

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/289672144>

DISPERSÃO DE SEMENTES POR FORMIGAS NA CAATINGA

Chapter · October 2002

CITATIONS

41

READS

6,401

1 author:



[Inara Leal](#)

Federal University of Pernambuco

204 PUBLICATIONS 8,091 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Human disturbances and the future of the Caatinga dry forest [View project](#)



Grupo de Síntese em Ecologia e Sustentabilidade da Mata Atlântica [View project](#)

DISPERSÃO DE SEMENTES POR FORMIGAS NA CAATINGA

Inara R. Leal

Introdução

A interação entre formigas e plantas tem sido foco de cientistas há mais de dois séculos. Entretanto, somente nas últimas décadas foi despertado o interesse dos pesquisadores sobre interações destes organismos com diásporos. Estudos recentes têm demonstrado mecanismos especializados que fazem das formigas um dos mais importantes agentes dispersores de sementes (Handel & Beattie 1990). Estima-se que existam mais de 3.000 espécies de Angiospermas cujas sementes são dispersas por formigas, pertencentes a mais de 70 famílias e encontradas em diversos ecossistemas de todos os continentes, à exceção da Antártida (Beattie 1985).

A dispersão de sementes por formigas, ou mirmecocoria, envolve plantas que produzem um corpo gorduroso preso externamente à semente chamado elaiossomo (van der Pijl 1982). As formigas são atraídas pelo elaiossomo e utilizam-no como apoio mecânico no transporte das sementes até o ninho. Durante o transporte, entretanto, algumas sementes podem ser perdidas pelas formigas, germinando e se estabelecendo em novos locais (Beattie 1985, Horvitz 1981). As sementes que chegam aos ninhos têm seus elaiossomos comidos pelas formigas e são descartadas nas lixeiras,

normalmente intactas (Horvitz & Beattie 1980, O'Dowd & Hay 1980). Embora as formigas usualmente transportem as sementes por curtas distâncias quando comparadas com mamíferos e aves (Bond & Slingsby 1984), a mirmecocoria pode trazer uma série de benefícios às plantas, tais como: (1) diminuição da predação de sementes e da competição de plântulas embaixo da planta-mãe (Handel 1978, O'Dowd & Hay 1980), (2) escape das sementes ao fogo, mais relevante em ambientes constantemente atingidos por queimadas (Bond & Slingsby 1983), e (3) deposição das sementes em solos enriquecidos em nutrientes e favoráveis à germinação, como são os formigueiros (Culver & Beattie 1983, Rissing 1986).

A mirmecocoria é especialmente comum em regiões místicas da América do Norte, e áridas da África e Austrália, onde foi descrita e inicialmente investigada (ver revisão em Hölldobler & Wilson 1990). Surpreendentemente, esse mecanismo de dispersão de sementes é pouco documentado para a América do Sul e a sua importância para a dinâmica das comunidades vegetais permanece ainda obscura neste continente. Entretanto, é cada vez mais evidente a relevância das formigas como dispersores secundários de sementes não-mirmecocóricas em florestas neotropicais (Levey & Byrne 1993, Kaspari 1993, 1996). As formigas alteram a deposição de sementes produzida pelos dispersores primários, influenciando o sucesso reprodutivo das plantas e a estrutura espacial das suas populações (Robert & Heithaus 1986). No Brasil, até formigas cortadeiras, normalmente consideradas pragas de plantas, têm sido observadas dispersando e/ou promovendo a germinação das sementes de várias espécies de plantas em Floresta Atlântica (Pizo & Oliveira 1998) e semidecídua (Oliveira *et al.* 1995, Passos & Ferreira 1996), bem como em Cerrado (Leal & Oliveira 1998, 2000). Entretanto, nenhum aspecto da mirmecocoria foi investigado em ambientes áridos da América do Sul, como a Caatinga do nordeste brasileiro.

O objetivo desse estudo foi descrever os processos de dispersão de sementes mediados por formigas. As seguintes questões foram investigadas:

- 1) Quais as espécies de formiga que mais frequentemente interagem com frutos e sementes na Caatinga?
- 2) Como é o comportamento das formigas junto aos diásporos?
- 3) Quais as espécies de plantas cujos diásporos são utilizados pelas formigas?
- 4) Qual é a porcentagem e a distância de remoção de sementes?
- 5) Onde as sementes são depositadas pelas formigas?

Além dessas questões descritivas, também foram testadas três hipóteses básicas a respeito das vantagens que formigas e plantas recebem com essa interação. São elas:

- 1) Sementes com elaiossomo são mais removidas pelas formigas que sementes sem essa estrutura.
- 2) Sementes em que o elaiossomo foi removido pelas formigas apresentam maiores taxas de germinação que sementes com essa estrutura.
- 3) Os ninhos das formigas são sítios de deposição mais favoráveis à germinação das sementes que locais aleatórios na Caatinga.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em diferentes áreas de caatinga nos municípios de Olho D'água do Casado, Piranhas e Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas e Canindé do São Francisco no

Estado de Sergipe. As áreas estudadas são próximas à Usina Hidroelétrica de Xingó, pertencente à Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), e estão localizadas dentro de reservas da CHESF ou de propriedades particulares. Ver Capítulo 10 para mais detalhes sobre as áreas estudadas.

Interações entre formigas e diásporos

Foram demarcadas 70 parcelas de 0,1 ha onde o solo, abaixo de indivíduos frutificando, foi checado a procura de interações entre formigas e diásporos. Em cada interação observada foi registrada: (1) as espécies envolvidas, (2) o número de formigas presentes no momento do encontro, e (3) o comportamento das formigas em relação ao diásporo. Observações adicionais e complementares foram realizadas espalhando-se diásporos ao longo de transectos e/ou colocando-os próximos à entrada de ninhos de formigas. Em ambas as ocasiões os diásporos foram periodicamente checados e as interações observadas foram registradas como descrito acima.

