

Interação insetos-sementes: O mutualismo é possível



ISSN 0103-9865
Novembro, 2005

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 98

Interação insetos-sementes: o mutualismo é possível

César Augusto Domingues Teixeira
Og de Souza

Porto Velho, RO
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

BR 364 km 5,5, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, RO
Telefones: (69) 3222-0014/8489, 3225-9386, Fax: (69) 3222-0409
www.cpafro.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Flávio de França Souza*

Secretária: *Marly de Souza Medeiros*

Membros:

Abadio Hermes Vieira

André Rostand Ramalho

Luciana Gatto Brito

Michelliny de Matos Bentes Gama

Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira

Normalização: *Alexandre César Silva Marinho*

Editoração eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*

Revisão gramatical: *Wilma Inês de França Araújo*

1ª edição

1ª impressão (2005): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Rondônia

Teixeira, César Augusto Domingues

Interação insetos-sementes: o mutualismo é possível / César Augusto
Domingues Teixeira e Og de Souza. – Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005.
15 p. – (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865 ; 98).

1. Insetos- sementes- Interação. 2. Mutualismo. I. Souza, Og de. II.
Título. III. Série.

CDD 595.7

© Embrapa - 2005

Autores

César Augusto Domingues Teixeira

Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Rondônia, BR 364 km 5,5, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, RO,
cesar@cpafro.embrapa.br

Og de Souza

Eng. Agrôn., D.Sc., Universidade Federal de Viçosa – UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG.

Sumário

Introdução	7
Insetos e <i>Parkia multijuga</i>	7
Insetos e <i>Coffea canephora</i>	9
Insetos e <i>Gossypium thurberi</i> (baseado no trabalho de Karban e Lowenberg 1992).....	10
Propondo o mutualismo como explicação para a interação insetos-sementes	12
Referências bibliográficas.....	14

Interação insetos-sementes: o mutualismo é possível

**César Augusto Domingues Teixeira
Og de Souza**

Introdução

Os insetos estão diretamente envolvidos no esforço reprodutivo das plantas. Sua cooperação é reconhecida durante a fase inicial da reprodução quando, em última análise, transferem gametas masculinos de uma planta a outra – fenômeno conhecido por polinização (HOWE; WESTLEY, 1997; PRICE, 1997; BEGON et al., 1996). Neste trabalho, foram reunidas informações sobre insetos e sementes de *Parkia multijuga*, *Coffea canephora* e *Gossypium thurberi* (esta última estudada por KARBAN & LOWENBERG, 1992), para produzir um quadro comparativo da interação entre esses grupos de espécies. Argumenta-se que, no período reprodutivo das plantas, a cooperação entre estes organismos pode ir além da polinização. Propõe-se que os insetos podem ser elementos chave na estratégia reprodutiva das plantas, contribuindo decisivamente para o sucesso da germinação e estabelecimento de novas plântulas.

Insetos e *Parkia multijuga*

Parkia multijuga é uma Mimosoideae arbórea neotropical, nativa da Região Amazônica (LORENZI, 1992). Como é comum em florestas tropicais, o ambiente natural onde *P. multijuga* foi estudada é caracterizado por altas médias anuais de temperatura (WHITMORE, 1998). Os solos são argilosos e as chuvas são abundantes. A estação chuvosa é bem definida, ocorrendo entre os meses de outubro a junho, seguida por uma estação seca, de julho a setembro. A floração de *P. multijuga* ocorre de agosto a outubro e os frutos (vagens) amadurecem entre outubro e dezembro (LORENZI, 1992). A dispersão ocorre com as vagens maduras e é feita pela queda natural ou pela ação de primatas que usam a resina das vagens de *P. multijuga* como alimento (LORENZI 1992, ARÓSTEGUI & DÍAZ 1992).

As larvas de *Acanthoscelides hopkinsi* (Coleoptera, Bruchinae) penetram as vagens de *P. multijuga* ainda imaturas. Como em outros bruquíneos (JOHNSON, 1981), a fase juvenil de *A. hopkinsi* se desenvolve no interior das vagens em formação. No período em que as vagens/sementes atingem a maturação, o inseto, também, atinge a fase adulta. Neste período, os adultos do inseto passam a emergir das vagens/sementes perfurando o tegumento dos hospedeiros. Uma parte das sementes perfuradas para a saída dos adultos de *A. hopkinsi* tem o seu embrião preservado e, apresenta potencial de germinação.

