

ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DE UMA COMUNIDADE DE FORMIGAS
EM AGRO-ECOSSISTEMA NEOTROPICAL

Alexandre G. Castro¹

Marcelo V.B. Queiroz²

ABSTRACT

The structure and organization of an ant
community in a neotropical agroecosystem

The structure and organization of two ant communities were observed in contiguous habitats. One constituted by a "cerrado" stand and the other a corn field (*Zea mays*). It was also observed some community patterns that evidences the influence of the habitat structural complexity upon the ant community structure found. In the corn field, some community characteristics showed the possibility of using the dominant species, *Pheidole gertrudae* (Forel, 1886), as a biological control agent of insect pests and weeds. This study was developed in the C.N.P.M.S. - EMBRAPA, in the county of Sete Lagoas, Minas Gerais (19° 27' S. e 44° 13' W.)

RESUMO

Neste estudo procurou-se caracterizar a estrutura e organização de duas comunidades de formigas instaladas em habitats contíguos. Um destes constituído por uma formação de cerrado

Recebido em 16/06/87

¹ C.N.P. Defesa da Agricultura/EMBRAPA - CP. 69, 13820 Jaguariúna, SP.

² Inst. Ciências Biológicas/UFMG. - CP. 2486, 30000 Belo Horizonte, MG.

e o outro por uma área de cultivo de milho (*Zea mays*). Foram observada algumas influências da complexidade estrutural dos orbitais sobre os padrões comunitários encontrados. No habitat de milho, observou-se, ainda, algumas características da comunidade de formigas que indicaram a possibilidade de utilização da espécie dominante, *Pheidole gertrudae*, como agente de controle biológico de insetos pragas e plantas invasoras. Este estudo foi desenvolvido no C.N.P.M.S. - EMBRAPA, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais (19° 27' S. e 44° 13' W.).

INTRODUÇÃO

As formigas constituem um taxon extremamente comum e abundante, freqüentemente arroladas como ecologicamente dominantes (WILSON, 1971). Exercendo papéis variados nos ecossistemas tropicais, estas podem ser relacionadas como predadoras, herbívoras e saprófagas (WILSON, 1963), e ainda como polinizadoras (YOUNG, 1981), dispersoras de sementes (HARVITZ, 1981), e responsáveis pela aeração e ciclagem de nutrientes no solo (COUTINHO, 1979); CULVER & BEATTIE, 1983). Mantendo complexas interações com a comunidade vegetal (JANZEN, 1966, 1967; BENTLEY 1977; DAVIDSON & MORTOM, 1981) e com alguns grupos de invertebrados (WAY, 1963; ADDICOTT, 1978; GILBERT, 1980; AT-SATT, 1981) exercem papel chave na estrutura e funcionamento de ecossistemas tropicais (BROWN, 1972). Grande parte dos estudos de comunidades de formigas nos trópicos foi, no entanto, desenvolvidas em ecossistemas naturais, embora possa-se encontrar evidência de que este grupo exerce funções igualmente críticas em agroecossistemas, especialmente influenciando no desenvolvimento de comunidades de insetos praga (SAMWAYS, 1983) e plantas invasoras (RISCH & CARROLL, 1982).

Embora existam razões importantes para se relacionar as formigas como agentes de controle biológico (RISCH & CARROLL 1982), poucos são os trabalhos que tratam da estrutura e organização de comunidades de formigas em agroecossistemas tropicais. Algumas exceções notáveis são os trabalhos de LESTON (1971, 1973), ROOM (1973, 1975) e MAJER (1972, 1976a, b, c) sobre comunidades de formigas em plantações de cacau, e o de GRENSLADE (1971) em plantações de coco. Estudos populacionais têm mostrado uma resposta efetiva da predação exercida por determinadas espécies de formigas em outros tipos de plantações, tais como chá, cítricos e banana. STEYN (1954), por exemplo, demonstrou a importância de *Anoplolepis custodiens* (EMERY, 1925) como predadora de cochonilhas em cítricos, sendo corroborado por SAMWAYS (1982, 1983). BUREN & WHITCOMB (1977) demonstram, ainda, a importância de determinadas espécies de formigas em planos de manejo integrado em pomares de cítricos. STERLING (1978), indica uma espécie de lava-pé (*Solenopsis invicta* Buren 1972) como agente de controle eficaz do bicudo (*Antonomus grandis* Boheman 1843), alcançando taxas de predação de até 85% da população deste coleóptero em algodão no Texas.