Experimentos de remoção de sementes

Para identificar as espécies de formigas responsáveis pela remoção dos diásporos, bem como verificar as taxas e distâncias de remoção e os sítios de deposição das sementes, foram realizados experimentos de remoção em diferentes dias de maio a setembro de 2000. Para tal, foram montadas 10 estações de observação com 10 sementes com elaiossomo cada (totalizando 100 sementes) e espaçadas por 10 m (cf. Leal & Oliveira 1998). O experimento foi realizado para as seguintes espécies de Euphorbiaceae: *Cnidoscolus quercifolius*, *C. urens*, *Croton campestris*, *Jatropha gossypifolia*, *J. mollissima*, *J. ribifolia* e *Manihot* sp. As estações de observação foram montadas às 7:00 h e checadas às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 h. Foram registrados as espécies de formigas atraídas

e os seus comportamentos em relação aos diásporos. Quando os diásporos foram removidos, foram registrados a distância de remoção e o local de deposição das sementes. A fim de verificar se a taxa de remoção de sementes das diferentes espécies de Euphorbiaceae é função do seu tamanho, foi feita uma análise de regressão linear entre essas duas variáveis (Zar 1996).

Para testar a hipótese de que os elaiossomos são as estruturas que atraem as formigas para as sementes e possibilitam a sua remoção, diásporos com e sem essa estrutura foram oferecidos às formigas. Sementes previamente coletadas de *Cnidocolus quercifolius*, *C. urens*, *Croton campestris*, *Jatropha gossypifolia*, *J. mollissima*, *J. ribifolia* e *Manihot* sp. foram dispostas ao longo de transectos, em estações de observação espaçadas por 10 m (cf. Leal & Oliveira 1998), em fevereiro de 2000. Foram montadas 10 estações de observação com uma semente com elaiossomo e outra sem essa estrutura em cada estação, totalizando 200 sementes para cada espécie. Após cerca de 24 horas as estações de observação foram checadas e as sementes com e sem elaiossomo removidas foram contadas e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

Testes de germinação das sementes

A fim de testar a hipótese de que sementes utilizadas pelas formigas apresentam maiores taxas de germinação que sementes não utilizadas, foi realizado o seguinte experimento: grupos de sementes sem elaiossomo (manipulados pelas formigas) e com elaiossomo (controle) foram colocados para germinar em placas de Petri sobre papel filtro. O experimento foi montado no dia 09/10/1999 e conduzido para as seguintes espécies: *Cnidocolus quercifolius* (10 sementes tratamento e 10 controle), *C. urens* (18 sementes tratamento e 18 controle), *Croton campestris*

(25 sementes tratamento e 25 controle), *Jatropha mollissima* (10 sementes tratamento e 10 controle), *J. ribifolia* (15 sementes tratamento e 15 controle) e *Manihot* sp. (10 sementes tratamento e 10 controle). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas a cada dois dias e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

A fim de confirmar os resultados obtidos em placas de Petri, sementes com e sem elaiossomo foram colocadas para germinar em areia lavada. Esse experimento foi montado no dia 20/06/2000 e conduzido para as mesmas espécies do experimento anterior, porém com as seguintes quantidades: *Cnidoscolus quercifolius* (35 sementes tratamento e 35 controle), *C. urens* (48 sementes tratamento e 48 controle), *Croton campestris* (45 sementes tratamento e 45 controle), *Jatropha mollissima* (35 sementes tratamento e 35 controle), *J. ribifolia* (48 sementes tratamento e 48 controle) e *Manihot* sp. (35 sementes tratamento e 35 controle). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas a cada dois dias e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

Para verificar se os formigueiros são sítios favoráveis à germinação, sementes sem elaiossomo foram plantadas em solos retirados de ninhos de formigas e, como controle, de pontos aleatórios da caatinga. O experimento foi montado no dia 08/05/2001 e conduzido para as mesmas espécies dos experimentos anteriores, porém com os seguintes números: *Cnidoscolus quercifolius* (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga), *C. urens* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em

solo da caatinga), *Croton campestris* (40 sementes em solo de formigueiro e 40 em solo da caatinga), *Jatropha gossypifolia* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em solo da caatinga), *Jatropha mollissima* (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga), *J. ribifolia* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em solo da caatinga) e *Manihot* sp. (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas depois deste período e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996). Para *C. quercifolius* o diâmetro a altura do solo das plântulas que germinaram em solos de formigueiro e em solos controle foram comparados através do teste t (Zar 1996).

Resultados

Interações entre formigas e diásporos

Dezoito espécies de formigas foram observadas interagindo com os diásporos de 28 espécies de plantas da caatinga (Tabela 1). Dentre as famílias de plantas utilizadas pelas formigas destaca-se a Euphorbiaceae, com 11 espécies (Figuras 1 e 2). As sementes de Euphorbiaceae possuem elaiossomos, os quais são muito atrativos para as formigas e característicos da síndrome de dispersão associada a esses organismos, a mirmecocoria. Além das euforbiáceas, outras 10 famílias foram utilizadas pelas formigas, porém a parte atrativa dos diásporos foi a polpa dos frutos (Tabela 1). Destas, é ressaltada a importância das Cactaceae (5 espécies) e Anacardiaceae (3 espécies), também muito abundantes na caatinga, e cujas sementes de pequeno tamanho foram bastante transportadas pelas formigas.

Quanto às espécies de formigas envolvidas nas interações com os diásporos, a subfamília Myrmicinae foi a mais representativa, com mais de 50% (13 em 18) das espécies envolvidas e 71% (112 em 157) dos registros (Tabela 1). Formigas do gênero *Pheidole* apresentaram o maior número de espécies envolvidas nas interações (5), além de contribuírem com grande parte dos registros obtidos (56 registros - 35%, Tabela 1). Entretanto, todas as subfamílias registradas para a região de Xingó, com exceção de Pseudomyrmicinae, foram observadas interagindo com os diásporos.

Experimentos de remoção de sementes

A figura 3 mostra os resultados do primeiro experimento de remoção de sementes. Nesse experimento foram oferecidas às formigas sementes com e sem elaiossomo. Para todas as espécies testadas as formigas removeram significativamente mais sementes com elaiossomo que sem elaiossomo (teste de qui-quadrado, $gl = 1$, $p < 0,0001$, para todas as espécies).