A emergência dos adultos de *A. hopkinsi* pode ocorrer com as vagens ainda presas às árvores de origem ou após a sua dispersão, num período que abrange aproximadamente do início ao meio da estação chuvosa (outubro a janeiro). Portanto, uma porção das sementes chega ao piso da floresta já perfuradas, enquanto outras serão perfuradas somente após a dispersão. Uma vez dispersas no piso da floresta e perfuradas, o contato com a água pode disparar o processo de germinação. Por isso, sementes que chegam já perfuradas ao piso da floresta são

as mais prontamente aptas à germinação. Assim, aproximadamente, do início ao meio da estação chuvosa a germinação de *P. multijuga* pode ser beneficiada pela ação de insetos que colonizam as vagens ainda na pré-dispersão das sementes (Fig. 1).

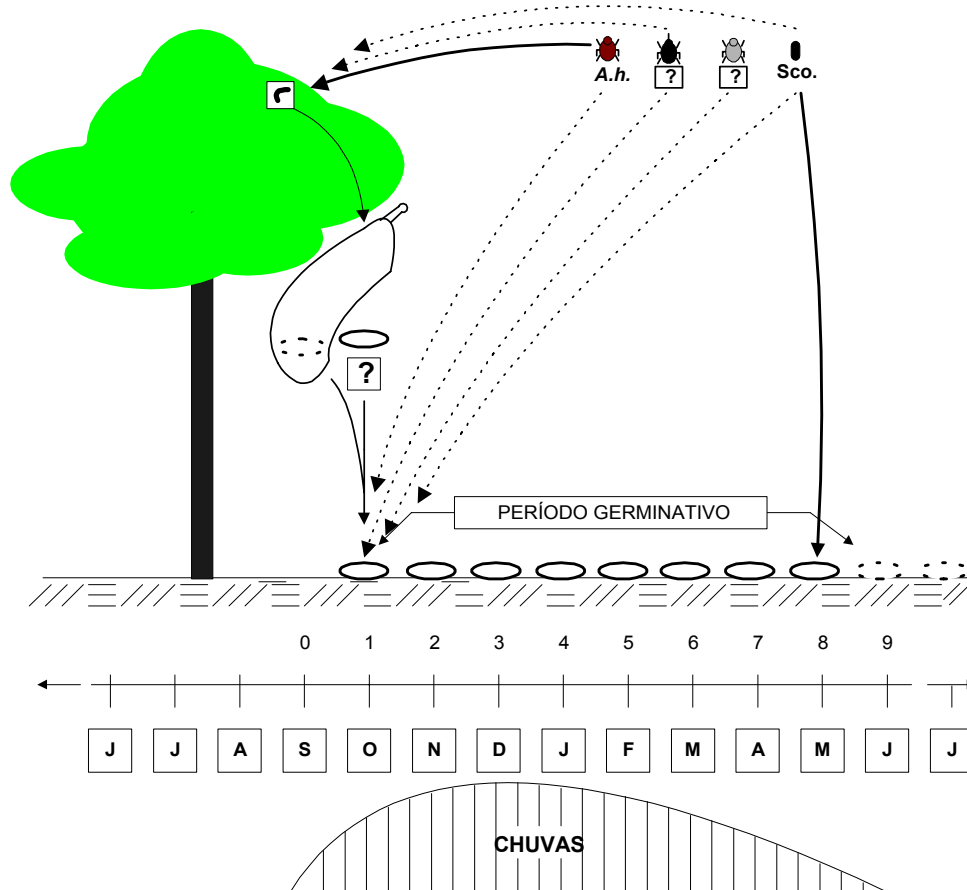


Fig. 1. Interação insetos-frutos/sementes de *Parkia multijuga* ao longo do tempo (em meses). A germinação de *P. multijuga* é possível no período de chuvas (~ 9 meses em Rondônia, Brasil). Espécimens de Ah (= *Acanthoscelides hopkinsi*) e de Sco. (= Escolitídeo, com espécie não determinada) foram coletadas brocando *P. multijuga* (ver texto). Linhas cheias indicam fatos já descritos. Linhas pontilhadas e sinais de interrogação indicam possibilidades a serem investigadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os benefícios dos insetos à germinação de *P. multijuga* não se restringem a espécies associadas à pré-dispersão das sementes, como é o caso de *A. hopkinsi*. Nossas avaliações indicam que o esforço reprodutivo dessa planta pode levar à produção de, aproximadamente, 1551 sementes viáveis/árvore a cada período de reprodução. A germinação de, aproximadamente, 11% delas pode resultar da ação de *A. hopkinsi*. Os outros 89% são sementes sadias e dormentes que não foram perfuradas por *A. hopkinsi*. Estas sementes são dispersas juntamente com aquelas perfuradas por *A. hopkinsi* e ficam expostas, no piso da floresta, até que algum fator capaz de quebrar a dormência tegumentar atue, ou percam seu poder germinativo. De fato, para todas as plântulas em que foi possível analisar o tegumento das sementes que lhes deram origem, verificamos perfurações características de insetos. Após a dispersão, portanto, insetos continuam escarificando as sementes expostas no piso da floresta e, até o fim da estação chuvosa, sua cooperação pode resultar em mais que as 11% de plântulas germinadas nos primeiros meses de chuva.

Insetos e *Coffea canephora*

