiros ativos. Os outros parâmetros climáticos não apresentaram correlação significativa com as medidas de forrageamento (Tabela 1).

Como esses elementos climáticos não agem isolados e se interagem direta ou indiretamente, tornou-se necessária a análise de regressão múltipla para possibilitar um melhor entendimento da sua influência no forrageamento de *A. bisphaerica*. Obtiveram-se os modelos estatísticos relacionados com essa interação, além dos seus efeitos quadráticos e lineares, e a partir disso, selecionaram-se as melhores equações de regressão para explicar os fenômenos biológicos. As equações e suas respectivas superfícies de resposta se encontram nas Figuras 3 a 5.

Pode-se constatar que o número e o comprimento de trilhas, e o número de olheiros ativos sofreram grande influência da interação dos efeitos lineares das temperaturas do solo e do ar. Os seus valores foram maiores quando a temperatura do ar se encontrava mais elevada (32-34°C) e a temperatura do solo reduzida (14-16°C) (Figuras 3 e 4). Por outro lado, verificaram-se os menores valores nos dias em que essas temperaturas se encontravam em situação inversa, ou seja, a temperatura do solo mais elevada (30°C) e a do ar reduzida (14-16°C). Na superfície de resposta da Figura 3 constata-se que em temperaturas do solo mais elevadas (30-32°C), mesmo variando-se a temperatura do ar, o número de olheiros ativos foi praticamente constante. Quando a temperatura do solo estava menor (aproximadamente 16°C), à medida em que se aumentava a temperatura do ar ocorriam acréscimos expressivos no número de olheiros estaqueados em atividade. No entanto, quanto ao comprimento das trilhas, independente da temperatura do solo, obtiveram-se acréscimos com a variação na temperatura do ar (de 14 a 34°C), porém em temperaturas de solo menores (16°C) as trilhas sempre foram mais compridas (Figura 4).

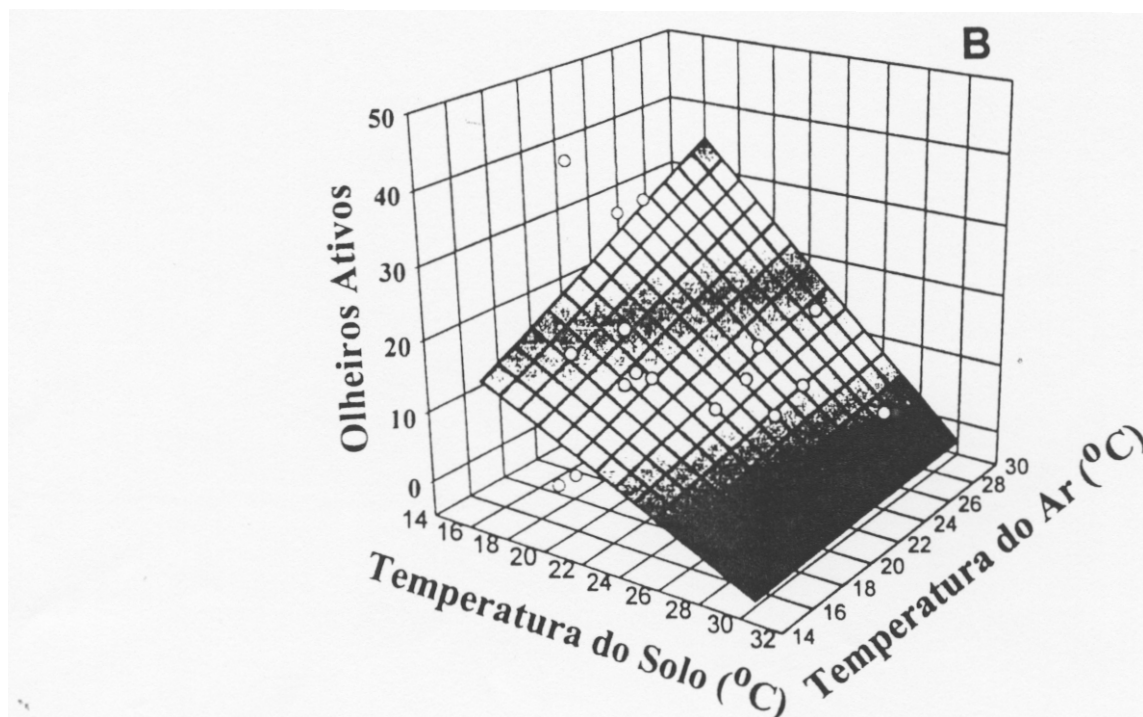
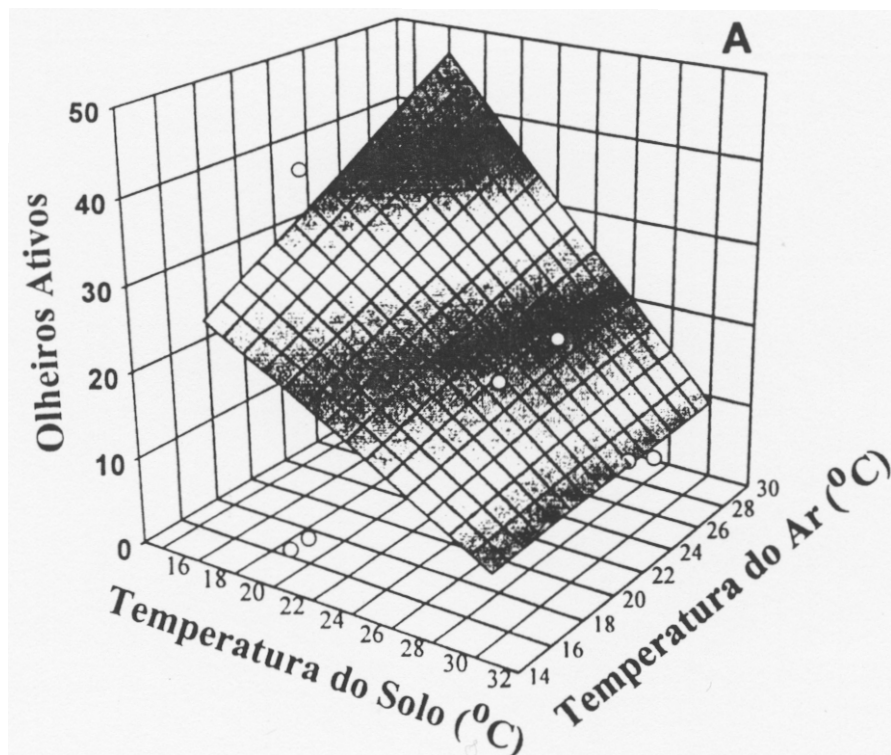


Figura 3 - Número de olheiros estaqueados ativos de *Atta bisphaerica* em função da temperatura do solo (T_{sol}), da temperatura do ar (T_{ar}) e da insolação (Ins). **A**) considerando a insolação máxima (10,8 horas) e **B**) insolação mínima (zero horas). Viçosa, MG. 1999/2000. ($Y' = -5,524414 + 2,774786 * T_{sol} + 0,104314 * Ins^2 - 0,089723 * T_{sol} * T_{ar}$). ($n = 24$; $R^2 = 0,62$; g.l. residuo = 20; $F = 10,70$; $p < 0,0002$).

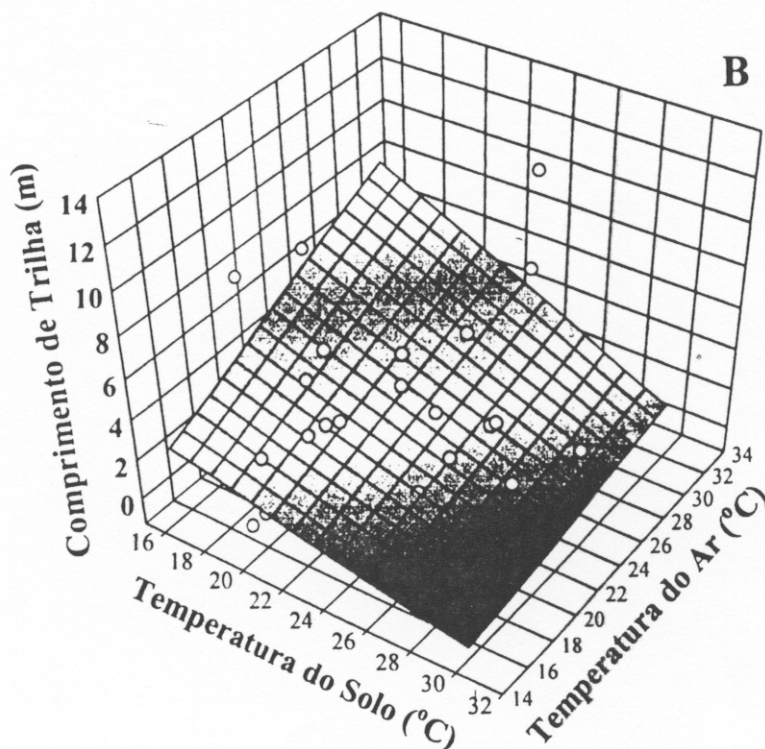
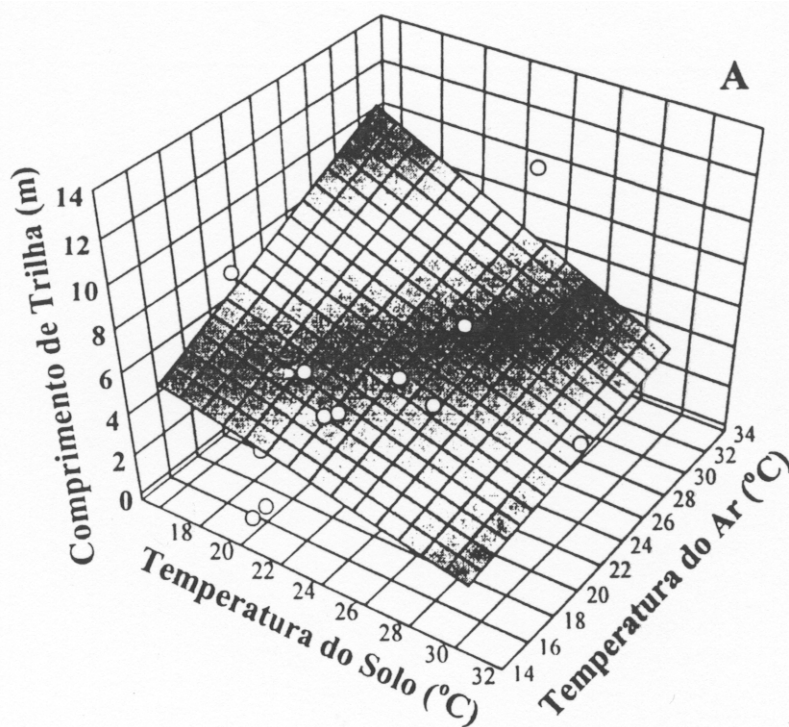


Figura 4 - Comprimento das trilhas de *Atta bisphaerica* em função da temperatura do solo (T_{sol}), da temperatura do ar (T_{ar}) e da insolação (Ins). **A**) considerando a insolação máxima (10,8 horas) e **B**) insolação mínima (zero horas). Viçosa, MG. 1999/2000. ($Y' = 2,463722 + 0,57299 * T_{ar} + 0,256442 * Ins - 0,015091 * T_{sol} * T_{ar}$). ($n = 24$; $R^2 = 0,42$; g.l. residuo = 20; $F = 4,77$; $p < 0,01$).

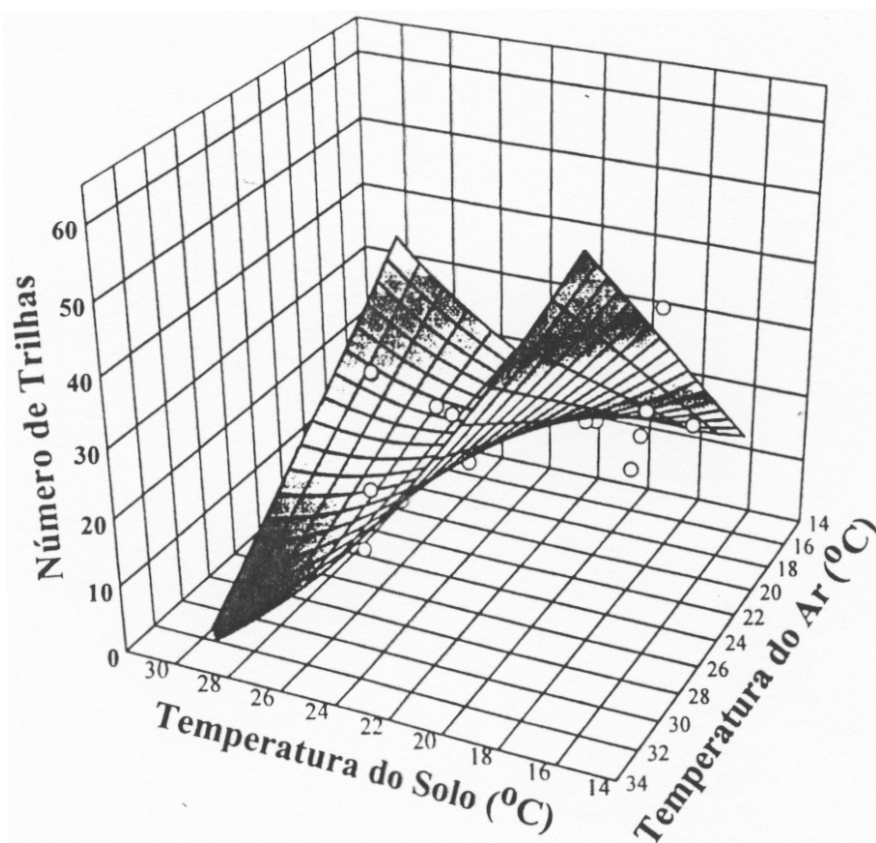


Figura 5 - Numero de trilhas de *Atta bisphaerica* em função da temperatura do solo (Tsol) e da temperatura do ar (Tar). Viçosa, MG. 1999/2000. ($Y' = -70,415518 + 0,151253 * T_{sol}^2 + 8,875363 * T_{ar} - 0,365708 * T_{sol} * T_{ar}$). (n = 24; $R^2 = 0.65$; g.l. _{resíduo} = 20; F = 12,303; p < 0,0001).