A importância das formigas no manejo de culturas anuais nos trópicos tem recebido pouca atenção, embora existam indícios de sua efetividade. YASUMATSU (1976) argumenta que um mínimo de quatro espécies de formigas predam as larvas e ovos brocadores do arroz. Vários estudos têm demonstrado a importância das formigas no controle de brocadores de cana-de-açúcar (HENSLEY *et. al.*, 1961; NEGEM & HENSLEY, 1969). RISCH & CARROLL (1982) indicam a dominância de *Solenopsis geminata* (FRABRICIUS, 1804) como importante na redução da pressão de herbivoria em plantações de milho no México, enquanto RISCH (1981) comenta o controle de populações de crisomelídeos, por uma espécie de *Pheidole*, em um agroecossistema neotropical.

Neste estudo procurou-se comparar a estrutura de duas comunidades de formigas em uma área de cerrado recentemente queimada, e em uma área de cultura de milho contígua à primeira. Efetuou-se um monitoramento destas comunidades por um período de cinco meses, procurando-se observar as características estruturais próprias de cada uma das comunidades. Por representarem habitats com características estruturais distintas, foi possível investigar a influência do grau de heterogeneidade estrutural do habitat sobre a estrutura e organização de comunidades de formigas neotropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

As formigas foram amostradas através de iscas de atração (pasta de sardinha), dispostas regularmente em grades de 20 x 40m. Os pontos de amostragem foram marcados a cada dois metros ao longo de cada uma das linhas paralelas de 40 metros, estas separadas por uma distância de 4 m e alinhadas por uma linha perpendicular. Cada grade continha um total de 100 pontos de amostragem, com uma isca no solo e uma na vegetação para cada um dos pontos. As iscas de vegetação foram colocadas à uma altura de 1,5 a 2,0 metros do solo, sempre dentro de um raio de um metro do ponto de amostragem e diretamente em contato com a vegetação.

As iscas permaneceram no local por 90 minutos, após os quais as formigas atraídas, a isca e parte do substrato foram recolhidas em sacos plásticos numerados. Este procedimento repetindo-se mensalmente para a amostragem da comunidade em cerrado e quinzenalmente para a comunidade em milho. As amostragens foram realizadas sempre no período diurno (9:00 a 12:00 horas), e nunca após chuvas intensas.

O material coletado foi posteriormente triado, e as formigas fixadas em álcool 70%, identificadas a nível genérico e separadas em morfoespécies. Identificações a nível de espécie foram realizadas sempre que possível. Foi ainda montada uma coleção de referência para futuras comparações com outras coleções.

A presença de uma determinada espécie em uma isca foi considerada como uma amostra desta espécie, independente do número de indivíduos coletados, sendo a frequência das espécies consideradas como o número de iscas onde estas foram encontradas.

RESULTADOS

Ao todo foram amostrados 83.182 indivíduos, pertencentes a 41 morfoespécies, compreendidas em quatro subfamílias. A subfamília dominante foi Myrmicinae, representando 39,02% das espécies e 93,18% dos indivíduos coletados, tendo cinco espécies entre as sete mais abundantes (*P. gertrudae* Forel 1886, *P. radoszkowskii* Mayr 1883, *Pheidole* sp. 1, *Solenopsis* sp. 1 e *Crematogaster* sp. 1) e três entre as sete mais frequentes (*P. gertrudae*, *P. radoszkowskii* e *Pheidole* sp. 1). A subfamília Formicinae está representada por dez espécies, com duas entre as sete mais abundantes (*Brachymyrmex* sp. 1 e *Camponotus crassus* Mayr, 1862) e quatro entre as sete mais frequentes (*C. crassus*, *C. cameranoi* Emery, 1894, *C. rufipes* Fabricius, 1775 e *C. cingulatus* Mayr, 1862). As subfamílias Dolichoderinae, Ponerinae e Pseudomyrmicinae, também estão representadas, sendo que esta última apenas em cerrado.

