



Abelhas visitantes florais, eficiência polinizadora e requerimentos de polinização na cajazeira (*Spondias mombin*)

Bee floral visitors, pollination efficiency and pollination requirements in Spondias mombin

Mikail Olinda de Oliveira^[a], Francisco Xavier de Souza^[b], Breno Magalhães Freitas^[c]

^[a] Zootecnista, doutorando em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Departamento de Zootecnia/CCA, câmpus Universitário do Pici, Fortaleza, CE - Brasil, e-mail: mikail_olinda@yahoo.com.br

^[b] Engenheiro-agrônomo, doutor pesquisador Embrapa Agroindústria Tropical, Planalto do Pici, Fortaleza, CE - Brasil, e-mail: xavier@cnpat.embrapa.br

^[c] Engenheiro-agrônomo, professor doutor na Universidade Federal do Ceará (UFC), Departamento de Zootecnia/CCA, Câmpus Universitário do Pici, Fortaleza, CE - Brasil, e-mail: freitas@ufc.br

Resumo

As abelhas são os principais polinizadores de culturas agrícolas e plantas silvestres, mas pouco se sabe sobre sua eficiência na polinização de culturas tropicais. O presente trabalho objetivou investigar os visitantes florais e suas eficiências como polinizadores em relação aos requerimentos de polinização da cajazeira (*Spondias mombin* L.). O trabalho foi conduzido em Limoeiro do Norte, Ceará, e constou do levantamento dos visitantes florais e tratamentos de requerimentos e de eficiência de polinização. Os resultados mostraram que, apesar de sete espécies de abelhas terem visitado as flores da cajazeira e desta ser uma espécie com sistema misto de polinização, o pomar estudado encontrava-se em forte *deficit* de polinização, impossibilitando o vingamento máximo potencial das plantas. Dentre os visitantes florais, *Apis mellifera* foi a única espécie cujo comportamento de forrageio, abundância e frequência às flores, atendeu os requerimentos de polinização da cajazeira, apresentando, portanto, potencial para uso como polinizador dessa cultura visando a mitigar o *deficit* de polinização e maximizar a produção de frutos.

Palavras-chave: *Apis mellifera*. Polinização por abelhas. Eficiência de polinização. Fruticultura. *Trigona spinipes*.

Abstract

Bees are the major pollinators of cultivated and wild plants, but little is known about their efficiency in pollinating tropical crops. The present work aimed to investigate the floral visitors and their pollination efficiency in relation to the pollination requirements of Spondias mombin. The research was carried out in Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil, by means of a floral visitor survey and treatments to access pollination requirements and

efficiency. Results showed that despite seven bee species had visited S. mombin flowers and this plant specie bears a mixed breeding system, the orchard studied was under a severe pollination deficit, being impossible to maximize the plant's potential fruit set. Among floral visitors, Apis mellifera was the sole specie in which foraging behavior, abundance and frequency of visits to the flowers complied with S. mombin pollination requirements. Therefore, A. mellifera shows potential to be used as a manageable pollinator for this crop with the purpose of mitigating pollination deficit and maximizing fruit yield

Keywords: Apis mellifera. Bee pollination. Orchard. Pollination efficiency. Trigona spinipes.

Introdução

As abelhas são os principais polinizadores de culturas agrícolas e plantas silvestres (FREE, 1993). No entanto, pouco se conhece sobre a eficiência polinizadora de espécies de abelha separadamente, especialmente a respeito da abelha melífera (*Apis mellifera* L.), a espécie mais usada na polinização agrícola ao redor do mundo, mas exótica no Brasil, em comparação com espécies de abelhas nativa do país (SOUZA et al., 2007).

Estudos comparando a eficiência polinizadora de abelhas são poucos, e dependem dos requerimentos de polinização da espécie vegetal a ser polinizada (CAMACHO, 2003). Os trabalhos geralmente têm sido feitos com fruteiras de clima temperado e florescimento curto, não havendo significativos relatos com culturas tropicais (FACHINELLO, 2011).