Além disso, a insolação exerceu efeito quadrático no comprimento das trilhas e no número de olheiros ativos; esta variável não se encontra na superfície de resposta por que não foi possível a sua representação gráfica. Os seus valores máximo (10,8 horas) e mínimo (insolação nula) foram fixados na equação de regressão, e constataram-se acréscimos nos valores do comprimento de trilha e no número de olheiros ativos nos dias de maior insolação (Figuras 3A e 4A) comparado com aqueles de insolação menor (Figuras 3B e 4B).

No que se refere ao número de trilhas, percebe-se que além da relação inversa na interação dos efeitos lineares da temperatura do solo e do ar, também ocorreu efeito quadrático da temperatura do solo (Figura 5), o que foi responsável pela presença de dois pontos de máximo e dois de mínimo na superfície de resposta. Quando as temperaturas do solo e do ar foram concomitantemente baixas ou elevadas obtiveram-se os menores valores do número de trilhas (Figura 5). Entretanto, quanto maior a amplitude entre elas, ou seja, quando uma estava mais alta e a outra baixa, maior foi o número de trilhas.

As operárias de *A. bisphaerica* também apresentaram alterações no padrão de forrageamento, em relação ao horário de atividade. Estas, entre os meses de agosto e março, preferencialmente tiveram maior atividade forrageadora durante a noite; e, entre os meses de abril a julho apresentaram atividade diurna, conforme constatado durante as observações.

4. DISCUSSÃO

A atividade forrageadora de *A. bisphaerica*, no que se refere a formação e manutenção de suas trilhas, foi influenciada pela sazonalidade. Esta espécie mantém suas trilhas em maior número e mais compridas durante a época seca, enquanto durante a época chuvosa, estas são menores e menos numerosas. Esse padrão foi diferente do observado em *A. sexdens* por FOWLER e ROBINSON (1979); porém, semelhante aos resultados de FORTI (1985) com *A. capiguara*, outra espécie cortadeira de gramíneas, em São Paulo.

Verificou-se que *A. bisphaerica* apresenta, em geral, um sistema de forrageamento que mantém um elevado número de trilhas de pequena extensão, comparado com estudos realizados com outras espécies de saúvas (CARVALHO, 1976; FOWLER, 1978; FOWLER e ROBINSON, 1979; FORTI, 1985). O maior comprimento de trilha observado em *A. bisphaerica* no presente estudo foi de 21 m, enquanto LEWIS et al. (1974) observaram que *A. cephalotes* forrageava a uma distância de até 234 m do ninho. Em *A. sexdens rubropilosa*, GONÇALVES (1965) estimou este valor em torno de 200 m. As trilhas de *A. bisphaerica* apresentaram poucas bifurcações, evidenciado pelo fato das trilhas principais serem curtas e com pequenas áreas de forrageamento.

Segundo FOWLER (1978), as espécies de *Acromyrmex* que vivem em locais com recursos distribuídos mais homoganeamente têm trilhas pouco

desenvolvidas. O mesmo ocorreu com *A. bisphaerica* no presente estudo. Além disso, parece que esta espécie muda as suas trilhas constantemente de lugar, e, conseqüentemente, seu território de forrageamento na exploração dos recursos da área. Apesar dos formigueiros apresentarem elevado número de olheiros de alimentação, baseando-se no número de trilhas em cada observação (Figura 1A), verificou-se que as operárias não utilizavam todos aqueles olheiros na formação de suas trilhas, e mudavam constantemente de olheiro de alimentação durante sua atividade forrageadora. FARJI BRENER e SIERRA (1993) também constataram que as operárias de *A. cephalotes* mudam, com freqüência, as suas áreas de forrageamento, e esse comportamento, segundo esses autores, parece estar relacionado com a estratégia de defesa territorial da colônia. Possivelmente, essa defesa visaria um aumento no território de forrageamento e redução da competição entre as colônias.

De acordo com FORTI (1985), as colônias de formigas cortadeiras que vivem em habitats de reduzida heterogeneidade espacial e temporal, como é o caso das cortadeiras de pastagens, exploram os recursos na mesma proporção em que eles ocorrem; o mesmo fato foi verificado também por FOWLER e STILES (1980) com *Acromyrmex landolti*. Porém não foi isso o que ocorreu com *A. bisphaerica*, pois esta teve maior atividade de forrageamento justamente na época onde havia menor produção de matéria seca pelas plantas forrageiras (VILELA e BARBOSA, 1999; FARIA, 1999). Neste período as colônias dessa espécie maximizaram o seu forrageamento para sobreviverem nos períodos em que as condições meteorológicas são adversas, principalmente em relação às chuvas. Provavelmente, as operárias de *A. bisphaerica* têm que suprir a colônia com o substrato necessário, maximizando o forrageamento na época seca, para manter a grande população da colônia, visto que, ocorre, entre os meses de outubro e dezembro, a coincidência com a revoada na região sudeste (DELLA LUCIA e BENTO, 1993). Mesmo tendo maior disponibilidade de alimento durante o período chuvoso, essa espécie deve direcionar sua força de trabalho nos cuidados com as formas aladas preparando-as para a revoada, além da desobstrução de

olheiros e, ou, abertura de outros. Além disso, efetuam a construção de novas trilhas físicas decorrentes do desaparecimento daquelas resultantes do crescimento da gramínea. Com isso ocorre uma redução na atividade de forrageamento. Portanto, estas alterações do forrageamento de *A. bisphaerica* parecem não estar relacionadas com a disponibilidade de alimento, mas sim com as condições climáticas e a divisão de trabalho da colônia. FARJI BRENER (1993) já havia mencionado sobre a importância dos ritmos fisiológicos internos da colônia e dos seus requerimentos nutricionais nas mudanças no ritmo forrageiro das operárias de *A. laevigata*.

Em relação à influência do clima, cada característica da atividade forrageadora observado em *A. bisphaerica* foi afetada por fatores climáticos diferentes e de maneiras distintas, quando analisados isoladamente mediante análise de correlação (Tabela 1). FOWLER (1979) já enfatizava a necessidade de cuidados na seleção das características de atividade forrageadora para formigas em condições subtropicais, porque cada um dessas é influenciada por uma condição climática diferente, conforme observou em *Acromyrmex crassispinus* Forel, 1909.

Os elementos físicos do tempo não atuam isoladamente, mas sim interagindo uns com os outros direta ou indiretamente (REIS e SOUZA, 1986). Como o forrageamento de *A. bisphaerica* sofreu efeito de sazonalidade em relação à época das chuvas, já era esperado que a precipitação se correlacionasse com todas as características de forrageamento estudadas. Porém, nos períodos de maior precipitação os outros elementos climáticos também se alteram, principalmente as temperaturas do solo, temperatura do ar, insolação e umidade relativa do ar que atingem seus maiores valores durante o verão (estação chuvosa) e menores no inverno (estação seca), na região sudeste do Brasil (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984). O número de olheiros ativos também apresentou correlação positiva com a pressão atmosférica, que também está relacionada indiretamente com as chuvas por que é inversamente proporcional à temperatura do ar (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984). Em *A. landolti*

fracticornis, FOWLER (1981) verificou que o número de operárias na trilha se relacionava inversamente com a pressão atmosférica e esse número dependia de condições ótimas de temperatura e umidade relativa do ar.

O número de olheiros ativos, o comprimento e o número de trilhas de *A. bisphaerica* foram determinados principalmente pela interação entre as temperaturas da superfície do solo e do ar obtidas na área experimental, durante as observações (Figuras 3 a 5). Isso indica que ao se estudar o forrageamento dessa espécie, estas duas características são bons indicadores da sua atividade, além da facilidade de sua obtenção no campo. LEWIS et al. (1974) e FOWLER (1979) já haviam relatado a importância da temperatura da superfície do solo sobre o comportamento das operárias de formigas cortadeiras durante o forrageio.

É importante mencionar que os elementos climáticos sofrem variações diárias, além das anuais. Nas condições de Viçosa, as temperaturas da superfície do solo e do ar atingem os valores mínimos durante a madrugada e máximos, dependendo da época do ano, aproximadamente às 12:00 horas (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984). A temperatura do solo, de acordo com REZENDE (1986), está relacionada com a radiação que chega na superfície, e esta depende da latitude, época do ano, da hora do dia e da cobertura vegetal. O balanço dessa radiação na superfície (contabilização da energia absorvida e emitida pela superfície do solo) é o responsável pelo aquecimento e o resfriamento do ar (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984). Durante o dia o balanço de energia na superfície é positivo devido a absorção da radiação solar, e com isso ocorre aquecimento do ar. Por outro lado, durante a noite, este balanço é negativo porque o solo somente emite energia acumulada e não absorve radiação, ocasionando conseqüentemente, o resfriamento do ar. A variação da temperatura do ar ao longo do dia, por sua vez, é responsável, também, pela variação da umidade relativa. A temperatura do ar e a umidade relativa são inversamente proporcionais; além disso, a variação anual da umidade relativa acompanha a distribuição anual da precipitação (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984).

Entre os meses de abril e julho as operárias de *A. bisphaerica* apresentaram maior atividade forrageadora durante o dia; neste período, principalmente na parte da manhã, a temperatura do ar é maior que a do solo. Foram nesses dias em que se obtiveram os maiores valores de comprimento e número de trilhas, e de número de olheiros ativos. Como neste período ocorreram as menores temperaturas mínimas, é provável que de manhã, após noites muito frias, o solo tenha temperatura muito baixa e que a insolação não seja suficiente para aquecê-lo devido ao sombreamento exercido pelas gramíneas. Ao mesmo tempo, neste horário o balanço da radiação sobre a superfície do solo é positivo, e com isso o ar se aquece apresentando maiores temperaturas, principalmente no ar próximo à superfície onde se encontrava o termômetro (aproximadamente a um metro de altura).

Por outro lado, também verificou-se elevado número de trilhas em maiores temperaturas do solo e menores temperaturas do ar (Figura 5). Isso ocorreu quando as observações foram realizadas durante o final da tarde ou princípio da noite. Nos dias de maior insolação o solo se aquece muito com a radiação recebida, e ao anoitecer, quando o balanço da radiação sobre a superfície do solo começa a ser negativo, a temperatura do ar diminui mais rapidamente que a do solo. Esse horário de forrageamento ocorreu entre os meses de agosto e março, porém, durante a estação chuvosa o número de trilhas foi menor. Provavelmente, a umidade do solo decorrente das chuvas influenciou numa menor amplitude entre as temperaturas do solo e do ar. De acordo com REZENDE (1986), quanto maior a umidade do solo, menor é a variação da temperatura em sua superfície; essa umidade também influencia a variação da temperatura do ar. Apesar disso, verifica-se um pequeno pico no número médio de trilhas na segunda quinzena de dezembro (Figura 1A), e justamente neste período a precipitação entre os dias de observação foi próxima de zero.

Além da influência do clima no comportamento forrageiro das operárias de *A. bisphaerica*, ressalta-se que a diminuição do número de trilhas e de olheiros

ativos, também, estava diretamente relacionada com a obstrução dos olheiros de alimentação durante a época chuvosa.

A estratégia de forrageamento utilizada pelas operárias de *A. bisphaerica* implica em que justamente no período em que a pastagem é mais limitada para o gado, essas formigas exercem maior competição. Com isso justifica-se o controle dessa espécie no princípio da estação seca. Este período, caso se escolha o método de combate com iscas granuladas, também é o mais favorável para a sua aplicação. Isso porque, além do forrageamento ser mais intenso facilitando o carregamento das iscas granuladas, elas têm eficiência maior em condições de baixa umidade. Outro ponto a se observar é que devido ao grande número de trilhas apresentado pelas colônias dessa espécie, deve-se ter o cuidado de distribuir uniformemente os grânulos em muitas trilhas, visando atingir todas as câmaras de fungo do formigueiro.