P. gertrudae foi identificada como a espécie dominante ($d = 80,97$) e ainda como a mais frequente. A seguir encontram-se *P. radoszkowskii*, *Pheidole* sp. 1, *Brachymyrmex* sp. 1, *Solenopsis* sp. 1, *Crematogaster* sp. 1 e *C. crassus* como as mais abundantes. As mais frequentes, além da dominante, foram *C. crassus*, *C. cameranoi*, *C. rufipes*, *P. radoszkowskii*, *Pheidole* sp. 1 e *C. cingulatus*.

Analisando os dados de solo e vegetação separadamente nota-se que no primeiro não ocorre variação acentuada, surgindo apenas *Crematogaster* sp. 1 como a quarta mais abundante. Em vegetação, no entanto, *P. gertrudae* permanece como dominante, tendo *C. crassus* como a mais frequente. *Zacryptocerus pulsillus* Emery, 1914 apresenta uma maior expressividade, sendo a terceira mais abundante e a quarta mais frequente. E ainda, *Brachymyrmex* sp. 1 como a segunda mais abundante, no lugar ocupado anteriormente por *P. radoszkowskii*.

Das espécies registradas, nove ocorreram somente em milho, e dezesseis somente em cerrado, tendo dezesseis espécies comuns à ambas as comunidades. Foram ainda registradas quinze espécies consideradas raras ($n < 10$), sendo oito em milho e sete em cerrado. Somente sete espécies ocorreram durante todo o período de amostragem, sendo que destas apenas duas em milho (*P. gertrudae* e *C. crassus*).

A espécie dominante foi a mesma para as duas comunidades (*P. gertrudae*) com um índice mais elevado para a comunidade em milho ($d = 88,84$) do que o encontrado para a comunidade

em cerrado ($d = 58,90$). A segunda mais abundante, *P. radoszkowskii*, também ocorreu em ambas as comunidades, seguida por *Pheidole* sp. 1, *Crematogaster* sp. 2, *C. crassus* e *Brachymyrmex* sp. 1 em cerrado, e *Brachymyrmex* sp. 1, *Solenopsis* sp. 1, *Pheidole* sp. 1 e *C. cameranoi* em milho (Quadro 1).

Os padrões de dominância encontrados para as amostras em vegetação foram semelhantes, com *P. gertrudae* dominante em milho ($d = 48,28$) e em cerrado ($d = 33,67$). Ocorreu uma variação a partir da segunda mais abundante. Sendo *P. radoszkowskii* substituída por *Z. pulvillus* em cerrado e por *Brachymyrmex* sp. 1 em milho (Quadro 2).

Apesar da intensa sobreposição das comunidades, não ocorreu uma correspondência dos valores de importância das espécies componentes. Tanto no solo como na vegetação, foram encontradas diferentes frequências e seqüências de espécies para cada uma das comunidades (Fig. 1).

A comunidade em cerrado foi a que apresentou os índices de diversidade mais elevados (Quadro 3), apesar do número de indivíduos amostrados neste habitat representar cerca de 25 por cento do amostrado na comunidade em milho. Analisando os dados de solo e vegetação separadamente, nota-se que a fauna amostrada no solo é mais rica, embora apresente um índice de equitabilidade mais reduzido. Cerca de 50% das espécies coletadas em cerrado ocorreram tanto no solo como na vegetação, embora espécies como *Z. pulvillus*, *Crematogaster* spp., *Leptothorax wilda* Smith, 1943 e algumas espécies de *Camponotus* e do grupo das *Pseudomyrmex* sejam conhecidas como de hábitos arbóricolas. Cerca de 21% dos indivíduos amostrados em cerrado foram encontrados em iscas dispostas em vegetação, embora o índice de ocupação nunca tenha ultrapassado à cerca de 50% das iscas.