Coffea canephora é uma planta arbustiva da família Rubiaceae. Ocorre naturalmente em grandes extensões de florestas equatoriais de baixa altitude, ao sul e ao norte do equador, no continente africano. Estas regiões são caracterizadas pelo clima quente e úmido, com precipitação anual variando entre 1500 e 1800 mm. Próximo ao equador, as chuvas são bem distribuídas em duas estações chuvosas, não havendo longos períodos secos; usualmente alguma chuva cai todos os meses. Movendo para o norte ou para o sul dessa zona, as chuvas diminuem e ocorre uma prolongada estação seca, seguida por uma prolongada estação chuvosa, geralmente interrompida por um pequeno período de seca durante as chuvas. Nestas regiões, o café floresce nos picos de chuva, portanto, ao longo de sua área de distribuição natural pode haver duas florações e, conseqüentemente, duas frutificações por ano (HAARER, 1962; LEPELLEY, 1968; FAZUOLLI, 1986). O período de formação dos frutos pode durar de 28 a 36 semanas, ou mais (SALAZAR-GUTIERREZ et al., 1993; RENA; MAESTRI, 1986). Assim, os frutos, que se iniciam num pico, chegam à maturação por volta do pico seguinte, o que implica em também duas maturações por ano. Próximo ao equador, os frutos podem se desenvolver sem restrições de água. Mas, ao se distanciar do equador, pode haver longos períodos de restrição de água atingindo a formação e, inclusive, a maturação dos frutos.

A dispersão do café é realizada de modo peculiar. Primeiro, a partir da nona semana de formação dos frutos, uma parte de suas sementes, precocemente, começa a tornar-se apta à germinação (RENA; MAESTRI, 1986). Esse tempo corresponde a, aproximadamente, 1/3 do tempo necessário para os frutos chegarem à maturação. Desde o início da formação, vários fatores são considerados responsáveis pelo aborto e, conseqüentemente, a queda dos frutos (RENA et al., 2001; CANNELL, 1985). Entretanto, como uma parte dos frutos caídos têm sementes aptas à germinação, a queda de frutos em formação é, também, um modo de dispersão precoce no café. Como a dispersão continua até a maturação dos frutos, o café pode dispersar as sementes por até mais de cinco meses (Fig. 2).

Os frutos do café são constituídos de duas sementes (RENA; MAESTRI, 1986). A broca-do-café começa a penetrar os frutos jovens, com menos de oito semanas após o início da fase de frutificação (SALAZAR-GUTIERREZ et al., 1993; RENA; MAESTRI, 1986). Nesse período, os frutos apresentam consistência aquosa e suas sementes apresentam o endosperma imaturo. Por isso, a broca não consegue se reproduzir. Novos broqueamentos nesse período são restritos à passagem das brocas de um fruto para outro, não havendo aumento populacional do inseto. Por volta da 17ª semana, o endosperma começa a perder água e endurecer, o que torna possível a construção das câmaras de postura nas sementes. A partir desse período, além de penetrar os frutos, as brocas passam a se reproduzir (SALAZAR-GUTIERREZ et al., 1993). Isso torna possível um aumento significativo de novos broqueamentos e da população do inseto.