Porém a fruticultura brasileira, particularmente a de clima tropical, tem apresentado uma grande e crescente participação no agronegócio do país (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012), embora pouco se saiba sobre os requerimentos de polinização e polinizadores das principais espécies cultivadas. Entre as várias frutíferas exploradas no Brasil, as espécies tropicais nativas têm crescido em importância e volume de comercialização, como é o caso da cajazeira (*Spondias mombin*).

No Norte e Nordeste brasileiro, a cajazeira ocupa lugar de destaque na produção e comercialização de seus produtos agroindustriais processados como polpas, sucos, geleias, sorvetes, licores e picolés, participando de forma bastante significativa no agronegócio dessas regiões (MARTINS; MELO, 2008).

O aumento da demanda por frutos da cajazeira vem despertando o interesse para o cultivo da espécie, que ainda é considerada em fase de domesticação (SOUZA, 2005). A produção se baseia no extrativismo e em pomares domésticos, não existindo dados confiáveis sobre a produção e produtividade.

Aspectos importantes da produção, como a polinização, por exemplo, são pouco conhecidos e pesquisas a esse respeito com *S. mombin* ainda são escassas. Segundo Ramos (2009) e Venturieri e Venturieri (2010), a cajazeira é uma espécie que se enquadra no tipo de sistema reprodutivo xenogâmico, necessitando de polinização cruzada para produzir frutos. Carneiro e Martins (2012), trabalhando com clones no estado da Paraíba, observaram que *S. mombin* é autoincompatível e dependente de polinizadores bióticos, como as abelhas, para o vingamento inicial dos frutos, sendo esse, significativamente maior na polinização cruzada entre não clones.

A cajazeira apresenta pequenas flores que produzem uma grande quantidade de recursos florais altamente exploradas por abelhas eussociais (RAMALHO, 2004), e suas características florais revelam uma síndrome de polinização por abelhas pequenas (FRANKIE et al., 1983). A produção de pólen por essa planta ocorre de forma abundante, característico da família Anacardiaceae, sendo esse recurso muito usado por abelhas melíferas africanizadas (ROUBIK, 1989; ROUBIK; VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, 2009).

Apesar de relatos mostrando que *S. mombin* é muito atrativa para as abelhas, a literatura não apresenta qualquer trabalho investigando a eficiência de polinização das abelhas nessa espécie vegetal (CARNEIRO; MARTINS, 2012). Ramos (2009) observou que, apesar de a *A. mellifera* estar presente em alta frequência nas flores, ela seria um polinizador secundário em relação

à *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata*, pois a maioria dos indivíduos visitava as flores antes do estigma estar receptivo. No entanto, Carneiro e Martins (2012) relatam a interação das abelhas com a produção de frutos e apontam *Apis mellifera* como potencial polinizador efetivo da cajazeira. A escassez de investigações a respeito da polinização da cajazeira e da eficiência polinizadora dos seus visitantes florais, além das informações contraditórias existentes, demonstra a necessidade de estudos nessa área.

Portanto, o presente trabalho se propôs a estudar os requerimentos de polinização de *S. mombin*, identificar os seus visitantes florais e investigar o papel de *A. Mellifera* e abelhas nativas na polinização da cajazeira, avaliando a sua eficiência com relação ao vingamento inicial dos frutos.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada entre os meses de novembro de 2009 a janeiro de 2010, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte (CE). O trabalho foi conduzido em um pomar de cajazeira pertencente ao Instituto Frutal, com localização geográfica de 5°12'9,8" S e 37°59'29,2" W e altitude de 158 m. As árvores do pomar possuíam 10 anos de idade e pertenciam ao clone Lagoa Redonda, enxertado sobre umbuzeiro (*Spondias tuberosa*).