A comunidade amostrada em cultura de milho apresentou padrões estruturais distintos, com índice de diversidade mais reduzido, principalmente considerando-se a função Shannon-Weaver (H'). O índice de equitabilidade encontrado para esta comunidade foi igualmente baixo, corroborando o índice de dominância, indicativo de uma alta concentração dos indivíduos amostrados entre as espécies dominantes. O índice H' apresentou valores mais elevados para a amostragem em vegetação, sendo quase três vezes superior ao encontrado para o conjunto das amostras em milho. Este comportamento não foi verificado em relação ao índice alfa (FISHER *et al.*, 1943), o qual foi coerente com os valores de riqueza em espécies (Quadro 3)

O índice de similaridade entre as comunidades, diversidade inter-habitat (WHITTAKER, 1972, 1977), foi calculado segundo o modelo de MORISITA (1959), indicando o valor de similaridade nominal entre as comunidades, não relacionando as variações da abundância e frequência relativa das espécies consideradas. Este índice apresentou valores reduzidos ($I = 0,2267$), apesar das comunidades apresentarem dezesseis espécies em comum. Mesmo excluindo as espécies consideradas raras

nas amostragens ($n < 10$), o índice permaneceu reduzido ($I = 0,2857$), indicando um grau de similaridade pouco significativo.

Das espécies mais abundantes, *P. gertrudae*, *P. radoszkowskii*, *Pheidole* sp. 1 e *C. crassus* estavam presentes nas duas comunidades. *C. cameranoi* e *Solenopsis* sp. 1 figuram entre as mais abundantes em milho, embora praticamente ausentes na comunidade em cerrado. *Z. pusillus*, *Crematogaster* sp. 2 e *C. cingulatus* ocorreram de forma significativa somente em cerrado (Quadro 2.)

E finalmente, a largura de nicho (B), representada pela frequência das formigas nas iscas, e calculada segundo LEVINS (1968), foi determinada para as três espécies mais frequentes em cada uma das comunidades. Considerou-se para efeito dos cálculos, somente a frequência nas iscas, desprezando-se as variações da abundância relativa, bem como os índices de co-ocorrência.

P. gertrudae apresentou o valor mais elevado em milho ($B = 0,3587$), seguida por *C. brandus* (Fr. Smith, 1858) ($B = 0,2414$) e *C. cameranoi* ($B = 0,2302$). Na comunidade em cerrado, *C. rufipes* obteve o valor mais elevado ($B = 0,2124$), seguida por *P. gertrudae* ($B = 0,2020$) e *C. blandus* ($B = 0,1927$).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A metodologia de iscas de atração tem-se mostrado satisfatória, embora apresente um caráter seletivo acentuado. Foi possível prover alguns dados quanto à amplitude e atividade de forrageamento das espécies dominantes, permitindo o delineamento de certas características estruturais das comunidades estudadas. Todavia, o índice de diversidade foi subestimado, principalmente devido à exclusão de espécies com hábitos mais especializados de forrageamento e nidificação. Para estudos que visem amostragens mais detalhadas de comunidades de formigas, recomenda-se a aplicação de metodologias complementares, tais como extração de espécies crípticas do substrato através do funil de Tullgreen, instalação de armadilhas de solo para a fauna epigaica, e a observação direta no solo e vegetação em diversos horários do dia.

A diferença interhabitat relativa à qualidade e quantidade de recursos alimentares é difícil de ser aferida. Entretanto, um aumento da complexidade estrutural do habitat pode redundar em uma maior diversidade da entomofauna (SOUTHWOOD *et al.*, 1979), e conseqüentemente uma maior disponibilidade potencial de presas. Este aumento da disponibilidade podendo ser refletido em capacidades de suporte diferenciadas, que juntamente com modificações no microclima podem implicar em características estruturais próprias de cada comunidade (GREENSLADE & GREENSLADE, 1977).

