

Florivoria em *Senna macranthera* var. *pudibunda* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae)

Florivory in *Senna macranthera* var. *pudibunda* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae)

Vinícius M Cotarelli^{1*} e Natan M Almeida²

1. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, BR 407, Km 12, lote 543, Projeto de Irrigação Nilo Coelho - S/N C1, Petrolina, PE, Brasil, 56300-000; 2. Bolsista de Pós Doutorado em Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

*Autor correspondente: vinus_bio@yahoo.com.br

Resumo A florivoria é definida como qualquer tipo de dano nos botões florais ou flores. Este dano pode ser causado pelo consumo de peças florais estéreis ou reprodutivas, pela perfuração dessas estruturas para a oviposição ou abrigo, ou até mesmo pela sucção de elementos nutricionais. Esta interação pode levar a consequências negativas diretas e indiretas no sucesso reprodutivo das espécies vegetais. Objetivou-se avaliar as taxas de florivoria na espécie *Senna macranthera* var. *pudibunda*. Foram observados 3.156 botões e 88 flores de *Senna macranthera* var. *pudibunda*. Botões e flores que apresentaram danos nas estruturas estéreis (pétalas e sépalas) ou reprodutivas (estames e pistilos), ou presença de cochonilha foram considerados danificados. Observou-se a presença de coleópteros (besouros) e hemípteros (cochonilhas) nas flores desta espécie, os quais danificavam estruturas estéreis (pétalas) e reprodutivas (estames e pistilos). Para os botões o maior número foi de botões sem sinais de florivoria. A proporção de flores danificadas foi superior de forma significativa quando comparada a de botões danificados na população. Não houve diferenças nas proporções de botões e flores danificadas nos indivíduos com número diferenciado de botões e flores (“display”). Da mesma forma, estas proporções não se alteraram em indivíduos isolados ou agrupados. O maior número de flores predadas em relação ao número de botões com sinais de florivoria demonstra preferência dos herbívoros pelas mesmas. Contudo, o maior número de botões existentes na população em relação ao número de flores pode estar atuando como “display”, diminuindo assim as taxas de predação nos botões florais.

Abstract Florivory is defined as any structural damage in flowers and flower buds. The damage can be caused by predation of sterile or reproductive flower parts, by cutting those structures to oviposition or shelter, or suction of nutritional elements. This interaction can lead to negative consequences directly or indirectly in reproductive success of plant species. The aim of the work was evaluate the florivory rates in *Senna macranthera* var. *pudibunda*. Were sampled 3.156 buds and 88 flowers in *Senna macranthera* var. *pudibunda*. Buds and flowers that presented damage in sterile (petals and sepals) or reproductive structure (stamens and pistils), or presence of cochineal were considerate predated. The number of buds and flowers predated and not predated were compared (individual and population), buds and flowers predated (population) and buds and flowers not predated (population) by Chi square test. *Senna macranthera* var. *pudibunda* showed higher number of predated flowers. Coleoptera (beetles) and hemiptera (cochineal) were recorded on the flowers of this specie, which preyed the sterile structure (petals) and reproductive (stamens and pistils). The major number of flower buds observed didn't presented predation signs. The proportion of predated flowers was significantly higher than flower buds in the population. There was no difference on the proportion of flower and flower buds predated in individuals with different number of flowers and flower buds, in the same way, these proportions did not differ in isolated or grouped individuals. The higher number of predated flowers to predated flower buds evidences the herbivores preference to flowers. However, the higher number of flower buds sampled in the population in compared to flowers can be acting like “display”, decreasing the predation rates in flower buds.

Palavras-chaves: Herbivoria, besouros, cochonilhas, display floral.

Keywords: Herbivory, beetles, cochineal, floral display.

Introdução

A herbivoria floral (florivoria) é definida como qualquer tipo de dano nos botões florais ou flores (Mccallac e Irwin 2006). Este dano pode ser causado pelo consumo de peças florais estéreis (pétalas e sépalas) ou reprodutivas (estames e pistilos), pela perfuração dessas estruturas para a oviposição ou abrigo, ou até mesmo pela sucção de elementos nutricionais como a seiva (Crawley 1983, Marquis e Braker 1994).