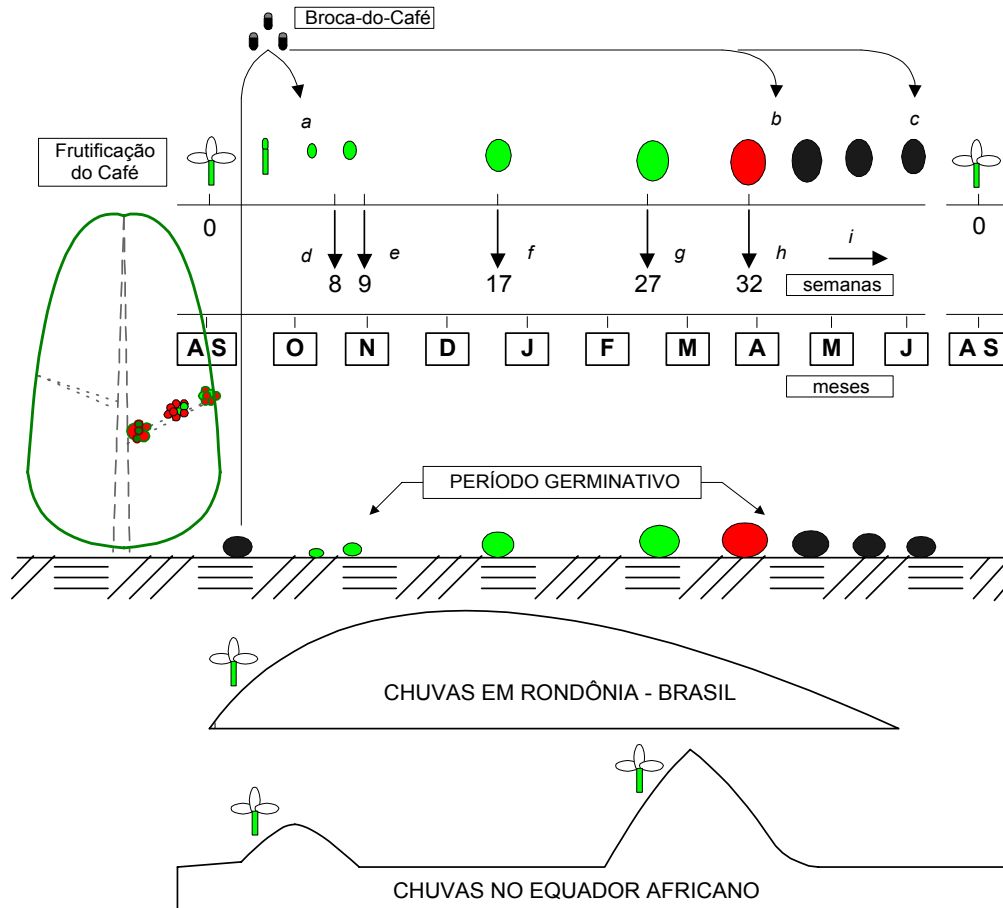


Fig. 2. Interação *Hypothenemus hampei*-frutos/sementes de *Coffea canephora* cv. conilon ao longo do tempo (meses/semanas). (a e d) início do broqueamento em frutos jovens; (a-b) período em que *H. hampei* broca frutos na planta e no solo; (b-c) período em que *H. hampei* broca frutos apenas no solo; (e) período em que as sementes dos frutos começam a apresentar poder germinativo; (f-g) período de perda de água e endurecimento do endosperma das sementes nos frutos; (h) maturação dos frutos e (i) senescência dos frutos. (Informações baseadas em RENA e MAESTRI, 1986; SALAZAR-GUTIERREZ et al., 1993; LEPELLEY, 1968 e nos resultados deste trabalho).

À medida que se processa a frutificação, cresce a proporção de frutos brocados por *H. hampei* presentes no solo. Geralmente, esses frutos, tanto verdes quanto maduros, têm apenas uma das sementes perfuradas (SOUZA; REIS, 1997), enquanto a segunda, intacta, está apta a germinar. Assim, a broca contribui para o desbaste das sementes do café. De fato, nossas avaliações mostraram que em frutos verdes e maduros brocados, preferencialmente, ocorre a formação de uma plântula/ fruto. Nos frutos sadios, verdes e maduros, ocorre a formação de duas plântulas/ fruto. Além disso, em frutos verdes brocados a germinação ocorre mais rapidamente que nos sadios. Já em frutos maduros, a germinação dos brocados ocorre mais lentamente que nos sadios. Portanto, adiantando a germinação nos frutos verdes e atrasando nos maduros, a broca permite que o café prolongue o seu período reprodutivo, ao longo da estação chuvosa.

