

COMPORTAMENTO DE POLINIZADORES E SISTEMA REPRODUTIVO DE ERVA-DOCE CULTIVADA EM CAMPO CONSORCIADO COM ALGODÃO¹

JULIANA SIMÕES NOBRE GAMA^{2*}, RISELANE DE LUCENA ALCÂNTARA BRUNO³, ZELMA GLEBYA MACIEL QUIRINO⁴, FRANCISCO DE SOUZA RAMALHO⁵, LÉCIO RESENDE PEREIRA JÚNIOR⁶

RESUMO - A polinização atualmente vem sendo reconhecida como um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas. Objetivou-se estudar a biologia reprodutiva de *Foeniculum vulgare* Mill, em campo consorciado com algodão colorido (BRS Safira) na presença e ausência do inseticida Actara, bem como avaliar o comportamento de seus visitantes florais. As avaliações foram realizadas em Lagoa Seca-PB, foram avaliadas as parcelas: P₁ = erva-doce sem inseticida; P₂ = erva-doce com inseticida; P₃ = erva-doce x algodão sem inseticida e P₄ = erva-doce x algodão com inseticida. Em cada parcela foram registrados dados sobre as inflorescências e flores, tais como: morfologia floral, cor, horário, duração e sequência da antese, bem como observados aspectos referentes ao horário, frequência, duração e comportamento de visita. Para análise do sistema reprodutivo avaliou-se a polinização natural e a autopolinização, através do número de frutos formados, peso de mil sementes e número de sementes/kg. As flores são hermafroditas de cor amarela, possuem 5 mm de diâmetro, apresentam cinco pétalas, possuem corola curta e ovário ínfero, contendo dois óvulos. Após a antese, as flores permaneceram abertas aproximadamente por 24 horas. Observou-se autopolinização nesta espécie, porém houve maior produção de frutos e sementes na polinização natural. A abelha *Apis mellifera* é o polinizador mais eficiente desta espécie, apresentando maior número de visitas nas parcelas sem aplicação do inseticida, independente do sistema de plantio solteiro ou consorciado.

Palavras-chave: *Foeniculum vulgare*. BRS Safira. *Apis mellifera*.

BEHAVIOR OF POLLINATORS AND REPRODUCTIVE SYSTEM OF FENNEL GROWN IN FIELD INTERCROPPED WITH COTTON

ABSTRACT – The pollination is currently recognized as important factor of production in the driving of many crops. The objective of this research was to study the reproductive biology of fennel in the field intercropped with colored cotton (BRS Safira) in the presence and absence of insecticide Actara and evaluate the performance of their floral visitors. The evaluations were conducted in an experimental field in the municipality of Lagoa Seca-PB. Plots were evaluated: P₁ = fennel in the absence of insecticide; P₂ = fennel in the presence of insecticide; P₃ = fennel intercropped with cotton in the absence of insecticide; P₄ = fennel intercropped with cotton in the presence of insecticide. In each plot data were recorded on the inflorescence and flowers such as floral morphology, color, time, duration and sequence of anthesis and observed aspects related to time, frequency, duration and visiting behavior. For analysis of the reproductive system was evaluated the natural pollination and self-pollination by the number of fruits formed, weight of thousand seeds and number of seeds/kg. The hermaphrodite flowers are yellow in color, have 5 mm in diameter, have five petals, have short corolla and inferior ovary containing two ova. After anthesis, the flowers remained open for approximately 24 hours. Observed self-pollination in this species, but there is increased production of fruits and seeds in the natural pollination. The bee *Apis mellifera* is the most efficient pollinator of this species, with a higher number of visits to the plots without insecticide application, regardless of single planting or intercropping system.

Keywords: *Foeniculum vulgare*. BRS Safira. *Apis mellifera*.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 08/05/2012; aceito em 12/08/2013

Parte da dissertação apresentada ao PPGA/UFPB da primeira autora

²Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Caixa Postal 354, 96001-970, Pelotas-RS; julianasimoes22@yahoo.com.br

³Departamento de Fitotecnia, CCA/UFPB, Caixa Postal 22, 58397-000, Areia-PB; lanebruno.bruno@gmail.com

⁴Centro de Ciências Aplicadas e Educação, UFPB, 58000-000, Rio Tinto-PB; zelmaglebya@yahoo.com.br

