



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA

CAMILA QUEIROZ LEMOS

**ABELHA *Plebeia cf. flavocincta* COMO POTENCIAL POLINIZADOR DO
CACAUUEIRO (*Theobroma cacao* L.) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

FORTALEZA

2014

CAMILA QUEIROZ LEMOS

**ABELHA *Plebeia cf. flavocincta* COMO POTENCIAL POLINIZADOR DO
CACAUUEIRO (*Theobroma cacao* L.) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L576a Lemos, Camila Queiroz.
Abelha Plebeia cf. *flavocincta* como potencial polinizador cacauero (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro / Camila Queiroz Lemos. – 2014.
71 f.: il., color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.
- Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.
1. Cacau. 2. Abelha. 3. Polinização por inseto. I. Título.

CDD 636.08

CAMILA QUEIROZ LEMOS

**ABELHA *Plebeia cf. flavocincta* COMO POTENCIAL POLINIZADOR DO
CACAUUEIRO (*Theobroma cacao* L.) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção Título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal

Dissertação aprovada em Fortaleza em: 10 de março de 2014.

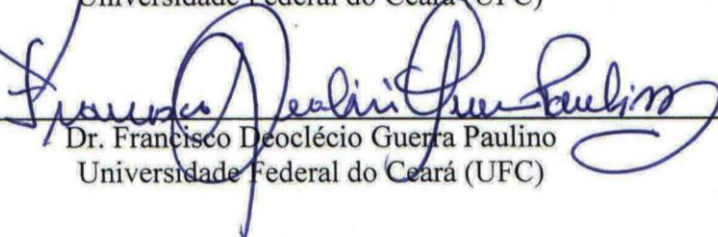
BANCA EXAMINADORA



Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas (ORIENTADOR)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof(a). Dra. Cláudia Inês da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus, pelo dom da vida;
Aos meus pais, pelo amor e formação do meu ser;
Aos meus irmãos queridos pela amizade e união.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me conceder o dom da vida.

À minha família pelo amor e dedicação.

À Universidade Federal do Ceará (Departamento de Zootecnia), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Zootecnia bem como ao corpo docente que o torna de excelência.

Ao orientador professor Dr. Breno Magalhães Freitas, pelos ensinamentos, confiança e apoio.

À fazenda Frutacor, em nome do Dr. Paulo, por disponibilizar suas áreas para a execução do experimento, e a todos os funcionários pelo apoio durante a execução do projeto, em especial a Simone e Keginaldo.

Ao zootecnista Jânio e ao meliponicultor Juvenal Oliveira do município de Bela Cruz (CE) por ter cedido parte das colônias a serem utilizadas durante o experimento.

À professora Dra. Cláudia Inês da Silva e ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pelas valiosas sugestões neste trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa com Abelhas da UFC e todos seus integrantes, meus amigos e colegas de trabalho, em especial a Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha (Epi), Keniesd Sampaio (Ken), Natália Oliveira (Naty), David Rocha, Alípio, Aline, Melissa, Victor, Rita pela gentil companhia e contribuição durante as viagens para coleta de dados ou por terem contibuído de alguma forma para a elaboração deste trabalho.

A grande amiga e colega de trabalho Epifânia de Macedo Rocha pela amizade, profissionalismo, além de sua força e palavras motivadoras, fonte de inspiração para a finalização deste trabalho.

À Dra. Favízia Freitas de Oliveira pela identificação das abelhas utilizadas nesse trabalho.

Ao bibliotecário Nonato pelo auxílio na formatação de parte deste trabalho.

Aos funcionários do setor de apicultura Francisco José Carneiro e Hélio Rocha Lima pelos ensinamentos e ajuda no decorrer do curso.

À Francisca Prudêncio, secretária da Pós-Graduação pela simpatia, cooperação e apoio administrativo e burocrático durante o decorrer do curso.

A todos os colegas de Pós-Graduação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa que me possibilitou conduzir os estudos durante o curso de mestrado.

E por fim, a todos que participaram, direta ou indiretamente, do desenvolvimento e êxito deste trabalho.

Abelha *Plebeia* cf. *flavocincta* como potencial polinizador do cacauero (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro

RESUMO GERAL

A cultura do cacauero tem sido levada para áreas mais secas para evitar doenças fúngicas como a vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), no entanto não se sabe como a cultura se comportaria nessas novas condições, inclusive a existência dos polinizadores naturais. Portanto o presente trabalho pretende estudar a biologia floral, os visitantes florais e potenciais polinizadores do cacauero, bem como o uso de abelha *Plebeia* cf. *flavocincta* em cultivo de cacau no semiárido brasileiro. O trabalho foi realizado no período de outubro a dezembro de 2013 na Fazenda Frutacor, localizada no Perímetro Irrigado, do município de Russas em área do semiárido brasileiro no estado do Ceará. Nesse estudo foi selecionada a variedade do cacauero CA1. Os resultados obtidos em relação à biologia floral mostraram que a abertura das flores do cacauero ocorreu gradativamente apresentando 14 horas de duração, tendo início às 15:00 horas até as 5:00 horas da manhã do dia seguinte. As flores polinizadas apresentaram formação de fruto sete dias após abertura e as demais não polinizadas sofreram abscisão 36h após a antese. A variedade selecionada para estudo apresentou média de $859,25 \pm 206,86$ inflorescências por planta e um total de 5654,58 botões florais e flores, sendo destes 87,99% de botões florais ($4975,93 \pm 1197,92$) e 12,01% de flores ($678,55 \pm 34,09$). Das flores encontradas, 85% eram flores novas e 15% velhas. A produção de frutos por planta foi estimada pela contagem do número total de frutos em cinco plantas apresentando uma média de $72,60 \pm 34,09$ por planta. Quanto ao requerimento de polinização verificou-se que apenas na polinização livre ocorreu a formação de frutos. Na avaliação da comunidade de insetos presentes na área de cultivo utilizando pratos armadilha (*pan traps*) foram coletados 292 indivíduos, distribuídos em quatro ordens: Diptera a mais abundante com 179 indivíduos (61,30%), seguida pela Hymenoptera (27,05%), Coleoptera (7,19%), Lepidoptera (2,39%) e outras (2,39%). No que se refere à utilização de abelhas *Plebeia* no cultivo de cacau, foi observado que a atividade de voo ocorreram com mais frequência no período matutino e no início da tarde, concentrando o pico de entrada e saída de abelhas nas colônias de 11:00 às 13:00 horas. O néctar/água foi o principal recurso coletado em quase que na totalidade das observações. Embora não tenham sido observadas as abelhas nas flores do cacauero, o pólen desta cultura foi encontrado nos potes de alimento e no corpo de campeiras, nas corbículas e cabeça, indicando que estas visitaram de forma efetiva as flores do cacauero.

Palavras-chaves: Meliponíneos. Abelhas sem ferrão. Polinização. Cultivo. Cacau.

**Bee *Plebeia cf. flavocincta* as potential pollinator of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in
brazilian semi-arid**

GENERAL ABSTRACT

The culture of cocoa has been taken to drier areas to prevent fungal diseases such as “vassoura de bruxa” (*Moniliophthora perniciosa*), however it is not known how culture would behave in these new conditions, including the existence of natural pollinators. Therefore this study aims to study the floral biology, flower visitors and potential pollinators of cocoa and the use of bee *Plebeia cf. flavocincta* in cocoa cultivation in the Brazilian semiarid region. The study was conducted from October to December of 2013 in the farm Frutacor, in the municipality of Russas - CE. This study has selected the variety of cocoa CA1. The results obtained in relation to floral biology showed that the opening of the flowers of the cocoa occurred gradually starting at 15h until 5 am the next day. Pollinated flowers presented fruit formation seven days after opening and the others not pollinated abscised 36h after anthesis. The range selected for study had an average of 859 ± 25 206.86 inflorescences per plant and a total of 5654.58 individuals (buds and flowers), with 87.99 % of flower buds (4975.93 ± 1197.92) and 12.01% of flowers (678.55 ± 34.09). Flowers found, 85 % were new and 15 % old. Fruit yield per plant was estimated by the total number of fruits count in five plants with a mean of 72.60 ± 34.09 per plant. About the application for pollination, it was found that only in the free one occurred fruit formation. In assessing the insect community present in the area of culture using pan traps were collected 292 individuals in four order: Diptera the most abundant with 179 individuals (61,30%), followed by Hymenoptera (27,05%), Coleoptera (7,19%), Lepdoptera (2,39%) and others (2,39%). As regards the use of bees *Plebeia* in cocoa growing, it was observed that the activity of flight occurred more frequently in the morning and early afternoon, focusing peak input and output in colonies of bees from 11:00 am to 13:00 pm. The nectar/water was the main resource gathered almost the whole of the observations. Although bees have not been observed in cocoa flowers, pollen culture found in food pots and in the body of foragers, pollen basket and head, indicated that they effectively visited the culture.

Keywords: Meliponineos. Stingless bees. Pollination. Cultivation. Cocoa

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Quantidade de indivíduos coletados por cores com pratos armadilhas (*pan traps*) em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro 48
- Tabela 2** – Registro da abundância total dos insetos em um cultivo experimental de cacau (*Theobroma cacao* L.), e a influência pelo período das coletas (dia ou noite) e pelas cores dos *pan traps*, em outubro de 2013, no semiárido brasileiro em Russas, Ceará.....49
- Tabela 3** – Relação entre período de coleta e a abundância de insetos coletados com pratos armadilha em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.....50
- Tabela 4** – Relação entre cores de pratos armadilha a abundância de insetos coletados em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.....50
- Tabela 5** – Média do fluxo de entrada e saída de abelhas *Plebeia* cf. *flavocincta* em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.), em novembro de 2013, Russas, Ceará.....63

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Distribuição de flores, botões florais, almofadas e frutos por cacauero (*Theobroma cacao* L.) em um cultivo comercial de cacau no semiárido brasileiro 35
- Gráfico 2** – Distribuição de botões e flores por inflorescência (A) e flores novas e senescentes por planta (B) em um cultivo comercial de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro 35
- Gráfico 3** – Fluxo de entrada de abelhas *Plebeia* cf. *flavocincta* em relação à temperatura (A) e umidade relativa (B), e fluxo de saída de abelhas em relação à temperatura (C) e umidade relativa (D), em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) em novembro de 2013, Russas, Ceará..... 64

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Localização da Fazenda Frutacor, no Perímetro Irrigado do município de Russas, Ceará, Brasil 29
- Figura 2** – Visão da área do cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) na Fazenda Frutacor, no Perímetro Irrigado do município de Russas, Ceará, Brasil. Google Earth, (2014).....30
- Figura 3** – Estrutura da flor de *Theobroma cacao* L31
- Figura 4** – Flores do cacau (*Theobroma cacao* L.) as 15:00 horas, com abertura do botão floral (A), e às 5:00 horas do dia seguinte, totalmente aberta (B) e formando fruto (C) em um cultivo comercial no semiárido brasileiro.....34
- Figura 5** – Trios de pratos-armadilha (*pan traps*) nas cores branca, azul fluorescente e amarelo fluorescente (A) e esquema ilustrando a distribuição desses trios para coleta de insetos (B) em uma área experimental de cultivo comercial de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.....46
- Figura 6** – Comportamento de abelhas *Plebeia cf. flavocincta* introduzidas em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido nordestino: (A e B) formação de amontoado de abelhas na lateral das caixas, (C) abelhas forçando a entrada em uma colônia, (D) entrada fechada pelas abelhas com resina como mecanismo de defesa. 61
- Figura 7** – Grãos de pólen de cacau (*Theobroma cacao* L.) em lâmina feita a partir de: (A) botão floral de cacau; (B) pólen extraído de potes de alimento de colônias de *Plebeia cf. flavocincta*; (C) pólen coletado da cabeça de *Plebeia cf. flavocincta*; (D) cabeça de *Plebeia cf. flavocincta* contendo grãos de pólen.....67

SUMÁRIO

REFERENCIAL TEÓRICO	14
REFERÊNCIAS	140
CAPÍTULO I: Biologia floral e requerimento de polinização do cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.) sob condições do semiárido brasileiro.....	25
RESUMO	255
ABSTRACT	266
INTRODUÇÃO.....	277
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 Área de estudo	29
2.2 Caracterização da espécie estudada.....	300
2.3 Variedade selecionada	311
2.4 Biologia floral.....	311
2.4.1 Horário de abertura e senescência	311
2.4.2 Estimativa de botão, flor e fruto por inflorescência e por planta.	322
2.4.3 Odores da flor	322
2.5 Requerimentos de polinização.....	322
2.6 Análise estatística	333
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	344
3.1. Biologia floral.....	344
3.1.1 Horário de abertura e tempo de senescência	344
3.1.2 Estimativa do número de botão, flor e fruto por inflorescência e por planta	355
3.1.3 Odores da flor	366
3.2 Requerimentos de polinização.....	377
4 CONCLUSÃO.....	388
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO II: Comunidade de insetos em plantio de cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.) no semiárido brasileiro	422
RESUMO	422
ABSTRACT	433
1 INTRODUÇÃO.....	444
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	466
2.1 Coleta e identificação de visitantes florais do cacau.....	466
2.2 Análise estatística	477

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	488
4 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO III: Avaliação da abelha <i>Plebeia cf. flavocincta</i> (Hymenoptera, Apidae) como potencial polinizador do cacauero (<i>Theobroma cacao</i> L.) no semiárido brasileiro	55
RESUMO	55
ABSTRACT	56
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1 Área de estudo	59
2.2 Variedade selecionada	59
2.3 Preparo e instalação das colônias na área de estudo.....	60
2.4 Atividade de voo das abelhas no cultivo do cacau	61
2.5 Análise do pólen amostrado nas operárias e nos potes de alimento.....	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.1 Fluxo de entrada e saída em colônias de <i>P. cf. flavocincta</i> no cultivo de cacau.....	63
3.2 Comportamento de forrageio da <i>P. cf. flavocincta</i> no cultivo de cacau.....	64
3.3 Análise do pólen amostrado nas operárias e nos potes de alimento.....	66
4 CONCLUSÃO.....	688
REFERÊNCIAS	699

REFERENCIAL TEÓRICO

Os insetos são os animais mais abundantes na face da Terra (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Dentre estes as abelhas se destacam como um dos grupos mais importantes, exercendo papel indispensável para o fluxo gênico das plantas com flores (Angiospermas), seja econômico, representando um ganho anual de R\$ 247 milhões no Brasil (IBGE, 2011).