Insetos e *Gossypium thurberi* (baseado no trabalho de Karban; Lowenberg 1992)

Gossypium thurberi (Malvaceae) é uma espécie de algodão selvagem de porte arbustivo e perene. É nativo do Deserto de Sonora, na América do Norte e está distribuído em áreas abertas com solos ricos e bem drenados. Como em outras regiões desérticas, não há

restrições de temperatura à germinação, porém, a água é escassa e, até mesmo, imprevisível. Dados de precipitação (coletados por 32 anos) mostram que na região de Florida Canyon, onde as sementes foram coletadas, anualmente chove não mais que 50 mm distribuídos por um período máximo de 4 meses. Ao chegar à maturação, os frutos se abrem liberando as sementes que apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento a água e gases. Entretanto, uma parte das sementes produzidas não apresenta dormência.

As sementes de *G. thurberi* são usadas como alimento por *Sphyrocoris punctellus* Stal (Hemiptera, Scutelleridae) e *Anthonmus grandis thurberiae* Pierce (Coleoptera, Curculionidae). O percevejo penetra as sementes com seu rostró para sugar alimento, mas seus danos não foram quantificados. O besouro consome partes das sementes, incluindo o tegumento podendo, até mesmo, destruí-las completamente. Entretanto, as avaliações de campo mostraram que em frutos de *G. thurberi* contendo besouros, 53% das sementes não são usadas como alimento pelo coleóptero, 26% são escarificadas e, apenas 21% são realmente destruídas (Fig. 3).

Sementes escarificadas estão aptas a germinar tão logo ocorram chuvas, o que pode tornar vital a cooperação dos insetos para a germinação e o estabelecimento das plantas de *G. thurberi*. O acompanhamento da germinação de sementes ao longo de 16 semanas mostrou que sementes usadas como alimento, por ambas as espécies de insetos germinam mais rapidamente que as não atacadas. Mais ainda, testes de germinação indicaram que sementes sugadas pelo percevejo ou escarificadas pelo besouro apresentam quase duas vezes mais chances de germinar que as não atacadas. Se apenas o besouro atuasse, a contribuição dos insetos para a germinação de *G. thurberi* poderia ser aproximadamente igual àquela conseguida de sementes não atacadas. Entretanto, no que é mais provável, caso tanto o besouro, quanto o percevejo atuem, insetos podem contribuir com, aproximadamente, 1,5 vezes mais plântulas que as possíveis de serem germinadas de sementes não atacadas.