Da mesma forma, ao se realizar estimativas de consumo vegetal de *A. bisphaerica*, deve-se levar em consideração a época do ano, para não se obter uma sub ou superestimativa do consumo anual de forragem. Sem considerar a área de forrageamento das trilhas secundárias, constatou-se que a área total de forrageamento de cada formigueiro durante a época seca, foi em média, quatro vezes maior que a da época chuvosa. Isso indica que provavelmente as poucas estimativas realizadas até o momento para espécies de cortadeiras de gramíneas podem estar equivocadas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Para estudar a influência da sazonalidade na formação das trilhas de *A. bisphaerica* utilizaram-se quatro formigueiros no campo, em Viçosa, MG. Estaquearam-se 10 olheiros de alimentação ativos de cada formigueiro e a cada 15 dias obteve-se o comprimento, o número de bifurcações e a área de forrageamento dessas trilhas demarcadas; assim como também, o número de olheiros estaqueados que se apresentavam ativos e o dos obstruídos. Além disso, em cada observação contou-se o número total de trilhas principais por formigueiro. O experimento foi conduzido a partir de junho de 1999 até maio de 2000. Neste período foram registradas na área experimental, em cada observação, as temperaturas do ar e do solo, e a umidade relativa do ar. Também foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Viçosa, os dados climáticos médios diários da pressão atmosférica, velocidade do vento, insolação, precipitação e evaporação. Os dados experimentais e os climáticos foram submetidos à análise de correlação de Pearson e à análise de regressão múltipla a $p < 0,05$.

As conclusões obtidas foram as seguintes:

- A atividade forrageadora de *A. bisphaerica* é influenciada pela sazonalidade. Durante o período seco do ano (abril a setembro) o número e o comprimento médio de trilhas por formigueiro são maiores do que no chuvoso

(outubro a março). A área de forrageamento total por formigueiro, sem considerar as áreas de forrageamento das trilhas secundárias, foi quatro vezes maior na época seca.

- Essa espécie caracterizou-se, de uma maneira geral, por ter número elevado de trilhas, porém pouco desenvolvidas. Além disso, muda constantemente as suas trilhas de lugar, e conseqüentemente o seu território de forrageamento, na exploração dos recursos da área.

- As trilhas de *A. bisphaerica* apresentaram poucas bifurcações. A área de forrageamento dessas trilhas têm formato circular, mas, em aproximadamente 30% delas, o seu formato não se apresentava definido.

- A partir do mês de outubro, com o início das chuvas mais intensas, ocorreu grande obstrução dos olheiros, o que influenciou significativamente na diminuição do número de trilhas e de olheiros estaqueados ativos.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA SAZONALIDADE NO POLIMORFISMO E TRANSPORTE DE CARGAS EM *Atta bisphaerica* FOREL 1908

1. INTRODUÇÃO

A atividade forrageira das formigas cortadeiras, de uma forma geral, tem início quando as operárias forrageadoras saem do ninho, recrutadas por operárias exploradoras, chegam ao local do corte, sobem nas plantas, cortam o fragmento e descem com ele da planta, transportando-o até o ninho (LEWIS et al., 1974).

FOWLER e ROBINSON (1979) observaram no campo que, quando as condições são satisfatórias, as operárias forrageadoras de *A. sexdens* saem através das trilhas e, no final delas, se espalham, numa região de corte, e iniciam o corte das brotações apicais e das folhas. Segundo FORTI et al. (1984), um contingente de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 sobe nas árvores e inicia o desfolhamento da planta. Outro grupo de operárias é responsável, na região de corte, pelo retalhamento das folhas caídas. A mesma operária que retalha carrega o fragmento vegetal para o formigueiro.

De acordo com FORTI et al. (1984), as operárias forrageadoras de *Atta* spp. apresentam grande variabilidade comportamental na atividade de coleta de substrato para o cultivo do fungo. Apesar das formigas cortadeiras de gramíneas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* serem consideradas importantes pragas de pastagens neotropicais, existem poucas informações sobre sua atividade forrageadora (FOWLER, 1981). Em relação à *Atta bisphaerica* Forel, 1908, são escassos os estudos relacionados com o comportamento das operárias durante a coleta do material vegetal.

Teorias de forrageamento predizem que as formigas selecionam cargas que maximizam a taxa líquida de recursos transferidos para o ninho (WILSON, 1980). Em razão do tamanho do fragmento selecionado pela operária influenciar sua velocidade no retorno à colônia (RISSING, 1982; TRANIELLO et al., 1984), estas operárias podem apresentar um comportamento de transporte visando a maximização entre o tamanho da carga e a velocidade de deslocamento (RUDOLPH e LOUDON, 1986). O conhecimento de como é a relação entre o tamanho da operária e da carga, pode ser muito importante para o entendimento das características de forrageamento, e contribuir para estimativas dos danos causados por esses insetos (SCHLINDWEIN e FOWLER, 1993).

WILSON (1980) classificou as castas de *A. sexdens* pelo seu tamanho e função desempenhada na colônia. Segundo este autor, as operárias forrageadoras são aquelas que possuem largura de cápsula cefálica entre 2,0 e 2,2 mm. Diversos estudos têm sido conduzidos relacionando o polimorfismo com o transporte de cargas vegetais, porém, como verificado em *Acromyrmex crassispinus* Forel, 1909 por FOWLER (1979), em *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel, 1893 por DELLA LUCIA et al. (1995), em *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 por ARAÚJO et al. (1998) e *A. bisphaerica* por OLIVEIRA (1999), as operárias foram pouco seletivas quanto ao tamanho da carga transportada. Constataram-se nestes trabalhos altas variações no tamanho das operárias forrageadoras e na massa das cargas. ARAÚJO et al. (1998) ainda verificaram que a mesma operária que cortava o fragmento vegetal também o transportava para o ninho.

De acordo com WEBER (1972), esta seletividade se deve às características morfológicas das operárias, porém, ROCES e NÚÑES (1993) afirmaram que esta seleção em *Acromyrmex lundii* pode estar relacionada com a interação de vários outros fatores. Entre esses têm-se a qualidade de alimento e a transferência de informações para a colônia (ROCES e NÚÑES, 1993), dentre outros. O carregamento de cargas mais leves durante a estação seca do ano para favorecer a redução de perdas de umidade dos fragmentos (BURD, 1996) foi mencionado, e a experiência da operária e a distância do forrageamento foram considerados por ROCES (1990).

Da mesma forma que os padrões de forrageamento se alteram de acordo com a sazonalidade, isso também pode ocorrer na seleção das cargas pelas operárias de *A. bisphaerica*. BOWERS e PORTER (1981) já haviam verificado que as operárias de *Atta colombica* Guérin, 1845 forrageavam a maiores distâncias para obter cargas com conteúdos de água mais elevados. ROCES (1990) observou que quanto maior a distância de forrageamento, maior a massa dos fragmentos carregados pelas operárias de *A. lundii*. Portanto, de acordo com a época do ano, as correlações entre o tamanho da operária e a massa da carga podem se alterar, e possivelmente, em algum período as operárias podem ser mais seletivas quanto ao material cortado.

Com base nisto, este estudo objetivou relacionar a massa fresca da carga transportada com a largura da cápsula cefálica das operárias de *A. bisphaerica* em diferentes períodos do ano, bem como verificar se a seleção quanto ao tamanho dessas cargas é influenciada pela sazonalidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental se localizava numa propriedade rural próxima a rodovia Viçosa - São Miguel/MG, a aproximadamente 10 km do campus da Universidade Federal de Viçosa. A área, com uma topografia ondulada e solo classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico, estava ocupada com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) e braquiária (*Brachiaria* sp.). A pastagem recebia gado diariamente, e nenhum trato cultural como adubação e queima era utilizado pelo proprietário.

Quatro formigueiros de *A. bisphaerica*, medindo entre 21 e 121 m² de área de terra solta foram utilizados na condução dos estudos. O experimento foi realizado a partir de junho de 1999 até abril de 2000, com coletas bimestrais. De cada formigueiro foram coletadas 50 operárias com suas respectivas cargas, perfazendo um total de 200 operárias por coleta. Para isso, foi marcado um ponto a 40 cm da entrada do olheiro de alimentação ativo e coletou-se sempre a terceira formiga carregada que passava pelo ponto marcado, no seu retorno à colônia (FOWLER et al.,1986). Estas foram individualizadas e levadas ao laboratório para obtenção da largura da cápsula cefálica, de acordo com WILSON (1980); e a massa fresca de sua carga através de pesagem. Essas cargas foram colocadas

em recipientes hermeticamente fechados, e realizaram-se as suas pesagens imediatamente após a coleta para evitar perdas de água.

Durante o experimento observaram-se, ainda, o comportamento de 200 operárias escolhidas aleatoriamente na área de forrageamento. Nestas observações foram anotados o número de operárias que cortavam e transportavam o fragmento vegetal para o ninho, e informações a respeito do comportamento dessas operárias durante o corte das gramíneas.

Os dados referentes a largura da cápsula cefálica das operárias e da massa fresca da carga de cada coleta foram submetidos à análise de correlação de Pearson a $p < 0,05$. As suas médias foram submetidas à análise de variância e, quando necessário, ao teste de Tukey a 5% de significância. O experimento correspondeu a um delineamento em blocos casualizados, onde cada formigueiro foi considerado como bloco.

3. RESULTADOS

Os valores da massa média da carga vegetal transportada pelas operárias de *A. bisphaerica* não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade entre os períodos do ano ($F_{\text{tratamento}} (5,18) = 0,84$; $p < 0,537$. $F_{\text{bloco}} (3,20) = 1,42$; $p < 0,137$) (Tabela 1). Por outro lado, a largura média da cápsula cefálica diferiu estatisticamente a 5% de significância entre os meses de coleta ($F_{\text{tratamento}} (5,18) = 5,94$; $p < 0,021$. $F_{\text{bloco}} (3,20) = 0,38$; $p < 0,772$) obtendo-se o menor valor em dezembro (Tabela 1).

Verificou-se, ainda no mês de dezembro, o menor valor do coeficiente de correlação entre o tamanho da operária de *A. bisphaerica* e a massa fresca da carga transportada ($r = 0,17$) (Tabela 1). O maior valor deste coeficiente foi observado em abril ($r = 0,46$). Apesar de serem significativos, os coeficientes de correlação foram baixos durante todo o ano. Na Figura 1 encontra-se a relação entre a largura da cápsula cefálica e da massa fresca do material vegetal transportado em cada mês de coleta. Não foi possível ajustar nenhum modelo estatístico para prever essa relação, o que reforça a baixa seletividade dessas operárias forrageadoras quanto ao tamanho da carga transportada.

Avaliando-se o comportamento de corte de 200 operárias, verificou-se que 194 cortaram e carregaram o fragmento, e as outras seis quando iniciaram o carregamento deixaram-nos cair sobre o solo. Durante o corte, todas as operárias

observadas se encontravam no ápice da folha da gramínea e estavam com a cabeça voltada para a base. Estas inseriam uma mandíbula fixando-a no limbo foliar; e a outra, a qual foi utilizada para o corte, apoiava na margem da folha. A operária, movimentando a mandíbula apoiada na margem, realizava o corte até atingir a outra margem da folha. Depois do corte as operárias seguravam o fragmento com suas mandíbulas e o transportavam imediatamente para o ninho.