⁵Embrapa Algodão, setor de Entomologia, Campina Grande-PB; ramalhohw@globo.com

⁶Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFC, 60455-760, Fortaleza-CE; leciojunior@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) pertence à família Apiacea, é uma erva perene ou bienal, nativa da Europa e amplamente cultivada em todo o Brasil (LORENZI; MATOS, 2008). Apresenta propriedades aromáticas, condimentares e medicinais; podendo ser usada como medicamento natural e na indústria cosmética (CHOI; HWANG, 2004; SIMOES et al., 2004), por apresentar óleo essencial rico em vários princípios ativos com atividade biológica (COELHO et al., 2003; PAREJO et al., 2004; SOUSA et al., 2005). Devido às suas propriedades terapêuticas, esta espécie tem encontrado mercado garantido, o que confere a sua importância junto aos agricultores familiares (LIRA; BATISTA, 2006). O cultivo de *F. vulgare* tem apresentado uma boa adaptação em várias regiões do Brasil, destacando-se na região Nordeste, nos estados da Bahia, Sergipe, Paraíba e Pernambuco (WANDERLEY et al., 2002).

A reprodução é essencial para manter uma cultura economicamente viável. Sendo assim, as análises sobre a biologia floral, o mecanismo de polinização e os registros fenológicos mostram-se de extrema importância, tanto para o meio natural quanto para a produção em escala comercial (SILVA; PINHEIRO, 2007). Assim, para os produtores de sementes, grandes quantidades de pólen depositado sob o estigma pode ser favorável tanto em relação à produtividade como à qualidade das sementes produzidas (CARDOSO, 2003).

Portanto, o desenvolvimento de pesquisas a respeito dos sistemas de polinização e reprodução das plantas em ecossistemas agrícolas é essencial. Sendo necessário o entendimento dos benefícios e serviços proporcionados pelos polinizadores, bem como os fatores que influenciam seu declínio (SOUZA et al., 2007). Assim, a polinização é importante para a produção de alimentos e manutenção da rede de interações entre animais e plantas, constituindo um serviço ecossistêmico básico (YAMAMOTO et al., 2010). Nestas interações, as estruturas florais estão adaptadas para aperfeiçoar o transporte de pólen e mediar a ação dos vetores (PROCTOR et al., 1996), como por exemplo, os insetos (SOUZA et al., 2007).

Em relação à consorciação de culturas, a qual consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas (PINTO et al., 2011), percebe-se que o aumento da produtividade por unidade de área é uma das razões mais importantes que justificam sua utilização.

O rendimento resultante das populações consorciadas é maior do que aquele das culturas solteiras, sendo provável que estes aumentos sejam resultado da complementaridade das características de nicho das populações em questão (GLIESSMAN, 2000). Além disso, o cultivo consorciado promove melhor utilização da área plantada, maior estabilida-

de da produção, aproveitamento de água, luz e nutrientes e maior eficiência no controle de plantas daninhas (ALVES et al., 2009).

Devido à importância econômica desta espécie e a relevância das informações acima descritas, o presente trabalho teve o objetivo de estudar o comportamento dos polinizadores e o sistema reprodutivo da erva-doce, cultivada isoladamente e consorciada com algodão colorido BRS Safira, tratadas e não tratadas com inseticida Actara.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em campo experimental situado no município de Lagoa Seca (7°10'15" S e 35°51'14" W), localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' tropical úmido e Bsh quente com chuvas de verão. A temperatura média anual varia entre 22 e 26 °C, com precipitações pluviárias atingindo uma média anual de 990 mm.

A área experimental foi implantada pelas parcelas: P₁ = erva-doce sem inseticida; P₂ = erva-doce com inseticida; P₃ = erva-doce x algodão sem inseticida e P₄ = erva-doce x algodão com inseticida. Sendo o arranjo das parcelas consorciadas formado por duas linhas de erva-doce e três linhas do algodão colorido, onde as parcelas solteiras (P₁; P₂) e consorciadas (P₃; P₄) continham um total de 420 e 224 plantas de erva-doce, respectivamente, com espaçamento de 1,5 x 0,50 m em ambas. O inseticida Actara foi aplicado na proporção (20 g inseticida / 20 litros de água), para o controle do pulgão (*Hyadaphis foeniculi*) que ataca principalmente a inflorescência da planta.