Atualmente são conhecidas em todo o mundo cerca de 20.000 espécies de abelhas (MICHENER, 2000). Destas, a grande maioria tem hábito solitário, e cerca de 1000 espécies são sociais (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Dentre as abelhas sociais, as pertencentes ao gênero *Apis* e *Bombus* são as mais frequentemente utilizadas para polinização em escala comercial, principalmente em casas de vegetação.

Aproximadamente 65% das espécies de plantas necessitam da polinização por animais. Uma análise de dados provenientes de 200 países indicou que 75% das espécies vegetais de importância mundial para a produção de alimentos dependendo da polinização animal, principalmente por abelhas (KLEIN *et al.*, 2007).

A polinização é fundamental para a reprodução sexuada das plantas xenogâmicas com flores tanto em vegetação natural quanto de culturas de agrícolas, e em sua ausência, a manutenção da variabilidade genética entre os vegetais não ocorreria (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

O número das variedades cultivadas que dependem de polinizadores bióticos, especialmente abelhas, bem como a extensão da área ocupada por elas, vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas, aumentando a demanda por polinizadores. Aizen *et al.* (2008) destacaram que essas culturas altamente dependentes de polinizadores bióticos são mais comuns nos países do hemisfério sul, ou em países em desenvolvimento, como o caso da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), cacau (*Theobroma cacao* L), dendê (*Elaeis guineensis*) e maracujá (*Passiflora edulis*) no Brasil.

O uso de agentes polinizadores em áreas cultivadas é uma complexa atividade, exigindo conhecimento sobre a fisiologia da planta, requerimentos de polinização da cultura, biologia e eficiência polinizadora do inseto a ser utilizado. Essas informações por parte de quem se propõe a trabalhar com polinização são de fundamental importância (FREITAS, 1992; 1995; 1998). Geralmente áreas cultivadas são carentes de agentes polinizadores em quantidade e distribuição ideais para assegurar bons níveis de produtividade, principalmente em plantios distantes de matas nativas (FREITAS, 1998). Estudos tem mostrado que a distância das áreas nativas em relação aos cultivos agrícolas pode afetar a produtividade,

assim como o tamanho e conservação das áreas naturais podem afetar as interações planta-polinizadores (KLEIN *et al.*, 2003; RICKETTS, 2004; RICKETTS *et al.*, 2008). Isso acontece devido às alterações resultantes da ação do homem nos ecossistemas, reduzindo a capacidade de fornecer serviços essenciais para a nossa sobrevivência (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

O avanço da fronteira agrícola, visando o incremento cada vez maior da produção tem causado modificações em muitas áreas de cobertura florestal, convertendo-as em áreas agriculturáveis. Isso tem causado uma redução na disponibilidade dos recursos ecológicos no ecossistema, principalmente para as abelhas (DE MARCO; COELHO, 2004). Por outro lado, nem sempre nessas novas localidades há a presença de polinizadores efetivos para as culturas lá introduzidas (MELO *et al.*, 1997; AIZEN *et al.*, 2009) sendo necessário identificar polinizadores que possam substituir eficientemente o polinizador natural. Com isso, a necessidade de introduzir polinizadores tem gerado uma dependência de um único polinizador, a abelha *Apis mellifera*, por esta ser uma espécie manejada em grande escala (FERREIRA, 2008).

A *Apis mellifera* está comumente associada à produção de mel, uma vez que respondem pela maior parte do mel produzido no país (LOPES *et al.*, 2005), o serviço de polinização fornecido por essas abelhas tem grande importância para a humanidade (MICHENER, 2000). São um dos principais polinizadores introduzidos em áreas de cultivo aberto (FREITAS *et al.*, 2009) devido ao seu comportamento generalista, serem cosmopolitas, apresentarem elevado número de indivíduos por colônia, possuírem um manejo amplamente conhecido e, como na maioria das abelhas sociais, dependente exclusivamente de pólen e néctar para sua alimentação e de suas crias (WINSTON, 1987).

Entre as espécies comerciais de plantios agrícolas que se beneficiam da polinização realizada por *A. mellifera* destaca-se a laranja (*Citrus sinensis*), o Pêssego (*Prunus persica* L.) e a Soja (*Glycine max*) (PAVANELLO *et al.*, 2013). No entanto, apesar da comprovada eficiência na polinização da abelha *A. mellifera*, ela não é considerada eficiente para todas as culturas agrícolas, como por exemplo, a aceroleira (*Malpighia glabra*) e o cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.).

Muitos trabalhos citam a importância do papel das abelhas nativas tanto em casas de vegetação, como nos cultivos de mini melancia (*Citrullus lanatus*) (BOMFIM, 2012), na berinjela (*Solanum melongena*) (NUNES-SILVA *et al.*, 2013), na cultura do morango (*Fragaria x ananassa* Duch) (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; ANTUNES *et al.*, 2007) e do pimentão (*Capsicum annuum*) (CRUZ *et al.*, 2005), como em cultivos agrícolas abertos como o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) (FREITAS, 1995), a castanha do Brasil

(*Bertholletia excelsa* H. & B.) (CAVALCANTE *et al.*, 2012) e acerola (*Malpighiae marginata* D.C) (MAGALHÃES; FREITAS, 2013).

Pesquisa realizada em plantios de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) mostrou a importância das abelhas nativas na polinização, considerando como principais polinizadores dessa cultura as abelhas *Plebeia* sp. (GRIBEL *et al.*, 2008). Abelhas *Plebeia* sp. foram observadas visitando flores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) (OLIVEIRA, 2012), da catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) (MARTINS *et al.*, 2004), e coletando recursos no girassol (*Helianthus annuus*) (CRUZ; CAMPOS, 2013).

O gênero *Plebeia* Schwarz, 1938, é considerado o segundo maior grupo de abelhas sem ferrão, sendo bastante diversificado e amplamente distribuído na região Neotropical (CAMARGO; PEDRO, 2007), sendo conhecidas mais de 16 espécies desse gênero, ocorrendo em diferentes estados do Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). Dentre estas, a espécie *Plebeia flavocincta*, descrita por Cockerell, 1932, é uma abelha social adaptada às condições climáticas nordestinas e a escassez de recursos ao longo do ano (COSTA *et al.*, 2012).

Várias espécies do gênero *Plebeia*, também conhecidas como abelhas mosquitos, são consideradas mansas e de fácil manuseio (AQUINO, 2006). Possui um variado número de indivíduos por colônia podendo variar de 100-200 (*P. nigriceps*) a 7.000 (*P. saiqui*) (CAMARGO; WITTMANN, 1989; PICK; BLOCHTEIN, 2002) e são de tamanho reduzido, variando de 3-6 mm (MICHENER, 2000), sendo algumas tão pequenas, como é o caso da *P. nigriceps*, que chega a ser comparada ao tamanho de uma *drosophila*, podendo assim polinizar flores muito pequena (AQUINO, 2006), tais como as do cacauero.

O cacauero é uma planta originária da América do Sul, provavelmente das Bacias dos rios Amazonas e Orinoco, sendo até hoje encontrado em seu estado silvestre, desde o Peru até o México (AFOAKWA, 2010). É encontrado crescendo espontaneamente desde as vertentes da Cordilheira do Andes, provável centro de origem da espécie, até a foz do rio Amazonas (LEÃO, 2010).

Chamado de *Cacahualt*, que designava o “Sagrado”, os astecas acreditavam que esta planta era de origem divina, sendo seu cultivo de tal importância que exigia ser acompanhado de solenes cerimônias religiosas, fato que provavelmente influenciou o botânico sueco Carolus Linnaeus (1707 – 1778), a denominar a planta de *Theobroma cacao*, chamando-a assim de “manjar dos deuses” (BRASIL, 2014). De tão valorizadas que eram as sementes de cacau, estas tornaram-se moeda corrente, e eram usadas como meio de troca (VERÍSSIMO, 2012).

O cultivo do cacau começou no Brasil em 1679, através da Carta Régia que autorizava os colonizadores a plantá-lo em suas terras (BRASIL, 2014). Até a chegada da vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) em 1989, era o segundo maior produtor de cacau do mundo, caindo para a quinta posição, ficando ao lado da Costa do Marfim (Coted'Ivoire), maior produtor do mundo, chegando a contribuir com 41% do mercado global (BRASIL, 2014), seguido de Gana, Indonésia, Nigéria e Camarões. Segundo dados da FAO (2014), a Costa do Marfim ainda é o principal produtor mundial de cacau com 1.650.000,00 toneladas e o Brasil segue na sexta posição com uma produção de 253.211,00 toneladas por ano. A Bahia ainda é o maior produtor de cacau no Brasil, com 64% do total produzido, seguido por Pará (25%), Rondônia (8%) e Espírito Santo (3%) (MARTINI, 2004; LOPES *et al.*, 2011).

O cacauzeiro é uma planta perene, arbórea, dicotiledónea, pertencente à família *Malvaceae* e ao gênero *Theobroma* (LEITÃO, 1983). É uma espécie monóica e tipicamente cauliflora com flores em minúsculas inflorescências denominadas almofadas florais, que posteriormente formam os frutos. As almofadas florais não sendo danificadas podem produzir frutos por vários anos (ALVIM, 1984). As folhas são longas, nascem avermelhadas e logo ficam de um verde intenso, medindo até 30 cm (DIMICK, 1986).

As flores são hermafroditas e pentâmeras, apresentando pétalas, sépalas, estames e estaminódios ou falsos estames. No pistilo, o ovário apresenta de 30 a 70 óvulos (ALVIM, 1984). As anteras encontram-se revestidas por um prolongamento das pétalas, em forma côncava, denominado "cógula" ou "cuculo" e o ovário é envolvido por um círculo de estaminódios inférteis. Essa estrutura complexa da flor favorece a polinização cruzada exigindo a participação de insetos para proceder à polinização e representa uma adaptação de *T. cacao* a atividade de seu principal agente polinizador (SORIA *et al.*, 1975).

Quando a planta é jovem, as flores são produzidas principalmente no tronco. Em plantas adultas, elas surgem por toda planta, em maior quantidade nos ramos, com mais de 1 cm de diâmetro (COPE, 1939). Um cacauzeiro adulto pode produzir mais de 50 mil flores por ano, das quais menos de 5% é polinizada, e somente 0,5 a 2% resulta em frutos. A flor não polinizada nas primeiras 8 a 10 horas após a emergência cai e esse aborto ocorre normalmente nas 24 a 48 horas subsequentes (ALVIM, 1984).

Apenas 5% das árvores produzem frutos e cada uma produz um máximo de 30 frutos por ano. A produtividade varia conforme as condições de cultura permitindo colheitas até 2500 kg por hectare, no entanto a partir do 7º ano poderá chegar aos 1200 a 1500 kg/ha (SILVA NETO *et al.*, 2001).

Seus frutos apresentam coloração verde, vermelha ou amarronzada, cores que tendem ao amarelo, quando amadurecidos. Podem medir até 30 cm de comprimento e cada fruto contem um número variado de sementes, entre 30 a 40 (DIMICK, 1986). Cada semente tem aproximadamente 1 cm de comprimento, e quando seca pesa em média 1,0 – 1,2 g (WOOD *et al.*, 1987). O período de amadurecimento é em média de 170 dias após a fertilização, e é neste tempo também que atinge seu peso máximo. Dependendo do país em que é cultivado, podem ocorrer diferenças nas suas características que após o seu processamento irão refletir no chocolate. Por tal motivo, cada indústria procura utilizar e até importar cacau de países específicos que lhe convenham para a obtenção do produto final desejado (VERÍSSIMO, 2012).