A diminuição do número de visitas às flores por parte dos polinizadores e menor formação de frutos e sementes, estão entre as principais consequências da florivoria para as espécies vegetais (Leavitt e Robertson 2006, Nascimento e Dell-Claro 2007, Ruhren 2003, Cotarelli e Vieira 2009). Neste sentido, esta interação pode levar a consequências negativas diretas e indiretas no sucesso reprodutivo das plantas (Malo *et al.* 2001).

Na subtribo Cassiinae, onde estão abrigadas as espécies dos gêneros *Cassia*, *Chamaecrista* e *Senna*, é comum a ocorrência de herbívoros em partes vegetativas (Simão 2005) e reprodutivas (Nascimento e Dell-Claro 2007, Cotarelli e Vieira 2009). Contudo, o maior número de estudos relata a herbivoria pré-dispersão de sementes e frutos, tendo os coleópteros como os mais frequentes nesta interação (Ribeiro-Costa e Costa *et al.* 2002, Linzmeier *et al.* 2004, Sari *et al.* 2005). Além dos coleópteros, outros grupos de animais como lagartas de lepidópteros, abelhas do gênero *Trigona* e ortópteros (grilos e gafanhotos) apresentam-se como herbívoros em espécies da subtribo Cassiinae, consumindo estruturas vegetativas e reprodutivas (Silva *et al.* 2003, Linzmeier *et al.* 2004, Sari *et al.* 2005, Cotarelli e Vieira 2009).

Estratégias anti-herbivoria são utilizadas por plantas, tais como presença de nectários extraflorais, atraindo formigas que forrageiam todas as partes da planta, protegendo-a da ação de herbívoros (Lapola *et al.* 2004, Nascimento e Dell-Claro 2007, Bixenmann *et al.* 2011); produção de compostos químicos, como taninos, tornando-a impalatável (Mello e Silva-Filho 2002, Almeida 2005); e aumento do número de botões florais e flores (“display”), saciando os herbívoros mais eficientemente, evitando assim que causem danos a um número maior de estruturas reprodutivas (Coley e Kursar 1996). Por outro lado, estudos mostram que a ocorrência de agrupamentos de plantas pode alterar as taxas de herbivoria das estruturas vegetais, elevando-as pela facilitação da visualização para os herbívoros (Landau *et al.* 1998, Cornelissen e Fernandes 2003).

Este estudo teve como objetivo avaliar as taxas de florivoria em *Senna macranthera* var. *pudibunda* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, norteando-se pelas seguintes perguntas e respectivas hipóteses: I) Diferenças nos números de botões e flores em indivíduos conferem diferenças nas taxas de florivoria? H1) Indivíduos com maior display (flores e botões) tendem a atrair maior número de florívoros, elevando as taxas de florivoria. II) Indivíduos agrupados diferenciam-se quanto às taxas de florivoria em botões e flores de indivíduos isolados? H2) As taxas de florivoria são maiores em indivíduos

agrupados quando comparados a indivíduos isolados, pela elevação do display. III) Existe preferência na florivoria de botões ou flores por parte dos florívoros? H3) A florivoria em botões é maior, quando comparada aos danos em flores, uma vez que botões apresentam maior tempo de exposição aos florívoros.

Métodos

Local do estudo

O estudo foi realizado em maio de 2014, em uma área de 350 ha de Caatinga do Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), município de Petrolina, PE, nordeste do Brasil (09°19'36"S 40°32'51.2"W). A Caatinga é um ecossistema exclusivamente brasileiro classificado como savana estépica arborizada (Teixeira 2001). O clima da região é tropical semiárido, BswH' segundo Köppen (Nascimento *et al.* 2003), com temperatura e precipitação médias de 26,3°C e 431 mm, respectivamente. A estação seca ocorre de maio a outubro e a chuvosa de novembro a abril (CPRM 2005).

Espécie estudada

Senna macranthera var. *pudibunda* é uma espécie arbórea pertencente a subtribo Cassiinae (Figura 1 A), que tem como característica a presença da enantioestilia (Almeida 2012). As flores apresentam antese diurna e se enquadram em um tipo especial de flores denominado flores de pólen (Vogel 1978). Essas flores oferecem apenas pólen como recurso e dependem exclusivamente de abelhas capazes de vibrar suas anteras para liberar os grãos (Buchman 1983, Almeida 2012). O néctar é ofertado em nectários extraflorais, que se encontram posicionados entre o primeiro par de folíolos (Queiroz 2009).