No segundo experimento de remoção foram oferecidas somente sementes com elaiossomo. As formigas atraídas para os diásporos foram identificadas e seguidas para saber a distância de remoção e os sítios de deposição das sementes. No total 15 espécies de formigas, distribuídas em seis gêneros, foram atraídas para os

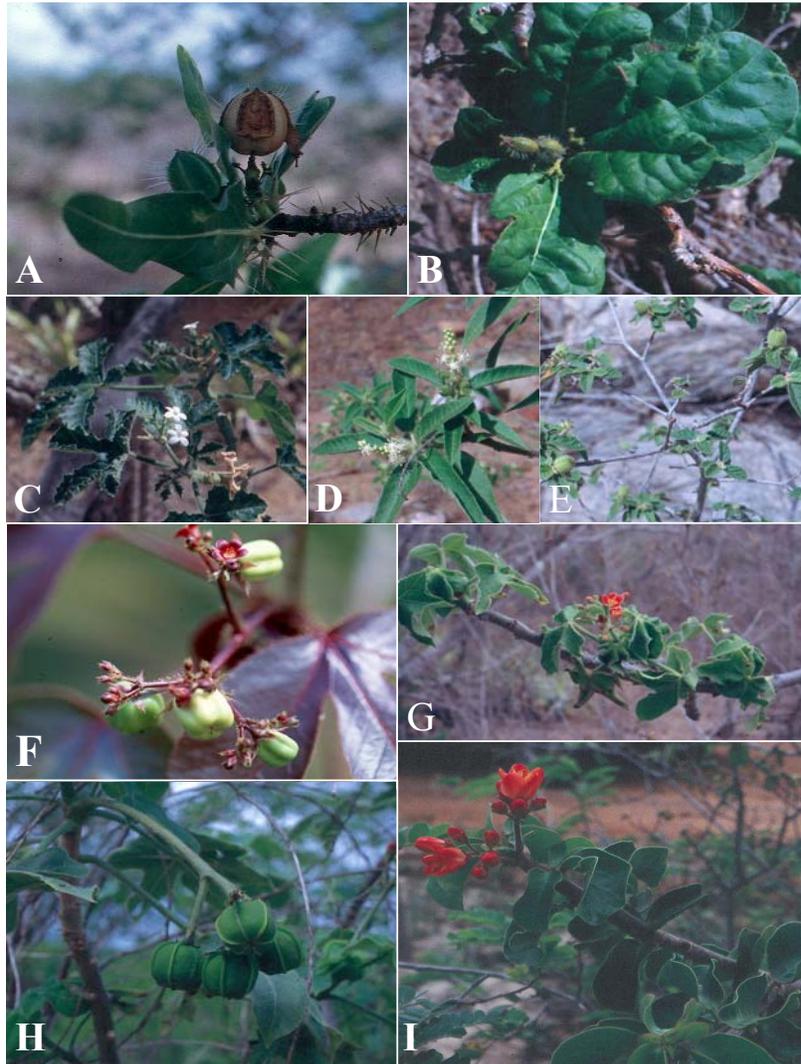


Figura 1. Espécies de Euphorbiaceae dispersas pelas formigas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. (A) Fruto de *Cnidoscolus quercifolius*, (B) Frutos de *C. obtusifolius*, (C) *C. urens*, (D) Inflorescências de *Croton campestris*, (E) Frutos de *C. campestris*, (F) Frutos de *Jatropha gossypifolia*, (G) Flores de *J. mollissima*, (H) Frutos de *J. mollissima* e (I) Flores de *J. mutabilis*.



Figura 2. Formigas atraídas às sementes das Euphorbiaceae estudadas na catinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. (A) *Atta sexdens* carregando semente de *Cnidoscolus quercifolius*, (B) *Pheidole* sp. removendo elaiossomo de *Jatropha mollissima*, (C) *Cyphomyrmex* sp. carregando semente de *Croton campestris*, (D) *Solenopsis* sp. removendo elaiossomo de *Jatropha mollissima*, (E) *Pheidole* sp. carregando semente de *Jatropha gossypifolia* e (F) *Pheidole* sp. entrando no ninho com semente de *J. gossypifolia*.

Tabela 1. Espécies de plantas cujos diásporos foram utilizados pelas formigas nas áreas de caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

Espécies de plantas	Espécies de formigas*																		
	D1	D2	Cc	C1	C2	Cr	P1	P2	P3	P4	P5	S1	S3	S5	T1	T2	E	O	
Anacardiaceae																			
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	X			X	X					X						X		X	
<i>Schinopsis brasiliensis</i>		X		X			X	X	X			X			X				
<i>Spondias tuberosa</i>		X		X			X	X	X		X	X		X					
Anonaceae																			
<i>Annona coriacea</i>										X						X	X	X	
Apocynaceae																			
<i>Hancornia speciosa</i>						X			X			X	X		X		X		
Boraginaceae																			
<i>Cordia globosa</i>	X					X													
<i>Cordia leucocephala</i>	X	X		X		X	X					X			X	X	X		
Cactaceae																			
<i>Cereus jamacaru</i>		X		X			X		X	X		X							
<i>Melocactus bahiensis</i>	X				X				X			X						X	
<i>Opuntia palmatoria</i>			X				X												
<i>Pilosocereus gounellei</i>		X						X	X		X							X	
<i>Pilosocereus piauhiensis</i>			X	X			X	X	X			X	X	X					
Euphorbiaceae																			
<i>Cnidoscolus obtusifolius</i>	X								X									X	X
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	X	X		X		X	X		X	X		X	X	X	X				