O campo de cultivo foi monitorado mensalmente durante os meses de maio de 2010 a janeiro de 2011 registrando-se informações sobre a presença e ausência de flores e frutos. Em relação à morfologia floral, foram registrados dados sobre as inflorescências e flores, tais como: cor, tamanho e horário da antese.

Para análise do sistema reprodutivo os tratamentos foram realizados com os indivíduos situados em cada uma das parcelas: (1) polinização natural – foram marcadas com fitas, quinze umbelas (inflorescências) por parcela, com botões em pré-antese, estes foram contados e após 30 dias, foi realizada uma nova contagem para estimar a proporção de frutos formados. (2) autopolinização espontânea – quinze umbelas por parcela, com botões em pré-antese, foram selecionadas e estes foram contados, em seguida foram isoladas com sacos de “voal”, após 30 dias, foi realizada uma nova contagem para estimar a proporção dos frutos formados.

Para avaliar os tratamentos sob as quatro situações apresentadas foram determinados: a) número de frutos formados – obtido da contagem aos 30 dias do início dos tratamentos; b) peso de mil sementes

(PMS) - conforme a fórmula proposta por Brasil (2009), utilizando-se oito repetições de 100 sementes oriundas de cada tratamento, pesadas em balança analítica de 0,0001 g; c) número de sementes por quilograma - calculado por meio de oito repetições de 100 sementes provenientes de cada tratamento, segundo Oliveira (2007), a partir da equação $N = (1000 \times 1000) / PMS$.

O comportamento e a frequência dos visitantes florais foram avaliados durante o período de floração, em horários variados do dia, no período matutino (06h00-12h00) e vespertino (14h00-17h00), totalizando 75 horas de observações. Foram registrados aspectos referentes ao horário, frequência, duração e comportamento de visita, sendo utilizados períodos de 20 minutos em cada planta, totalizando 225 plantas avaliadas.

Os insetos foram capturados e colocados em vidros contendo álcool para posterior identificação. A classificação do polinizador quanto à frequência de visitas foi padronizada em: Frequente ($\geq 35\%$), Pouco frequente (16 a 35%), Rara (6 a 15%) e Muito rara (até 5%) e quanto à eficiência da visita: 1 = eficiente; 2 = ocasional; 3 = pilhador. Esta eficiência foi considerada por meio da frequência de visitas e o comportamento do visitante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase vegetativa da erva-doce ocorreu entre os meses de maio a agosto e a floração estendeu-se do mês de setembro a janeiro, com pico de floração observado em outubro, caracterizando assim padrões de floração contínuos (NEWSTROM et al., 1994). A frutificação ocorreu durante os meses de outubro a janeiro, com pico observado em novembro. Após a colheita, as plantas passaram por uma poda e entre os meses de fevereiro a abril foi considerado o período de rebrota.

O processo de formação da umbela ocorreu inicialmente com a abertura de uma “cápsula” que surge no ápice dos ramos apicais e laterais da planta, esta contém os botões ainda em formação. A partir deste momento foram necessários 45 dias para a maturação dos frutos. Observou-se assincronia entre as fenofases, com a presença de botões em pré-antese, flores abertas, frutos imaturos e maduros na mesma umbela.

Em relação ao sistema sexual as flores de erva-doce são hermafroditas, com ambos os verticilos reprodutivos funcionais. Os botões quando imaturos são de coloração verde, apresentando-se amarelo-esverdeados durante a pré-antese. Após a antese as flores tornam-se amarelas e quando fecundadas, as pétalas ficam suavemente avermelhadas, murcham e caem.

As flores possuem 5 mm de diâmetro. Quanto à simetria são actinomorfas, apresentam cinco pétalas (pentâmera), desprovidas de cálice, possuem corola curta e ovário ínfero, contendo dois óvulos. O androceu é constituído por cinco estames externos, os quais possuem anteras do tipo bitecas, dorsifixas, com deiscência rimosa ou longitudinal e os grãos de pólen apresentam forma de bastonetes com coloração amarelada. Os frutos são de coloração esverdeada quando imaturos, adquirindo com a maturação coloração verde-acinzentada, as sementes são pequenas e alongadas, normalmente duas por fruto (unidade de dispersão).