Levantamento dos visitantes florais

A identidade, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira foram obtidas por meio de um transecto de 150 m de comprimento percorrido entre as árvores das 5h às 8h, nos primeiros 10 minutos de cada meia hora. Antes das 5h e após as 8h não havia visitantes florais nas plantas estudadas. Os visitantes eram contados e coletados com rede entomológica e sacrificados em câmara mortífera com acetato de etila, para posterior montagem e envio para a identificação na Universidade Federal da Bahia, em Laboratório Especializado de Entomologia.

Esse procedimento foi realizado por 25 dias não consecutivos entre a segunda quinzena de dezembro e o fim do florescimento em janeiro do ano seguinte.

Requerimentos de polinização

Os requerimentos de polinização da cajazeira foram investigados por meio de seis tratamentos como segue:

- *T1 – polinização livre*: 67 panículas, contendo 1.537 botões florais no total foram marcadas e deixadas abertas para os visitantes florais objetivando conhecer o grau de polinização natural da área;
- *T2 – polinização restrita com sacos de papel*: 63 panículas, contendo 1.644 botões florais foram ensacadas com sacos de papel durante toda a vida útil da inflorescência, visando a verificar se as flores da cajazeira têm a capacidade de autopolinização ou se apresentam apomixia;
- *T3 – polinização restrita com sacos de filó*: 68 panículas, contendo 2.259 botões florais foram ensacadas com sacos de filó para se conhecer o papel do vento na polinização da cajazeira;
- *T4 – autopolinização manual*: 62 panículas foram ensacadas na pré-antese com sacos de filó. Após a abertura das flores, 724 delas foram polinizadas manualmente com pólen da própria flor, usando-se para isso um pincel. Após o procedimento, as panículas foram reensacadas para evitar polinizações indesejáveis nas flores tratadas.
- *T5 – polinização cruzada manual com o pólen oriundo de uma flor masculina*: 66 panículas foram ensacadas na pré-antese com sacos de filó. Após a abertura das flores, 925 delas foram polinizadas manualmente com pólen oriundo de flores masculinas de plantas do clone Gereáú, tocando-se os estames da flor de Gereáú no estigma da flor do clone Lagoa Redonda. As panículas foram ensacadas novamente após o procedimento.
- *T6* – foi adotado o mesmo procedimento usado em T5, exceto que se trabalhou com 74 panículas e polinizaram-se 831 flores com pólen de flores hermafroditas do clone Gereáú.

Todos os procedimentos de polinização manual, independente do tratamento, foram realizados entre 5h30 e 8h30, intervalo que apresenta os melhores índices de fecundação (OLIVEIRA, 2010).

O vingamento de frutos foi avaliado quatro dias após a aplicação dos tratamentos, quando as flores

não vingadas já haviam caído e pequenos frutos em desenvolvimento inicial já se apresentavam no local das flores que vingaram.

Eficiência de polinização dos visitantes florais

Baseado nos resultados do levantamento de visitantes florais (ver resultados), a avaliação da eficiência de polinização foi conduzida com as espécies de abelhas *A. mellifera* L., exótica, e *T. spinipes* Fabricius, nativa.

A eficiência de *A. mellifera* foi testada ensacando-se 64 panículas em pré-antese e removendo o saco de filó após a abertura das flores. A partir desse momento, as panículas eram observadas e após a primeira visita de uma campeira de *A. mellifera*, as flores visitadas eram marcadas e a panícula era reensacada para evitar novas visitas desta ou de outra espécie. Esse procedimento foi repetido até que 1.000 flores tivessem sido visitadas por *A. mellifera* nas diversas panículas. Quatro dias após, o vingamento inicial resultante da visita da espécie foi registrado.

A eficiência polinizadora de *T. spinipes* foi avaliada de forma idêntica à de *A. mellifera*, exceto pelo número de panículas usadas (67) e o número de flores visitadas pelas abelhas (980). Os dados obtidos foram comparados com os requerimentos de polinização da cultura.