Espécies de plantas	Espécies de formigas*																	
	D1	D2	Cc	C1	C2	Cr	P1	P2	P3	P4	P5	S1	S3	S5	T1	T2	E	O
<i>Cnidocolus urens</i>	X	X			X				X		X		X		X		X	X
<i>Croton campestris</i>	X	X			X	X	X	X		X	X	X					X	X
<i>Croton micans</i>							X	X			X							
<i>Croton sonderianus</i>	X					X	X		X									
<i>Jatropha gossypifolia</i>		X	X				X	X					X	X	X			
<i>Jatropha mollissima</i>		X	X	X			X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Jatropha mutabilis</i>		X			X		X			X						X		
<i>Jatropha ribifolia</i>								X	X	X				X	X			
<i>Manihot</i> sp. 1		X							X								X	
Liliaceae não identificada								X				X			X	X		
Malpighiaceae																		
<i>Byrsonima vacciniifolia</i>	X		X						X									X
Ramnaceae																		
<i>Zizyphus joazeiro</i>			X		X		X	X	X						X			
Sapotaceae																		
<i>Bumelia sartorum</i>		X		X	X		X			X								X
Total de plantas	10	13	6	9	7	7	15	12	16	8	6	10	6	6	10	6	11	6

* espécies de formigas: **Dolichoderinae**: D1 = *Dorymyrmex* sp. 1, D2 = *Dorymyrmex* sp. 2, **Formicinae**: *Camponotus* gr. *crassus* sp. 1, **Myrmicinae**: C1 = *Crematogaster* sp 1, C2 = *Crematogaster* sp 2, Cr = *Cyphomyrmex* gr. *rimosus*, P1 = *Pheidole* sp. 1, P2 = *Pheidole* sp. 2, P3 = *Pheidole* sp. 3, P4 = *Pheidole* sp. 4, P5 = *Pheidole* sp. 5, S1 = *Solenopsis* sp. 1, S3 = *Solenopsis* sp. 3, S5 = *Solenopsis* sp. 5, T1 = *Trachymyrmex* sp. 1, T2 = *Trachymyrmex* sp. 2, **Ponerinae**: E = *Ectatomma* sp., O = *Odontomachus* sp.

diásporos. Novamente os mirmicíneos tiveram importância destacada, sendo que somente o gênero *Pheidole* (5 espécies) removeu 26% (186 em 700) das sementes oferecidas (Tabelas 2 a 8). A maior parte dos diásporos foi levada para os ninhos das formigas, e as distâncias de remoção variaram de algumas dezenas de centímetros a mais de 11 metros (Tabelas 2 a 8). Operárias de *Solenopsis* spp. freqüentemente coletaram os elaiossomos sem a remoção da semente (Tabelas 2 a 8). Sementes menores atraíram mais espécies de formigas (Tabelas 2 a 8) e apresentaram maiores taxas de remoção (Figura 4) que sementes maiores.

Testes de germinação de sementes

Foram realizados dois tipos de testes de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas: (1) em placas de Petri sobre papel filtro e (2) em bandejas plásticas com areia lavada. Nos dois casos, sementes sem elaiossomo germinaram em maiores taxas que sementes com elaiossomo (Figuras 5 e 6). No entanto, as diferenças nas taxas de germinação não foram significativas para todas as espécies testadas. No experimento em placas de Petri, sementes sem elaiossomo germinaram significativamente mais que sementes com elaiossomo em: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 8$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 15,9$, $gl = 1$, $p < 0,005$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 12,86$, $gl = 1$, $p < 0,01$), e *J. mollissima* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$). Para *Cnidoscolus quercifolius*, *Jatropha gossypifolia* e *J. mollissima* não houve germinação com elaiossomo e para *Manihot* sp. não houve germinação para ambos os tratamentos (Figura 5).

No experimento com areia lavada, somente para *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 10,32$, $gl = 1$, $p < 0,025$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 5,1$, $gl = 1$, $p < 0,05$) e *J. mollissima* ($\chi^2 = 7$, $gl = 1$, $p < 0,05$)

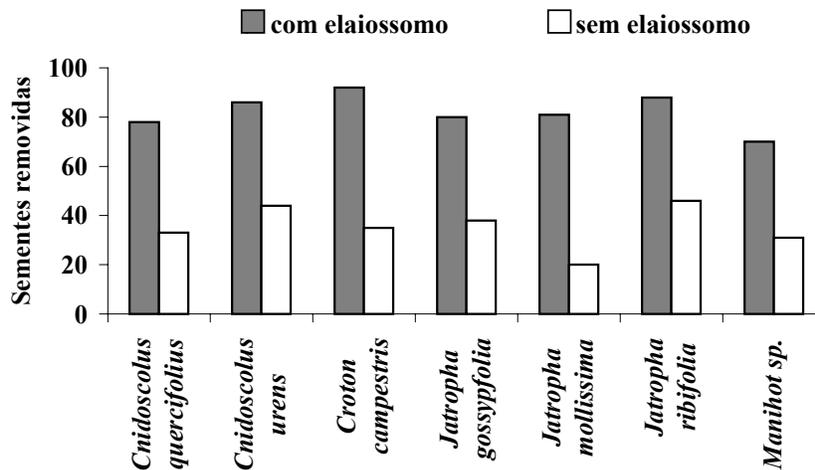


Figura 3. Taxas de remoção de sementes com e sem elaiossomo das espécies de Euphorbiaceae estudadas na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil. Para todas as espécies testadas o número de sementes removidas com elaiossomo foi significativamente maior que sem elaiossomo (teste de qui-quadrado, $gl = 1$, $p < 0,0001$ para todas as espécies).

as diferenças foram significativas. Para as demais espécies, ainda que mais sementes sem elaiossomo tenham germinado, as diferenças não foram significativas (Figura 6).