Segundo Enriquez (1985), é possível dividir o cacau em três grandes grupos: Criollos (frutos verdes ou vermelhos, cilíndricos, casca rugosa, delgada ou grossa, semente branca ou ligeiramente pigmentada, cilíndricas ou ovais), Forasteros (frutos geralmente verdes, ovais, casca lisa ou ligeiramente rugosa, sementes violeta, é a variedade mais difundida), e Trinitarios, que constituem as populações híbridas de cruzamentos espontâneos de Criollos e Forasteros, e seus frutos e sementes têm características intermediárias entre os grupos que lhes deram origem.

O tipo Cioulo tem sido cultivado há longo tempo na América Central e no norte na América do Sul. O tipo Forasteiro predomina em 85% das plantações mundiais (DIAS *et al.*, 2001), sendo cultivado principalmente no Brasil e na Venezuela (SOUNIGO *et al.*, 2003).

O cacaeiro apresenta sistema de cruzamento misto que se caracteriza pela predominância de fecundação por cruzamento, ocorrendo autofecundações inferiores a 50% e superiores a 5% podendo a taxa de cruzamento chegar a 100% (VELLO; NASCIMENTO, 1971).

Características morfológicas nas estruturas florais, as quais impedem a autofecundação natural (ASCENSO, 1962), como grãos de pólen viscoso, com característica em formar agrupamento em massa, dificultando o seu transporte pelo vento, faz com que a polinização seja predominantemente entomófila (VELLO; NASCIMENTO, 1971). Essa dificuldade de transporte propicia a deposição dos grãos de pólen de flores da própria planta e de plantas vizinhas sobre o estigma, resultando assim na heterogeneidade na obtenção das sementes (TOXOPEUS, 1972).

A presença de sistemas de incompatibilidade na população pode limitar a fecundação natural e restringir o fluxo de genes, bem como o rendimento de plantas

autoincompatíveis, embora tais plantas apresentem, frequentemente, cruzamento compatível entre si. Esse mecanismo de incompatibilidade é exclusivo de *T. cacao* (DIAS *et al.*, 2001).

O processo de polinização das flores do cacau se limita quase que exclusivamente a um pequeno grupo de dípteros da família Ceratopogonidae do gênero *Forcipomyia*, principal polinizador do cacau que depositam quantidade suficiente de pólen para a formação do fruto. Estas moscas habitam as regiões onde há a monocultura, estabelecendo-se em epífitas e nos pseudocaulos das bananeiras. Mesmo assim, insetos como formigas e pulgões podem polinizar o cacau (CHAPMAN; SORIA, 1983). Tais micromoscas são supostamente atraídas pelas partes coloridas da flor, especialmente pelas linhas guias das pétalas e pelos estaminódios (KAUFMANN, 1975) embora Soria *et al.* (1982), acreditam que o comportamento desses insetos independa da coloração das flores.

Sendo planta de origem amazônica, o cacau se desenvolve muito bem no clima quente úmido, de boa distribuição de chuvas durante o ano e bons períodos de insolação. É uma planta pouco exigente quanto ao solo, mas considerando que na floresta amazônica os solos não são tão férteis, existe a compensação do micro clima e a ciclagem de nutrientes (DIAS *et al.*, 2001).

É uma espécie que se adapta bem a regiões com temperaturas médias superiores a 15°C tolerando por curto espaço de tempo temperaturas mínimas próximas de 10°C, porém podendo ocorrer alterações nas sementes, resultando num produto final de qualidade inferior. Exige precipitações pluviométricas superiores a 1400 mm anuais que variam até 2000 mm, bem distribuídas ao longo do ano (LEITÃO, 1983).

Devido ao embargo sofrido às importações da amêndoa oriundas da Costa do Marfim em 2012, após dois carregamentos aportarem em Ilhéus, na Bahia com insetos vivos entre as amêndoas, ocorreu uma grande pressão do setor produtivo para que as compras fossem suspensas evitando assim a entrada de pragas no Brasil. Com isso, novas fronteiras para a cultura têm surgido no país concentrando o cultivo em outros estados da federação, tais como Pará, que se tornou o segundo maior produtor nacional da amêndoa, e atualmente o Ceará, que pode se transformar em um novo polo da cacauicultura brasileira com o investimento de grandes empresas no cultivo do cacau na região (BAHIA, 2013, 2014). No entanto, esse cultivo também vem sendo realizado em áreas de catinga em clima semiárido onde não se sabe se há a ocorrência do polinizador natural da espécie e nem como a planta vai se adaptar as condições ecológicas, sendo importante investigar esses aspectos inclusive com a possibilidade da introdução de um polinizador alternativo, no caso abelhas *Plebeia cf. flavocincta*.

REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. O. **Chocolate science and technology**. London: John Wiley And Sons, 2010.

AIZEN, M. et al. Longterm global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v. 18, 1572-1575, Oct. 2008.

AIZEN, M.A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v.19, 915-918. 2009

ALVIM, P. T. **Flowering of cocoa**. Cocoa Growers Bulletin, v. 25, p. 23-31, 1984

ANTUNES, L. E. C. et al. Produção Integrada de Morango (PIMo) no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 34-39, jan./fev. 2007.

AQUINO, I. S. **Abelhas nativas da Paraíba**. João Pessoa: EDUFPB, 2006.

ASCENSO, J.C. O seminário sobre seleção e melhoramento do cacau da VIII conferência internacional do cacau. **Estudos Agrônômicos**, Lisboa, v. 3, n. 8, p. 135-141, 1962.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Reforma Agrária, Pesca e Aquicultura. **Embargo ao cacau da Costa do Marfim pode afetar processamento**. 2013. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2013/10/23/embargo-ao-cacau-da-costa-do-marfim-pode-afetar-processamento>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Reforma Agrária, Pesca e Aquicultura. **Empresas de frutas apostam em plantio de cacau no Ceará**. 2014. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2014/01/20/empresas-de-frutas-apostam-em-plantio-de-cacau-no-cear%C3%A1>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

BOMFIM, I. G. A. et al. Use of Stingless Bees for the Pollination of Mini Watermelon in Greenhouse. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: FUNPEC, 2012. p. 67.

CAMARGO, J. M. F.; WITTMANN, D. Nest architecture and distribution of the primitive stingless bee *Mourella caerulea* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae): evidence for the origin of Plebeias. In: the Gondwana Continent. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 24, n. 4, p. 213-229, 1989.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836, p. 272–578. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.

CAVALCANTE, M. C. et al. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excels* Bonpl.) trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, 2012.

CHAPMAN, R. K.; SORIA, S. J. Comparative *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) pollination of cacao in Central America and Southern Mexico. *Theobroma*, v. 13, p. 129-139. 1983.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **História e evolução**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

COPE, F. W. Compatibility and fruit setting in cacao. **Annual Report on Cacao Research**, v. 8, p. 17-20, 1939.

COSTA, C. C. A. et al. Comparative analysis of foraging activity of *Melipona subnitida* and *Plebeia flavocincta* in Caatinga. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: [s. n.], 2012.

CRUZ, D. O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1197-1201, 2005.

CRUZ, D. O.; CAMPOS, A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 1- 4, 2013.

DE MARCO JUNIOR, P.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Experimentação no melhoramento. In: DIAS, L. A. S. **Melhoramento genético do cacauero**. Viçosa: L.A.S. DIAS/FUNAPE-UFG, p. 439-492. 2001.

DIMICK, P. **Proceedings of the Cacao Biotechnology Symposium**. University Park, Pa : Dept. of Food Science, College of Agriculture, Pennsylvania State University. vii, 154 p, 1986.

ENRIQUEZ, G.A. **Curso sobre el cultivo del cacao**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985.

FERREIRA, F. M. C. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 2008. 89 f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/teses/A_poliniza%C3%A7%C3%A3o_como_um_servi%C3%A7o_do_Ecossistema.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/.../bib.../Microsoft_Word_-_Cap_7.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.

- FREITAS, B. M. **Foraging behaviour of honeybees (*Apis mellifera* L.) on apples (*Pyrus malus* L.)**. 1992. 72 f. Dissertação (Especialização em Apicultura) – University of Wales, Cardiff, 1992.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) - University of Wales, Cardiff, 1995
- FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 46, p.16-20, 1998.
- FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n. 3, p. 332-346, 2009.
- GRIBEL, R. et al. **Polinização e manejo dos polinizadores do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. Manaus: INPA, 2008.
- GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the insects**. New York: Cambridge University Press. 2005.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. São Paulo: USP, 2004.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P.. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2011. v. 39, p.1-63.
- KAUFMANN, T. Cocoa pollination by males of *Forcipomyia squamipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Ghana. **Tropical Agriculture**, v. 52, p. 71-74, 1975.
- KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences.**, v. 274, p. 303-313, 2007.
- KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, v. 40, n. 5, p. 837-845, 2003.
- LEÃO, A. C. **O cultivo do cacau no Brasil**. Itabuna: Allana: Itabuna, 2010.
- LEITÃO, A. E. B. **A fermentação do cacau avaliada por um método rápido de determinação de cianidina**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1983.
- LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, p. 7-9, 2005.
- LOPES, U. V. et al. Cacao breeding in Bahia, Brazil: strategies and results. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, p. 73-81, 2011.

MAGALHÃES, CELSO B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, p. 234-239, 2013.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses?. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MARTINI, M. H. **Caracterização das sementes de seis espécies de *Theobroma* em relação ao *Theobroma cacao* L.** 2004. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MARTINS, C. F. et al. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2004

MELO, C. G. et al. Polinizadores de *Malpighia glabra* L. **Mensagem Doce. APACAME, Associação Paulista de Apicultores Criadores de Abelhas Melíficas Européias**, v. 42, p. 14-17, 1997.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. [S. l.]: JHU, 2000.

NUNES SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, n. 5, p. 537-546, 2013.

OLIVEIRA, M. O. **Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) sob cultivo, na chapada do Apodi, Ceará.** 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PAVANELLO, A. et al. **Polinização feita por insetos.** 2013 Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAGOr4AG/polinizacao-feita-for-insetos>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

PICK, R. A.; BLOCHTEIN, B. Atividades de voo de Plebeia saiqui (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) durante o período de postura da rainha e em diapausa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 827-839, 2002.

RICKETTS, T. H. et al. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, 2004

RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are these general patterns? **Ecology letters**, Oxford, v. 11, n. 5, p. 499-515, maio. 2008.

SILVA NETO, P. J. et al. Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira. Belem: CEPLAC, 2001.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte, 2002.

SORIA, J.; TONOSAKI, S.; MORENO, J. A polinização do cacauero pela *Forcipomyia* ao vivo. **Cacau Atualidades**, v. 12, p. 14-18, 1975.

SORIA, J.; SILVA, P.; CHAPMAN, R. K. Influence of floral pigmentation on field pollination rates in some cultivated varieties of *Theobroma cacao* L: some effects on yield. **Revista Theobroma**, v. 13, p. 141-149, 1982.

SOUNIGO, O. et al. Assessment of the value of doubled haploids as progenitors in cocoa (*Theobroma cacao* L.) breeding. **J. Appl. Genet.**, v. 44, p. 339-353, 2003.

TOXOPEUS, H. Cacao breeding: consequence of mating system, heterosis and population structure. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 4., 1972, St. Augustine. **Proceedings...** Port-of-Spain: Governnment of Trinidad and Tobago, 1972. p. 3-12.

VELLO, F.; NASCIMENTO, I. F. Influência da origem do pólen na produção do cacauero. **Revista Theobroma**, v. 1 p. 7-14, 1971.

VERÍSSIMO, A. J. M. **Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial, funcional e sensorial: o caso do cacau catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil**. Lisboa: ISA, 87 p. 2012.

WINSTON, M. L. **The Biology of the honey bee**. Cidade: Harvard University Press: 1987.

WOOD, G. A. R.; LASS, R. A. **Cocoa**. New York: Longman Scientific and Technical, 1987.