Tabela 1: Valores médios \pm desvio-padrão da largura da cápsula cefálica das operárias de *Atta bisphaerica* e da massa fresca da carga vegetal transportada; e o coeficiente de correlação de Pearson em diferentes períodos do ano. Viçosa - MG. 2000

Mês	Massa da Carga (mg)	Cápsula Cefálica (mm)	r
Junho/99	7,20 \pm 1,53	1,79 \pm 0,09 ab	0,32*
Agosto/99	8,08 \pm 1,10	1,89 \pm 0,08 a	0,29*
Outubro/99	7,94 \pm 1,85	1,88 \pm 0,14 a	0,35*
Dezembro/99	8,23 \pm 1,08	1,61 \pm 0,10 b	0,17*
Fevereiro/00	9,04 \pm 1,00	1,89 \pm 0,06 a	0,32*
Abril/00	9,04 \pm 0,23	1,77 \pm 0,01 ab	0,46*

* Correlações significativas pelo teste t e $p < 0,05$.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

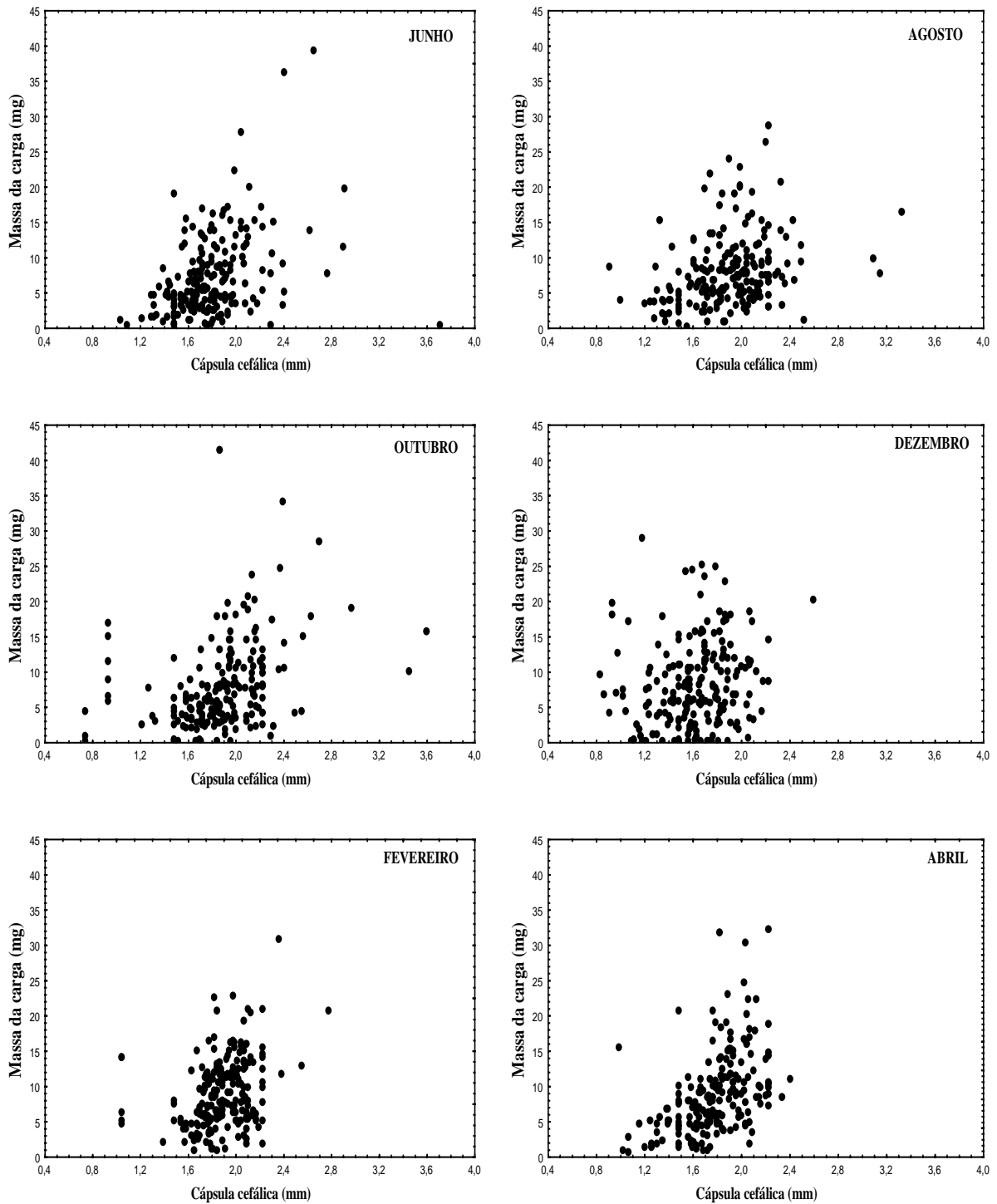


Figura 1: Relação entre a largura da cápsula cefálica das operárias de *A. bisphaerica* e massa fresca da carga vegetal transportada em diferentes períodos do ano. Viçosa, MG. 1999/2000.

4. DISCUSSÃO

Os fragmentos vegetais foram cortados e transportados até o ninho pela mesma operária, diferentemente, por exemplo, de *A. sexdens rubropilosa*, em que essa carga não é necessariamente carregada pela mesma operária (SCHLINDWEIN, 1991). O comportamento de corte das operárias de *A. bisphaerica*, observado neste estudo, foi muito semelhante ao verificado por FOWLER et al. (1986) em *A. capiguara* Gonçalves, 1944, outra espécie cortadeira de gramínea. Essas observações suportam a afirmativa de que há grande variabilidade no comportamento de corte e transporte do material vegetal entre as espécies de saúvas. Investigações posteriores devem ser conduzidas para verificar se o comportamento da operária em cortar e ela mesma carregar o fragmento vegetal é característico das formigas cortadeiras especializadas em gramíneas, e qual seria a vantagem para estas formigas em utilizar essa estratégia.

Em relação a seletividade quanto ao tamanho da carga vegetal transportada, OLIVEIRA (1999) já havia mencionado que as operárias de *A. bisphaerica* são pouco seletivas, porém, no presente trabalho o coeficiente de correlação entre esses dois parâmetros foi baixo durante todo o ano, o que significa que essa baixa seletividade é uma constante para essa espécie ao longo do ano. No entanto, durante o mês de dezembro, as operárias forrageadoras

apresentaram menor tamanho e foram ainda menos seletivas quanto ao tamanho do material transportado. Segundo MARICONI (1970) e WETTERER (1991), as operárias de formigas cortadeiras exercem funções diferentes, de acordo com a sua capacidade e constituição física. Provavelmente neste período ocorreu um recrutamento de operárias maiores que auxiliavam no forrageamento para realizar outras tarefas na colônia, como por exemplo, a desobstrução de olheiros de alimentação, limpeza das câmaras ativas e mortas, a construção de outros canais, olheiros de alimentação e câmaras. Ao mesmo tempo, o volume de fungo poderia estar bastante reduzido devido ao decréscimo da atividade forrageadora dessa espécie durante a estação chuvosa, que abrange os meses de outubro a março (ver capítulo 1). Também o investimento da colônia nas atividades relacionadas com a revoada que ocorreu em Viçosa em 1999 na segunda quinzena de novembro, pode ser citado como causa provável dessa redução no substrato. Com isso, possivelmente, operárias menores que exercem tarefas no interior da colônia, passaram a auxiliar no forrageamento. PEREIRA-DA-SILVA (1975) já havia mencionado que operárias menores de *A. sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* F. Smith, 1858 podem também desempenhar funções fora da colônia. A intensidade de forrageamento pode ser definida pelas necessidades internas do ninho, como tamanho da colônia, quantidade de imaturos e necessidades do fungo (FOWLER e ROBINSON, 1979).

De acordo com FORTI (1985), as formigas cortadeiras constroem grandes ninhos com milhares de indivíduos independente da homogeneidade dos recursos da área; por isso, necessitam explorar vários substratos para obter a energia necessária para a sua sobrevivência. Dessa maneira, as operárias de *A. bisphaerica* durante o mês de dezembro estariam exercendo maior esforço, transportando cargas maiores em relação ao seu tamanho, para manter a sobrevivência de seu fungo simbiote e das castas. Em abril, essa espécie começou a intensificar o seu forrageamento para reiniciar o crescimento da colônia. As operárias foram mais seletivas maximizando a razão da carga transportada para o ninho, provavelmente, à semelhança do observado por WILSON (1980) em *A. sexdens*, para obter maior taxa líquida de energia.

Apesar do forrageamento de *A. bisphaerica* sofrer grande influência da sazonalidade, isso não afetou diretamente a seleção das cargas, mas sim o polimorfismo das operárias forrageadoras. Além disso, independente da época do ano, a massa média das cargas transportadas pelas operárias de *A. bisphaerica* manteve-se constante. Portanto, essas informações associadas ao fato de que a mesma operária corta e transporta o fragmento vegetal para o ninho e da homogeneidade dos recursos na área, indicam que esta seleção de cargas está mais relacionada com as características morfológicas das operárias (WEBER, 1972) do que com os fatores mencionados por ROCES (1990), ROCES e NÚÑES (1993) e BURD (1996). Estas operárias, conforme FOWLER et al. (1986), tendem a ter pernas metatorácicas mais curtas do que as cortadeiras de dicotiledôneas, e ao contrário delas, não utilizam tais pernas como apoio durante o corte, não selecionando, portanto, a carga quanto ao seu tamanho.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou relacionar a massa fresca da carga vegetal transportada com a largura da cápsula cefálica das operárias forrageadoras de *A. bisphaerica* em diferentes períodos do ano, e verificar se a seleção dessa carga é influenciada pela sazonalidade. Para isso, utilizaram-se quatro formigueiros no campo, localizados numa propriedade rural no município de Viçosa, MG, a aproximadamente 11 Km do campus da UFV. De cada formigueiro foram retiradas 50 operárias com suas respectivas cargas, perfazendo um total de 200 operárias por coleta. Os meses de coleta foram: junho, agosto, outubro e dezembro em 1999, fevereiro e abril em 2000. Mediu-se a largura da cápsula cefálica e pesou-se a massa fresca das cargas vegetais. Além disso, observou-se o comportamento de corte de 200 operárias escolhidas aleatoriamente na área de forrageamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. As médias da largura da cápsula cefálica e da massa fresca de carga foram submetidas à análise de variância, e comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Os dados de cada coleta referentes à massa fresca da carga e da cápsula cefálica também foram submetidos à análise de correlação de Pearson a $p < 0,05$.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que:

- As operárias de *A. bisphaerica* são pouco seletivas quanto ao tamanho da carga durante todo o ano. A hipótese de que esta baixa seletividade seja

relacionada com as características morfológicas da operária foi reforçada neste trabalho.

- A massa média da carga vegetal transportada manteve-se constante durante todos meses de coleta, porém o polimorfismo dessa espécie foi influenciado pela sazonalidade. No mês de dezembro obteve-se o menor valor médio da cápsula cefálica das operárias forrageadoras, e neste período essas operárias foram ainda menos seletivas.

- Constatou-se que a mesma operária que corta o fragmento vegetal é aquela que o transporta para o ninho.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DE ISCAS COM ATRAENTES ALTERNATIVOS PARA *Atta bisphaerica* FOREL 1908

1. INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* têm merecido muita atenção por parte dos pesquisadores devido aos danos provocados à agricultura e silvicultura neotropicais, e por serem importantes pragas de pastagens. Nas savanas da Colômbia, Venezuela e Paraguai, e nos cerrados do Brasil, os quais correspondem a uma importante fronteira agrícola da América do Sul, essas formigas são uma constante no estabelecimento dos cultivos agrícolas, florestais e de pastagens (ROBINSON e FOWLER, 1982; LAPOINTE et al., 1993).

Em razão de sua importância, as formigas cortadeiras, principalmente as saúvas, têm sido alvo das mais diversas tentativas de controle que incluem desde receitas caseiras que passam de geração em geração, até recursos de alta tecnologia, tudo isso sem pleno sucesso (DELLA LUCIA e VILELA, 1993). Os métodos de controle químico, mecânico, biológico, cultural, resistência de

plantas, comportamental e físicos têm sido estudados e aplicados como táticas de controle de formigas cortadeiras, porém, apenas o controle químico tem alcançado maior sucesso em diversas situações, e, por isso, tem sido mais empregado que os demais (DELLA LUCIA e VILELA, 1993).

Em relação ao controle químico das formigas cortadeiras, o método de combate mais utilizado é o das iscas granuladas, pois este apresenta boa eficiência, sendo o mais econômico e prático do mercado (CAMERON, 1990; DELLA LUCIA e VILELA, 1993). Entretanto, quando se trata de cortadeiras de gramíneas, o controle com iscas granuladas encontra certas restrições, uma vez que as iscas existentes no mercado são a base de polpa cítrica e por isso, pouco atrativas a tais espécies (ARAÚJO e BUSOLI, 1993). Portanto, deve ser alvo das pesquisas a procura de outros materiais substitutos à polpa cítrica para a confecção de iscas mais atrativas às cortadeiras de gramíneas (DELLA LUCIA e VILELA, 1993).

Segundo VITÓRIO (1996), em relação à preferência de formigas cortadeiras por gramíneas, são poucas as informações disponíveis. Estudos sobre a preferência de *Atta capiguara* foram realizados por FORTI (1985) e VITÓRIO (1996), com *Acromyrmex landolti fracticornis* por FOWLER e ROBINSON (1977) e *Acromyrmex balzani* por MENDES et al. (1992). SCHOEREDER e COUTINHO (1991) estudaram plantas mais preferidas por *A. capiguara* e *Atta bisphaerica*, no cerrado.

Avaliando a preferência de operárias de *A. bisphaerica* para o corte, quando oito espécies de gramíneas e uma de leguminosa foram oferecidas no campo, OLIVEIRA (1999) observou que seis dessas forrageiras foram igualmente aceitas e transportadas. Em termos absolutos, capim jaraguá - *Hyparrhenia rufa* (Nees) Staf. foi a mais cortada. A partir dessas informações, a autora testou a atratividade de papéis-filtro impregnados com extratos voláteis e extratos não voláteis dessa espécie, numa tentativa de aumentar a atratividade e aceitação de iscas. Ela verificou que os papéis-filtro contendo extrato não volátil foram mais carregados, indicando que estes devem conter as possíveis substâncias

responsáveis pela atratividade às operárias dessa espécie. Por outro lado, BOARETO e FORTI (1997) observaram que folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cortadas em diferentes formatos são muito atrativas às operárias de *A. capiguara*.