A antese floral inicia-se por volta das 05h00, com a distensão dos estames de forma assincrônica, sendo os grãos de pólen liberados gradativamente quando ocorre a deiscência das anteras (Figura 1). Observou-se que durante a antese o ovário encontra-se exposto, mas a abertura das anteras ocorre gradualmente. Chaudhary (2006), avaliando a biologia floral da erva-doce na Índia, constatou que as flores são hermafroditas protândricas, ou seja, o estigma torna-se receptível somente após a deiscência das anteras e a maior viabilidade do pólen ocorre com as anteras recém-abertas. Verificou-se que os botões se abriam no sentido da periferia ao centro das umbelas menores, sendo abertas em média 48 flores/umbela ($\pm 15,02$) a cada dia, observando-se durante seis dias consecutivos, onde o maior número de flores abertas ocorreu nos primeiros três dias de observação. Constatou-se também que as flores permaneceram abertas aproximadamente por 24 horas, após o início da antese, entretanto, quando ocorreu a fecundação as pétalas começaram a desprender-se do receptáculo dando início a formação do fruto, através do desenvolvimento contínuo do ovário.

A abertura das flores em diferentes horários é uma vantagem para a espécie, que assim mantém a oferta de recursos (pólen e néctar) de forma contínua, garantindo a visitação dos insetos ao longo do dia, bem como possibilitando que os mesmos visitem



Figura 1. Antese na flor da erva-doce (*Foeniculum vulgare*).

maior número de flores, proporcionando, assim, a transferência de pólen entre flores e entre plantas. Além disso, a disponibilidade de grande número de flores nas umbelas confere, concomitantemente, atratividade visual e olfativa facilmente detectada a distância pelos visitantes florais que são fortemente atraídos para a cultura (SIQUEIRA et al., 2008).

De acordo com Faegri e Van der Pijl (1979) algumas características florais como a antese diurna, corolas relativamente curtas e muitas flores por inflorescência são atributos relacionados à síndrome de melitofilia. Outras características como a emissão de odor forte e adocicado, também são citadas por Quirino e Machado (2001) como um caráter melitófilo. Assim, por apresentar as características citadas, pode-se dizer que a erva-doce apresenta a síndrome de melitofilia.

De acordo com a Tabela 1 verifica-se que as maiores porcentagens de frutificação foram obtidas através da polinização natural, com destaque para a parcela solteira tratada com inseticida (S-TR), superando os 80%. Portanto, pode-se verificar que houve efeito positivo do inseticida Actara independentemente do sistema de polinização utilizado, bem como do sistema de plantio, uma vez que, o inseticida atuou no controle do pulgão *Hyadaphis foeniculi*, o qual ataca toda umbela, impedindo que ocorra o desenvolvimento dos frutos.

Analisando a variável peso de mil sementes (Tabela 1), verifica-se que a polinização natural proporcionou melhores resultados, sendo verificados maiores valores nas parcelas tratadas com inseticida, independente do sistema de plantio, com destaque para a parcela solteira tratada (7,01 g). No entanto, avaliando esta variável de forma global, percebe-se que o sistema de consórcio proporcionou maiores

médias, independente da aplicação do inseticida, mostrando ser uma alternativa viável para o cultivo desta espécie.

Em relação ao número de sementes por kg (Tabela 1), verifica-se que há uma relação inversamente proporcional ao peso de mil sementes, ou seja, quanto maior o peso das sementes menor será o número de sementes por kg e vice-versa. Constatando-se também que o consórcio proporcionou melhores resultados em relação ao plantio solteiro.

Trabalhando com diferentes arranjos de erva-doce em consórcio com algodão BRS Safira, Azevedo (2009) verificou que as plantas consorciadas produzem sementes com maior vigor, quando comparadas ao sistema solteiro. A consorciação de mamona com feijão-caupi proporcionou um aumento de 45% em relação ao plantio solteiro (CORRÊA et al., 2006). No entanto, Bezerra et al. (2007) não verificaram diferença nos componentes de produção do milho em consórcio com o sorgo.

Mesmo a polinização natural tendo proporcionado melhores resultados, deve-se levar em consideração que a autopolinização espontânea é um mecanismo muito importante para a espécie, ou seja, mesmo na ausência do polinizador continua ocorrendo produção de sementes. Por outro lado, percebe-se também que na ausência do polinizador ocorre redução na produção, do ponto de vista econômico, não é vantajoso para esta espécie, sendo necessária a preservação dos polinizadores em campos de produção; outro fator importante, é que a polinização natural possibilita para a espécie maior variabilidade genética. Portanto, em seu trabalho Chaudhary (2006), recomenda manter colônias de abelhas em torno dos campos de erva-doce para a obtenção de rendimentos mais elevados.