O aumento do número de espécies presentes nas comunidades com o aumento da complexidade estrutural dos habitats parece ocorrer, em parte, devido à maior disponibilidade de recursos alimentares e locais para nidificação. Este último, em especial, tem sido apresentado por alguns autores (CARROLL & JANZEN, 1973; BERNSTEIN & GOBBEL, 1979), como de extrema importância para se compreender os processos de estruturação e estabilidade das comunidades de formigas. Adicionalmente, parece ocorrer um aumento da frequência de interações agressivas com o declínio da complexidade estrutural do habitat. Na comunidade em milho, por exemplo, registrou-se uma alta capacidade de recrutamento e ocupação espacial por parte da espécie dominante, esta ocorrendo em mais de 50% das iscas. Entre tanto, o mesmo não foi observado para a comunidade instalada em cerrado. Neste habitat, a ocupação das iscas por parte da espécie dominante, *Pheidole gertrudae*, foi mais espaçada e irregular, tendo *C. rufipes* apresentado um valor de largura de nicho mais elevado. Embora ainda apresentando uma alta capacidade de recrutamento, *P. gertrudae* se restringiu à ocupação de não mais de 25% das iscas.

Um aumento da complexidade estrutural parece predispor, assim, um maior empacotamento das espécies, permitindo a coexistência de um maior número de espécies em um mesmo habitat. Deve-se ressaltar, no entanto, as modificações abiótico-edáficas ocasionadas pela instalação da cultura de milho, como fator seletivo à ocupação espacial por espécies com hábitos de forrageamento e nidificação mais especializados. Este habitat, por apresentar uma estrutura física mais simplificada, pode estar predisposto à ocupação mais extensiva por parte das espécies generalistas e oportunistas, que nidificam basicamente no solo. A ocupação de nichos previamente ausentes ou desocupados pode ser inferida pelo surgimento de novas espécies nas amostragens, à medida em que o grau de complexidade do habitat foi aumentando.

Com relação à possibilidade de desenvolvimento de um plano de controle biológico envolvendo a espécie dominante, destaca-se a necessidade de designar-se experimentos de exclusão, de forma a possibilitar a quantificação do impacto desta espécie dominante, *P. gertrudae*, sobre a dinâmica populacional de insetos pragas e plantas invasoras. Alguns indícios desta possibilidade podem ser evidenciados pelos padrões de ocupação espacial e hábitos específicos de forrageamento. Esta espécie apresentou um alto grau de dispersão, sendo representada de forma expressiva tanto no solo quanto na vegetação. Através de interações agressivas e onivoria acentuada, esta espécie pode determinar certas influências sobre a entomofauna incidente na cultura de milho, e interferir na dinâmica populacional de insetos pragas e plantas invasoras. Esta última principalmente pela predação seletiva de sementes.

Atualmente, amplas extensões de terras nos neotrópicos tem sido privadas de sua cobertura vegetal nativa, sendo em grande parte substituídas por projetos agropecuários. Os habitats tornam-se, desta forma, altamente susceptíveis à colonização por parte de espécies oportunistas, geralmente domi-

nantes em tais ambientes. Assim, este grupo de insetos têm-se tornado cada vez mais importante para a compreensão do funcionamento e organização de parte das comunidades de insetos deses sistemas, apresentando grandes possibilidades de utilização de determinadas espécies em planos de manejo integrados dos agroecossistemas neotropicais.

QUADRO 1 - Espécies de formigas e número de indivíduos amostrados. (Sete Lagoas, MG, 1984).

Espécie	n	Espécie	n
FORMICINAE			
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	2145	<i>Solenopsis</i> sp. 2	2
<i>Camponotus crassus</i>	1116	<i>Solenopsis</i> sp. 3	4
<i>C. cameranoi</i>	602	<i>Zacryptocerus pusillus</i>	572
<i>C. blandus</i>	126		
<i>C. bonariensis</i>	1	PONERINAE	
<i>C. leydigi</i>	21	<i>Ectatomma edentatum</i>	41
<i>C. rufipes</i>	359	<i>Ectatoma quadridens</i>	86
<i>C. cingulatus</i>	762	<i>Odontomachus bauri</i>	8
<i>Forelius</i> sp. 1	5	<i>Odontomachus chelifer</i>	1
<i>Paratrechina</i> sp. 1	7	<i>Pachycondyla cosmia</i>	4
MYRMICINAE			
DOLICHODERINAE			
<i>Acromyrmex</i> sp. 1	175	<i>Conomyrma</i> sp. 1	51
<i>Atta</i> sp. 1	62	<i>Conomyrma</i> sp. 2	8
<i>Crematogaster</i> sp. 1	299	<i>Conomyrma</i> sp. 3	1
<i>Crematogaster</i> sp. 2	1128	<i>Iridomyrmex humilis</i>	196
<i>Crematogaster</i> sp. 3	205	<i>Iridomyrmex</i> sp. 1	57
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	1		
<i>Leptothorax wilda</i>	2	PSEUDOMYRMICINAE	
<i>Pheidole</i> sp. 1	2263	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	7
<i>Pheidole</i> sp. 2	21	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	1
<i>Pheidole</i> sp. 3	75	<i>P. termitarius</i>	1
<i>P. gertrudae</i>	67355	<i>P. gracilis</i>	1
<i>P. radoszkowskii</i>	4002	<i>P. unicolor</i>	11
<i>Solenopsis</i> sp. 1	1348		