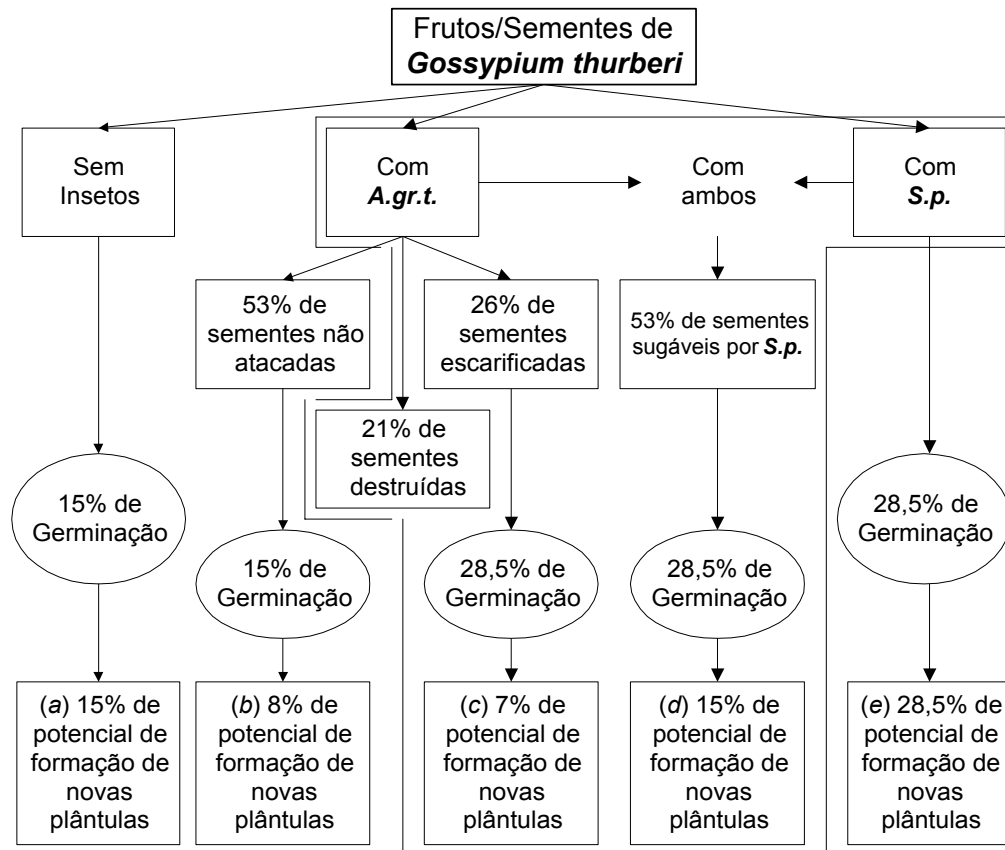


Fig. 3. Interação insetos-frutos/sementes de *Gossypium thurberi*. A.gr.t (= *Anthonomus grandis* var. *thurberi*), S.p. (= *Sphirocoris punctella*). Informações em caixas pontilhadas se referem ao potencial germinativo das sementes de *G. thurberi* quando ambos os insetos atuam sobre as sementes. Letras entre parênteses nas caixas indicam o potencial germinativo de *G. thurberi*: (a) sem a atuação de insetos; (b+c) com a atuação apenas de *A. grandis* var. *thurberi*; (c+d) com a atuação de *A. grandis* var. *thurberi* e *S. punctella*; (e) com a atuação apenas de *S. punctella*. (Dados foram livremente adaptados dos resultados obtidos por Karban; Lowenberg, 1992).

Propondo o mutualismo como explicação para a interação insetos-sementes

O processo reprodutivo das plantas é intervalado por períodos de desenvolvimento vegetativo, incluindo o crescimento e a formação de órgãos. O clima é um dos principais fatores envolvidos na definição do intervalo entre eventos reprodutivos das plantas (FENNER, 1985; LARCHER, 1994). Água e temperatura afetam os eventos relativos à reprodução das plantas e são considerados os principais determinantes da cobertura vegetal da terra (ver LARCHER, 1994; GRACE, 1997). As variações sazonais do clima determinam os períodos em que a água e a temperatura favorecem as atividades fisiológicas das plantas. Assim, o clima pode influenciar diretamente a floração, frutificação, germinação e, mesmo, a formação de novas plântulas (HOWE; WESTLEY, 1997; LARCHER, 1994).

As plantas avaliadas neste trabalho são naturais de ambientes consideravelmente diferenciados. Esses ambientes têm em comum um longo período de temperaturas favoráveis à germinação e estabelecimento das plântulas. É assim, nas áreas equatoriais, tropicais e, também, nas desérticas. Há, no entanto, grandes variações no que se refere à disponibilidade de água. *P. multijuga* é nativa de uma região tropical com estação chuvosa abundante (por volta de 2000 mm) e bem definida, seguida de um período seco. *C. canephora* é natural de uma ampla região equatorial com chuvas abundantes (1500 a 1800 mm) e distribuídas em

dois picos (LePELLEY, 1968). Próximo ao equador, no período entre os picos, as chuvas diminuem mas não chega haver déficit hídrico. À medida que se afasta do equador pode haver déficit entre os picos e, também, pequenos períodos de seca durante os picos de chuva. *G. thurberi* é nativo de uma região desértica, com não mais de 50 mm de chuvas anuais distribuídas de modo irregular e limitadas a um período máximo de 4 meses (KARBAN; LOWENBERG, 1992).