CAPÍTULO I: BIOLOGIA FLORAL E REQUERIMENTO DE POLINIZAÇÃO DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.) SOB CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie originária da região amazônica, de importância econômica para o Brasil. Devido a demanda da amêndoa no mercado interno, fronteiras agrícolas para o seu cultivo vem expandindo em outros estados brasileiros, tais como o Ceará. No entanto sendo uma área semiárida, diferente da área natural, é importante que se investigue o comportamento da biologia floral e o requerimento de polinização do cacau. O estudo foi conduzido no município de Russas (Ceará) em um cultivo experimental de cacau, durante os meses de outubro e novembro de 2013. Para isso, foram realizadas observações diárias em suas inflorescências e frutos, de 20 plantas, e tratamentos de polinização livre e polinizações restritas. Os resultados mostraram que o cacau apresentou a média esperada na produção de flores e frutos, comparado com demais localidades onde a cultura se encontra inserida. A antese das flores do cacau ocorreu gradativamente com duração de 14 horas iniciando às 15h até às 5h da manhã do dia seguinte, onde a maioria das flores já se encontrava abertas. As flores polinizadas apresentaram formação de fruto sete dias após abertura e as demais não polinizadas sofreram abscisão 36 horas após a antese. A variedade selecionada para estudo apresentou média de 859, 25 ± 206,86 inflorescências por planta e um total de 5654,58 botões florais e flores por dia, sendo destes 87,99% de botões florais (4975,93 ± 1197,92) e 12,01% de flores (678,55 ± 34,09). Das flores encontradas, 85% eram flores novas e 15% velhas. As flores coletadas do cacau não apresentaram odor perceptível. A produção de frutos por planta foi em média de 72,60 ± 34,09. Quanto ao requerimento de polinização, estudos mostraram que o cacau produziu frutos apenas na polinização livre ocorrendo a formação de frutos em 2,3% das flores selecionadas. Tratamentos de polinização noturna e diurna não apresentaram resultado de formação de frutos. Conclui-se que a variedade de cacau selecionada mostrou ser uma planta predominantemente de polinização cruzada com baixa autofecundação, uma vez que ao se restringir suas flores a agentes polinizadores, não ocorreu formação de frutos, o que prova que necessita de um agente polinizador, provavelmente um inseto, para produção de frutos. A variedade também mostrou ser bem adaptada a região de semiárido mantendo suas características de biologia floral e produção de frutos semelhante aos demais locais até então cultivados.

Palavras-chave: Cacau. Produção. Flores. Botões florais. Frutos.

CHAPTER I: FLORAL BIOLOGY AND POLLINATION APPLICATION OF CACAO (*Theobroma cacao* L.) UNDER CONDITIONS OF BRAZILIAN SEMI-ARID

ABSTRACT

Cacao tree (*Theobroma cacao* L.) is a native species from the Amazon region. Cacao has a great importance to Brazilian economy. In this sense, to ensure the demand of almonds for the domestic market the agricultural frontiers has been expanded to other states, such as Ceará (Brazil). However to be a semi-arid area, different from the natural area, it is important to investigate the behavior of floral biology and pollination application of cacao. The study was conducted in the municipality of Russas (Ceará) in an experimental cultivation of cacao during the months of October and November 2013. Daily observations were made on 20 plants and on their inflorescences and fruits, and observations were associated with open pollination experiments and restricted pollination. The results showed that cacao tree presented a production of flowers and fruits in the expected average compared to other location where this culture exists. The anthesis of cacao tree flowers occurred gradually gradually lasting 14 hours starting at 15h until 5 am of the next day, where in the occasion most of the flowers were already open. Flowers pollinated presented fruit formation seven days after opening and the others that were not pollinated suffered abscised 36 hours after the anthesis. The variety selected for research had an average of 859 ± 25 206.86 inflorescences per plant and a total of 5654.58 floral buds and flowers per day, with 87.99% of floral buds (4975.93 ± 1197.92) and 12.01% of flowers (678.55 ± 34.09). About the flowers found, 85% were new and 15% were old flowers. The flowers collected on the cacao tree showed no perceptible odor. Fruit production per plant was on average 72.60 ± 34.09 . Concerning the requirement of pollination, study showed that cacao tree produced fruits only in open-pollinated, occurring fruit formation in 2.3% of the selected flowers. Treatment of pollination during the night and during the day did not show fruit formation. The conclusion is that the variety of cacao tree selected proved to be predominantly a cross-pollination plant with low self-fecundation, necessitating a pollinating agent, probably an insect, for production of fruits, as well adapting to semiarid region maintaining its biology floral characteristics and production of similar fruits to other places so far cultivated.

Keywords: Cacao. Production. Flowers. Floral buds. Fruits.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil já foi o principal produtor de cacau para a indústria do chocolate, porém entraves como, a concorrência com países africanos (Costa do Marfim e Gana) e do sudoeste asiático (Indonésia), a ocorrência de secas, o baixo investimento em tecnologias e a falta de organização da cadeia produtiva, aliados à pragas fizeram com que o Brasil ocupasse a quarta posição mundial como produtor de cacau (BATISTA; VIERO, 2014).

Em 2012, devido à suspensão das importações de cacau da Costa do Marfim, após dois carregamentos aportarem na Bahia com a presença de insetos vivos entre as amêndoas, o Brasil passou a importar cacau praticamente de apenas dois países: Gana e Indonésia, segundo e terceiro maiores produtores da amêndoa (FERREIRA, 2013). No entanto estes dois países não são capazes de atender a demanda brasileira de importação, fazendo com que os importadores encontrem estratégias para suprir essa carência. O Brasil importa em torno de 70.000 t. anuais da amêndoa para completar a demanda da indústria local. Exportadora de produtos com valor agregado estima-se que o esforço inicial para suprir o déficit interno com produção nacional requereria a incorporação de pelo menos 30.000 ha de novas plantações (LEITE, 2006; 2014).

Assim, uma das alternativas encontradas foi a expansão das fronteiras agrícola de produção do cacau para outros estados (LEITE, 2006; 2014), tendo em vista que esse mercado exige quantidade, qualidade e regularidade (CARNEIRO *et al.*, 2008). Essa estratégia possibilitou a expansão da cacauicultura para áreas não tradicionais como oportunidade de negócio (BRASIL, 2013) devido, principalmente, às novas técnicas de irrigação, fertirrigação, manejo e do material genético melhorado que permite a implantação da cultura com sucesso (CODEVASF, 2009), podendo gerar divisas para o país, diminuindo a importação, bem como possibilitando que o Brasil retome a condição de exportador de cacau (LEITE, 2006; 2014).

No entanto, a expansão dessa cultura tem se limitado basicamente a microclimas da região amazônica (incluindo os estados do Amazonas, Rondônia, Pará e Mato Grosso) e a regiões do sul da Bahia e norte do Espírito Santo (LEITE, 2014). Essa limitação se dá devido ao conceito pré-estabelecido de que o cacauero necessita de ambiente com elevada temperatura e umidade do ar para produzir bem, condições estas similares às regiões do trópico úmido (LEITE, 2006; 2014; BATISTA; VIERO, 2014). Sendo assim, trabalhos referentes a biologia floral e de produção de cacau têm se concentrado nessas regiões de clima quente e úmido (YOUNG, 1985; YOUNG; SEVERSON, 1994; CABRAL *et al.*, 2013).

Áreas experimentais e comerciais de cultivo de cacau, inseridos em sistema de irrigação, vêm sendo estabelecidas em regiões mais secas, por serem locais de escape de doenças que acometem o fruto e por possibilitarem a secagem mais rápida das sementes (CODEVASF, 2009; LEITE, 2014). No entanto, sendo áreas diferentes da área natural que a cultura se encontra, o conhecimento da biologia floral e dos requerimentos de polinização da espécie agrícola nessas novas áreas agrícolas torna-se essencial (FREE, 1993; BOMFIM, 2013).

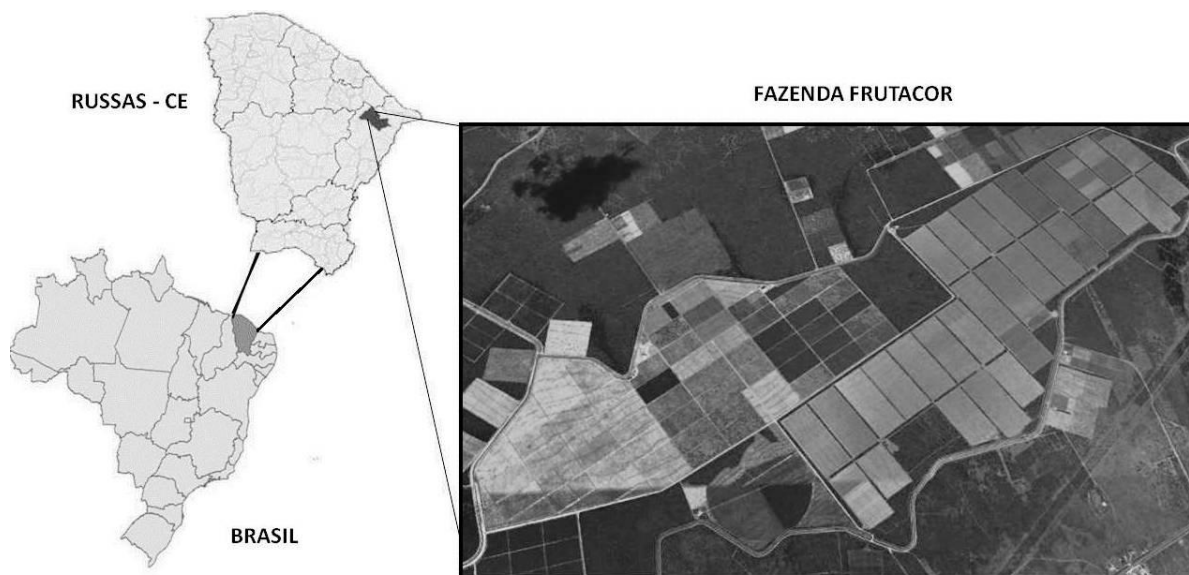
Diante disso, o presente trabalho procurou investigar a biologia floral do cacau, bem como seu requerimento de polinização sob as condições do semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado no período de outubro a dezembro de 2013 na Fazenda Frutacor, localizada no perímetro irrigado do município de Russas (4°57'54,46"S e 38°02'35,71"W), nordeste do estado do Ceará, Brasil (FIGURA 1). O clima da região é do tipo Tropical quente semiárido, com chuvas de janeiro a abril, precipitações pluviométricas com média anual de 857,7 mm e temperatura média de 26 a 28°C e uma altitude de 68 m. O tipo de vegetação predominante é formado pela caatinga arbustiva aberta, caatinga arbustiva densa, Complexo vegetacional da zona litorânea e Floresta mista dicotillo-palmácea (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2013; IPECE, 2013). No entanto, na fazenda na qual esta situada a área experimental a predominância são de cultivos agrícolas com fragmentos de caatinga arbustiva aberta.

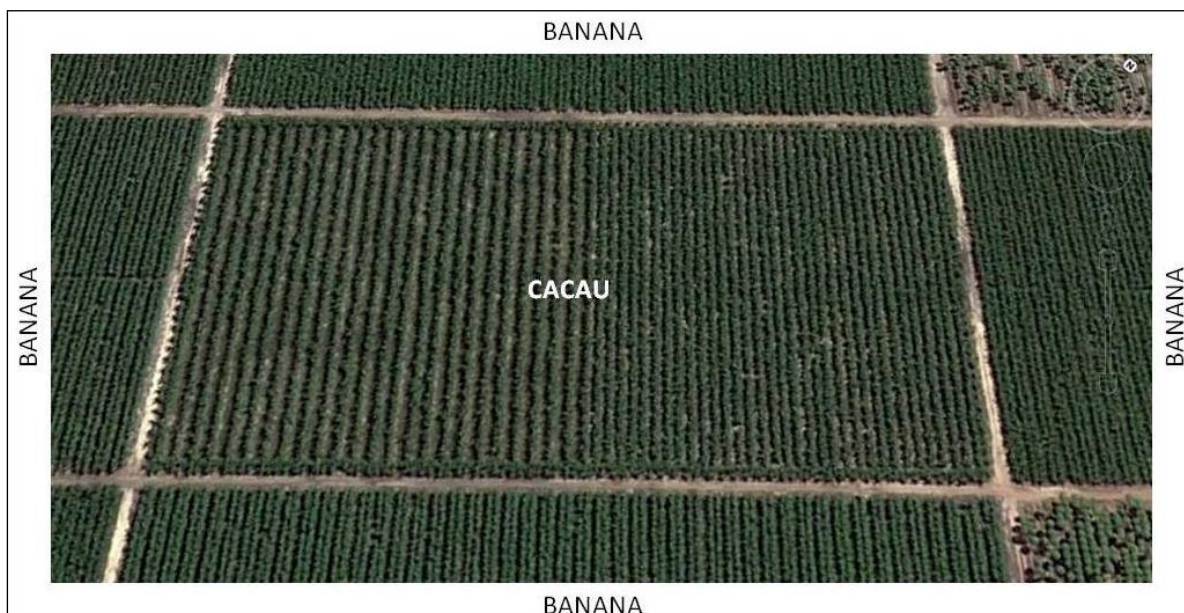
Figura 1. Localização da Fazenda Frutacor, no Perímetro Irrigado do município de Russas, Ceará, Brasil.



A Fazenda Frutacor possui cerca de cinco hectares de plantio experimental de cacau (*Theobroma cacao* L.) com quatro anos de implantação, subdividido em duas áreas: uma com sistema de irrigação por microaspersão (2,5ha) e a outra por gotejamento (2,5ha). O estudo foi conduzido na área com sistema de gotejamento, onde são cultivadas 12 variedades de cacauzeiro dispostas em linhas, com espaçamento de 6 x 7 m. Cada fileira de cacauzeiro é

composta por uma variedade. O cultivo de cacau é circundado por pinheiros e as bordas limites do lote, por plantio de banana irrigado (FIGURA 2).