S = 41

N = 83.182

QUADRO 2 - Sete espécies mais abundantes para cada um dos habitats (Sete Lagoas, MG, 1984).

CERRADO		MILHO	
Espécie		Espécie	
<i>Pheidole gertrudae</i>	7225	<i>Pheidole gertrudae</i>	60130
<i>P. radoszkowskii</i>	1338	<i>P. radoszkowskii</i>	2664
<i>Pheidole sp. 1</i>	1335	<i>Brachymyrmex sp. 1</i>	1473
<i>Crematogaster sp. 2</i>	1128	<i>Solenopsis sp. 1</i>	1347
<i>C. cingulatus</i>	729	<i>Pheidole sp. 1</i>	928
<i>Camponotus crassus</i>	697	<i>C. cameranoi</i>	507
<i>Brachymyrmex sp. 1</i>	672	<i>Camponotus crassus</i>	419

QUADRO 3 - Índices de diversidade (H' e α), equitabilidade (J') e dominância, para solo, vegetação e amostras combinadas, em ambas as comunidades (Sete Lagoas, MG, 1984).

Habitat	N	S	H'	J'	α	d
Amos. comb.						
Cerrado	15452	32	2,0303	0,5858	3,8575	46,76
Milho	67680	25	0,5456	0,1695	2,4441	88,84
Solo						
Cerrado	12176	26	1,8367	0,5637	3,1475	50,28
Milho	64590	24	0,4657	0,1465	2,3478	90,78
Vegetação						
Cerrado	3276	23	2,2287	0,7108	3,3388	33,67
Milho	3090	12	1,4930	0,6008	1,5939	48,28