Comparando-se os trabalhos de SCHOEREDER e COUTINHO (1991), VITÓRIO (1996) e OLIVEIRA (1999), verifica-se que basicamente *A. bisphaerica* e *A. capiguara* apresentaram preferências semelhantes. A partir dessas informações, pode-se indicar como possíveis atrativos promissores para as iscas granuladas no controle de *A. bisphaerica*, partes das plantas de *S. officinarum* e *H. rufa*, além do extrato não volátil desta última. As operárias de *A. bisphaerica* são importantes pragas desfolhadoras da cana-de-açúcar (MENDONÇA, 1996), mas, provavelmente, em razão do colmo conter grande quantidade de sólidos solúveis (PARANHOS, 1987) este também pode ser muito atrativo às operárias dessa espécie, mesmo depois de moído. Uma grande vantagem desse material é o fato de ele ser resíduo das indústrias do setor sucroalcooleiro, facilitando com isso a sua aquisição.

Outra consideração importante com relação à aceitação das iscas granuladas é a sua massa e diâmetro. Esses dois pontos devem ser levantados devido a sua importância no carregamento das iscas pelas operárias, e também, da inexistência de estudos sobre o comportamento das operárias de *A. bisphaerica*, durante o forrageamento. Apesar da isca ser atrativa às formigas, esta tem que apresentar características físicas que possibilitem e facilitem o seu carregamento. Quanto mais rápido as formigas carregarem as iscas, menos expostas estas ficariam às condições climáticas adversas, a roedores, aves, insetos benéficos e outros animais presentes na área. Com isso, aumenta-se provavelmente a eficiência de controle e evitam-se intoxicações de animais silvestres.

Com base em tais informações, objetivou-se, neste capítulo, comparar o desempenho de iscas com atrativos diversos com as de polpa cítrica na atratividade para operárias de *A. bisphaerica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área experimental

Os experimentos foram conduzidos em área de pasto, localizada no município de Viçosa, Minas Gerais, a 11 Km da Universidade Federal de Viçosa (20° 45' Lat. S., 42° 52' Log. W., altitude 660 m) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1959), onde a forrageira predominante é a grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge.). A área recebe gado diariamente e nenhum trato cultural como adubação e queima é utilizado pelo proprietário.

Quatro formigueiros de *A. bisphaerica*, medindo entre 72 e 195 m² de área de terra solta, distantes aproximadamente 100 m um do outro, foram utilizados na condução dos testes com as iscas de papel impregnadas com extrato não volátil de capim jaraguá, e nos testes com iscas artesanais à base de folhas e colmo de cana-de-açúcar, e folhas de capim jaraguá. Na realização dos testes com essas iscas artesanais foram utilizados dois formigueiros adicionais de *A. bisphaerica* em área vizinha com características idênticas, e estes tinham aproximadamente 46 e 51 m² de área de terra solta. Os experimentos foram realizados durante os meses de maio e junho de 2000.

2.2- Coleta dos materiais vegetais para a confecção das iscas artesanais e extração das substâncias não - voláteis do capim jaraguá

As folhas de capim jaraguá (*H. rufa*) foram coletadas no setor de Agrostologia do Departamento de Zootecnia da UFV. As plantas de cana-de-açúcar (*S. officinarum*) foram coletadas no Campo Experimental da Agronomia do Departamento de Fitotecnia da UFV. A variedade de cana utilizada foi a RB 72454 que é atualmente uma das mais plantadas no Brasil (COOPERSUCAR, 1999). Esta foi colhida em maio de 2000, que nas condições da região sudeste brasileira (e baseado no período do seu plantio), correspondeu ao início da época de sua colheita (PARANHOS, 1987).

As folhas de capim jaraguá utilizadas para a extração das substâncias não voláteis foram levadas para o laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos (LASA), no Departamento de Química da UFV. Os procedimentos dessa extração foram descritos por OLIVEIRA (1999). Os materiais vegetais utilizados para a confecção das iscas artesanais foram colocados em sacos plásticos hermeticamente fechados, e imediatamente levados ao laboratório.

2.3- Confecção das iscas de papel-filtro e artesanais

Para evitar a influência da massa e do diâmetro dos grânulos na avaliação de atratividade, visou-se a confecção de iscas com grânulos de massa semelhante a da carga média transportada pelas operárias de *A. bisphaerica* e, formato e diâmetro semelhantes aos das iscas granuladas comerciais. Para isso pesaram-se 1200 cargas vegetais frescas transportadas nas trilhas de forrageamento dos quatro formigueiros na área experimental. Em relação às iscas granuladas comerciais, analisando-se três marcas muito utilizadas no controle de formigas cortadeiras no Brasil, denominadas como marcas A, B e C, verificou-se, por meio de um paquímetro, que seus diâmetros eram 2,15; 2,58 e 2,60 mm, respectivamente. Também, pesaram-se 100 grânulos de cada marca de isca

granulada. As massas médias das cargas vegetais transportadas (Carga) e das iscas comerciais, e seus respectivos desvios-padrão, se encontram na Figura 1A.

Nos testes de atratividade foi utilizada a isca comercial de menor diâmetro (a da marca A), e baseando-se neste confeccionaram-se as iscas de papel e artesanais. De acordo com a Figura 1A as iscas das três marcas comerciais apresentaram massa superior a da carga vegetal transportada, e por isso, necessitaram-se cortes dos grânulos da isca comercial utilizada nos experimentos. Estes foram cortados com estilete em tamanho de aproximadamente 4 mm de comprimento.

Na confecção das iscas de papel-filtro, utilizou-se uma placa de acrílico com 4 mm de espessura, perfurada com orifícios de aproximadamente 2,1 mm de diâmetro. O papel-filtro cortado em pequenos fragmentos ficou imerso em água destilada por 24 horas, após o qual foi formada uma pasta por meio da sua trituração em liquidificador. Posteriormente esta pasta foi colocada nos pequenos orifícios da placa de acrílico. Deixou-se o material em estufa a 50⁰C por 24 horas, tempo suficiente para a secagem dos grânulos.

As iscas artesanais à base de folhas de capim jaraguá e de cana-de-açúcar foram confeccionadas de forma semelhante a das iscas de papel-filtro. Primeiramente, secaram-se as folhas em estufa a 50⁰C durante 48 horas, depois estas foram trituradas em liquidificador formando um material muito fino, semelhante a pó. Misturou-se este pó com farinha de trigo e óleo de soja na proporção, em peso, de 14:5:1 (farinha de trigo : material triturado : óleo de soja). Posteriormente, a pasta formada com a mistura foi colocada nos orifícios da placa de acrílico utilizada na confecção dos grânulos de papel-filtro, e deixados em estufa a 50⁰C por mais 24 horas.

O óleo de soja foi utilizado para facilitar a retirada das iscas quando secas, evitando que a pasta grudasse na placa de acrílico. A farinha de trigo atuou como agente colante dos fragmentos vegetais. Utilizou-se a proporção acima, por que foi nesta que os grânulos tiveram menor rompimento (“desfarinhamento”),

conservando a maior quantidade de folha triturada possível, conforme experimentos prévios.

As iscas à base de colmo de cana-de-açúcar foram feitas cortando-se o colmo da cana fresca em cubinhos os quais posteriormente foram deixados em estufa a 50⁰C durante 48 horas, até a sua total desidratação. Após isso, os cubinhos, com o auxílio de um estilete, foram cortados em formato e dimensões semelhantes aos grânulos das iscas da marca A. Esses grânulos apresentaram diâmetro médio de aproximadamente $1,98 \pm 0,40$ mm (desvio padrão).

Também foram obtidas as massas médias de 20 grânulos das iscas de cada material testado, ou seja, de papel-filtro, das iscas artesanais e de polpa cítrica. A massa média dos grânulos dessas iscas, juntamente com a da massa fresca da carga vegetal transportada (Carga) estão apresentadas na Figura 1B. Verifica-se que os grânulos de papel e das iscas artesanais possuíam massa semelhante a da carga transportada, porém, os grânulos da isca de polpa cítrica, mesmo cortados em tamanhos menores, apresentaram massa superior.

2.4- Montagem dos experimentos

Na avaliação da atratividade das iscas de papel impregnadas com extrato não volátil foram oferecidos para os formigueiros os seguintes tratamentos, com suas respectivas denominações entre parênteses: iscas à base de polpa cítrica sem princípio ativo (Laranja); iscas de papel-filtro impregnadas com o extrato não volátil de capim jaraguá (Extrato); iscas de papel-filtro impregnadas com o solvente metanol (Metanol); e iscas de papel-filtro puro, sem impregnação (Branco).

A massa média dos grânulos de papel foi de $4,80 \pm 0,65$ mg (Figura 1B), portanto, de acordo com OLIVEIRA (1999), foi impregnado, em cada grânulo, o volume de 15 μ L da solução de 35,25 g do extrato não volátil dissolvidos em 180,56 mL de metanol. Estes, após a impregnação, foram levados ao campo e

oferecidos às colônias após a evaporação do solvente. Também impregnaram-se 15µL do solvente metanol naqueles grânulos que serviram de testemunhas.

Na avaliação da atratividade das iscas artesanais foram oferecidos para os formigueiros, os seguintes tratamentos com suas respectivas denominações entre parênteses: iscas à base de folhas de capim jaraguá (Jaraguá); iscas confeccionadas à base de folhas de cana-de-açúcar (Cana); iscas confeccionadas à base de colmo de cana-de-açúcar (Colmo); iscas à base de polpa cítrica sem princípio ativo (Laranja); e iscas sem atraente confeccionadas com farinha de trigo (Trigo).

Os tratamentos foram oferecidos aos formigueiros, em horário de intensa atividade forrageadora, colocando-os lado a lado a aproximadamente 20 cm um do outro ao longo da trilha, e trocados de posição a cada repetição (FORTI et al., 1993). Para isso, utilizaram-se 10 grânulos de iscas de cada tratamento. Após o oferecimento das iscas, contabilizaram-se o número de grânulos carregados, o tempo para o primeiro contato de operária e o tempo para o início de carregamento após o primeiro contato de cada tratamento. Também registrou-se o tempo em que o teste foi encerrado, porém este, baseado em DELLA LUCIA et al. (1992), ocorreu quando as operárias carregaram todo o material de um dos tratamentos ou, alternativamente, após uma hora do início do teste. Em cada experimento, os testes foram realizados oito vezes em cada formigueiro.

Os experimentos foram montados em delineamento em blocos casualizados, onde cada formigueiro correspondeu a um bloco. As médias foram submetidas a análise de variância, e quando necessário, ao teste de Tukey a 5% de significância.

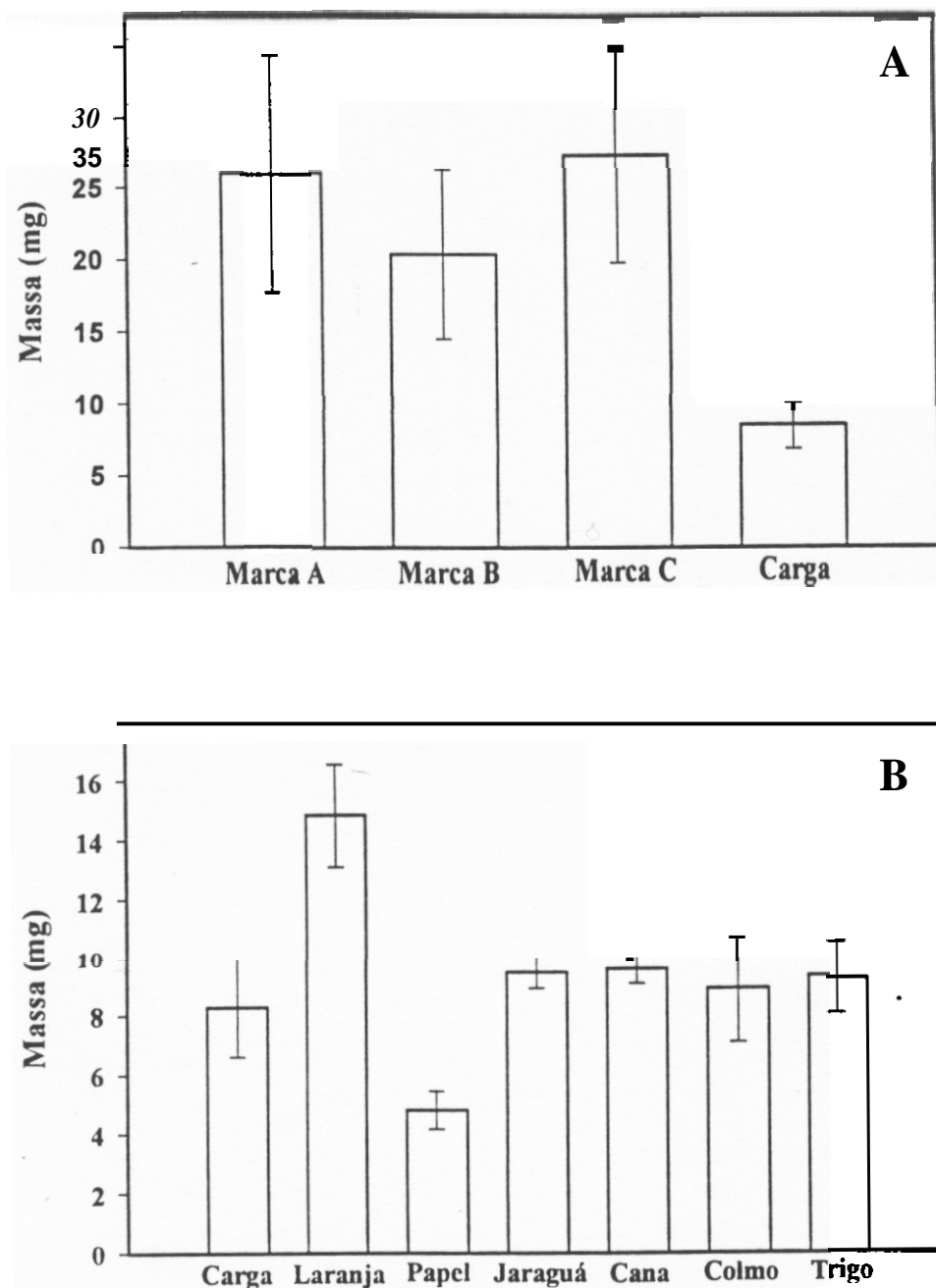


Figura 1 - **A)** Valores médios da massa (mg) dos grânulos das três marcas de iscas granuladas (n=100) e da massa fresca da carga transportada pelas operárias forrageadoras de *Afta bisphaerica* (n=1200), com seus respectivos desvios-padrão. Viçosa, MG. 2000. **B)** Valores médios da massa (mg) das iscas utilizadas nos testes de avaliação de atratividade (n=20) e da massa fresca da carga transportada pelas operárias forrageadoras de *Atta bisphaerica* (n=1200), com seus respectivos desvios-padrão. Viçosa, MG. 2000.