Figura 2. Visão área do cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) na Fazenda Frutacor, no Perímetro Irrigado do município de Russas, Ceará, Brasil. Google Earth, (2014).



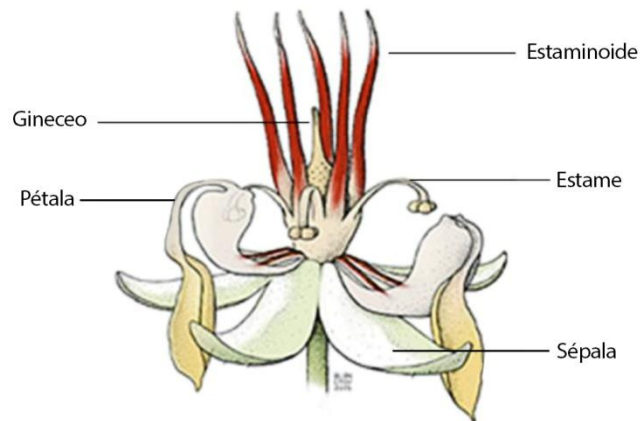
2.2 Caracterização da espécie estudada

O cacaeiro é uma planta originária da América do Sul, provavelmente das Bacias dos rios Amazonas e Orinoco (AFOAKWA, 2010), pertencente à família *Malvaceae* e ao gênero *Theobroma*. É uma planta perene, arbórea, dicotiledônea (LEITÃO, 1983).

As flores do cacaeiro são formadas em minúsculas inflorescências do tipo caulíferas denominadas almofadas florais, podendo ocorrer floração o ano todo quando as condições de temperatura e umidade estão favoráveis. Estas almofadas, não sendo danificadas, podem produzir frutos por vários anos (ALVIM, 1984) que podem ser colhidos praticamente durante todo o ano do 2º ao 4º ano de implantação da cultura (BRASIL, 2014).

A flor do cacaeiro é pedicelada e hermafrodita, com cinco sépalas, pétalas, estames e estaminoides e um ovário súpero. As sépalas são carnosas de coloração variando do rosa ao branco. As pétalas apresentam duas partes bem distintas: uma basal em forma de concha, de cor branca ou rosada, que encobre as anteras, e outra apical, com extremidade dilatada e de ápice arredondado. O ovário se encontra envolvido por estaminoides inférteis e de cor carmim escuro, ao longo dos quais se encontram tricomas voltados para o centro da flor (LEÃO, 2010) (FIGURA 3).

Figura 3. Estrutura da flor de *Theobroma cacao* L.



Fonte: Adaptado de Alam Chou (2008).

2.3 Variedade selecionada

A variedade selecionada para o estudo foi denominada CA1. Os critérios para a seleção desta variedade foram: plantas apresentando aproximadamente o mesmo porte, presença de frutos novos, número de inflorescência com flores em diferentes estádios de desenvolvimento (botões, flores novas e flores velhas), facilidade de acesso à copa para visualização das flores e a ausência de doenças. Dentro desta variedade, os trabalhos foram concentrados em duas linhas de plantio distando 52 m uma da outra, cada qual com 69 plantas.

2.4 Biologia floral

2.4.1 Horário de abertura e senescência

Para a verificação do horário de abertura e o tempo até a senescência da flor foram selecionados, em dez indivíduos, 50 botões florais em pré-antese, ou seja, que mostrassem sinais de separação das sépalas. Os botões foram marcados com linha de algodão na base do pedicelo, ensacados com sacos de filó (10 x 15 cm) e acompanhados durante todo o seu desenvolvimento. As observações foram realizadas a cada hora de 5:00 às 17:00 horas, da abertura do botão floral até a sua senescência ou observação da formação do primórdio de fruto.

2.4.2 Estimativa de botão, flor e fruto por inflorescência e por planta

A estimativa do número de botões, flores novas e flores velhas por inflorescência foi feita mediante a contagem em cinco inflorescências (almofadas) por planta, em dez plantas, totalizando 50 inflorescências. Foram consideradas flores velhas aquelas que apresentavam os primeiros sinais de senescência, como pétalas murchando e anteras escurecidas. Também foi estimado o número de inflorescência e de frutos por planta mediante a contagem em cinco indivíduos no cultivo.

2.4.3 Odores da flor

Para a classificação de odores foram coletadas flores em diferentes horários ao longo do dia (cerca de 10 flores), que foram acondicionadas em recipientes novos de vidro hermeticamente fechados. Foram selecionadas flores em diferentes estágios de desenvolvimento (botões florais, flores novas e flores velhas). Aproximadamente 1 hora após o acondicionamento, esses potes foram abertos para verificação da presença ou não de odor.

Os odores foram avaliados conforme a seguinte classificação: 0= sem odor, 1= odor percebido somente com insistência, 2= odor moderado percebido com dificuldade e 3= odor intenso percebido prontamente (VENTURIERI; SILVA, 1997).

2.5 Requerimentos de polinização

Com o intuito de conhecer os requerimentos de polinização do cacau foram realizados quatro tratamentos durante o período experimental. Para isso foram selecionadas 20 plantas em duas linhas amostrais, 10 em cada linha. As plantas foram numeradas e marcadas com fita colorida junto à base. A metodologia aplicada é descrita abaixo:

a) Polinização livre: visando identificar o nível de polinização natural das flores sob condições de campo, sem qualquer manipulação e com a ação dos agentes polinizadores existentes na área de cultivo, 300 botões florais foram marcados em pré-antese, 15 em cada planta (n=20), e acompanhados até a formação do fruto ou senescência da flor;

b) Polinização restrita total: para verificar a capacidade da cultura de se autopolinizar ou ser polinizada pelo vento, 300 botões florais em pré-antese, foram protegidos com sacos de filó (10 cm x 10 cm), 15 em cada planta, e acompanhados até a formação do fruto ou senescência da flor. Os botões florais eram considerados em pré-antese após o sinal

de separação das sépalas. As flores permaneceram ensacadas durante o período que se encontravam abertas;

c) Polinização restrita diurna: 50 botões florais em pré-antese foram protegidos com sacos de filó durante o dia e liberados a noite para verificação de polinização noturna;

d) Polinização restrita noturna: 50 botões florais em pré-antese eram mantidos em sacos de filó durante a noite e desensacados durante o dia para verificação de polinização diurna.

A marcação das flores em todos os tratamentos foi realizada amarrando uma linha de algodão na base do botão, tomando-se o devido cuidado para que a linha não afetasse a abertura floral e formação do fruto.

2.6 Análise estatística

Foram utilizadas médias simples (por vezes representada como percentagem) como medida-resumo das observações relativas à biologia floral do cacauero.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

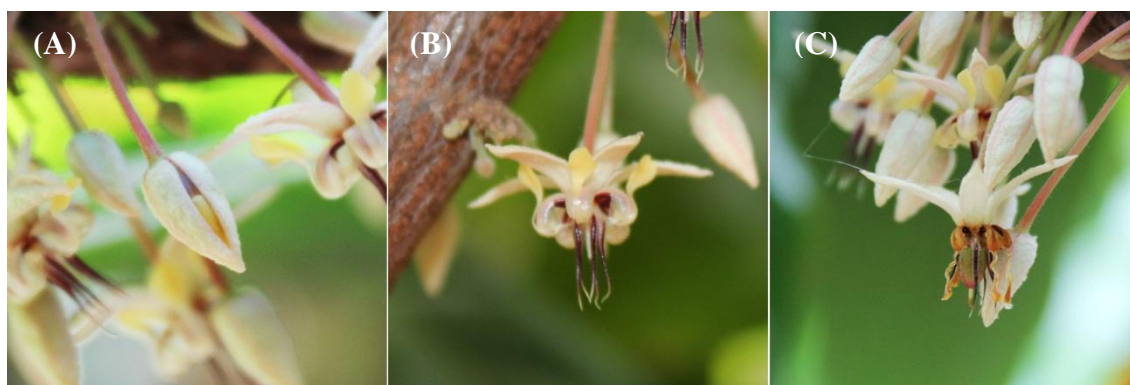
3.1. Biologia floral

3.1.1 Horário de abertura e tempo de senescência

A abertura das flores do cacaueteiro ocorreu gradativamente, tendo início por volta de 15:00 horas, com o afastamento das sépalas. A partir de 5:00 horas do dia seguinte, observou-se que a maioria das flores já se encontrava completamente aberta (FIGURA 4A; 4B). Resultado semelhante encontrado por Almeida; Valle (2007) no sul da Bahia, que relataram a abertura das flores iniciando à tarde, estando estas completamente abertas no início da manhã do dia seguinte. Entretanto, Leão (2010), relatou essa abertura iniciando normalmente às 16:00 horas. Essa variação pode ser justificada pelas variações ambientais existentes nas regiões, como luminosidade e umidade (ENRIQUEZ, 1985).

Em relação ao tempo de duração das flores, desde o início da abertura dos botões até a senescência, foi observado que flores não polinizadas sofreram abscisão 36 horas após a antese, desprendendo-se da planta e caindo espontaneamente. Hasenstein; Zavada (2001), em pesquisa conduzida em clones e Híbridos de seção da Estação de Pesquisa Almirante Cacau em Itajuípe, Bahia, relataram a queda das flores não polinizadas ocorrendo entre 24-36 horas após a antese. Flores polinizadas dão origem ao fruto, o cacau, com o amadurecimento ocorrendo em média 167 dias após a polinização (BRASIL, 2014), sendo observado sinal visível de formação de frutos (FIGURA 4C) sete dias após sua abertura.

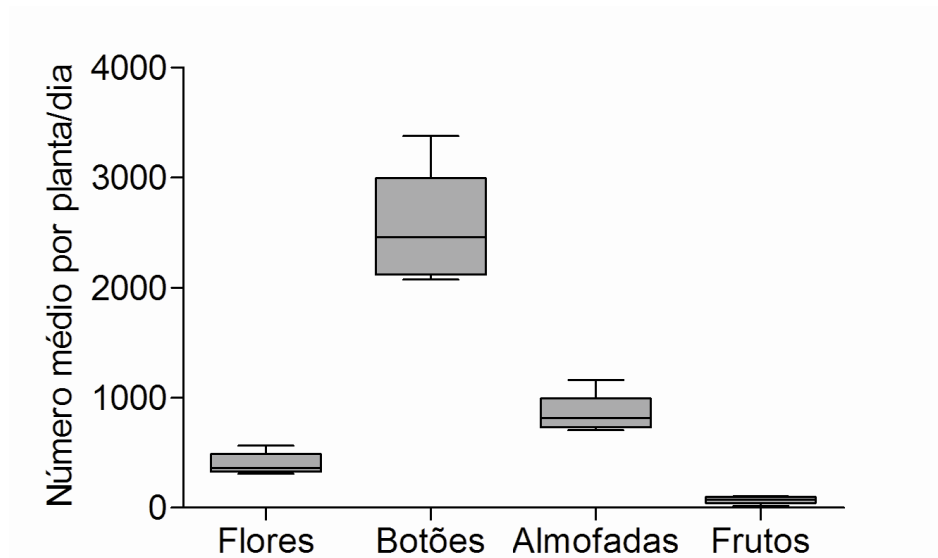
Figura 4. Flores do cacau (*Theobroma cacao* L.) as 15:00 horas, com abertura do botão floral (A), e às 5:00 horas do dia seguinte, totalmente aberta (B) e formando fruto (C) em um cultivo comercial no semiárido brasileiro.



3.1.2 Estimativa do número de botão, flor e fruto por inflorescência e por planta

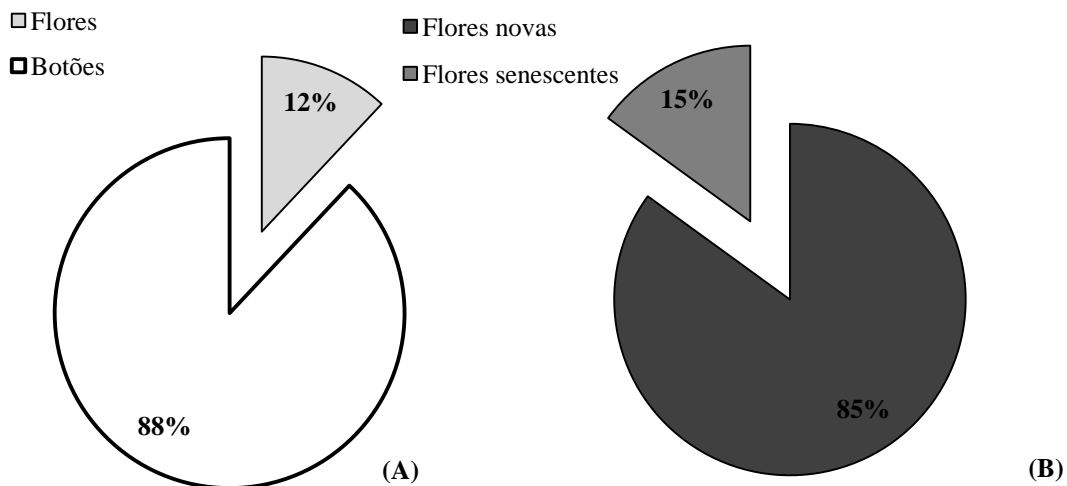
A variedade selecionada para estudo apresentou média de 859 inflorescências, 2539 botões florais e 397 flores por planta por dia. A produção de frutos foi em média de 73 por planta (GRÁFICO 1).