Tabela 1. Porcentagem média de frutos formados, peso de mil sementes e número de sementes/kg resultantes dos tratamentos de autopolinização e polinização natural nas parcelas S-TR (solteira tratada), S-NT (solteira não-tratada), C-TR (consórcio tratado) e C-NT (consórcio não tratado) de *Foeniculum vulgare*. (Lagoa Seca-PB).

Tratamentos	Porcentagem de frutos formados			
	S-TR	S-NT	C-TR	C-NT
Autopolinização	73 (471/345)	65 (342/257)	74 (388/288)	47 (354/169)
Polinização natural	81 (429/345)	65 (307/200)	74 (392/292)	73 (329/241)
	Peso de mil sementes (g)			
Autopolinização	2,12	1,29	4,22	4,0
Polinização natural	7,01	1,28	5,76	5,71
	Número de sementes / Kg			
Autopolinização	471.698	775.194	236.967	250.000
Polinização natural	142.653	781.250	175.131	173.611

% de frutos formados (n⁰ de botões/n⁰ de frutos)

Durante as observações dos visitantes florais verificou-se que as flores receberam visitas das abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, da vespa *Brachygastra mellifica*, das moscas *Lucilia caesar*, *Eristalis* sp., *Ormidia obesa*, *Bithia* sp. e *Syrphus* sp. em todas as parcelas avaliadas (Figura 2). No entanto, verifica-se que as parcelas apresentaram maior número de visitas no período matutino pelas abelhas e moscas, com 248 (S-NT) e 79 (S-NT), respectivamente. Enquanto as vespas apresentaram maior número de visitas no período vespertino, com 46 (S-NT), podendo ter ocorrido uma competição principalmente entre abelhas e vespas. Devido ao número

de visitas em ambos os turnos, considera-se que a *Apis mellifera* foi o polinizador mais frequente desta espécie, enquanto algumas espécies de moscas e vespas foram consideradas polinizadores ocasionais e os outros visitantes apenas pilhadores de pólen e néctar.

Malerbo-Souza et al. (2003) estudando a cultura da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-Rio), concluíram que a flor de laranjeira é altamente atrativa para as abelhas da espécie *A. mellifera*, sendo mais visitada no período da manhã e que o início da frutificação das flores está relacionada ao número de suas visitas.