Um terceiro teste de germinação foi realizado com sementes das euforbiáceas estudadas. Sementes sem elaiossomo foram depositadas em solos coletados de formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga. Para todas as espécies testadas houve maiores taxas de germinação em solos provenientes de formigueiros (Figura 7). No entanto, somente em *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,4$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 5,46$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 4,28$, $gl = 1$, $p < 0,05$) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 4,44$, $gl = 1$, $p < 0,05$) as diferenças foram significativas. Para

Tabela 2. Experimento remoção de sementes de *Cnidoscolus quercifolius* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 2	6	2	880	ninho
2	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	10	475	ninho
3	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	8	835	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 5	3	3	546	folhiço
5	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	5	488	ninho
6	<i>Crematogaster</i> sp. 1	2	0		
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	2	6	590	ninho
8	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	2	43	folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	652	ninho
Total de sementes manipuladas		33	49		
Distância média (± DP) de remoção				510 (290,31)	

Tabela 3. Experimento remoção de sementes de *Cnidoscolus urens* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	10	400	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 2	4	8	693	ninho
2	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	0	2		?
3	<i>Pheidole</i> sp. 2	7	7	327	ninho
4	<i>Ectatomma</i> sp.	0	10	520	ninho
5	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	8	580	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	7	4	720	ninho
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	0	4	210	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	6	482	folhiço
8	<i>Pheidole</i> sp. 3	4	8	230	ninho
9	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	300	ninho
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	900	ninho
Total de sementes manipuladas		32	84		
Distância média (± DP) de remoção				487,45 (220,90)	

Tabela 4. Experimento remoção de sementes de *Croton campestris* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	0	10	280	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	10	520	ninho
3	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	0	6	430	ninho
3	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	6	680	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 1	2	8	330	ninho
5	<i>Solenopsis</i> sp. 1	0	9	715	ninho
6	<i>Ectatomma</i> sp.	0	2	38	folhiço
6	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	8	330	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	280	ninho
8	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	6	490-170	ninho/folhiço
8	<i>Pheidole</i> sp. 4	2	0		
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	0	0		
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	6	1130	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	3	46	folhiço
Total de sementes manipuladas		7	84		
Distância média (± DP) de remoção				434,45 (317,45)	

Tabela 5. Experimento remoção de sementes de *Jatropha gossypifolia* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	10	350	ninho
1	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	0		
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	0		
3	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	7	830	ninho/folhiço
4	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	9	655	ninho
5	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	9	968	folhiço
6	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	320	ninho
7	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	6	1189	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 2	0	8	490	ninho/folhiço
8	<i>Ectatomma</i> sp.	2	6	500	ninho/folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Ectatomma</i> sp.	0	8	233	ninho
Total de sementes manipuladas		10	76		
Distância média (± DP) de remoção				561,60 (348,10)	

Tabela 6. Experimento remoção de sementes de *Jatropha mollissima* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	2	470	ninho
1	<i>Pheidole</i> sp. 3	4	5	620	ninho
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	9	0		
3	<i>Solenopsis</i> sp. 1	6	0		
5	<i>Doryrmyrmex</i> sp. 2	0	10	383	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 3	3	10	330	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	0		
7	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	500	ninho
8	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	9	405	ninho
8	<i>Crematogaster</i> sp. 1	1	4	20	folhiço
10	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	722	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	0		
Total de sementes manipuladas		35	52		
Distância média (± DP) de remoção				431,25 (210, 03)	

Tabela 7. Experimento remoção de sementes de *Jatropha ribifolia* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	10	635	
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	8	849	
3	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	3	482	ninho
3	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	500	ninho
4	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	9	405	ninho
5	<i>Crematogaster</i> sp. 2	5	9	617	folhiço
6	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	1092	ninho
7	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	6	798	ninho
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	2	4	590	ninho
8	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	2	43	folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	652	ninho
Total de sementes manipuladas		43	79		
Distância média (± DP) de remoção				562 (297,23)	

Tabela 8. Experimento remoção de sementes de *Manihot* sp. na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	660	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	3	256	ninho
3	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	280	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	0		
6	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	550	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	1	0		
8	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	6		
8	<i>Pheidole</i> sp. 4	2	0		
9	<i>Solenopsis</i> sp. 1	4	0		
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	7	864	ninho
Total de sementes manipuladas		15	38		
Distância média (± DP) de remoção				522 (257,93)	

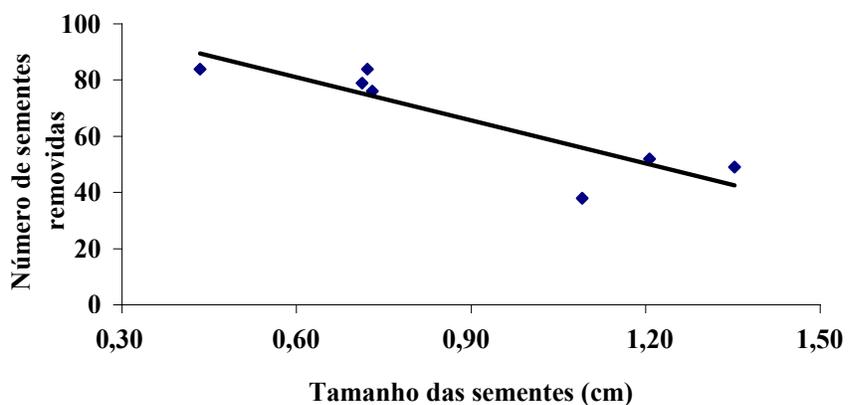


Figura 4. Número de sementes removidas pelas formigas das espécies de Euphorbiaceae estudadas como função do seu tamanho ($n = 7$, $r^2 = 0,77$, $p < 0,05$).

Cnidoscolus quercifolius, além da maior taxa de germinação de sementes, o diâmetro do caule das plântulas também foi significativamente maior em solos dos formigueiros ($t = 2,57$, $gl = 5$, $p < 0,004$, Figura 8).