Análise dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS 9.1. Os dados de frequência e abundância das abelhas visitantes florais da cajazeira

foram analisados utilizando o procedimento GLM, para dados desbalanceados, e para os dados de requerimentos e eficiência de polinização, em virtude do seu caráter binomial (vingou = 1, não vingou = 0) foi utilizado o procedimento FREQ com a opção CHISQ, para testar o qui-quadrado em todos os tratamentos comparados.

Resultados

Levantamento dos visitantes florais

Os visitantes florais da cajazeira durante o período experimental foram insetos, todos pertencentes à ordem Hymenoptera e quatro famílias, sendo três de abelhas e uma de vespa (Tabela 1). As abelhas representaram a quase totalidade dos visitantes florais, e a família Apidae foi a mais bem representada com a metade (quatro) das espécies observadas e 98,5% dos indivíduos contados (Tabela 1). Dentre Apidae, as espécies sociais predominaram (3) e somaram 7.096 indivíduos. Considerando todos os visitantes florais da cajazeira, *A. mellifera* (68%) e *T. spinipes* (30%) foram as espécies mais abundantes e superaram a participação de todas as demais espécies observadas (2%) (Tabela 1).

Todas as abelhas observadas coletaram pólen e este pareceu ser o recurso principal ofertado pela cajazeira aos visitantes florais. Apenas a vespa *Polistes* sp. não coletou pólen, tendo suas visitas se restringido à coleta de néctar. Dentre as abelhas, quatro das sete espécies observadas também coletaram néctar em suas visitas, incluindo *T. spinipes*. *A. mellifera* coletou apenas pólen (Tabela 1).

Tabela 1 – Visitantes florais, potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin*) e recursos coletados em Limoeiro do Norte (CE), 2010

Família	Espécies	Número de indivíduos	Recurso coletado
Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linneu, 1758)	4902	pólen
	<i>Plebeia aff. flavocincta</i> (Cockerell, 1912)	38	pólen e néctar
	<i>Eulaema nigrita</i> (Lepeletier, 1841)	2	pólen e néctar
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	2156	pólen e néctar
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	8	pólen e néctar
Anthophoridae	<i>Xylocopa grisescens</i> (Lepeletier, 1841)	77	pólen
	<i>Xylocopa cearensis</i> (Ducke, 1910)	4	pólen
Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	18	néctar
Total		7205	

Fonte: Dados da pesquisa.

Todos os visitantes forragearam nas flores da cajazeira apenas entre 5h e 8h. Os visitantes florais mais frequentes e abundantes, a *A. mellifera* e a *T. spinipes*, iniciavam suas visitas às 5h e enquanto a *A. mellifera* aumentava o número de abelhas forrageando, atingindo o pico de atividades às 6h30, para depois reduzir abruptamente a quantidade de forrageadoras até cessar as atividades por completo após as 7h30, a *T. spinipes* aumentava rapidamente o número de campeiras nas flores de *S. mombin* entre 5h e 5h30, e depois decrescia gradualmente até encerrar suas atividades após as 8h (Gráfico 1).

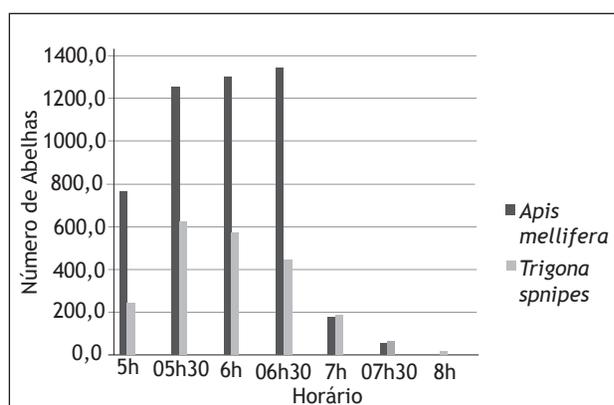


Gráfico 1 - Frequência das abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, principais visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin*), em Limoeiro do Norte (CE), 2010. Fonte: Dados da pesquisa.