3. RESULTADOS

O carregamento médio dos grânulos das iscas artesanais e de polpa cítrica pelas operárias de *A. bisphaerica* apresentou diferença significativa mediante análise de variância a 5% de probabilidade ($F_{\text{tratamento (4,25)}} = 109,67$; $p < 0,000$. $F_{\text{bloco (5,24)}} = 0,08$; $p < 0,994$). O tempo médio para o encerramento dos testes foi de $10,15 \pm 0,60$ (erro padrão da média) minutos, e neste período as operárias carregaram praticamente 100% dos grânulos com folhas de capim jaraguá (Jaraguá) em todos os testes (Figura 2A). A isca de folha de cana-de-açúcar (Cana) foi a segunda mais carregada, apresentando um carregamento médio de 3,79 grânulos. As iscas de colmo de cana (Colmo) e farinha de trigo (Trigo) tiveram carregamento médio de 2,16 e 1,39 grânulos, respectivamente. A isca de polpa cítrica (Laranja) foi a menos atrativa, apresentando um carregamento médio de apenas 0,42 grânulos (Figura 2A). As operárias tocaram intensamente com suas antenas somente os grânulos à base de folhas de capim jaraguá e de cana-de-açúcar.

Não detectou-se diferença significativa a 5% de probabilidade entre as médias do tempo para o primeiro contato da operária na isca ($F_{\text{tratamento (4,25)}} = 2,67$; $p < 0,056$. $F_{\text{bloco (5,24)}} = 1,75$; $p < 0,160$), e do tempo para o início do carregamento após o primeiro toque ($F_{\text{tratamento (3,20)}} = 2,35$; $p < 0,103$. $F_{\text{bloco (5,24)}} = 1,22$; $p < 0,339$). Neste caso, devido ao baixo carregamento dos grânulos com polpa cítrica, não se

utilizaram as médias do tempo para o início de carregamento na análise de variância (Figura 3B).

Em relação à atratividade das iscas de papel o número médio de grânulos carregados dos tratamentos pelas operárias de *A. bisphaerica* também apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade mediante análise de variância ($F_{\text{tratamento (3,12)}} = 12,94$; $p < 0,0005$. $F_{\text{bloco (3,12)}} = 0,43$; $p < 0,722$). Apesar disso, não detectou-se diferença significativa entre o carregamento dos grânulos de papel-filtro impregnados com o extrato não volátil (Extrato) e o da isca comercial com polpa cítrica (Laranja) (Figura 3A). As iscas de papel-filtro impregnadas com o solvente (Metanol) e aquela sem impregnação (Branco) tiveram praticamente o carregamento nulo, porém, quando carregadas, não foram levadas para o interior do ninho. As operárias deixavam os grânulos à beira da trilha a poucos centímetros do lugar inicial. Devido ao fato do baixo carregamento, não se avaliaram as médias desses tratamentos para o início de carregamento após o primeiro toque na isca pela operária (Figura 3B).

O tempo médio para o encerramento desses testes foi de $55,97 \pm 1,78$ (erro padrão) minutos. Neste período, as operárias de *A. bisphaerica* carregaram em média apenas 2,71 grânulos do tratamento Extrato, 2,65 do Laranja, 0,46 do Metanol e 0,12 do Branco (Figura 3A).

Não houve diferença significativa entre as médias do tempo para o primeiro toque das operárias nas iscas ($F_{\text{tratamento (3,12)}} = 1,05$; $p < 0,406$. $F_{\text{bloco (3,12)}} = 2,42$; $p < 0,117$), e do tempo para o início de carregamento após primeiro toque ($F_{\text{tratamento (1,6)}} = 0,30$; $p < 0,859$. $F_{\text{bloco (3,4)}} = 5,42$; $p < 0,07$) (Figura 2B).

Durante os testes com as iscas de papel-filtro, verificou-se que as operárias, mesmo passando sobre as iscas, tocavam-nas muito pouco com suas antenas, inclusive nos grânulos de polpa cítrica. Em razão do número elevado de trilhas, porém pouco desenvolvidas (ver capítulo 1) e do número reduzido de operárias nas trilhas durante o forrageamento, o tempo para o encontro da isca e no seu transporte para o ninho deve ter sido afetado. Verificou-se, ainda, que as operárias forrageadoras tinham dificuldade em prender as iscas com suas mandíbulas.

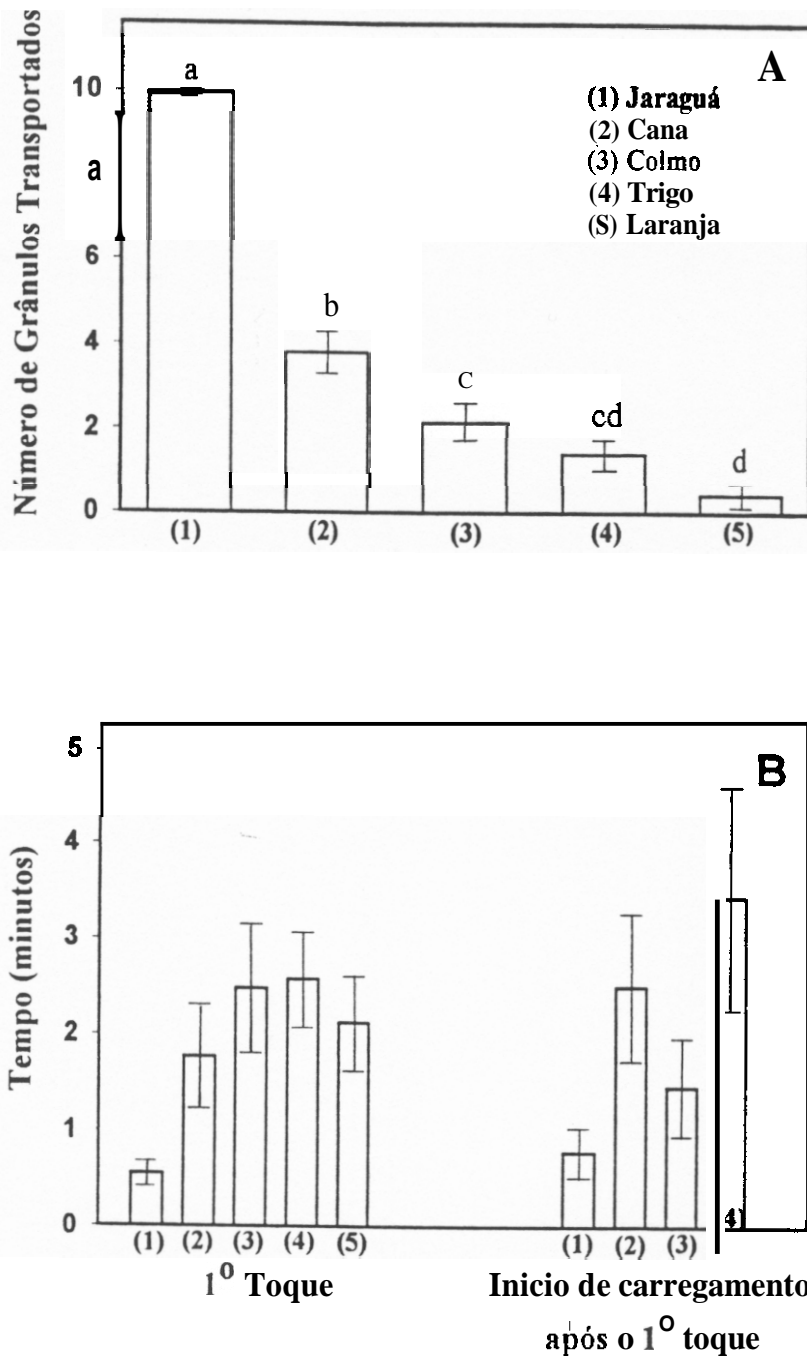


Figura 2 - **A**) Número médio de grânulos das iscas artesanais e de polpa cítrica carregados pelas operárias de *Atta bisphaerica*, com seus respectivos erros padrão. Viçosa - MG. 2000. (As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$). **B**) Tempo médio (minutos) para o primeiro toque, e para o início do carregamento das iscas artesanais e de polpa cítrica pelas operárias de *Afta bisphaerica*, com seus respectivos erros padrão. Viçosa - MG. 2000.

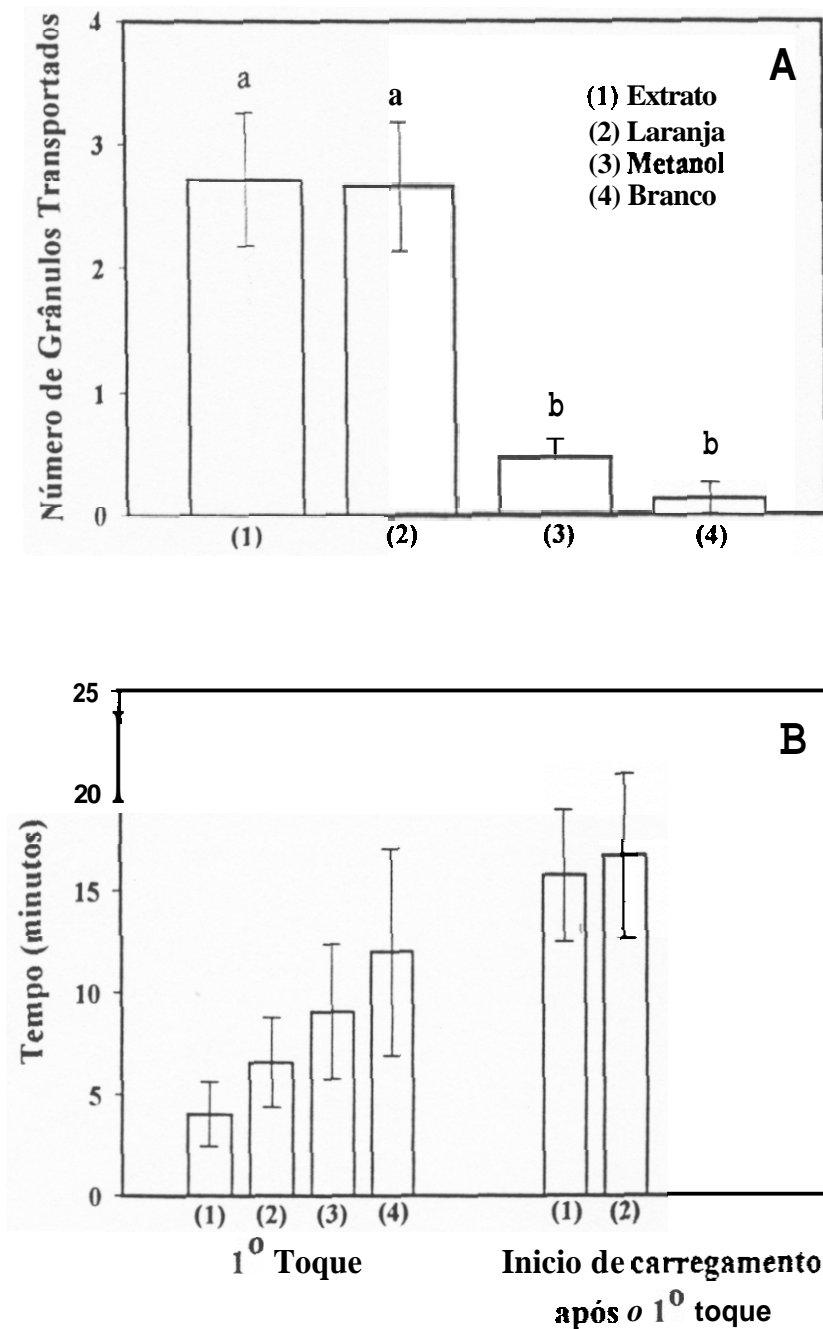


Figura 3 - **A**) Número médio de grânulos das iscas de papel-filtro e de polpa cítrica carregadas pelas operárias de *Atta bisphaerica*, com seus respectivos erros padrão. Viçosa - MG, 2000. (**As** médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$). **B**) Tempo médio (minutos) para o primeiro toque, e para o início do carregamento das iscas de papel-filtro e de polpa cítrica pelas operárias de *Atta bisphaerica*, com seus respectivos erros padrão. Viçosa - MG, 2000.