Discussão

Este é o primeiro estudo a investigar os padrões de dispersão de sementes mediados por formigas na Caatinga. Os resultados indicam que as formigas são importantes agentes dispersores para diversas espécies de plantas neste ecossistema. Elas podem atuar

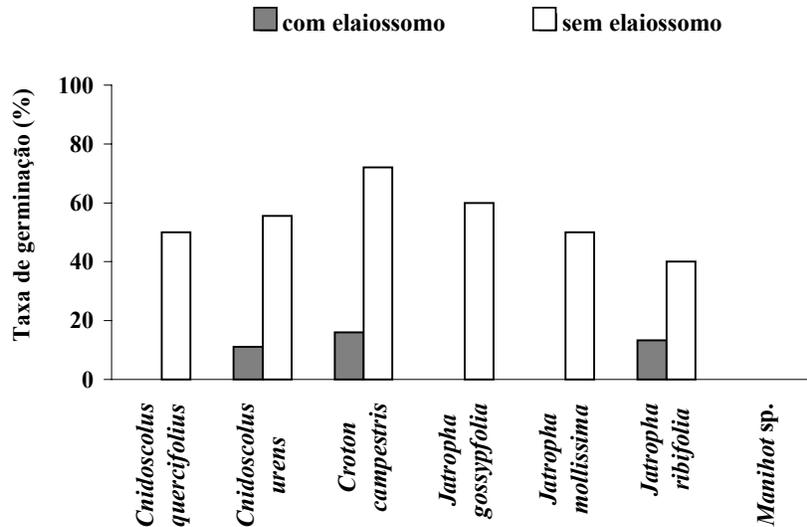


Figura 5. Taxas de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas. As sementes foram mantidas em placas de Petri sobre papel filtro em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação de sementes com e sem elaiossomo foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 8$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 15,9$, $gl = 1$, $p < 0,005$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 12,86$, $gl = 1$, $p < 0,01$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 2,72$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* (sem germinação em ambos tratamentos).

como dispersores secundários de espécies de plantas não-mirmecóricas, como foi observado para algumas espécies de cactáceas, anacardiáceas e outras famílias. As formigas são atraídas aos diásporos caídos no solo e retiram a polpa dos frutos, deixando as sementes completamente limpas. Este comportamento pode diminuir o ataque de fungos às sementes, aumentando, assim, as taxas de germinação (Oliveira *et al.* 1995, Leal & Oliveira 1998).

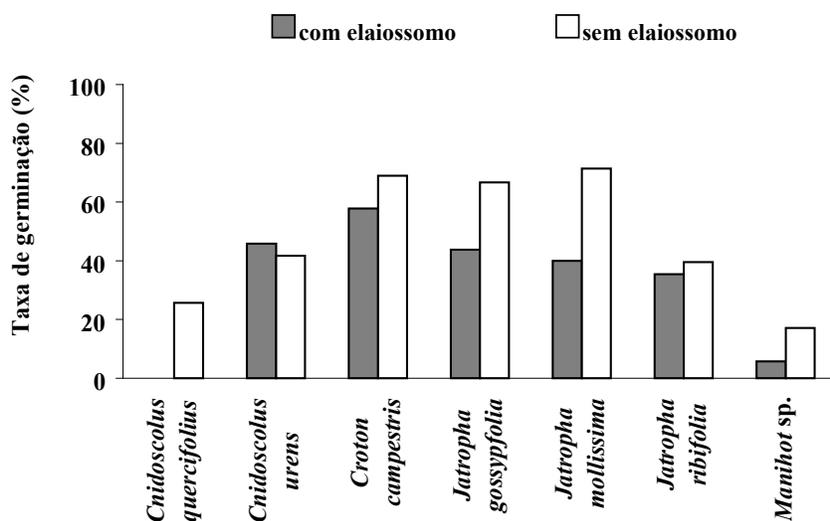


Figura 6. Taxas de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas. As sementes foram mantidas em bandejas com areia lavada, em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação de sementes com e sem elaiossomo foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 10,32$, $gl = 1$, $p < 0,025$), *C. urens* ($\chi^2 = 0,18$, $gl = 1$, n.s.), *Croton campestris* ($\chi^2 = 1,2$, $gl = 1$, n.s.), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 5,1$, $gl = 1$, $P < 0,05$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 7$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 0,18$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 2,26$, $gl = 1$, n.s.).

Além disso, nos casos em que a polpa do fruto está firmemente presa à semente, as formigas transportam os diásporos para os seus ninhos, diminuindo a competição intra-específica das plântulas (Westoby *et al.* 1982) e a predação das sementes (Horvitz 1981, Howe & Smallwood 1982) embaixo da planta-mãe, além de depositar as sementes em locais ricos em nutrientes e favoráveis à germinação (Rissing 1986).

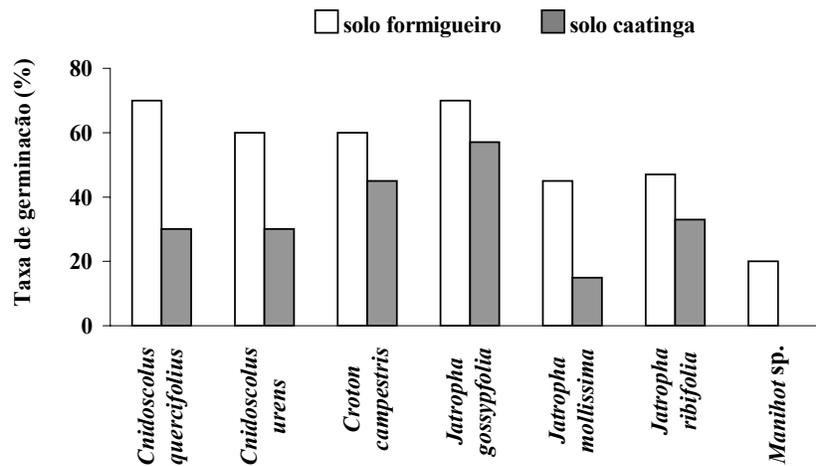


Figura 7. Taxas de germinação de sementes sem elaiossomo das espécies de Euphorbiaceae estudadas em solos retirados dos formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga. As sementes foram mantidas em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação nos dois tipos de solos foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,4$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 5,46$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 1,8$, $gl = 1$, n.s.), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 1,14$, $gl = 1$, n.s.), *J. mollissima* ($\chi^2 = 4,28$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 1,02$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 4,44$, $gl = 1$, $p < 0,05$).