Requerimentos de polinização

A cajazeira vingou frutos sob todos os tratamentos testados, exceto a polinização restrita com papel (Tabela 2). Mesmo assim, os resultados mostraram

que houve diferença significativa ($p < 0,05$) no vingamento de frutos entre todos os tratamentos testados, tendo a polinização cruzada com pólen oriundo de flores masculinas, apresentado a melhor taxa de vingamento ($p < 0,05$), seguida pela polinização cruzada com pólen de flor hermafrodita (Tabela 2). A polinização livre, a autopolinização e as flores ensacadas com filó também vingaram frutos, mas de forma significativamente ($p < 0,05$) diferente entre elas (Tabela 2).

Eficiência de polinização dos visitantes florais

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) no vingamento inicial de frutos entre todos os tratamentos que avaliaram a eficiência polinizadora de *A. mellifera* e *T. spinipes* (Tabela 3). A polinização realizada por *A. mellifera* foi a mais eficiente e vingou significativamente mais frutos que todas as demais. Embora as visitas de *T. spinipes* tenham vingado mais frutos que a polinização restrita com sacos de filó, ela foi menos eficiente que os demais visitantes florais, aqui representados pela polinização livre (Tabela 3).

Discussão

O número de espécies visitantes florais da cajazeira mostrou-se pequeno, porque apenas oito espécies foram observadas em comparação com uma maior diversidade observada em outros trabalhos (CARNEIRO; MARTINS, 2012; RAMOS, 2009). No entanto, em relação a esses mesmos estudos, a quantidade de visitantes florais foi elevada, principalmente graças ao grande número de campeiras de *A. mellifera* e *T. spinipes*.

Tabela 2 - Vingamento inicial de frutos da cajazeira (*Spondias mombin*) de flores submetidas a tratamentos de polinização controlada. Limoeiro do Norte (CE), 2010

Tratamentos	Número de flores	Número de frutos vingados	Vingamento (%)
T1 - Polinização Livre	1537	48 c	3,1
T2 - Polinização Restrita com Sacos de Papel	1644	0 f	0
T3 - Polinização Restrita com Sacos de Filó	2259	26 e	1,1
T4 - Autopolinização Manual	724	11 d	1,5
T5 - Cruzada Manual - Pólen Flor Masculina	925	46 a	4,9
T6 - Cruzada Manual - Pólen Flor Hermafrodita	831	32 b	3,8

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Valores na coluna seguidos por letras diferentes diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3 - Eficiência de polinização de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* em flores da cajazeira (*Spondias mombin*). Limoeiro do Norte (CE), 2010

Tratamentos	Número de Flores	Frutos vingados	Vingamento (%)
T1 - Polinização Livre	1537	48 b	3,1
T3 - Polinização Restrita com Sacos de Filó	2259	26 d	1,1
T7 - Polinização por <i>Apis mellifera</i>	1000	81 a	8,1
T8 - Polinização por <i>Trigona spinipes</i>	980	16 c	1,6

Nota: valores seguidos por letras diferentes diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

A abundância dessas espécies pode ser em virtude do fato da ocorrência de florescimento em massa da cajazeira no fim do período seco, após vários meses de estiagem, quando os recursos florais disponíveis são escassos (BRITO, 2010). Além disso, a cajazeira apresenta flores pequenas que produzem uma grande quantidade de recursos florais altamente exploradas por abelhas eussociais (RAMALHO, 2004) e *A. mellifera* apresenta grande capacidade em recrutar membros de suas colônias para fontes de alimento, enquanto que *T. spinipes* é conhecida por explorar esse tipo de recurso floral forrageando em grupos (FREE, 1993; ROUBIK, 1989).