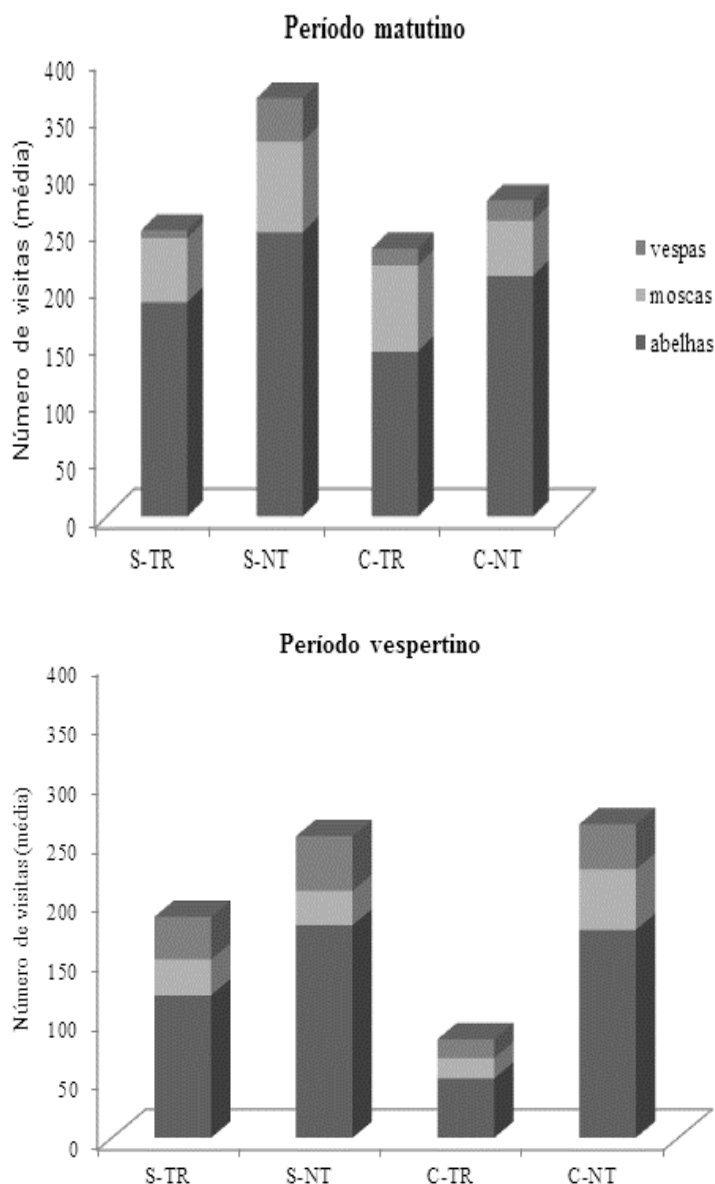


Figura 2. Número médio de visitas em umbelas de *Foeniculum vulgare* nas parcelas S-TR (Solteira tratada com inseticida), S-NT (Solteira não tratada com inseticida), C-NT (Consórcio não tratado com inseticida) e C-TR (Consórcio tratado com inseticida), nos períodos matutino e vespertino.

O horário de visitas realizadas pelos insetos *A. mellifera*, *T. spinipes*, *B. mellifica* e moscas às flores de erva-doce encontra-se na Figura 3. Observa-se que as primeiras visitas do dia foram realizadas pelos dípteros, que iniciaram às 06h00 estendendo-se até às 17h00, sendo observado um pico de visitas no intervalo de 09h00-10h00 da manhã e de 14h00-15h00 da tarde. No período da manhã foram realizadas em média 13 visitas em períodos pré-estabelecidos de 20 min. No período da tarde observou-se menor frequência, apenas quatro visitas em intervalos de 20 min.

Durante suas visitas *L. caesar* (Diptera, Calliphoridae), *Bithia* sp. (Diptera, Tachinidae), *Eristalis* sp., *O. obesa* e *Syrphus* sp. (Diptera, Syrphidae) e *Musca domestica* (Diptera, Muscidae), pousavam sobre a umbela, inseriam a probóscide na região central da flor de onde coletavam o néctar. Ao realizar esse comportamento, algumas moscas como *L. caesar*, *Bithia* sp e *Eristalis* sp. tocavam com a região ventral do corpo as estruturas reprodutivas, ficando o pólen aí depositado, caracterizando, assim, a polinização esternotribica. Após sua visita a flor, o inseto, geralmente, abandonava a umbela, visitando outras flores próximas, desta maneira, fazendo o transporte do pólen entre várias plantas.

As visitas da abelha *A. mellifera* (Hymenoptera, Apidae) iniciaram às 07h00 estendendo-se até às 17h00, sendo observado um pico de visitas no intervalo de 09h00-10h00 da manhã (Figura 3). Nesse intervalo cada umbela foi visitada no mínimo por três abelhas ao mesmo tempo, alcançando 35 visitas em períodos de 20 min. Durante à tarde o número de visitas reduziu, onde se observou uma maior porcentagem no intervalo de 15h00-16h00, totalizando 25 visitas em períodos de 20 min. Chaudhary (2006), avaliando o comportamento dos visitantes florais da erva-doce em estudo conduzido em Karnal (Índia), verificou que o pico de visitas da *A. mellifera* ocorreu das 11h00-15h00 (24,7-31,7 abelhas m²).

Para coletar o pólen a abelha aproximava-se das flores e com o auxílio das peças bucais e pernas, retirava o pólen das anteras, posteriormente, a abelha transferia o recurso coletado para as corbículas ou cesta de pólen, caracterizando, assim, a polinização esternotribica, devido o pólen ficar aderido na porção ventral do corpo da abelha. Em seguida, essa abelha deslocava-se para outras inflorescências da mesma planta ou de plantas vizinhas, reiniciando novas visitas. Os demais insetos citados na Figura 3, na maioria