Gráfico 1. Distribuição de flores, botões, almofadas e frutos por cacauero (*Theobroma cacao* L.) em um cultivo comercial de cacau no semiárido brasileiro.



A proporção de botões e flores emitidas por inflorescência foi 88% de botões florais para 12% de flores. Das flores encontradas, 85% eram flores novas e 15% velhas (GRÁFICO 2).

Gráfico 2. Distribuição de botões e flores por inflorescência (A) e flores novas e senescentes por planta (B) em um cultivo comercial de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.



A grande quantidade de flores produzidas por planta em relação à baixa produção de frutos é comum na cultura do cacau (DIAS, 2001). Estudos mostraram que uma planta adulta pode produzir de 100 a 150 mil flores por ano, das quais menos de 5% serão polinizadas, e somente 0,5 a 5% resultarão na produção de frutos (COPE, 1976; ANEJA; GIANFAGNA, 1999). Essa estratégia está associada à sobrevivência e perpetuação desenvolvida pelo cacau em seu centro de origem, uma vez que a incidência de luz difusa, o grande número de espécies vegetando e florescendo em vários estratos da floresta, acirram a competição por luz, entre as plantas, e por néctar, entre os polinizadores (DIAS, 2001). Essa elevada produção de flores pode ser justificada por uma situação conhecida como "síndrome de gratificação do inseto", uma relação mutualística que representa o mais alto evento da evolução conjunta das angiospermas e seus insetos polinizadores, que se beneficiam uns aos outros, ou seja, as flores são polinizadas eficientemente e os insetos adquirem recursos para sua prole (EMBRAPA, 1996).

3.1.3 Odores da flor

As flores coletadas do cacau não apresentaram odor perceptível. O mesmo foi relatado por Cheeseman (1932); Urquhart (1961) e Free (1993) que sugerem que a flor do cacau não tem cheiro perceptível, bem como não produz néctar. No entanto, Stejskal (1969) afirmou que a flor produz néctar por dois tipos de nectários microscópicos, (1) os multicelulares cilíndricos, com 60-450 μm , localizados nos pedículos, sépalas e ovários; e (2) os unicelulares cônicos, com 20 a 25 μm , localizados nas "linhas de orientação" das pétalas e nos estaminoides. O mesmo autor sugere que a flor exala odor que atrai mosquitos machos e lepidópteros.

Entretanto, presença de fragrâncias em espécies silvestres de cacau é mais perceptível quando comparadas às flores aparentemente inodoras de plantas cultivadas como relatada por Young; Severson (1994). Segundo os autores os principais compostos voláteis encontrados nestes osmóforos ocorrem também nas mandíbulas e glândulas exócrinas de várias abelhas, incluindo abelhas sem ferrão e Halictidae. Essas abelhas são visitantes comumente encontrados em flores de *Theobroma* e supostamente, devido a seleção em busca de cultivares ideais a agricultura, as variedades selecionadas perderam os compostos, presentes em espécies nativas de cacau.

3.2 Requerimentos de polinização

No tratamento realizado para teste de polinização livre foi observada a presença de sete frutos, ou seja, 2,3% das flores selecionadas formaram frutos. Esse índice apesar de baixo, quando comparado a grande quantidade de flores emitidas pela planta, está dentro do percentual 0,5 a 5% encontrado por Cope (1976). Alguns trabalhos citados por FREE (1993), realizados em cultivos de cacau, mostraram variações em torno de 2-3 % em Gana, 2-4 % na Bahia, Brasil e 1% na Malásia.

A baixa produtividade em algumas plantações comerciais de cacau se deve à polinização pouco efetiva, característica que depende de condições ambientais favoráveis e fatores genéticos (BARTLEY, 2005; ANDRADE, 2009). Os autores sugerem que mesmo em plantios policlonais, são necessários que os clones utilizados apresentem alto grau de compatibilidade, uma vez que os efeitos da incompatibilidade gamética sobre a produção pode resultar em desuniformidade em tamanho e número de sementes por fruto, como também na quantidade de frutos por planta.

No tratamento de polinização restrita total, não foi observada formação de frutos, o que indica que a variedade de cacau na qual foi realizada o experimento, apresenta um baixo potencial de autofecundação, necessitando de agentes polinizadores para realizar esse serviço. Além disso, o vento não se mostrou efetivo quando relacionada à polinização das flores cacau. Segundo Andrade (2009), o cacau é considerado planta alógama e mesmo ocorrendo taxas de autogamia, a ocorrência do elevado grau de fecundação cruzada é característica natural da espécie que possui taxas de cruzamento natural variando de 50 a 100%.

A polinização do cacau ocorre durante o dia e a noite, sendo a maior liberação de pólen entre 20 e 24h horas (BRASIL, 2014), entretanto, os tratamentos de polinização restrita diurna e noturna não apresentaram formação de frutos. Tendo em vista o baixo índice de produção inerente a esta cultura, acredita-se que a quantidade de repetições atribuídas para esses dois tratamentos possa ter sido insuficiente para obter resultados que diferencie os tratamentos. Outro fato que pode ter sido atribuído a ausência de formação de frutos nesses tratamentos seja pela flor ser pequena e frágil e, que apesar de todo o cuidado, ao tirar e colocar os sacos de filó, esse manuseio possa ter danificado e levado à perda de parte delas.

4 CONCLUSÃO

O cacauero é predominantemente dependente de polinização cruzada com baixa taxa de autopolinização, necessitando de polinizadores para produção de frutos.

A variedade selecionada para o estudo mostrou adaptar-se à região de semiárido mantendo suas características de biologia floral e produção de frutos semelhante aos demais locais até então cultivados.

Novos estudos são necessários para melhor compreensão do requerimento de polinização em variedades cultivadas de cacauero em condições de semiárido.

REFERÊNCIAS

- AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. United Kingdom: John Wiley And Sons Ltd, 2010.
- ALMEIDA, ALEX-ALAN F.; VALLE, RAÚL R. Ecofisiologia do cacau. *Braz. J. PlantPhysiol.* [online]. vol.19, n.4, pp. 425-448.ISSN 16770420.<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>, 2007.
- ALVIM, P. T. **Flowering of cocoa**. *Cocoa Growers Bull* 35-22-31, 1984.
- ANDRADE, ISAMIRE SILVA. **Mapeamento da autoincompatibilidade sexual do cacau e certificação genética dos clones tsh-1188 e cen-51 por meio de marcadores microssatélites**. Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. Bahia. 2009.
- ANEJA, M.; GIANFAGNA, T. N. E. The roles of abscisic acid and ethylene in the abscission and senescence of cocoa flowers. **Plant Growth Regul.**, v. 27, p. 149-155, 1999.
- BARTLEY, B. G. D. **The genetic diversity of cacao and its utilization**. Wallingford: Cabi, 2005.
- BATISTA, N. L.; VIERO, L. M. D. Cacau, um dos grandes ciclos econômicos do Brasil. In: JORNADA NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 16., 2012, Santa Maria. [Anais...]. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2012. Disponível em: <<http://jne.unifra.br/artigos/4727.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2014.
- BOMFIM, I. G. A. **Uso de abelhas sem ferrão (Meliponinae: Apidae) em casa de vegetação para polinização e produção de frutos com e sem semente de minimelancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)**. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **O mercado mundial do cacau: o que esperar para 2013**. 2013. Disponível em: <<http://www.ceplacpa.gov.br/site/?p=4358>>. Acesso em: 26 fev. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Cacau: história e evolução**. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso em: 26 fev. 2014.
- CABRAL, J. C. et al. Estimativa da viabilidade polínica em acessos de *Theobroma cacao* L. baseada em testes calorimétricos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, 2013.
- CARNEIRO, W. M. A. et al. A agroindústria de alimentos derivados de cacau no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO SOBER, 46th, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.
- CEARÁ. **Russas**. Disponível em: <<http://www.ceara.gov.br/municipios-cearenses/804-municipios-com-a-letra-r#munic-pio-russas>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Cadeia produtiva de cacau**: oportunidade de investimento em cacauicultura no Vale do São Francisco e do Parnaíba. Brasília: Centro de Conhecimento em Agronegócios, 2009.

COPE, F. W. In: SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, p. 285-289. 1976.

CHEESEMAN, E. E. The economic botany of cacao. A critical survey of the literature to the end of 1930. *Trop. Agr. [Trinidad] Sup.*, v. 9, June, 16 pp. 1932.

DIAS, L. A. S. et al. **Melhoramento genético do cacau**. Viçosa, MG: FUNAPE; UFG, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido**. Belém, 1996.

ENRIQUEZ, G. A. **Curso sobre el cultivo del cacao**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985.

FERREIRA, C. **Embargo ao cacau da Costa do Marfim pode afetar processamento**. Brasília: Canal do Produtor, 2013. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/embargo-ao-cacau-da-costa-do-marfim-pode-afetar-processamento>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 1973.

HASENSTEIN, K. H.; ZAVADA, M. S. Auxin modification of the incompatibility response in *Theobroma cacao*. **Physiology Plant**, v. 112, p. 113-118, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2011 Russas**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Russas.pdf/view>. Acesso em: 20 dez. 2013.

LEÃO, A. C. **O cultivo do Cacau no Brasil**. Itabuna: Allana, 2010.

LEITÃO, A. E. B. **A fermentação do cacau avaliada por um método rápido de determinação de cianidina**. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia. 1983.

LEITE, J. B. V. **Cacau: propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

LEITE, J. B. V. **Nova Cacauicultura do Brasil**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/arqs/CacauBrasil.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

STEJSKAL, M. Nectar and aroma of the cacao flower. **Oriente Agropecuario**, v. 1, n. 2, p. 75-92, 1969.

URQUHART, D. H. **COCOA**. Ed. 2, 293 pp. Longmans, Green and Co., Ltd., London, 1961.

VENTURIERI, G. A.; SILVA, M. B. Fenologia de floral do cacau-jacaré (Herraniamariae) – Sterculiaceae. **Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi**, v. 13, n. 1, p. 31-47, 1997.

YOUNG, A. M. Pollen-collecting by stingless bees on cacao flowers. **Experientia**, v. 41, n. 6, p. 760-762, 1985.

YOUNG, A. M.; SEVERSON, D. W. Comparative analysis of steam distilled floral oils of cacao cultivars (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) and attraction of flying insects: Implications for a *Theobroma* pollination syndrome. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, n. 10, p. 2687-2703, 1994.

CAPÍTULO II: COMUNIDADE DE INSETOS EM PLANTIO DE CACAU (*Theobroma Cacao* L.) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

A mudança de habitat de uma cultura de uma região para outra, pode levar a ocorrência de visitantes florais diferentes do local de origem, podendo afetar a produção de frutos. Este trabalho teve como objetivo identificar a comunidade de insetos presentes em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro. A diversidade de insetos foi avaliada com a utilização de *pan traps*, durante cinco dias consecutivos sendo as coletas realizadas duas vezes ao dia. A coleta dos insetos noturnos foi realizada as 5:00 horas, e coleta dos visitantes diurnos, as 18:00 horas. Foram capturados ao todo 292 indivíduos sendo a Ordem Diptera a mais abundante (61,30%), seguida de Hymenoptera (27,05%), Coleóptera (7,19%), Lepdoptera (2,39%) e outros (2,07%). Quando comparado a abundância total por período, as coletas diurnas diferiram das noturnas ($z = -4,24$, $p < 0,001$), sendo a abundância dos insetos diurnos (média = $14,66 \pm 8,25$) maior que a abundância dos insetos noturnos (média = $6 \pm 2,63$). A presença das abelhas na amostragem por pratos armadilha (*pan traps*) não foi significativa, talvez por consequência da escassez de ambientes naturais para a manutenção das espécies de abelhas na área de cultivo. Outro potencial fator seria a utilização de defensivos agrícolas nas proximidades da área experimental. Com relação à atratividade das cores dos *pan traps*, a cor amarela (média = $14,44 \pm 7,54$) capturou no total, mais insetos que a cor azul (média = $8,22 \pm 7,22$) ($z = -3,36$, $p = 0,002$). Contudo, a cor amarela não diferiu da branco (média = $9,78 \pm 7,66$) para abundância total ($z = -2,24$, $p = 0,06$) e a cor branca não diferiu da azul ($z = 1,17$, $p = 0,47$), sugerindo que a cor amarela é mais eficiente para a coleta total de insetos no cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Palavras-chave: Abelhas. Abundância. Cacaueiro. Coleta. *Pan traps*.