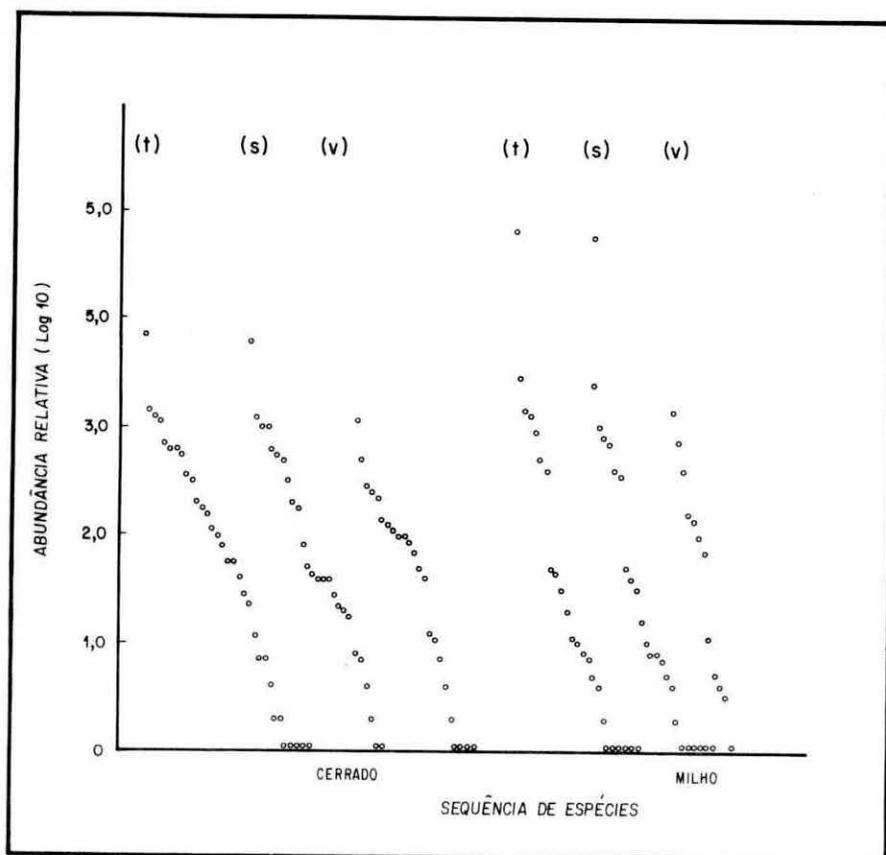


FIG. 1 - GRÁFICO DE SEQUÊNCIA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA RELATIVA (Log_{10}); AMOSTRAS TOTAIS (T), EM SOLO (s) E NA VEGETAÇÃO (v), PARA CADA UMA DAS COMUNIDADES.

LITERATURA CITADA

- ADDICOTT, J.F. Competition for mutualists: aphids and ants. *Can. J. Zool.* 56: 2093-2096, 1978.
- ATSATT, P.R. Lycaenid butterflies and ants: selection for enemies free space. *Am. Nat.* 118(5): 638-654, 1981.
- BENTLEY, B.L. The protective function on ants visiting the extrafloral nectaries of *Bixa orellana* (Bixacea). *J. Ecol.* 65:27-38, 1977.
- BERSTEIN, R.A. & GOBBEL, M. Partitioning of space in communities of ants. *J. Anim. Ecol.*, 48: 931-942, 1979.
- BROWN, W.L., Jr. A comparison of Hylean and Congo-West African rain forest ant fauna. In: Meggers, J.; Ayenson, E.S. & Cuckworth, W.D. (eds.), *Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review.* Smithsonian Inst. Washington D.C., 1972. p. 161-185.
- BUREN, W.F. & WHITCOMB, W.H. Ants on citrus: some considerations. *Proc. Int. Soc. Citric.* 2: 496-498, 1977.
- CARROLL, C.R. & JANZEN, D.H. Ecology of foraging by ants. *A. Rev. Ecol. Syst.* 4: 231-251, 1973.
- COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado - a saúva, as queimadas e a sua possível relação nas ciclagens dos nutrientes minerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 30. Campo Grande, M.S. 1979. *Resumos*, Sociedade Botânica do Brasil, 1979. p. 179.
- CULVER, D.C. & BEATTLE, A.J. Effects of ant mounds on soil chemistry and vegetation patterns in a colorado montane meadow. *Ecology* 64(3): 485-492, 1983.
- DAVIDSON, D.W. & MORTON, S.R. Myrmecochory in some plants (F. Chenopodiaceae) of Australian arid zone. *Oecologia* 50(3): 357-366, 1981.
- FISHER, R.A.; CORBET, A.S.; WILLIAMS, C.B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.* 12: 42-58, 1943.
- GILBERT, L.E. Coevolved food web, mobile links, keystone mutualists, and management of neotropical diversity. In: Soulé, M. & Wilcox, B.E. (eds.) *Conservation Biology.* Sinauer, Stanford, Conn., 1980. p. 11-13.
- GREENSLADE, P.J.M. Interspecific competition and frequency change among ants in Solomon Islands coconut plantations. *J. Appl. Ecol.* 8: 323-352, 1971.