4. DISCUSSÃO

As iscas à base de folha de capim jaraguá apresentaram alta atratividade às operárias de *A. bisphaerica*. Essas iscas foram carregadas muito rapidamente, resultando em um tempo curto para o encerramento dos testes. Esta preferência foi reforçada por que todos os tratamentos desse experimento foram encontrados pelas operárias ao mesmo tempo, como também, não houve diferença no tempo gasto para se iniciar o carregamento das iscas artesanais.

Por outro lado, os grânulos de papel-filtro impregnados com extrato não volátil de capim jaraguá foram tão pouco atrativos às operárias de *A. bisphaerica* quanto os grânulos à base de polpa cítrica sem princípio ativo. Comparando-se o tempo de oferecimento dos tratamentos e o número de iscas/fragmentos de papel transportados com os obtidos por OLIVEIRA (1999), verifica-se que os resultados são muito semelhantes. A autora apenas avaliou se o extrato não volátil era mais atrativo que o volátil e as folhas frescas da gramínea, sem compará-los com as iscas de polpa cítrica.

Esperava-se que a isca de papel impregnada com extrato não volátil fosse tão atrativa quanto a isca confeccionada com folhas secas de capim jaraguá, já que esta última contém as substâncias não voláteis da planta. Segundo HUBBELL e WIEMER (1983), as formigas cortadeiras são capazes de perceber diferenças sutis na qualidade da folha, e propriedades químicas e físicas estariam

associadas na preferência dessas formigas. As substâncias químicas presentes nas plantas conferem estímulos aos órgãos sensoriais dos insetos (FRAENKEL, 1953). Como as operárias de *A. bisphaerica* apresentaram baixa intensidade de toque de antenas sobre as iscas de papel, pode-se descartar a possibilidade da associação com as suas propriedades físicas. Provavelmente a baixa atratividade dessas iscas esteja relacionada com a concentração do extrato ou com a quantidade de solução impregnada na isca, o que exige futuras pesquisas para a sua comprovação, e conseqüentemente, a determinação de concentrações mais adequadas para se aumentar a aceitação dessas iscas.

Outra característica importante de *A. bisphaerica* relacionada com as avaliações da atratividade de iscas é que, durante o forrageamento, esta espécie utiliza muitas trilhas, porém estas são pouco desenvolvidas com um número reduzido de operárias. Como a taxa de entrada de material no ninho, basicamente, depende do número de operárias na trilha e das respectivas cargas transportadas (SCHLINDWEIN e FOWLER, 1993), se as iscas granuladas são pouco atrativas para a espécie, o seu carregamento é bastante prejudicado. Com isso, diminui-se a probabilidade das iscas serem encontradas pelas operárias e também, demora-se muito tempo para se realizar o seu transporte para o ninho.

Além da baixa atratividade às operárias de *A. bisphaerica*, as iscas granuladas à base de polpa cítrica apresentam problemas com a sua massa e diâmetro. As iscas das três marcas comerciais estudadas possuem massa média maior que a das cargas transportadas pelas operárias (Figura 1), e estas encontraram dificuldades em segurar os grânulos com suas mandíbulas. FOWLER et al. (1986) já haviam mencionado que as mandíbulas das formigas cortadeiras de gramíneas são menores que a das cortadeiras de dicotiledôneas.

As folhas de capim jaraguá, juntamente com folhas e o colmo de cana-de-açúcar, são atrativos promissores na substituição da polpa cítrica para a confecção de iscas granuladas no controle de *A. bisphaerica*. Esses materiais são de fácil aquisição e de baixo custo. Por exemplo, um hectare de capim jaraguá com 3 a 4 cortes por ano pode produzir até 8 toneladas de matéria seca/ha/ano (PUPO, 1979). Considerando-se a concentração desse material na isca utilizada

neste trabalho, com essa quantidade de matéria seca pode-se produzir até 32 toneladas de iscas/ha/ano. Em relação a farinha de trigo, outros estudos podem ser realizados para diminuir a sua concentração na isca, ou adaptar outros produtos de menor custo para substituí-la, tais como cola branca e outros aglutinantes.

A partir dos resultados obtidos, as iscas com atrativos alternativos, principalmente as com folha de capim jaraguá, merecem maiores investimentos para o seu aperfeiçoamento, visando a sua comercialização para o controle de *A. bisphaerica*. Sugere-se também, a realização de estudos objetivando conhecer mais sobre o esforço exercido pelas operárias no carregamento das iscas granuladas, pois a massa média das iscas que se encontram no mercado estão acima da massa média das cargas vegetais transportadas (Figura 1). Além disso, pode-se mencionar a importância de execução de trabalhos morfológicos da mandíbula das operárias dessa espécie para verificar por que estas têm dificuldades de segurar as iscas, e qual seria o diâmetro que facilitaria o seu transporte. Trabalhos como estes, somados aos conhecimentos sobre o forrageamento, auxiliariam no desenvolvimento de iscas mais adequadas para o controle de *A. bisphaerica* e, provavelmente, isso ocasionaria um aumento da eficiência de controle deste método de combate e uma diminuição nos riscos de contaminação do meio ambiente.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Neste capítulo da tese objetivou-se comparar a atratividade de iscas com atraentes alternativos e iscas com polpa cítrica para as operárias de *Atta bisphaerica*. Para isso foram realizados testes de atratividade em seis formigueiros localizados no município de Viçosa, MG. Os carregamentos de grânulos das iscas artesanais à base de folhas de capim jaraguá e cana-de-açúcar, de colmo de cana de açúcar, e de farinha de trigo foram comparados com o da isca comercial sem princípio ativo. Também comparou-se com esta última, o carregamento da isca de papel-filtro impregnada com extrato não volátil de capim jaraguá, metanol e isca de papel-filtro sem impregnação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. As médias de cada tratamento foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a isca à base de capim jaraguá foi a mais preferida pelas operárias de *A. bisphaerica*, seguida pela isca à base de folhas de cana-de-açúcar. As iscas de papel-filtro impregnadas com extrato não volátil e de polpa cítrica foram muito pouco atrativas. Além da baixa atratividade, verificou-se que as iscas granuladas comerciais apresentaram massa e diâmetro inadequados para a espécie, dificultando o seu transporte pelas operárias forrageadoras.

RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivos o estudo da atividade forrageadora de *A. bisphaerica*, verificando se a formação e manutenção das trilhas, o polimorfismo e o transporte de cargas são influenciados pela sazonalidade. Objetivou-se também, buscar um atrativo mais eficiente que a polpa cítrica para aumentar a aceitação das iscas granuladas por essa espécie de saúva.

Para estudar a influência da sazonalidade na formação e manutenção das trilhas utilizaram-se quatro formigueiros no campo, em Viçosa, MG. Estaquearam-se 10 olheiros de alimentação ativos de cada formigueiro e a cada 15 dias obtiveram-se o comprimento, o número de bifurcações e a área de forrageamento dessas trilhas demarcadas; e também, o número de olheiros estaqueados que se apresentam ativos e os obstruídos. Além disso, em cada observação contou-se o número total de trilhas principais por formigueiro. O experimento foi conduzido a partir de junho de 1999 até maio de 2000. Neste período foram registradas na área experimental, em cada observação, as temperaturas do ar e do solo, e a umidade relativa do ar. Também foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Viçosa, os dados climáticos médios diários da pressão atmosférica, velocidade do vento, insolação, precipitação e evaporação. Os dados experimentais e os climáticos foram submetidos à análise

de correlação de Pearson a $p < 0,05$ e à análise de regressão múltipla. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A atividade forrageadora de *A. bisphaerica* sofre grande influência da sazonalidade. Durante a época seca (de abril a setembro) as trilhas eram maiores e mais numerosas, comparadas com as da época chuvosa (de outubro a março). A área de forrageamento total por formigueiro, sem considerar as áreas de forrageamento das trilhas secundárias, foi quatro vezes maior na estação seca.

- As trilhas principais de *A. bisphaerica* apresentaram poucas bifurcações e a sua área de forrageamento têm formato circular; porém, em aproximadamente 30% delas, o seu formato não pode ser definido.

- Essa espécie se caracteriza, de uma maneira geral, por ter número elevado de trilhas, porém pouco desenvolvidas, por mudar constantemente as suas trilhas de lugar, e conseqüentemente o seu território de forrageamento, na exploração dos recursos da área.

- A partir do mês de outubro, com o início das chuvas mais intensas, ocorreu grande obstrução dos olheiros de alimentação.

Em outro experimento, a fim de relacionar a massa fresca da carga transportada com a largura da cápsula cefálica das operárias forrageadoras de *A. bisphaerica* em diferentes períodos do ano, utilizaram-se quatro formigueiros no campo, localizados numa propriedade rural do município de Viçosa, MG. De cada formigueiro foram retiradas 50 operárias com suas respectivas cargas, perfazendo um total de 200 operárias por coleta, nos meses de junho, agosto, outubro e dezembro em 1999, fevereiro e abril em 2000. Mediu-se a largura da cápsula cefálica e pesou-se a massa fresca das cargas. Além disso, observou-se o comportamento de corte de 200 operárias escolhidas aleatoriamente na área de forrageamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. As médias da largura da cápsula cefálica e da massa fresca de carga foram submetidas à análise de variância, e comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Os dados de cada coleta referentes à massa fresca da carga e da cápsula cefálica

também foram submetidos à análise de correlação de Pearson a $p < 0,05$. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que:

- O polimorfismo de *A. bisphaerica* é influenciado pela sazonalidade, sendo as operárias pouco seletivas quanto ao tamanho da carga durante todo o ano.

- A mesma operária que corta o fragmento vegetal é aquela que o transporta para o ninho.

Um terceiro experimento foi realizado para avaliar a atratividade de iscas com atraentes alternativos para as operárias de *A. bisphaerica*. Para isso foram realizados testes de atratividade em seis formigueiros, no campo. Os carregamentos de grânulos das iscas artesanais à base de folhas de capim jaraguá e cana-de-açúcar, de colmo de cana de açúcar, e de farinha de trigo foram comparados com o da isca comercial sem princípio ativo. Também comparou-se com esta última, o carregamento da isca de papel-filtro impregnada com extrato não volátil de capim jaraguá, metanol e isca de papel-filtro sem impregnação. Registrou-se, ainda, o tempo (em minutos) para as operárias darem o primeiro toque de antenas nas iscas, e para iniciar o transporte dessas após o primeiro toque. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. As médias de cada tratamento foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Os dados permitiram concluir que:

- A isca à base de capim jaraguá foi a mais preferida pelas operárias de *A. bisphaerica*, seguida da isca à base de folhas de cana-de-açúcar.

- A isca de papel-filtro impregnada com extrato não volátil e de polpa cítrica foram muito pouco atrativas.

- As iscas granuladas comerciais apresentam massa e diâmetro inadequados para a espécie, dificultando o seu transporte pelas operárias forrageadoras, além da sua baixa atratividade a elas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANTE, E. A formiga saúva *Atta capiguara*, praga das pastagens. **O Biológico**, v. 33, n. 6, p. 113-120, 1967.
- ARAÚJO, A. D., BUSOLI, A. C. Teste de atratividade em iscas para formigas cortadeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SEB, 1993. p. 516.
- ARAÚJO, M. S., DELLA LUCIA, T. M. C., PICANÇO, M. C., ANJOS, N., VILELA, E. F. Polimorfismo e transporte de cargas em *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 41, n. 2-4, p. 443-446, 1998.
- BEATTIE, A. J. The effect of ants on grasslands. In: HUENNEKE, L. F., MOONEY, H. (Eds.). **Grassland structure and function: California annual grassland**, 1989. p. 105-116.
- BOARETO, M. A. C., FORTI, L. C. Seletividade de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) por diferentes formas de substrato vegetal. In: Encontro de Mirmecologia, 13, Ilhéus, 1995. **Resumos...** Ilhéus: UESC, 1975. p.103.
- BOWERS, M., PORTER, S. D. Effects of foraging distance on water content of substrates harvested by *Atta colombica* (Guerin). **Ecology**, v. 62, n. 1, p. 273-275, 1981.
- BURD, M. Server system and queuing models of leaf harvesting by leaf-cutting ants. **American Naturalist**, v, 148, n. 4, 613-628, 1996.