CHAPTER II: INSECT COMMUNITY IN COCOA PLANTATION (*Theobroma cacao* L.) IN THE BRAZILIAN SEMIARID

ABSTRACT

Habitat change a culture from one region to another can occur the presence of different floral visitors of the site of origin may affect fruit production. This study aimed to identify the insect community present in a plantation of cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Brazilian semiarid region. The diversity of insects was assessed using *pan traps* for five consecutive days with the assessment carried out twice a day. The collection of nocturnal insects was held at 5:00 pm, and collection of daytime visitors, 18:00. Were captured in all 292 individuals being the order Diptera the most abundant (61.30 %), followed by Hymenoptera (27.05%), Coleoptera (7.19 %), Lepdoptera (2.39 %) and others (2.07 %). When compared to total abundance by period, daytime collections differ from the nightttime ($z = -4.24$, $p < 0.001$), with an abundance of diurnal insects (mean = 14.66 ± 8.25) higher than that of nocturnal insects (mean = 6 ± 2.63). The presence of bees in the sample for trap dishe (*pan traps*) was not significant, perhaps as a result of the scarcity of natural habitats for the maintenance of the species of bees in the area of cultivation. Another potential factor is the use of pesticides near the experimental area. Concerning the attractiveness of *pan traps* colors, the color yellow (mean = 14.44 ± 7.54) captured a total of more bugs than the color blue (mean = 8.22 ± 7.22) ($z = -3.36$, $p = 0.002$). However, the yellow color did not differ from white (mean = 9.78 ± 7.66) for total abundance ($z = -2.24$, $p = 0.06$) and the white did not differ from blue ($z = 1.17$, $p = 0.47$), suggesting that the yellow color is more efficient for the total collection of insects in cocoa plantation (*Theobroma cacao* L.).

Keywords: Abundance. Bees. Cacao. Collection. *Pan Traps*.

1 INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma planta perene tipicamente dos climas tropicais e subtropicais, cujo centro de origem localiza-se nas florestas úmidas da Bacia Amazônica e da América Central. Com o aumento da importância econômica do cacau com a expansão do consumo de chocolate, várias tentativas foram empregadas visando à implantação da lavoura cacauera em outras regiões com condições de clima e solo semelhantes às do seu habitat natural (BRASIL, 2014). Como consequência a cultura foi disseminada pelo mundo, e em meados do século XVIII o cacau havia chegado ao sul da Bahia.

Atualmente, cerca de 560 mil hectares com cacauzeiros são cultivados em diferentes locais do Brasil, em diferentes sistemas de cultivo e materiais botânicos, com predominância de híbridos. Existem três zonas distintas de produção no País: sul do estado da Bahia, Região Amazônica e Tabuleiros Costeiros do extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo (LEITE, 2014). Nesse sentido, existem possibilidades de ampliar a produção existente com a expansão das fronteiras agrícolas no Brasil para a produção cacauera. No entanto, essa cultura ainda tem se limitado a microclimas da região amazônica e as regiões sul da Bahia e norte do Espírito Santo (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA, 2009). Isso se deve a forma como as pesquisas foram conduzidas que levaram a conclusão de que o cacauzeiro necessita de ambiente com elevada temperatura e umidade do ar para produzir bem, condições similares às regiões do trópico úmido (LEITE, 2006).

No entanto, quando ocorre mudança de habitat de uma cultura de uma região para outra pode ocorrer a presença de visitantes florais diferentes do local de origem podendo afetar a produção de frutos (THOMPSON, 2005), com isso faz-se necessário o estudo da entomofauna, especialmente em plantas que são dependentes de vetores bióticos, tais como o cacau (FRIMPONG *et al.*, 2009).

A entomofauna de uma região depende da densidade e da biodiversidade de hospedeiros existentes, sendo necessário realizar estudos faunísticos nessa região para melhor conhecimento da comunidade de insetos desse ecossistema (BICELLI *et al.*, 1989).

Os insetos são o grupo animal mais numeroso e diverso da natureza, sendo considerados adequados para estudos de avaliação de impacto ambiental. Além disso, apresentam importante papel no funcionamento dos ecossistemas, atuando como predadores, parasitos, fitófagos, saprófagos, polinizadores, entre outros (THOMAZINI; THOMAZINI,

2000). Assim, o conhecimento da diversidade de insetos, principalmente aqueles associados às culturas agrícolas, é fundamental para estudos ecológicos e de manejo destas espécies (SILVA; CARVALHO, 2000).

Nesse sentido, o estudo teve como objetivo identificar a comunidade de insetos presentes em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.

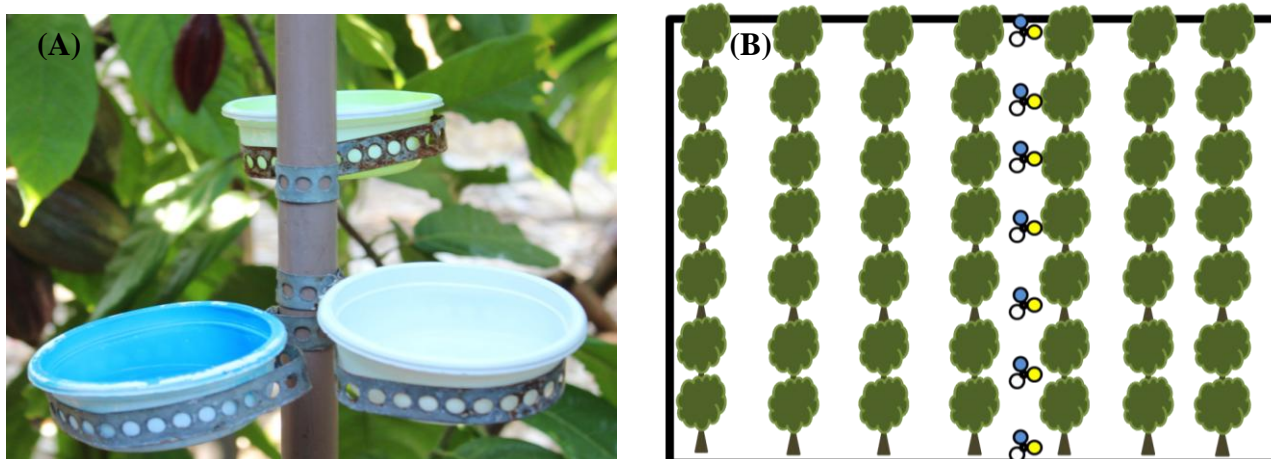
2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Frutacor, localizada no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas, município de Russas, no Ceará, durante o mês de outubro de 2013 conforme descrito no capítulo anterior.

2.1 Coleta e identificação de visitantes florais do cacauero

Para a coleta de insetos presentes na cultura do cacauero (*Theobroma cacao* L.), foi utilizado como técnica de coleta pratos-armadilha (*pan traps*) nas cores branca, azul fluorescente e amarelo fluorescente (FIGURA 5A). Os pratos-armadilha são recipientes plásticos contendo solução de água e detergente com intuito de quebrar a tensão superficial da água impedindo que os insetos escapem. Trios de *pan traps*, um de cada cor, foram fixados a uma altura média de 1,50 m a um suporte de PVC, de forma que ficassem próximos as copa das árvores. Ao todo foram instalados 10 trios, totalizando 30 pratos-armadilha, 10 de cada cor, a uma distância de 10 metros entre cada trio (FIGURA 5B).

Figura 5. Trios de pratos-armadilha (*pan traps*) nas cores branca, azul fluorescente e amarelo fluorescente (A) e esquema ilustrando a distribuição desses trios para coleta de insetos (B) em uma área experimental de cultivo comercial de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.



As coletas foram caracterizadas como coletas diurnas e noturnas realizadas durante cinco dias consecutivos, totalizando 10 coletas, cinco para visitantes diurnos e cinco para visitantes noturnos. Os pratos-armadilha da coleta diurna foram colocados às 5:00 horas e o material capturado recolhido às 18:00 horas e os pratos-armadilha da coleta noturna,

colocados às 18:00 horas e o material capturado recolhido às 5:00 horas. Os insetos coletados foram acondicionados em potes com solução de álcool 70%, levados para o Laboratório do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará para triagem do material e separação por Ordem. As abelhas coletadas foram montadas em alfinetes entomológicos e posteriormente enviadas para identificação, realizada pela taxonomista Dra. Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia.

2.2 Análise estatística

Devido a não normalidade dos dados, foi empregado o teste Kruskal-Wallis para identificar quais ordens foram mais abundantes. Regressões de acordo com os modelos lineares generalizados (MLG) foram utilizadas para identificar se o período da coleta (com duas categorias: noite e dia) e a cor dos *pan traps* (com três categorias: branca, azul e amarela) influenciaram no registro das abundâncias dos insetos. Quando um desses fatores (período da coleta ou cor) foram significativos, empregou-se o teste z para identificar quais categorias foram mais representativas na coleta de insetos. As análises foram realizadas de acordo com Zar (1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo foram coletados 292 indivíduos distribuídos em quatro ordens, sendo a Ordem Diptera a mais representada com 179 indivíduos, correspondendo a 61,30% da abundância, seguida de Hymenoptera (27,05%), Coleoptera (7,19%), Lepdoptera (2,39%) e outros (2,07%) (TABELA 1). As diferenças entre a abundância podem ser explicadas por diferenças na população de insetos presentes no cultivo e em seu entorno (DORNELES *et al.*, 2013).

Considerados como o segundo grupo de polinizadores mais importante (depois de Hymenoptera), os dípteros são tratados como polinizadores incertos, por visitarem flores que outros insetos também visitam, porém, a sua importância como polinizadores fica evidente pelo fato de estarem presentes durante todo o ano e serem ubíquos (OSTROROG; BARBOSA, 2009).

Tabela 1. Quantidade de indivíduos coletados por cores com pratos armadilhas (*pan traps*) em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.

Ordem	Nº de indivíduos	%
Diptera	179	61,3
Hymenoptera	79	27,05
Coleoptera	21	7,19
Lepdoptera	7	2,39
Outros	6	2,07
Total	292	100

Dos 179 indivíduos da Ordem dos dípteros que foram capturados, 95 (53%) eram moscas do gênero *Forcipomyia* (Ceratopogonidae). Gênero com maior número de espécies dentro da família, sendo muitas destas importantes polinizadores de plantas cultivadas (MARTÍNEZ; NARVÁEZ; SPINELLI, 2000), como o cacau. Insetos pertencentes a esse gênero são considerados como os principais polinizadores desta cultura (YOUNG; SEVERSON, 1994). Vários trabalhos citam a presença destes insetos em flores ou no cultivo de cacau. Macfie (1945) referiu a presença de insetos do Gênero *Forcipomyia* (*Forcipomyia quasi-ingrami* e *Lasiohelea nana*) coletados em flores de cacau em Trinidad. Sánches *et al.*, (2001) coletaram espécies de *Forcipomyia* que polinizavam a cultura na Venezuela. No Brasil, trabalhos como de Winder (1977) e Young (1986) registraram estes insetos em culturas agrícolas de cacau.

Esses insetos, por serem larvas semi-aquáticas, se reproduzem na natureza em locais dos pseudocaulos de bananeiras, detritos orgânicos e cobertura morta (MAMÉDIO, 2009), cenário presente na área de estudo. Sendo assim, evitar a destruição destes locais e redução da aplicação de agrotóxicos é de suma importância para uma maior produtividade das plantas.

O registro da abundância da Ordem Diptera foi influenciado tanto pelo período das coletas (dia ou noite) como pelas cores dos *pan traps*, já a Ordem Hymenoptera, apenas pelo período de coleta. Em relação a coleta de dípteros, a abundância foi influenciada por essas duas variáveis, (TABELA 2). O registro da abundância total de insetos foi influenciado por ambas as variáveis.

Tabela 2. Registro da abundância total dos insetos em um cultivo experimental de cacau (*Theobroma cacao* L.) e a influência pelo período das coletas (dia ou noite) e pelas cores dos *pan traps*, em outubro de 2013 no semiárido brasileiro em Russas, Ceará.

	Ordem Diptera			
	Deviance	gl	F	<i>p</i>
Período	36.076	25	360.762	1,90E-06*
Cor	18.104	23	90.52	0.0001*
Período x Cor	2.261	21	11.306	0.3228
	Ordem Hymenoptera			
	Deviance	gl	F	<i>p</i>
Período	181.783	25	181.783	0.0020*
Cor	35.072	23	17.536	0.1731
Período x Cor	35.225	21	17.613	0.1718
	TOTAL			
	Deviance	gl	F	<i>p</i>
Período	49.212	25	492.119	2,30E-09*
Cor	16.937	23	84.686	0.0002*
Período x Cor	0.257	21	0.1287	0.8792

* Valores significativos ao nível de significância de 5%.

Quando comparado a abundância total por período de coleta (TABELA 3), as coletas diurnas diferiram das noturnas ($z = -4,24$, $p < 0,001$), sendo a abundância da coleta diurna (média = $14,66 \pm 8,25$) maior que a coleta noturna (média = $6 \pm 2,63$). Durante o dia (média = $9,20 \pm 6,56$), a Ordem Diptera mostrou-se mais abundante quando comparado a noite (média = $3,42 \pm 1,88$) ($z = -4,17$, $p < 0,001$) por dia de coleta. O mesmo ocorreu para a Ordem Hymenoptera (média diurna = $4,13 \pm 2,92$, média noturna = $1,42 \pm 1,08$, $z = -2,14$, $p = 0,032$).