- GREENSLADE, P.J.M. & GREENSLADE, P. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes soc.* 24(2): 163-182, 1977.
- HARVITZ, C.C. Analysis of how ant behavior affect germination in a tropical myrmecochory *Calathea microcephala* K. (Marantaceae): microsite selection and acid removal by neotropical ants, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, and *Solenopsis* (Formicidae. *Oecologia* 51(1): 47-52, 1981.
- HENSLEY, S.D.; LONG, W.H.; RODDY, L.R.; McCORMICK, W.J.; CONCIENNE, E.J. Effect of insecticides on predaceous arthropods fauna of Louisiana sugarcane fields. *J. econ. Ent.* 54: 146-149, 1961.
- JANZEN, D.H. Coevolution of mutualism between ants acacias in Central America. *Evolution* 20(3): 249-275, 1966.
- JANZEN, D.H. Fiere, vegetation structure, and the ant x acacia interaction in Central America. *Ecology* 48(1): 26-35, 1967.
- LESTON, D. Ants, capsids and swollen-shoor in Ghana: interactions and implication for pest control. *Proc. 3rd. Int. Cocoa Res. Conf. Accra 1969*: 205-221, 1971.
- LESTON, D. The ant mosaic, tropical crops and the limiting of peste and diseases. *PANS London* 19:311-341, 1973.
- LEVINS, R. *Evolution in changing environments*. Princetown, Princetown University Press, 1968. 120p.
- MAJER, J.D. The ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Bull. ent. Res.* 62: 151-160, 1972.
- MAJER, J.D. The manteinance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. *J. Appl. Ecol.* 13: 123-144, 1976a.
- MAJER, J.D. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *J. Appl. Ecol.* 13: 145-155, 1976b.
- MAJER, J.D. The influence of ants and the ant manipulation on the cocoa farm fauna. *J. Appl. Ecol.* 13: 157-175, 1976c.
- MORISITA, M. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.* 2: 215-235, 1959.
- NEGEM, A.A. & HENSLEY, S.D. Evaluation of certain biological control agents of the sugarcane borer in Louisiana. *J. econ. Ent.* 62: 1008-1013, 1969.
- RISCH, S.J. Ants as important predator of rootworm eggs in the neotropics. *J. econ. Ent.* 74: 88-90, 1981.
- RISCH, S.J. & CARROLL, C.R. Effects of a keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata*, on arthropods in a tropical agroecosystem. *Ecology* 63(6): 1979-1983, 1982.

- ROOM, P.M. Control by ants of pests situation in tropical tree crops: a strategy for research and development. *Papua New Guinea Agric. J.* 24(3): 98-103, 1973.
- ROOM, P.M. Relative distribution of ant species in cocoa plantations in Papua New Guinea. *J. Appl. Ecol.* 12: 47-71, 1975.
- SAMWAYS, M.J. Ants (Hymenoptera: Formicidae) foraging in citrus trees and attending honeydew-producing homoptera. *Phytotaxonomica* 14: 155-157, 1982.
- SAMWAYS, M.J. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a serie of habitats associated with citrus. *J. Appl. Ecol.* 20: 833-847, 1983.
- SOUTHWOOD, T.R.E.; BROWN, V.K.; READER, P.M. The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biol. J. Linn. Soc.* 12: 327-348, 1979.
- STERLING, W.L. Fortuitous biological suppression of the boll weevil by the red imported fire ant. *Environ. Ent.* 7(4): 564-568, 1978.
- STEYN, J.J. The pugnacious ant *Anoplolepis custodiens* Smith, and its relation to the control of citrus scales of *Ictoba*. *Mem. ent. Soc. sth. Afr.* 3: 1-96, 1954.
- WAY, M.J. Mutualism between ants and honeydew-production homoptera. *A. Rev. Ent.* 8: 307-343, 1963.
- WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21(2/3): 213-251, 1972.
- WHITTAKER, R.H. Evolution of species diversity in land communities. *Ecol. Biol.* 10: 1-67, 1977.
- WILSON, E.O. The social biology of ants. *A. Rev. Ent.* 8: 345-368, 1963.
- WILSON, E.O. *The insect societies*. Belknap. Cambridge, 1971 548 pp.
- YAMATSU, K. Rice stem borer. In: Deluachi, V.L. (ed.) *Studies in biological control*. IBP 9, New York, Cambridge Univ. 1976 345 pp.
- YOUNG, A.M. Giant neotropical ant *Parapnera clavata* visits *Heliconia pogonantha* flowers bracts in premontane tropical rain forest. *Biotropica* 13(3): 223, 1981.