Naturais de regiões com apenas uma estação chuvosa por ano, *P. multijuga* e *G. thurberi* apresentam, no máximo, um único ciclo de reprodução anual e suas sementes germinam somente após atingirem a maturação. Em ambientes de estação chuvosa longa e abundante, como ocorre no caso de *P. multijuga*, a germinação no início do período chuvoso é importante para garantir a ocupação do espaço físico, conferindo vantagem competitiva às primeiras plântulas, em relação às que germinam posteriormente (TILMAN; PACALA, 1993). Germinações posteriores, nesses ambientes, também são possíveis devido ao longo período de disponibilidade de água. Entretanto, quanto mais próximo do novo período de seca, mais difícil será o estabelecimento das plântulas. Em *P. multijuga*, o bruquíneo *A. hopkinsi* se mostrou o mais importante agente de cooperação para que a planta ocupe rapidamente os espaços disponíveis no início das chuvas. Esse besouro coloniza as sementes ainda em desenvolvimento nas árvores e suas perfurações liberam a germinação de *P. multijuga*, justamente, no período inicial das chuvas. Outros insetos, como os escolítídeos, que perfuram as sementes já dispersas na floresta, devem ser tanto mais importantes quanto mais cedo, na estação chuvosa, realizarem as perfurações que liberam a germinação.

No caso de *G. thurberi*, tanto o curculionídeo *A. grandis thurberiae*, quanto o percevejo *S. punctellus* atuam antes da liberação das sementes. O efeito desses insetos é semelhante ao de *A. hopkinsi* para *P. multijuga*. Entretanto, *G. thurberi* é nativa de um ambiente de poucas chuvas, com distribuição irregular e limitada. Mais ainda, os solos dessa região são bem drenados, não permitindo o armazenamento da água. Portanto, no ambiente desértico, onde *G. thurberi* é nativa, as sementes precisam estar prontas para germinar com a ocorrência das primeiras chuvas, uma vez que outras podem não ocorrer. Nessas condições, provavelmente mais que nos trópicos com chuvas sazonais abundantes, a escarificação por insetos deve ser primordial para garantir a ocupação do espaço físico. De fato, o acompanhamento da germinação de *G. thurberi* por, aproximadamente, quatro meses, mostrou que sementes escarificadas por insetos germinam mais e mais rapidamente que as sadias (KARBAN; LOWENBERG, 1992).

Coffea canephora, por sua vez, está distribuída naturalmente em uma vasta área equatorial. Próximo ao equador, não há limitações de disponibilidade de água ao longo de todo o esforço reprodutivo. Porém, em áreas mais distantes do equador, há regiões com períodos de déficit hídrico. Este é um cenário diferente tanto dos trópicos brasileiros, quanto da região desértica, onde, respectivamente, *P. multijuga* e *G. thurberi* se desenvolvem. A ocorrência de dois picos anuais de chuva permite que o café apresente dois ciclos reprodutivos no ano em sua região de origem. Havendo disponibilidade de água e temperaturas favoráveis durante o período de formação dos frutos, ao contrário de *P. multijuga* e *G. thurberi*, o café pode dispersar sementes aptas à germinação, mesmo com os frutos ainda imaturos. *H. hampei* penetra os frutos desde as primeiras semanas da frutificação, desbasta uma das sementes, acelera a germinação nos frutos verdes e atrasa nos maduros. Portanto, *H. hampei* coopera com o café durante, aproximadamente, todo o período de dispersão das sementes. Assim, havendo disponibilidade de água, o café pode "liberar seus filhotes" aos poucos, otimizando seu esforço reprodutivo.

Propõe-se, então, que a interação insetos-sementes está inserida no uso da água para a reprodução das plantas. Os resultados dessa interação são dependentes de como, quando e em que quantidade as sementes têm acesso a água. Dependendo da disponibilização da água, os insetos podem cooperar no esforço reprodutivo das plantas: (i) escarificando parte das

sementes produzidas no início da estação chuvosa; (ii) liberando sementes, periodicamente, para a germinação ao longo da estação chuvosa; (iii) promovendo o desbaste de sementes. Diretamente, portanto, os insetos podem liberar as sementes para germinação no período favorável ao estabelecimento das plântulas. Indiretamente, podem contribuir para a redução da competição intrafamiliar das plântulas no tempo e no espaço. Assim, os insetos permitem que as plantas otimizem o uso da água na germinação e estabelecimento de novas plântulas, enquanto as plantas, através de suas sementes, conferem abrigo e alimento aos insetos .