Avaliação da florivoria

Foram observados 3.156 botões de 21 indivíduos e 88 flores de 11 indivíduos da espécie *Senna macranthera* var. *pudibunda* por quatro dias não consecutivos. Todos os indivíduos encontrados em um raio de dois quilômetros (2 Km), tendo como ponto inicial o primeiro indivíduo encontrado, foram selecionados. Botões e flores que apresentaram danos nas estruturas estéreis (pétalas e sépalas) ou reprodutivas (estames e pistilos), ou presença de cochonilha foram considerados predados. As flores foram avaliadas apenas no seu período de antese, que coincide com o primeiro dia de abertura. Anteriormente, as mesmas foram ensacadas com sacos de “voil”, a fim de evitar a ação dos florívoros.

Efeito do “display” e agrupamento nas proporções de florivoria

Para avaliar o efeito de uma maior produção de botões e flores (display) por indivíduos nas proporções de florivoria, foram classificados indivíduos com baixa produção de botões e flores (<7%

da produção total de botões e flores da população) e alta produção de botões e flores ($\geq 7\%$ da produção total de botões e flores da população), e posteriormente foram comparadas as proporções de botões e flores danificadas entre os mesmos.

Na avaliação do efeito do agrupamento nas proporções de florivoria, foram considerados agrupados indivíduos que apresentavam distância máxima de cinco metros entre os mesmos. Posteriormente, foram comparadas as proporções de botões e flores danificadas entre indivíduos agrupados e isolados.

Visitantes florais

Foram realizadas observações diretas em plantas focais, durante visitas ao campo por três dias consecutivos. A frequência dos visitantes para flores com e sem cochonilha foi analisada em um período de doze horas de observações, das 5h às 17h, por três dias consecutivos. Essa espécie apresenta apenas visitantes diurnos (Almeida 2012), sendo desnecessárias observações no período noturno.

Análises estatísticas

Foi comparado o número de botões e flores danificadas e não danificadas (indivíduos isolados e agrupados e população), botões e flores danificadas (população), botões e flores não danificadas pela ação dos florívoros (população), através do teste Chi quadrado, com o auxílio da ferramenta estatística BioEstat 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

Resultados

Botões florais e flores de *Senna macranthera* var. *pudibunda* apresentaram danos causados por coleópteros (besouros), que predaram estruturas estéreis (pétalas) e reprodutivas (estames e pistilos; Figura 1B e C). Além desse grupo, também foram observados hemípteros (cochonilhas) localizando-se principalmente no centro das flores, na região dos estames e gineceu.

Botões florais de *Senna macranthera* var. *pudibunda*, apresentaram maior número de botões sem sinais de florivoria, que com danos ($\chi^2=13.186$; $Gl=1$; $p=0.0003$; Tabela 1). O contrário

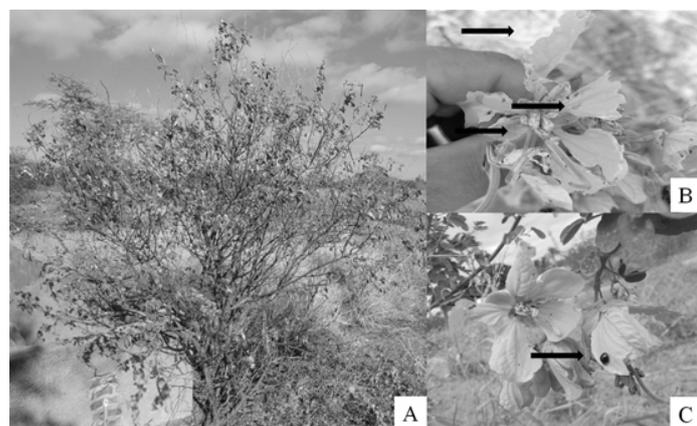


Figura 1 Indivíduo A) e flores com sinais de herbivoria B e C) de *Senna macranthera* var. *pudibunda*.

Tabela 1 Número de botões e flores danificados e não danificados e taxa de danos por indivíduo e total na população amostrada. BD=Botões danificados; BND=Botões não danificados; FD=Flores danificadas; FND=Flores não danificadas; TD=Total danificados.