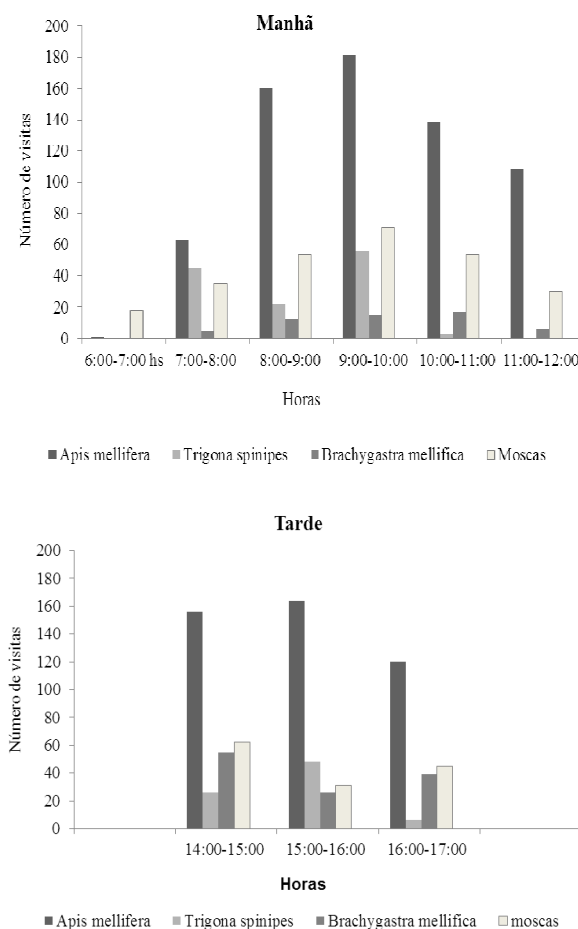


Figura 3. Horário de visitas realizadas pelos insetos *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Brachygastra mellifica* e moscas às flores de *Foeniculum vulgare* em sistema de cultivo solteiro e consorciado com algodão BRS Safira, com e sem aplicação de inseticida.

a das visitas estavam solitários, permanecendo por longo tempo nas flores pilhando o néctar e/ou coleando pólen.

Em estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco, Siqueira et al., (2008) relataram que ao se deslocar ativamente pela panícula, a *A. mellifera* tem a possibilidade de contatar os dois tipos florais (femininas e masculinas), favorecendo assim a polinização entre flores da inflorescência, entre panículas distintas e entre plantas, garantindo o fluxo de pólen na população.

Em relação à duração, frequência e eficiência da visita, conforme a tabela 2. *Apis mellifera* foi o visitante mais frequente, sendo responsável por cerca de 60% do total de visitas ($\geq 35\%$). *Brachygastra mellifica* foi responsável por 18% das visitas e *T. spinipes* por 16%, sendo classificadas como visitante pouco frequente (16 a 35%), as moscas variaram entre raras e muito raras. Verifica-se que os insetos considerados frequentes (F) e pouco frequentes (P) apresentaram maior duração de visita no sistema consorciado, onde a *B. mellifica* obteve o maior tempo de visita (110-128 segundos). Já para aqueles

considerados raros (R) e muito raros (MR) houve maior duração nas parcelas solteiras, com maior tempo obtido pela mosca *Eristalis* sp. (110 segundos). Observa-se também que a mosca *Syrphus* sp. foi quem realizou o menor tempo médio de visita.

Quanto à eficiência da visita, considerada por meio da frequência de visitas e da forma como o inseto coletava os grãos-de-pólen, *A. mellifera* e *B. mellifica* foram os polinizadores mais eficientes, seguidos por *T. spinipes*, *Bithia* sp., *Eristalis* sp., *L. caesar* e *O. obesa* classificadas como ocasionais e *Syrphus* sp. classificada como pilhador. Durante as visitas também foi observado comportamento agnóstico da *A. mellifera* em relação aos demais insetos, impedindo que estes realizassem uma visita mais eficiente às flores.

Avaliando-se o sistema reprodutivo da erva-doce, Chaudhary (2006) verificou que o rendimento médio de sementes na ausência de insetos foi de apenas 5,2 g planta⁻¹ em comparação com as parcelas de polinização aberta 28,0 g e 26,6 g planta⁻¹ em parcelas polinizadas apenas por abelhas, revelando claramente a contribuição da polinização por outros insetos, especialmente os dípteros *Eristalis* sp., *Eristalis arvorum* e *Musca* sp.