As abelhas concentraram suas atividades pela manhã, a partir das 5h, abandonando as flores após às 8h quando os recursos florais, pólen e néctar já se encontrava exauridos. No entanto, a grande frequência de *A. mellifera* e *T. spinipes* nesse intervalo de tempo coincide com o período no qual há a maior quantidade de pólen disponível nas flores e o estigma está mais receptivo, potencializando suas eficiências como polinizadores da cultura (OLIVEIRA, 2010). Essas observações discordam de Ramos (2009), quando afirma que *A. mellifera*, apesar de se fazer presente em alta frequência nas inflorescências, visitaria as flores antes do estigma estar receptivo.

No que diz respeito aos requerimentos de polinização, a cajazeira vingou apenas 3,1% das flores (polinização aberta). Essa baixa taxa de frutificação é comum em árvores tropicais de florescimento massivo em poucos dias e geralmente está relacionada à limitação (quantitativa ou qualitativa) do pólen que chega aos estigmas (VAISSIÈRE et al., 2011). De fato, *S. mombin* não vingou frutos quando suas flores foram isoladas por sacos de papel, demonstrando claramente que a espécie não apresenta apomixia, nem suas flores conseguem realizar autopolinização. No entanto, o vingamento de frutos

quando as flores foram ensacadas com filó, permitindo a passagem do vento, mostra que este possui algum papel na polinização de *S. mombin*, seja trazendo grãos de pólen de outras panículas ou transferindo esse pólen entre flores da mesma panícula, ou ainda, dentro da própria flor. Isso é possível, pois o tratamento de autopolinização mostrou que a flor da cajazeira aceita o próprio pólen e vinga frutos quando esse pólen é depositado em seu estigma, havendo apenas a necessidade de um agente para fazer essa transferência, podendo ser o vento ou as abelhas visitantes florais.

Apesar de aceitar o próprio pólen, a cajazeira vingou significativamente mais frutos quando suas flores receberam pólen de outro clone, caracterizando um sistema misto de polinização, mas com preferência para a polinização cruzada. Esse resultado contradiz parcialmente Ramos (2009) e Venturieri e Venturieri (2010) que sugeriram *S. mombin* com uma espécie exclusivamente xenogâmica. O vingamento significativamente maior quando o pólen tinha origem em flores masculinas em relação àquele proveniente de flores hermafroditas, sugere que o primeiro possa ter maior viabilidade que o último, como observado em outras espécies vegetais (AGUIAR, 2012; FREITAS; PAXTON, 1996). Para a cajazeira, no entanto, essa hipótese precisa ser investigada.

As abelhas mais abundantes e frequentes nas inflorescências da cajazeira apresentaram habilidades bem distintas de polinizar *S. mombin*, embora ambas tenham se mostrado capazes de efetuar a polinização das flores dessa espécie. Apesar das panículas visitadas por *T. spinipes* terem vingado significativamente mais frutos que aquelas cobertas por sacos de filó, demonstrando que essa abelha desempenha uma função na polinização das flores, os valores foram significativamente menores que o

vingamento obtido quando as flores foram deixadas abertas aos visitantes florais. Isso comprova que a *T. spinipes* sozinha não consegue compensar a ausência das outras visitas recebidas pela flor na situação normal de campo, embora possa contribuir para a polinização da cultura como um todo. A guilda de visitantes florais normalmente é complementar nos serviços de polinização (CAVALCANTE et al., 2012).

A *A. mellifera* por sua vez, mostrou-se extremamente eficiente em polinizar a cajazeira, tendo gerado 2,6 vezes mais frutos do que a polinização aberta, evidenciando a existência de um forte *deficit* de polinização no pomar, conforme definido por Vaissière et al. (2011). A efetividade de *A. mellifera* como polinizador de *S. mombin* já havia sido sugerida por Carneiro e Martins (2012), baseado no seu comportamento de forrageio nas flores. O presente trabalho confirma essa hipótese, fundamentado em dados de avaliação direta da eficiência da polinização realizada, a frutificação. Esse resultado também contesta a sugestão de Ramos (2009) que *A. mellifera* seria um polinizador secundário da cajazeira.