Entretanto, a característica mais relevante apontada neste estudo foi o grande número de espécies de plantas da Caatinga que dependem exclusivamente das formigas para dispersar seus diásporos, as verdadeiras mirmecócoras. Plantas mirmecocóricas possuem em suas sementes estruturas especializadas para a atração das formigas, os elaiossomos (van der Pijl 1982). Tais estruturas, em geral ricas em lipídeos (Horvitz 1981), ao mesmo tempo que servem de alimento para as formigas e de matéria-prima para a produção de alguns tipos de feromônios, são usados por elas como apoio mecânico no transporte das sementes para os seus ninhos (Beattie 1985). Nos ninhos os elaiossomos são comidos e as

sementes, normalmente intactas, são depositadas nas lixeiras dos formigueiros. As vantagens obtidas pelas sementes dispersas pelas formigas são as mesmas para as plantas não-mirmecocóricas citadas acima.

A mirmecocoria é um importante método de dispersão, com mais de 20% das espécies de plantas utilizando-se dele, principalmente de duas guildas: (1) plantas herbáceas de florestas temperadas do hemisfério norte (Beattie & Culver 1981) e (2) vegetação esclerofítica de solos pobres em nutrientes da Austrália (Rice & Westoby 1981) e África (Milewski & Bond 1982). A principal diferença entre estas duas guildas é a maneira na qual as

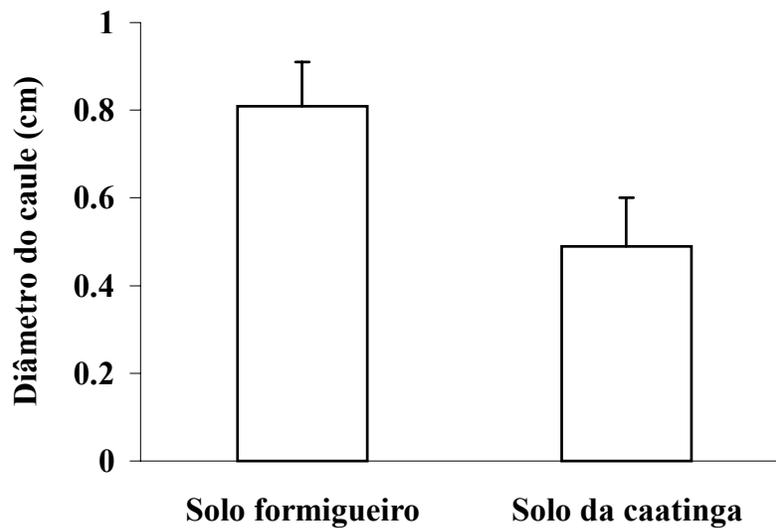


Figura 8. Diâmetro do caule (média + desvio-padrão) de plântulas de *Cnidoscolus quercifolius* crescidas em solos retirados de formigueiro e de pontos aleatórios da caatinga. A diferença entre as médias é significativa ($t = 2,57$, $gl = 5$, $p < 0,004$).

sementes estão arranjadas no solo antes da dispersão pelas formigas. No hemisfério norte as plantas normalmente possuem caules prostrados e as sementes são depositadas agrupadamente abaixo da planta-mãe (*e.g.*, Handel 1978). Por outro lado, as sementes da maioria das plantas da África e Austrália são dispersas primeiro balisticamente, resultando em uma distribuição mais espaçada (Berg 1975). Na Caatinga, como a maioria das plantas mirmecocóricas descritas pertencem à família Euphorbiaceae, onde a diplocoria é muito difundida (Webster 1994), o padrão assemelha-se àquele descrito para as espécies da África e Austrália. As sementes são dispersas primeiro balisticamente, através de uma capsula explosiva e, posteriormente, pelas formigas.

Os experimentos de remoção de sementes das espécies de Euphorbiaceae corroboram estudos prévios que mostram um efeito positivo da atividade das formigas sobre a biologia das sementes (*e.g.*, Kaspari 1993, 1996, Leal & Oliveira 1998, Pizo & Oliveira 1998). Atuando como dispersores secundários, as formigas podem modificar marcadamente a distribuição de sementes, afetando não somente o sucesso reprodutivo, como também a estrutura espacial das populações (Roberts & Heithaus 1986, Byrne & Levey 1993, Kaspari 1993, 1996).

No experimento em que foram oferecidas sementes com e sem elaiossomo, os resultados obtidos confirmam a hipótese de que os elaiossomos são as estruturas atrativas nesses tipos de diásporos. Para as sementes em que os elaiossomos foram previamente retirados, as taxas de remoção foram significativamente reduzidas em relação àquelas que possuíam essas estruturas.

Já através do segundo experimento de remoção foi confirmada a hipótese de que as sementes são levadas para os ninhos das formigas. Quinze espécies de formigas rapidamente foram atraídas para as estações de observação, removendo as

sementes por mais de 11 metros e depositando-as normalmente junto às lixeiras dos ninhos. Algumas espécies de *Solenopsis* retiraram o elaiossomo das sementes sem removerem-nas. Para plantas não-mirmecocóricas, a remoção da polpa do fruto ou do arilo das sementes aumenta as taxas de germinação por diminuir o ataque de fungos patogênicos (Oliveira *et al.* 1995, Leal & Oliveira 1998). Entretanto, esta hipótese ainda não havia sido testada para plantas mirmecocóricas.

Para testar tal predição, sementes com e sem elaiossomo foram colocadas para germinar em diferentes condições. Os resultados desses testes de germinação indicam, de fato, que sementes não manipuladas pelas formigas têm suas taxas de germinação reduzidas. Isso acontece porque os elaiossomos, que são ricos em lipídeos, também sofrem ataque de fungos patogênicos, reduzindo a viabilidade das sementes (D. C. A. Barbosa, comunicação pessoal). Além disso, com a remoção do elaiossomo a micrópila das sementes fica livre, permitindo a absorção de água necessária à germinação (D. C. A. Barbosa, comunicação pessoal). Esse padrão, como citado anteriormente, já foi verificado para plantas não mirmecocóricas (*e.g.*, Leal & Oliveira 1998), mas é a primeira vez que se constata para mirmecócoras verdadeiras.