Tabela 2. Visitantes, tempo médio de duração da visita, frequências de visitas e eficiência na polinização das flores de *Foeniculum vulgare*. (Lagoa Seca-PB).

Visitantes	Duração da visita (s)				Frequência
	S-TR	S- NT	C-TR	C-NT	
HYMENOPTERA					
<i>Apis mellifera</i> (Apidae)	35	53	39	44	F/1
<i>Trigona spinipes</i> (Apidae)	20	40	26	47	P/2
<i>Brachygastra mellifica</i> (Vespidae)	67	65	110	128	P/1
DÍPTERA					
<i>Bithia</i> sp (Tachinidae)	-	27	81	-	MR/2
<i>Eristalis</i> sp (Syrphidae)	110	22	67	21	R/2
<i>Lucilia caesar</i> (Calliphoridae)	17	76	46	-	R/2
<i>Ornidia obesa</i> (Syrphidae)	60	66	30	34	MR/2
<i>Syrphus</i> sp (Syrphidae)	30	6	15	18	R/3

S-T (Solteira-tratada), S-N (Solteira-não tratada), C-N (Consórcio-não tratado), C-T (Consórcio-tratado). (-) não foi possível cronometrar o tempo de visita.

Embora *A. mellifera* tenha sido o polinizador mais frequente, não se pode afirmar que os outros insetos sejam polinizadores ineficientes, devido principalmente às interações competitivas desta abelha com os demais insetos, cuja eficiência dos mesmos

está diretamente ligada à frequência de *A. mellifera*. No entanto, a permanência dos outros insetos (moscas e vespas) nas parcelas no decorrer do dia, registra-se a importância dos mesmos para a reprodução da erva-doce.

CONCLUSÕES

A polinização natural proporciona maior incremento na produção de frutos/sementes de erva-doce;

Devido o seu comportamento de coleta, frequência e ativo deslocamento nas umbelas, a abelha *Apis mellifera* é considerada o polinizador mais eficiente para a espécie *Foeniculum vulgare*.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. A. et al. Avaliação agroecônômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

AZEVEDO, C. F. **Qualidade de sementes e morfo-anatomia de plântulas de *Foeniculum vulgare* Mill. oriundas de sistemas de consórcio**. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

BEZERRA, A. P. A. et al. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 104-108, 2007.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de sementes**. Brasília: SNDP/DNDV/CLAV, 2009. 395 p.

CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de abobrinha “Piramoita” em resposta à quantidade de pólen. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 47-52, 2003.

CHAUDHARY, O. P. Diversity, foraging behaviour of floral visitors and pollination ecology of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v. 15, n. 1, p. 34-41, 2006.

CHOI, E. M.; HWANG, J. K. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**, v. 75, n. 6, p. 557-565, 2004.

COELHO, J. A. P. et al. Supercritical carbon dioxide extraction of *Foeniculum vulgare* volatile oil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 18, n. 4, p. 316-319, 2003.

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados

com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, London, 1979.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade, UFRGS, 2000. 653p.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 20-35, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 2008. 544 p.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO R. H.; COUTO L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 237-242, 2003.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 141-159, 1994.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**. Curitiba: Imprensa Universitária, 2007. 185 p.

PAREJO, I. et al. Separation and characterization of phenolic compounds in fennel (*Foeniculum vulgare*) using liquid chromatography negative electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 52, n. 12, p. 3679-3687, 2004.

PINTO, C. M. et al. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Harper Collins Press, London, UK, 1996. 479 p.

QUIRINO, Z. G.; MACHADO, I. C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 181-193, 2001.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia*

L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 235-247. 2007.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 303-310, 2008.

SOUSA, L. A. et al. Sazonalidade dos ductos secretores e óleo essencial de *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* Mill. (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 15, n. 2, p. 155-161, 2005.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. As abelhas como agentes polinizadores. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Espanha, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2007.

WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY JR., J. S. A.; MORAES FILHO, J. R.; SILVEIRA, L. M. Eficiência em campo do extrato alcoólico de Melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia*) sobre o pulgão da erva-doce (*Hyadaphis foeniculum*) e curuquerê do algodão (*Alabama argillacea*). In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. **Agricultura familiar e agroecologia no semiárido**: avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p. 308.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: O CASO DO MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa* Deneger). **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 174-192, 2010.