Fica evidente, portanto, a possibilidade de incremento da produtividade de pomares de cajazeira por meio dos serviços de polinização prestados pela *A. mellifera*, mitigando o *deficit* de polinização observado atualmente. Para tanto, há a necessidade de desenvolver um sistema de produção para *S. mombin* que inclua a polinização dirigida com *A. mellifera* como um fator de produção da cultura.

Conclusão

Apesar de várias espécies de abelhas visitarem as flores da cajazeira e de ela ser uma espécie com sistema misto de polinização, o pomar estudado encontrava-se em forte *deficit* de polinização, impossibilitando o vingamento máximo potencial das plantas. Dentre os visitantes florais, a *A. mellifera* foi a única espécie cujo comportamento de forrageio, abundância e frequência às flores, atendeu os requerimentos de polinização da cajazeira, apresentando, portanto, potencial para uso como polinizador dessa cultura visando a mitigar o *deficit* de polinização e maximizar a produção de frutos.

Agradecimentos

Ao Instituto Frutal por permitir a coleta de dados em seu pomar, ao Instituto Federal do Ceará, Limoeiro do Norte, pelo apoio concedido à equipe nos trabalhos de campo e ao CNPq pela bolsa de mestrado de Mikail O. de Oliveira e a bolsa de Produtividade em Pesquisa (proc. n. 302934/2010-3) de Breno M. Freitas.

Referências

- AGUIAR, C. Botânica para Ciências Agrárias e do Ambiente. **Instituto Politécnico de Bragança**, v. 2, p. 83, 2012.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2012. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2012, 129 p.
- BRITO, H. R. de. **Chemical characterization of essential oils of *Spondias mombin* L., *Spondias purpurea* L. e *Spondias* sp. (cajarana do sertão)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- CAMACHO, J. C. B. **Estudos sobre a eficiência da polinização por *Apis mellifera* L. e insetos nativos na produção de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.**, 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- CARNEIRO, L. T.; MARTINS, C. F. Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. **Apidologie**, v. 43, n. 4, p. 474-486, 2012.
- CAVALCANTE, M. C. et al. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon rainforest. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, 2012.
- FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011.
- FRANKIE, G. W. et al. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: JONES, C.E.; LITTLE, R.J. (ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. Nova York: Van Nostrand Reinhold Co., 1983. p. 411-447.

- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Cardiff: Cardiff University Press, 1993.
- FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, v. 126, p. 319-326, 1996.
- MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias (cajá e outras)**. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, MG. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/cajá.html>>. Acesso em: jan. 2011.
- OLIVEIRA, M. O. **Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) sob cultivo na Chapada do Apodi, Ceará**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2010.
- RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 37-47, 2004.
- RAMOS, M. C. **Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, PA - Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Pará, 2009.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- ROUBIK, D. W.; VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R. Invasive africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 98, p. 152-160, 2009.
- SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. S. C. As Abelhas como agentes polinizadores. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 3, 2007.
- SOUZA, F. X. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeirana chapada do Apodi, Ceará**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2005.
- VENTURIERI, G. R.; VENTURIERI, G. C. Sistema reprodutivo e visitantes florais do taperebazeiro em Belém, PA - Brasil (*Spondias mombin* L. - ANACARDIACEAE). In: 14° SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 2010, Belém-PA. **Anais...** Belém: EMBRAPA, 2010. p. 1-4.
- VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. Rome: FAO, 2011.

Recebido: 14/08/2012

Received: 08/14/2012

Aprovado: 07/11/2012

Approved: 11/07/2012