Quanto aos testes de germinação de sementes em solos de formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga, os resultados aqui obtidos confirmam outros estudos (*e.g.*, Culver & Beattie 1983, Rissing 1986), os quais mostram que os formigueiros são sítios favoráveis à germinação de sementes. Essa é a principal vantagem da mirmecocoria uma vez que é a única característica proporcionada exclusivamente pelas formigas. Outros agentes dispersores, como aves e mamíferos, também diminuem a competição de sementes e plântulas embaixo da planta-mãe. Alguns roedores também enterram as sementes e estas escapam ao

fogo. No entanto, somente as formigas depositam as sementes em sítios favoráveis à germinação. Os solos dos formigueiros, além de mais ricos em matéria orgânica que solos adjacentes, também apresentam propriedades físicas que favorecem a germinação, como maior permeabilidade, aeração, profundidade e granulometria (Culver & Beattie 1983, Rissing 1986).

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que a relação entre formigas e plantas mirmecóricas não é tão frouxa como se pensava (ver revisão em Beattie 1985). O elaiossomo provavelmente evoluiu para atrair as formigas, servindo como recompensa pelo trabalho desses organismos como dispersores de sementes. Entretanto, se a não retirada desta estrutura implica em diminuição da taxa de germinação das sementes, elas devem ser retiradas na maioria das vezes, se não a mirmecocoria não teria evoluído. Este trabalho ainda será continuado, mas espero que estes dados já sirvam de base para outros estudos sobre interações entre formigas e diásporos e dêem mais luz a este campo tão amplo de estudos que são as interações entre formigas e plantas.

Agradecimentos

Ao Programa Xingó (CHESF/CNPq) pelo apoio logístico durante o trabalho de campo, aos colegas do Herbário Xingó, Adalberto Magalhães, Denise Moura, Linete Cordeiro, Paulo Belchior e Roselita Silva, pela ajuda no trabalho de campo e identificação das plantas utilizadas pelas formigas e ao CNPq pela bolsa de DCR (processo 300582/98-6).

Referências Bibliográficas

- BEATTIE, A. J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BEATTIE, A. J. & D. C. CULVER. 1981. The guild of myrmecochores in the herbaceous flora of West Virginia forests. *Ecology* 62: 107-115.
- BERG, R. Y. 1975. Myrmecochores plant in Australia and their dispersal by ants. *Australian Journal of Botany* 23: 475-508.
- BOND, W. & P. SLINGSBY. 1983. Seed dispersal by ants in Cape shrublands and its evolutionary implications. *South African Journal of Science* 79: 231-233.
- BOND, W. & P. SLINGSBY. 1984. Collapse of ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology* 65: 1031-1037.
- BYRNE, M. M. & D. J. LEVEY. 1993. Removal of seeds from frugivore defecations by ants in a Costa Rican forest. *Vegetatio* 107/108: 363-374.
- CULVER, D. C. & A. J. BEATTIE. 1983. The nest chemistry of two seed dispersing ant species. *Oecologia* 56: 99-103.
- HANDEL, S. N. 1978. The competitive relationship of three woodland sedges and its bearing on the evolution of ant-dispersal of *Carex pedunculata*. *Evolution* 32: 151-163.
- HANDEL, S. N. & A. J. BEATTIE. 1990. Seed dispersal by ants. *Scientific American* 263: 76-83.
- HÖLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- HORVITZ, C. C. 1981. Analysis of how ant behavior affect germination in a tropical myrmecochore *Calathea microcephala* (P. & E.) Koernicke (Maranthaceae): microsite selection and aril removal by neotropical ants,

- Odontomachus*, *Pachycondyla*, and *Solenopsis* (Formicidae). *Oecologia* 51: 47-52.
- HORVITZ, C. C. & A. J. BEATTIE 1980. Ant dispersal of *Calathea* (Maranthaceae) seeds by carnivorous ponerines (Formicidae) in a tropical rain forest. *American Journal of Botany* 67: 321-326.
- HOWE, H. F. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- KASPARI, M. 1993. Removal of seeds from neotropical frugivore droppings: ants responses to seed number. *Oecologia* 95: 81-88.
- KASPARY, M. 1996. Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105:397-404
- LEVEY, D. J. & M. M. BYRNE. 1993. Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators of rain forest plants. *Ecology* 74:1802-1812
- LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica* 30: 170-178.
- LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 2000. Foraging ecology of attine ants in a Neotropical savanna: seasonal use of fungal substrate in the cerrado vegetation of Brazil. *Insectes Sociaux* 47: 376-382.
- MILEWSKI, A. V. & W. J. BOND. 1982. Convergence of myrmecochory in mediterranean Australia and South Africa. Pp: 89-98 in: R. C. Buckley (ed.) *Ant-plant interactions in Australia*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- OLIVEIRA, P. S., M. GALETTI, F. PEDRONI & L. P. C. MORELLATO. 1995. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpiniaceae). *Biotropica* 27: 518-522.
- O'DOWD, D. J. & M. E. HAY. 1980. Mutualism between harvester ants and a desert ephemeral: seeds escape from rodents. *Ecology* 61: 531-540.

I. R. Leal

- PASSOS, L. & S. O. FERREIRA. 1996. Ant dispersal of *Croton priscus* (Euphorbiaceae) seeds in a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Biotropica* 28: 697-700.
- PIZO, M. A. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic forest of Southeast Brazil. *American Journal of Botany* 85: 669-674.
- RICE, B. & M. WESTOBY. 1981. Myrmecochory in sclerophyll vegetation of the West Head, N.S.W. *Australian Journal of Ecology* 6: 291-298.
- RISSING, S. W. 1986. Indirect effects of granivory by harvester ants: plant species composition and reproductive increase near ant nest. *Oecologia* 68: 231-234.
- ROBERTS, J. T. & E. R. HEITHAUS. 1986. Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a neotropical fig tree. *Ecology* 67: 1046-1051.
- VAN DER PIJL, L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- WEBSTER, G. L. 1994. Classifications of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3-32.
- WESTOBY, M., B. RICE, J. M. SHELLEY, D. HAIG & J. L. KOHEN. 1982. Plant's use of ants for dispersal at West Head, N.S.W. Pp: 75-87 in: R. C. Buckley (ed.) *Ant-plant interactions in Australia*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.