- CAMERON, R. S. Potential baits for control of the Texas leaf-cutting ant *Atta texana* (Hymenoptera: Formicidae). In: VANDER MEER, R. K., JAFFÉ, K., CEDEÑO, A. (Eds.). **Applied myrmecology: a world perspective**. Boulder: Westview Press, 1990. p. 628-637.
- CARVALHO, S. *Atta (Neoatta) vollenweideri* Forel, 1893, no Brasil: ocorrência, aspectos externos e internos do saúveiro. Universidade Federal de Santa Maria, 1976, 39p. Dissertação (Livro Docência) - Universidade Federal de Santa Maria.
- CHERRETT, J. M. The interaction of wild vegetation and crops in leaf-cutting ants attack. In: THRESH, J. M. (Eds.) **The biology of social insects**. London: Academic Press, 1981. p. 315-325.
- CHERRETT, J. M., POLLARD, G. V., TURNER, J. A. Preliminary observations on *Acromyrmex landolti* (For.) and *Atta laevigata* (Fr. Smith) as pasture pests in Guyana. **Tropical Agriculture**., v. 51, n. 1, p. 69-74, 1974.
- COPERSUCAR. **Censo varietal quantitativo 1998**. COPERSUCAR: Piracicaba, Jun. 1999. 12p.
- DELLA LUCIA, T. M. C., BENTO, J. M. S. Vôo nupcial ou revoada. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. p.54-59.
- DELLA LUCIA, T. M. C., MOREIRA, D. D. O. Caracterização dos ninhos. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. p.32-42.
- DELLA LUCIA, T. M. C., OLIVEIRA, M. A. Forrageamento. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. p.84-106.
- DELLA LUCIA, T. M. C., VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. p.163-190.
- DELLA LUCIA, T. M. C., OLIVEIRA, M. A., ARAÚJO, M. S. Peso do material vegetal cortado e tamanho das operárias forrageadoras em *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 1995, Caxambú, MG. **Anais...** Caxambú: O Lutador, 1995. p. 211.
- DELLA LUCIA, M. C., CAMERON, R. S., VILELA, E. F., BENTO, J. M. S. Aceitação de iscas granuladas com sufloramida, um novo princípio ativo, por

- formigas cortadeiras, no campo. **Revista Árvore**, v. 16, n. 2, p. 218-223, 1992.
- FARIA, V. P. Produção de bovinos nos trópicos. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., FARIA, V. P. (Eds.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 23-42.
- FARJI BRENER, A., G. Influencia de la estacionalidad sobre los ritmos forrajeros de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) en una sabana tropical. **Revista de Biología Tropical**, v. 41, n. 3, p. 897-899, 1993.
- FARJI BRENER, A., G., SIERRA, C. Distribution of attacked plants along trails in leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae): consequences in territorial strategies. **Revista de Biología Tropical**, v. 41, n. 3, p. 891-896, 1993.
- FORTI, L. C. **Ecologia da saúva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) em pastagem**. Piracicaba: ESALQ, 1985. 234p. Dissertação (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo.
- FORTI, L. C.; SILVEIRA NETO, S., SILVA, V. P. Atividade forrageira de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae): Fluxo e velocidade dos indivíduos na trilha, caracterização dos indivíduos forrageiros e duração e número de jornadas de coleta de vegetais. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 28, n. 3, p. 275-247, 1984.
- FORTI, L. C.; DELLA LUCIA, T. M. C.; YASSU, W. K.; BENTO, J. M. S., PINHÃO, M. A. S. Metodologias para experimentos com iscas granuladas para formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Editora Folha de Viçosa, 1993. p.191-211.
- FOWLER, H. G. Some factors influencing colony spacing and survival in the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Formicidae: Attini). **Revista de Biología Tropical**, v. 25, n. 1, p. 89-99, 1977.
- FOWLER, H. G. Foraging trails of leaf-cutting ants. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 86, p. 132-136, 1978.
- FOWLER, H. G. Environmental correlates of the foraging of *Acromyrmex crassispinus*. **Ciência e Cultura**, v. 31, p. 879-882, 1979.
- FOWLER, H. G. Subtropical seasonality and the foraging activity of a grass-cutting ant, *Acromyrmex landolti fracticornis* (Formicidae: Attini). **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 2, p. 252-257, 1981.
- FOWLER, H. G., ROBINSON, S. W. Estimaciones acerca de la accion de *Acromyrmex landolti* Forel (Hymenoptera: Formicidae) sobre el pastoreo y la

- ganaderia en el Paraguay. **Revista de la Sociedade Científica del Paraguay**, v. 15, n. 2, p. 64-71, 1975.
- FOWLER, H. G., ROBINSON, S. W. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. **Bulletin of Entomological Research**, v. 67, p. 659-666, 1977.
- FOWLER, H. G., ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): Seasonal pattern caste and efficiency. **Ecological Entomology**, 4: 239-247. 1979.
- FOWLER, H. G., STILES, E. W. Conservative resource management by leaf-cutting ants? The role of foraging territories and trails, and environmental patchiness. **Sociobiology**, v. 5, n. 1, p. 25-40, 1980.
- FOWLER, H. G., FORTI, L. C., PEREIRA-DA-SILVA, V., SAES, N. B. Economics of grass-cutting ants. In: LOFGREN, C. S., VANDER MEER, M. K. (Eds.). **Fire ants and leaf-cutting ants: a synthesis of current knowledge**. Boulder: Westview Press, 1986. p. 18-35.
- FRAENKEL, G. Nutritional value of green plants for insects. In: TRANSACTION OF THE INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 9, 1953, Amsterdam. **Proceedings**: Amsterdam, 1953. v. 2, p. 90-100.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF/Bra-45, 1975. 132p. (Série Técnica, 3).
- GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 4, n. 1-4, p. 113-180, 1961.
- GONÇALVES, C. R. As principais formigas brasileiras. **Boletim de Campo**, v. 192, p. 4-13, 1965.
- HÖLLDOBLER, B., WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University, 1990. 733p.
- HUBBELL, S. P., WIEMER, D. E. Host plant selection by an attine ant. In: JAISSON, p. (Ed.). **Social insects in the tropics**. Paris: Université Paris-Nord, 1983. p. 133-153.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.
Enciclopédia dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro: 1959. 437p.
- JONKMAN, J. C. M. Average vegetative requirement, colony size and estimated impact of *Atta vollenweideri* on cattle raising in Paraguay. **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, v. 89, p. 135-143, 1980.
- LAPOINTE, S. L., GARCIA, C. A., SERRANO, M. S. Control of *Acromyrmex landolti* in the improved of Colombian Savanna. In: VANDER MEER, R. K., JAFFE, K., CEDEÑO, A. (Eds.): **Applied myrmecology: a world perspective.** Boulder, Colorado: Westview Press, 1990. p. 511-518.
- LAPOINTE, S. L., SERRANO, M. S., VILLEGAS, A. Colonization of two tropical forage grasses by *Acromyrmex landolti* (Hymenoptera: Formicidae) in Eastern Colombia. **Florida Entomologist**, v. 76, n. 2, p. 359-365, 1993.
- LEWIS, T. G., POLLARD, V., DIBLEY, C. G. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae: Attini). **Journal of Animal Ecology**, v. 43, p. 129-141, 1974.
- LITTLEDYKE, M., CHERRETT, J. M. Direct ingestion of plant sap from cut leaves by leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formicidae: Attini). **Bulletin of Entomological Research**, v. 66, p. 205-217, 1976.
- MACIEL, M. A.F., DELLA LUCIA, T. M. C. ARAÚJO, M. S. OLIVEIRA, M. A. Ritmo diário de forrageamento da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p.371-378, 1995.
- MANNING, A. **An introduction to animal behaviour.** London: Edward Arnold, 1979. 329p.
- MARICONI, F. A. M. **As saúvas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167p.
- MENDES, W. B. A., FREIRE, J. A. H., LOUREIRO, M. C., NOGUEIRA, S. B., VILELA, E. F., DELLA LUCIA, T. M. C. Aspectos ecológicos de *Acromyrmex* (M.) *balzani* (Emery, 1890) (Formicidae: Attini) no município de São Geraldo, Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica**, v. 21, n. 6, p 155-168, 1992.
- MENDONÇA, A. F. **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: UFAL, Insetos & Cia, 1996. 200p.

- OLIVEIRA, M. C. **Polimorfismo e atividade forrageadora das operárias de *Atta bisphaerica*, espécie forrageira preferida e efeito do extrato desta em colônias no campo.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 71p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. Vols. I e II. 764p.
- PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras.** Campinas, SP: ICEA, 1979. 343p.
- REIS, P. R., SOUZA, J. C. Influência das condições do tempo sobre a população de insetos e ácaros. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 138, p. 25-30, 1986.
- REZENDE, M. Clima do solo e suas relações com o ambiente agrícola. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 138, p. 43-59, 1986.
- RISSING, S. W. Foraging velocity of seed-harvester ants, *Veromessor pergandei* (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Management**, v. 11, n. 4, p. 905-907, 1982.
- ROBINSON, S. W., FOWLER, H. G. Foraging and pest potential of Paraguayan grass-cutting ants (*Atta* e *Acromyrmex*) to the cattle industry. **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, v. 93, p. 42-54, 1982.
- ROCES, F. Leaf-cutting ants cut fragment sizes in relation to the distance from the nest. **Animal Behaviour**, v. 40, p. 1181-1183, 1990.
- ROCES, F., NÚÑEZ, J. A. Information about food quality influences load-size selection in recruited leaf-cutting ants. **Animal Behaviour**, v. 45, n. 1, p. 135-143, 1993.
- ROCKWOOD, L. L. The effects of seasonality on foraging of two species of leaf-cutting ant (*Atta*) in Guanacaste Province, Costa Rica. **Biotropica**, v. 7, p. 176-193, 1975.
- ROCKWOOD, L. L. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). **Ecology**, v. 57, n. 1, p. 48-61. 1976.
- RUDOLPH, S. G., LOUNDON, C. Load size selection by foraging leaf-cutter ants (*Atta cephalotes*). **Ecological Entomological**, v. 11, n. 4, p. 401-410, 1986.
- SCHLINDWEIN, M. N. **Respostas polimórficas de forrageio de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) aos vegetais**

explorados em experimentos de campo. Rio Claro, SP: UNESP, 1991. 124p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Estadual Paulista.

SCHLINDWEIN, M. N. **Avaliação das estratégias de forrageamento de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) com o uso de manipulação espaço-temporal de recursos vegetais.** Rio Claro, SP: UNESP, 1996. 114p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Estadual Paulista, 1996.

SCHLINDWEIN, M. N., FOWLER, H. G. Relação da carga e o tamanho das operárias de diferentes espécies de saúvas (*Atta*: Hymenoptera, Formicidae). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PEST ANTS, 4; ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 11, 1993, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SEB, 1993. s.p.

SILVA, V. P. Contribuição ao estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (Fr. Smith) no estado de São Paulo (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v.18, n. 1-4, p. 201-205, 1975.

SCHOEREDER, J. H., COUTINHO, L. M. Atividade forrageira e sobreposição de nichos tróficos em formigas do gênero *Atta* (Hymenoptera: Formicidae) em cerrado. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 35, n. 2, p. 229-236, 1991.

TRANIELLO, J. F. A., FUJITA, M. S., BOWEN, R. V. Ant foraging behaviour: ambient temperature influences prey selection. **Behaviour, Ecology and Entomology**, v. 15, p. 65-68, 1984.

TUBELIS, A., NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo: Nobel. 1984. 374 p.

VASCONCELOS, H. L. **Atividade forrageira, distribuição e fundação de colônias de saúvas (*Atta* spp.) em floresta da Amazônia Central.** Manaus, AM: INPA, 1987. 62p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1987.

VASCONCELOS, H. L. Foraging activity of two species of leaf-cutting ants (*Atta*) in a primary forest of Central Amazon. **Insectes Sociaux**, v. 37, n. 2, p. 131-145, 1990.

VILELA, E. F. **Behaviour and control of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae).** Highfield: University of Southampton, 1983. 209p. Tese (PhD.) - University of Southampton, 1983.

- VILELA, E. F., DELLA LUCIA, T. M. C. **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 155p.
- VILELA, H., BARBOSA, F. A. Produção de carne à pasto. **Revista Pecuária de Corte**, v. 10, n. 87, p. 65-74, 1999.
- VITÓRIO, A. C. **Preferência de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) por diferentes gramíneas.** Rio Claro, SP: UNESP, 1996. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 1996.
- WEBER, N. A. **Gardening ants: the Attines.** Memoirs of the American Philosophical Society, 1972. 146p.
- WETTERER, J. K. Allometry and the geometry of leaf-cutting in *Atta cephalotes*. **Behaviour, Ecology and Sociobiology**, v.29, p. 347-351, 1991.
- WILSON, E. O. Caste and division of labor in leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae). II. The ergonomic optimization of leaf cutting. **Behaviour, Ecology and Sociobiology**, v.7, p. 157-165, 1980.
- ZAMITH, A. P.L., MARICONI, F. A. M., CASTRO, U.P. Contribuição para o conhecimento da “saúva mata pasto” *Atta bisphaerica* Forel, 1908. **Anais da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz**, p.327-338, 1961.