BD	BND	Taxas de Danos					
		Botões	FD	FND	Flores	TD	Total
170	35	0.83	*	*	*	205	0.83
21	24	0.47	1	0	1	46	0.48
65	71	0.48	7	0	1	143	0.50
29	112	0.21	7	7	0.5	155	0.23
56	109	0.34	3	1	0.75	169	0.35
108	84	0.56	11	2	0.85	205	0.58
69	35	0.66	10	3	0.77	117	0.68
138	148	0.48	*	*	*	286	0.48
19	12	0.61	*	*	*	31	0.61
29	16	0.64	*	*	*	45	0.64
173	134	0.56	*	*	*	307	0.56
6	4	0.6	*	*	*	10	0.60
24	31	0.44	*	*	*	55	0.44
100	164	0.38	*	*	*	264	0.38
58	166	0.26	5	4	0.56	233	0.27
57	113	0.34	7	0	1	177	0.36
7	0	1	*	*	*	7	1.00
28	67	0.29	0	2	*	97	0.29
126	126	0.5	6	5	0.55	263	0.50
155	150	0.51	7	0	1	312	0.52
38	79	0.32	*	*	1	117	0.32
1476	1680	0.47	64	24	0.73	3244	0.47

ocorreu para flores, sendo o número de flores danificadas superior significativamente ao de flores não danificadas ($\chi^2=18.182$; $Gl=1$; $p<0.0001$; Tabela 1). A proporção de flores danificadas foi superior a de botões danificados ($\chi^2=5.613$; $Gl=1$; $p=0.0178$).

Não houve diferenças nas proporções de botões e flores danificadas nos indivíduos com número diferenciado de botões e flores (“display”; $\chi^2=0.574$; $Gl=1$; $p=0.4488$). Da mesma forma, estas proporções não se alteraram em indivíduos isolados ou agrupados ($\chi^2=1.593$; $Gl=1$; $p=0.2068$).

Na avaliação individual, quatro indivíduos apresentaram número significativamente maior de botões danificados; sete de botões não danificados e dez números semelhantes de botões danificados e não danificados. Na análise do número de flores por indivíduo, cinco apresentaram número semelhante de flores danificadas e não danificadas; cinco com maior número de flores danificadas e apenas um apresentou número significativamente superior de flores sem sinais de florivoria.

Flores sem cochonilha foram visitadas no período entre 5h e 17h aproximadamente, por abelhas das espécies *Centris* sp., *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis*, *X. (Neoxylocopa) grisescens*, *X. (Neoxylocopa) sp.*, enquanto flores com cochonilha não receberam visitas. As abelhas evitaram flores com cochonilha, de tal modo que alguns indivíduos pousavam nas flores, mas rapidamente saíam da mesma sem exercer os movimentos vibratórios necessários para a liberação do pólen pelas anteras desta espécie.

Discussão

Mesmo com a oferta de néctar pelos nectários extraflorais em *Senna macranthera* var. *pudibunda*, não foram observadas formigas forrageando o recurso ofertado. Este fato pode contribuir com a ocorrência dos florívoros nesta espécie, uma vez que a presença de formigas, normalmente, está relacionada à proteção dos mesmos contra a herbivoria e/ou florivoria (Lapola *et al.* 2004, Nascimento e Dell-Claro 2007, Bixenmann *et al.* 2011). Em estudo com a espécie *Senna multijuga* (Wolowski e Freitas 2010), foram observadas formigas em suas inflorescências. Contudo, esta relação não parecia ser benéfica a planta, uma vez que as formigas atuaram como florívoros danificando estruturas das flores.

A interação de coleópteros e espécies da subtribo Cassiinae é relatada em alguns estudos envolvendo predação, herbivoria e florivoria (Madeira e Fernandes 1999, Madeira *et al.* 1998, Ruhren 2003, Simão 2005, Nascimento e Dell-Claro 2007, Cotarelli e Vieira 2009). Contudo, a maior parte destes estudos trata da predação de frutos e sementes, que afeta a reprodução da planta de forma direta (Ribeiro-Costa e Costa *et al.* 2002, Linzmeier *et al.* 2004, Sari *et al.* 2005). A observação de danos nas estruturas florais ou até mesmo botões, pode afetar a reprodução de forma direta, reduzindo o número de frutos formados por danos nas flores, ou indireta, levando a um menor número de visitas dos polinizadores que evitam visitar flores predadas (Mothershead e Marquis 2000, Leavitt e Robertson 2006). Neste estudo, acredita-se que os danos observados nas flores e botões podem afetar de forma indireta e direta a reprodução de *Senna macranthera* var. *pudibunda*, pelas observações de abelhas que evitavam visitar flores “ocupadas” por besouros e cochonilhas, e pelo alto grau de florivoria encontrado em algumas flores e botões.