As condições climáticas do ambiente, onde convivem as diferentes espécies de insetos e plantas, afetam profundamente a interação entre esses organismos (STRONG et al., 1984). Interações mutualísticas são consideradas difíceis de se reconhecer, mas mutualistas são importantes no suprimento de alimento, proteção e no movimento de material reprodutivo entre áreas apropriadas. Seus efeitos se dão na nutrição, sobrevivência e colonização, todos afetando a taxa de crescimento das populações envolvidas (PRICE, 1997). Por exemplo, no fenômeno clássico de mutualismo entre insetos e plantas – a polinização – um vasto grupo de insetos possibilita a transferência dos gametas masculinos entre as plantas que, em troca, oferecem alimento na forma de néctar e pólen (HOWE; WESTLEY, 1997; PRICE, 1997; BEGON et al., 1996). De modo análogo, nós argumentamos que insetos granívoros permitem que as plantas otimizem o uso da água na germinação e estabelecimento de novas plântulas, enquanto as plantas, através de suas sementes, conferem abrigo e alimento aos insetos.

Finalmente, é preciso lembrar que as interações positivas apenas começam a ser entendidas como forças importantes que atuam nas comunidades. Incorporá-las ao nosso entendimento dos sistemas naturais pode resolver muitos problemas conceituais de longa existência na ecologia (KAREIVA; BERTNESS, 1997). Mesmo para as espécies avaliadas neste trabalho, muitas perguntas precisam, ainda, ser respondidas. Por exemplo, apenas espécies com dormência de sementes (casos de *P. multijuga* e *G. thurberi*) ou com algum tipo de atraso na germinação (caso do café) poderiam se beneficiar da ação dos insetos? É preciso avaliar a amplitude de espécies que se beneficiam desse tipo de mutualismo. Seria esse tipo de interação tão ampla quanto a polinização? Haveria outras implicações para as plantas e para os insetos? Quais seriam essas implicações?

Referências

- ARÓSTEGUI, A.; DÍAZ, M. **Propagacion de especies florestales nativas promisorias en Jenaro Herrera**. Iquitos: IIAP, 1992. 119 p.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: Individual, populations, communities. 3. ed. New York: Blackwell, 1996. 945 p.
- CANNELL, M.G.R. Physiology of the coffee crop. p. 108-134. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K.C. (Ed.). **Coffee**: Botany, biochemistry and production of beans and beverage. London: Croom Helm, 1985. 457 p.
- FAZUOLLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro** – fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87-113.
- FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985. 151 p.
- GRACE, J. Plant water relations. In: CRAWLEY, M.J. (Ed.). **Plant ecology**. 2. ed. Oxford: Blackwell, 1997. p. 28-50

- HAARER, A.E. **Modern coffee production**. 2. ed. London: Leonard Hill, 1962. 495 p.
- HOWE, H.F.; WESTLEY, L.C. Ecology of pollination and seed dispersal. In: CRAWLEY, M.J. (Ed.). **Plant ecology**. 2. ed. Oxford: Blackwell, 1997. p. 262-283.
- JOHNSON, C.D. Interactions between bruchid (Coleoptera) feeding guilds and behavioral patterns of pods of the leguminosae. **Environ. Entomol**, v. 10, 249-253, 1981.
- KARBAN, R.; LOWENBERG, G. Feeding by seed bugs and weevils enhances germination of wild *Gossypium* species. **Oecologia**, v. 92, p. 196-200, 1992.
- KAREIVA, P.M.; BERTNESS, M.D. Re-examining the role of positive interactions in communities. **Ecology**, v. 78, p. 1945-1956, 1997.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 1994. 531 p.
- LEPELLEY, R.H. **Pests of coffee**. London: Longmans, 1968. 590 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- PRICE, P.W. **Insect Ecology**. 3. ed. New York: John Willey & Sons, 1997. 874 p.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro – fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-86
- RENA, A.B.; BARROS, R.S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 101-118.
- SALAZAR-GUTIERREZ, M.R.; ARCILA-PULGARÍN, J.; RIAÑO-HERRERA, N.M.; BUSTILO-PARDEY, A.E. **Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relacion con la broca**. Chinchiná: 1993. 4 p. (Cenicafé Avances Tecnicos, 194).
- SOUZA, J.C. de; REIS, P.R. **Broca-do-café – histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle**. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 40 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 50).
- STRONG, D.R.; LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, R. **Insects on plants – community, patterns and mechanisms**. Cambridge: Harvard University Press, 1984. 313 p.
- TILMAN, D.; PACALA, S. The maintenance of species richness in plant communities. In: RICKLEFS, R.E.; SCHLUTER, D. (Ed.). **Species diversity in ecological communities**. Chicago: Chicago University Press, 1993. p. 13-25.
- WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forests**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1998. 282 p.

Embrapa

Rondônia

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