A florivoria em espécies da subtribo Cassiinae, pode ser ainda mais prejudicial aos seus sucessos reprodutivos, uma vez que estas espécies apresentam um mecanismo reprodutivo bastante complexo, a enantiostilia monomórfica (de Almeida *et al.* 2013). Este polimorfismo floral caracteriza-se pela presença de dois morfos recíprocos (direito e esquerdo) em um mesmo indivíduo, os quais apresentam uma dinâmica de polinização que possibilita apenas o cruzamento intermorfos, ou seja, flores direitas só polinizam e são polinizadas por flores esquerdas e flores esquerdas só polinizam e são polinizadas por flores direitas (Barrett 2002). Sendo assim, danos que impossibilitem as visitas dos polinizadores em qualquer um dos morfos florais, inviabiliza a produção de frutos no outro, levando assim uma drástica redução na produção de frutos na população. Além disso, *Senna macranthera* var. *pudibunda* é autoincompatível e não forma frutos espontaneamente (Almeida dados não publicados), o que eleva ainda mais o risco de redução do sucesso reprodutivo da espécie em decorrência da florivoria.

A ocorrência de cochonilhas em flores de espécies de plantas em seu ambiente natural não é algo recorrente, devido a ocorrência de predadores naturais desses hemípteros (Gravena

2003). Contudo, em espécies cultivadas esta interação negativa é bem conhecida (Hickel 1998, 2004, Botton *et al.* 2003, Afonso *et al.* 2004). Esses insetos, além do dano direto causado pela sucção de seiva ao se alimentar, podem causar fitotoxicidade nos vegetais, devido a injeção de substâncias da saliva nas estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas (Soria e Dal Conte 2000). Em alguns casos, a seiva sugada pela cochonilha, pode ocasionar o aparecimento de fungos, elevando ainda mais os danos às flores e frutos (Gravena 2003). A presença de cochonilhas nos botões e flores de *Senna macranthera* var. *pudibunda*, pode estar relacionada a ocorrência de grandes extensões de culturas agrícolas no entorno da área de estudo, uma vez que a principal forma de dispersão desses insetos é pela ação do vento (Gravena 2003). Não sabemos ao certo os danos na formação de frutos ocasionados pela presença das cochonilhas nas flores, mas a ausência de visitas nas mesmas pode trazer reduções no sucesso reprodutivo desta espécie.

A inexistência de alteração na proporção de botões e flores predadas pela elevação do “display” por maior produção de botões e flores ou pelo agrupamento de indivíduos, pode estar relacionada ao tipo do florívoro ocorrente, a cochonilha, uma vez que a dispersão desta espécie é realizada pela ação do vento (Gravena 2003), como já foi citado anteriormente. Neste sentido, a elevação do “display floral” não alteraria os resultados, pois a chegada desses insetos às plantas seria ao acaso e não pela atração por elevação no número de botões ou flores.

A maior proporção de flores predadas quando comparadas a proporção de botões predados, evidencia a preferência dos florívoros por flores em relação aos botões, uma vez que o tempo de exposição das flores aos insetos foi de apenas um dia, bastante curto quando comparado ao tempo de exposição dos botões que poderia alcançar algumas semanas. Por outro lado, o número de botões existentes na população no período do estudo era superior ao de flores, podendo estar exercendo com maior eficiência ou “display”, ofertando maior quantidade de recursos ao florívoro, saciando-o (Coley e Kursar 1996). Além disso, pela maior ocorrência da cochonilha como florívoro, devido ao seu modo de dispersão pelo vento, botões podem ser menos acessíveis aos mesmos, uma vez que a área de ocupação e a exposição das estruturas reprodutivas apresentam-se menores.

A preferência dos florívoros por alimentar-se de estruturas das flores de *Senna macranthera* var. *pudibunda* quando comparada a botões, deve-se ao elevado número de botões florais produzidos pelos indivíduos. Contudo, as estratégias de maior produção de botões e flores ou de distribuição agrupada não trazem redução nas taxas de florivoria. A florivoria registrada para *Senna macranthera* var. *pudibunda* pode estar influenciando negativamente seu sucesso reprodutivo, uma vez que abelhas não visitam flores com cochonilhas, o que se agrava pela espécie apresentar mecanismos complexos de reprodução como a enantiostilia e a autoincompatibilidade.

Agradecimentos

Agradecemos a Duílio P. Souza pelo auxílio na identificação da espécie estudada e a Ramon A. Cavalcante pelo auxílio em campo.

Referências

- Afonso APS, Teixeira I, Botton M, Faria JL, Loeck AE (2004) Controle da cochonilha-parada *Parthenolecanium persicae* (Fabricius, 1776) (Hemiptera: Coccidae) na cultura da videira. **Ciência Rural** 34: 305–309.
- Almeida CJ (2005) Herbivoria e mecanismos de defesa vegetal. In: Nogueira RJMC, Araújo EL, Willadino LG, Cavalcante UMT (orgs) **Estresses Ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife, pp 389–396.
- Almeida NM (2012) Comportamento dos visitantes e padrões de deposição e captação de pólen para estimativa do fitness reprodutivo. In: Leal IR, Meiado MV, Rabbani ARC e Siqueira Filho JA (ed) **Ecologia da Caatinga: Curso de campo 2011**. Petrolina, Gráfica Printpex, pp 353–366.
- Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos ASS (2007) **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá.
- Barrett SCH (2002) The evolution of plant sexual diversity. *Nature Reviews Genetics* 3: 274–284.
- Bixenmann RJ, Coley PD, Kursar TA (2011) Is extrafloral nectar production induced by herbivores or ants in a tropical facultative ant-plant mutualism? *Oecologia* 165: 417–425.
- Botton M, Hickel ER, Soria SJ (2003) Pragas. In: Fajardo TVM (Ed) **Uvas para processamento: fitossanidade**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, pp 82–105.
- Buchman SL (1983) Buzz pollination in angiosperms. In: Jones CE, Little RJ (Eds) **Handbook of Experimental Pollination**. New York, Van Nostrand Reinhold, pp 73–113.
- Cornelissen TG, Fernandes GW (2003) Insetos herbívoros e plantas: de inimigos a parceiros? *Ciência Hoje* 32: 24–30.
- Coley PD, Kursar TA (1996) Anti herbivore defenses of young tropical leaves: Physiological constraints and ecological trade-offs. In: Mulkey SS, Chazou RL, Smith AP (Eds) **Tropical forest ecophysiology**. London, Chapman and Hall, pp 305–336.
- Cotarelli VM, Vieira AOS (2009) Herbivoria floral em *Chamaecrista trachycarpa* (Vog.) H.S. Irwin & Barneby, em uma área de campo natural (Telêmaco Borba, Pr, Brasil). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde** 30(1): 91–98.
- CPRM (2005) Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea Diagnóstico do município de Petrolina, estado de Pernambuco. Recife, CPRM/PRODEEM.
- Crawley MJ (1983) **Herbivory, The dynamics of animal-plant interactions**. England, Oxford.
- de Almeida NM, Castro CC, de Leite AV, Novo RR, Machado IC (2013) Enantiostyly in *Chamaecrista ramosa* (Fabaceae-Caesalpinioideae): floral morphology, pollen transfer dynamics and breeding system. *Plant Biology* 15: 369–375.
- Gravena S (2003) Manejo ecológico da cochonilha-branca dos citros, com ênfase no controle biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. *Laranja* 24(1): 71–82.
- Hickel ER (1998) Pragas da videira. In: Braga Sobrinho R, Cardoso JE, Freire FCO (Eds) **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Fortaleza, Embrapa-CNPAT, pp191–194.
- Hickel ER (2004) Ciclo evolutivo da cochonilha parada em cultivo protegido de videira. *Agropecuária Catarinense* 17(3): 84–87.
- Landau EC, Gonçalves-Alvim SJ, Fagundes M, Fernandes GW (1998) Riqueza e abundância de herbívoros em flores de *Vellozia nivea* (Velloziaceae). *Acta Botanica Brasílica*, 12: 403–409.
- Lapola DM, Bruna EM, Vasconcelos HL (2004) Amizade tênue: mutualismo entre plantas e formigas na Amazônia. *Ciência Hoje* 34: 29–33.
- Leavitt H, Robertson IP (2006) Herbivory by chrysomelid beetles (*Phylotrea* sp.) is detrimental to pollination and seed production in *Lepidium papilliferum* (Brassicaceae). **Ecological Entomology** 31(6): 657–660.
- Linzmeier AM, Ribeiro-Costa CS, Caron E (2004) Comportamento e ciclo de vida de *Sennius bondari* (Pic) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) em *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barn. (Caesalpinaceae). **Revista Brasileira de Zoologia** 21: 351–356.
- Madeira JA, Fernandes GW (1999) Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 15: 463–479.
- Madeira JA, Ribeiro KT, Fernandes GW (1998) Herbivory, tanins and sclerophylly in *Chamaecrista linearifolia* (Fabaceae) along an altitudinal gradient. **Brazilian Journal of Ecology** 2: 1–10.
- Malo JE, Leirana-Alcocer J, Parra-Tabla V (2001) Population fragmentation, florivory, and the effects of flower morphology alterations on the pollination success of *Myrmecophila tibicinis* (Orchidaceae). **Biotropica** 33: 529–534.
- Marquis RJ, Braker HE (1994) Plant-herbivore interactions: diversity, specificity, and impact. In: McDade LA, Bawa KS, Hespeneide HA, Harsthorn GS (ed) **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago, University of Chicago Press, pp. 262–281.
- Mccallac AC, Irwin RE (2006) Florivory: The intersection of pollination and herbivory. **Ecology Letters** 9: 1351–1365
- Mello MO, Silva-Filho MC (2002) Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology** 14: 71–81.
- Mothershead K, Marquis RJ (2000) Fitness impacts of herbivory through indirect effects on plant-pollinator interactions in *Oenothera macrocarpa*. **Ecology** 81: 0–40.
- Nascimento CES, Rodal MJN, Cavalcanti AC (2003) Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 26: 271–287.
- Nascimento EA, Dell-Claro K (2007) Floral visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae-Caesalpinioideae) at Cerrado of estação ecológica do jataí, São Paulo State, Brazil. **Neotropical Entomology** 36: 619–624.
- Queiroz LP (2009) **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: UEFS.
- Ribeiro-Costa CS, Costa AS (2002) Comportamento de oviposição de Bruchidae (Coleoptera) predadores de sementes de *Cassia leptophylla* Vogel (Caesalpinaceae), morfologia dos ovos e descrição de uma nova espécie. **Revista Brasileira de Zoologia** 19(Supl. 1): 305–316.
- Ruhren S (2003) Seed predators are undeterred by nectar-feeding ants on *Chamaecrista* (Caesalpinaceae). **Plant Ecology** 166: 189–198.
- Sari LT, Ribeiro-Costa CS, Roper JJ (2005) Dinâmica de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae). **Revista Brasileira de Zoologia** 22(1): 169–174.
- Silva JAP, Ribeiro-Costa CS, Johnson CD (2003) *Sennius* Bridwell (Coleoptera, Bruchidae): novas espécies predadoras de semente de *Chamaecrista* Moench (Caesalpinaceae) da Serra do Cipó, Santana do Riacho, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 269–277.
- Simão RN (2005) **Herbivoria e fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neestiana* (Mart. ex. Benth.) I. & B. (Caesalpinioideae) na vegetação do cerrado**. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Ecologia e conservação de recursos naturais, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG.
- Soria SJ, Dal Conte AF (2000) Bioecologia e controle das pragas da videira no Brasil. **Entomologia y Vectores** 7: 73–102.
- Vogel S (1978) Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In: Richards AJ (ed) **The pollination of Flowers by Insects**. London, Academic Press, pp 89–96.
- Wolowski M, Freitas L (2010) Sistema reprodutivo e polinização de *Senna multijuga* (Fabaceae) em Mata Atlântica Montana. *Rodriguésia* 61: 167–79.