Tabela 3. Relação entre período de coleta e a abundância de insetos coletados com pratos armadilha em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro

Período de coleta	Total	Diptera	Hymenoptera
Diurnas	14,66 ± 8,25a	9,20 ± 6,56a	4,13 ± 2,92a
Noturnas	6,00 ± 2,63b	3,42 ± 1,88b	1,42 ± 1,08b

Letras diferentes significam diferença estatística (teste z) ao nível de significância de 5%.

Quanto às cores dos *pan traps*, a cor amarela (média = 14,44 ± 7,54) atraiu mais insetos no total do que a cor azul (média = 8,22 ± 7,22) ($z = -3,36$, $p = 0,002$) (TABELA 4). Porém o amarelo não diferiu do branco (média = 9,78 ± 7,66) para abundância total ($z = -2,24$, $p = 0,06$) e o branco não diferiu do azul ($z = 1,17$, $p = 0,47$), sugerindo que a cor amarela é mais eficiente para a coleta total de insetos no cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.). Para a Ordem Diptera, a cor amarela não diferiu da branca (média amarelo = 9,22 ± 6,72, média branca = 6,56 ± 6,29, $z = -1,78$, $p = 0,17$), mas ambas foram mais eficientes na coleta de dípteros quando comparadas aos *pan traps* azuis (média azul = 4,11 ± 2,93, $p < 0,001$). Para Hymenoptera, não houve uma cor de *pan trap* mais eficiente na coleta desses insetos ($F = 1,17$, $p = 0,17$).

Tabela 4. Relação entre cores de pratos armadilha a abundância de insetos coletados em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro.

Cores	Total	Díptera	Hymenoptera
Amarelo	14,44 ± 7,54a	9,22 ± 6,72a	3,56 ± 1,88a
Azul	8,22 ± 7,22b	4,11 ± 2,93b	3,11 ± 4,11a
Branco	9,78 ± 7,66ab	6,56 ± 6,29a	2,11 ± 1,05a

Letras diferentes significam diferença estatística (teste z) ao nível de significância de 5%.

A presença das abelhas na amostragem por *pan traps* não foi significativa. Isso pode ser reflexo da utilização de defensivos agrícolas na cultura, que foi aplicado dias antes do período de amostragem. Acredita-se que a forma selvagem de *T. cacao* possuía substâncias que eram importante para o acasalamento, defesa e relações sociais de abelhas nativas, entretanto há uma hipótese de que a seleção sobre os cultivares de *T. cacao* possa ter eliminado essas características originais responsáveis pela atração de pequenas abelhas (YOUNG; SEVERSON, 1994). Outro potencial fator é a escassez de ambientes naturais para a manutenção das espécies de abelhas uma vez que o entorno era ocupado por bananal.

Segundo Rocha (2013), a falta de locais favoráveis para a nidificação e fornecimento de alimento pode diminuir a presença de abelhas nativas no cultivo.

4 CONCLUSÃO

O principal agente polinizador do cacaueteiro, que são os insetos do gênero *Forcipomyia*, encontram-se presentes no cultivo de cacaueteiro em região de semiárido e predominaram em grande número na área de estudo.

O uso de *pan traps*, especialmente da cor amarela, constituiu um bom método para monitorar a ocorrência e abundância dos polinizadores nativos do gênero *Forcipomyia* na área do cacaueteiro.

A presença das abelhas na amostragem por *pan traps* não foi significativa.

REFERÊNCIAS

- BICELLI, C.R.L.; SILVEIRA NETO, S.; MENDES, A.C.B. **Dinâmica populacional de insetos coletados em cultura de cacau na região de Altamira, Pará**. II. Análise faunística. *Agrotropica*, 1: 39-47, 1989.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. **História e evolução**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2014.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Cadeia produtiva de cacau: oportunidade de investimento em cacauicultura no Vale do São Francisco e do Parnaíba**. Brasília: Centro de Conhecimento em Agronegócios, 2009.
- DORNELES, L. L. et al. Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. *Iheringia*, v. 68, n. 1, p. 47-57, 2013.
- FRIMPONG, E. A. et al. Dynamics of cocoa pollination: tools and applications for surveying and monitoring cocoa pollinators. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 29, n. 2, p. 62-69, 2009.
- LEITE, J. B. V. **Cacaueiro: propagação por estacas caulinares e plantio no semi-árido do estado da Bahia**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.
- LEITE, J. B. V. **Nova cacauicultura do Brasil**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/arqs/CacauBrasil.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2014.
- MACFIE; J. W. S Ceratopogonidae collected in Trinidad from Cacao Flowers. *Bulletin of Entomological Research*, 35, pp 297-300. 1945
- MAMÉDIO, J. E. **Polinização artificial do cacaueiro**. Disponível em: <<http://brasilagro.blogspot.com.br/2009/05/jose-eduardo-mamedio-polinizacao.html>>. Acesso: 20 fev 2014.
- MARTÍNEZ, A.; NARVÁEZ, Z.; SPINELLI, G. R. Mosquitas polinizadoras (Diptera: Ceratopogonidae) del cacao colectadas en comunidades Piaroa en Amazonas, Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, v. 15, p. 249-253, 2000.
- OSTROROG, D. R. V.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, n. 3, p. 479-488, 2009.
- ROCHA, E. M. R. **A influência da mata nativa na diversidade e abundância de abelhas polinizadoras de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.) em plantios comerciais**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

SÁNCHEZ, P. et al. **Espécies de *Forcipomyia*, Meigen (Diptera: Ceratopogonidae) que polinizam cacauero (*Theobroma cacao* L.) encontrada na coleção de insetos da Estação Experimental de Miranda.** Miranda: INIA, 2001.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. S. Insetos associados à cultura do milho em sistema plantio direto coletados com armadilhas-de-solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 199-203, 2000.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000.

THOMPSON, J. N. Coevolution the geographic mosaic of coevolutionary arms races. **Current Biology**, v. 15, n. 24, p. R992-R994, 2005.

WINDER, J. A. The role of non-dipterous insects in the pollination of cocoa in Brazil. **Bulletin. Ent. Res.** 68, 559-574. 1977.

YOUNG, A. M. Pollen-collecting by stingless bees on cacao flowers. **Experientia**, v. 41, n. 6, p. 760-762, 1986.

YOUNG, Allen M.; DAVID, W. Severson. Comparative analysis of steam distilled floral oils of cacao cultivars (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) and attraction of flying insects: Implications for a *Theobroma* pollination syndrome. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, n. 10, p. 2687-2703, 1994.

ZAR, J.H. **Bioestatistical Analysis.** 4th ed. New Jersey. Prentice-Hall. 930p. 1998

**CAPÍTULO III: AVALIAÇÃO DA ABELHA *Plebeia cf. flavocincta*
(HYMENOPTERA, APIDAE) COMO POTENCIAL POLINIZADOR DO
CACAUUEIRO (*Theobroma cacao* L.) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

RESUMO

A polinização é o principal serviço oferecido pelas abelhas ao ecossistema. Muitos trabalhos mostram resultados positivos do uso de abelhas nativas em cultivos agrícolas, entre estes, o aumento da produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da abelha sem ferrão, *Plebeia cf. flavocincta* (Apidae, Meliponinae), espécie nativa da caatinga, como potencial polinizador de flores do cacauzeiro em um cultivo experimental no semiárido brasileiro. O estudo foi realizado no município de Russas, em um cultivo de cacau, onde foram introduzidas sete colônias de *P. cf. flavocincta*. Foi avaliado o padrão de forrageamento por quatro dias, sendo cada colônia observada por cinco minutos e em intervalos de duas horas no período de 5:00 às 19:00 horas. Durante as observações foi contabilizado o número de operárias entrando e saindo das colônias. Para isso foram utilizados contadores manuais. A cada intervalo também foram observadas as flores do cacauzeiro para verificar a visita de *P. cf. flavocincta*. O pico de atividade das abelhas foi observado no intervalo entre 11:00 e 13:00 horas tanto para entrada como para a saída das operárias forrageiras. Embora não tenha sido observadas abelhas nas flores do cacau, a análise do pólen amostrado nos potes de alimento das colônias e no corpo de forrageiras indicou que estas visitaram de forma efetiva as flores do cacauzeiro. Estudos futuros podem comprovar a eficiência na polinização das flores do cacauzeiro, uma vez que foi confirmada a presença de pólen tanto nas colônias como também no corpo dessa abelha.

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão. Cacau. Manejo. Polinização. Pólen.

CHAPTER III: ASSESSMENT OF BEE *Plebeia cf. flavocincta* (HYMENOPTERA, APIDAE) AS A POTENTIAL POLLINATOR OF COCOA (*Theobroma cacao* L.) IN BRAZILIAN SEMI-ARID

ABSTRAT

Pollination is the main service offered by bees to the ecosystem. Many studies show the positive use of native bees in agricultural crops results, among them is the increase of production. The objective of this study was to investigate the use of stingless bee, *Plebeia cf. flavocincta* (Apidae, Meliponinae), a native species of the caatinga, as potential pollinators of flowers of cacao in an experimental cultivation in the Brazilian semiarid region. The study was conducted in the municipality of Russas (Ceará), in a cocoa growing, where seven colonies of *P. cf. flavocincta* were introduced. The pattern of foraging was evaluated during four days, and each colony observed for five minutes at intervals of two hours from 5:00 a.m to 19:00 p.m. During the observations was recorded the number of worker bees going in and out of the colonies. For this reason manual counters were used. At each interval the cacao flowers also were observed to verify the visit of *P. cf. flavocincta*. The peak activity of bees was observed in the interval between 11:00 a.m and 13:00 p.m for both input and output of fodder bees. Although bees have not been observed in cocoa flowers, pollen analysis found in food pots in colonies and in the body of forage indicated that they effectively visited the flowers of the cacao tree. Future studies may prove the efficiency at pollinated flowers of the cacao tree, once it was confirmed the presence of pollen in the colonies as well as in the body of the bee.

Keywords: Stingless bees. Cocoa. Management. Pollination. Pollen.

1 INTRODUÇÃO

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, cujo cultivo vem se expandindo para novas áreas. É uma cultura dependente de polinização, sendo esta realizada principalmente por micro moscas pertencente ao gênero *Forcipomyia*, apesar de formigas, pulgões e pequenos insetos, também possam polinizar as flores do cacauieiro (CHAPMAN; SORIA, 1983). No entanto a produtividade é considerada baixa, de apenas 5% com somente 0,5 a 2% resultando em frutos (ALVIM, 1984), sendo a introdução de polinizadores suplementares uma possível alternativa para melhoria desses índices.

As abelhas são consideradas polinizadores importantes sendo usadas para a polinização de várias culturas. Muitos trabalhos mostram resultados positivos no uso de abelhas sem ferrão em cultivos agrícolas, como por exemplo, na cultura do morango (*Fragaria x ananassa* D.) com o uso da abelha jataí (*Tetragonisca angustula* L.) (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; ANTUNES *et al.*, 2007), da urucu cinzenta (*Melipona fasciculata*) na berinjela (*Solanum melongena*) (NUNES-SILVA *et al.*, 2013), da jandaíra (*Melipona subnitida* D.) 1910 no pimentão (*Capsicum annuum*) (CRUZ *et al.*, 2005) e da abelha canudo (*Scaptotrigona* sp. nov.) na minimelancia (*Citrullus lanatus*) (BOMFIM *et al.*, 2012).

No entanto, devido a estrutura da flor do cacauieiro, que além de possuir anteras revestidas por um prolongamento das pétalas, em forma côncava, denominado "cógula" ou "cuculo" e o ovário envolvido por um círculo de estaminódios inférteis (SORIA *et al.*, 1975), necessitando de agentes externos para a realização da polinização (DIAS, 2001), apresentam flores hermafroditas (ALVIM, 1984) de tamanho muito pequena (DIAS, 2001), onde a maioria das abelhas não se adequaria a polinização de suas flores, ao não ser abelhas bem pequenas.

Os meliponíneos são considerados uma alternativa para os serviços de polinização de diversas culturas de importância econômica (HEARD, 1999), por serem um grupo de abelhas eussociais altamente diversificado e abundante em regiões tropicais e subtropicais do planeta (SOMMEIJER; RUIJTER, 1999). A ausência de ferrão funcional torna essas abelhas especialmente adequadas para a polinização de culturas em zonas habitadas (SLAA *et al.*, 2006). Esse grupo de abelhas, meliponíneos, possui grande variação de tamanho, no caso das abelhas do gênero *Plebeia*, podendo apresentar indivíduos de tamanho reduzido, variando de

3-6 mm (MICHENER, 2000), com algumas espécies bem pequenas, como é o caso da *P. nigriceps* (AQUINO, 2006), se assemelhando ao polinizador natural da cultura.

Portanto o presente trabalho se propoe a investigar o uso dessas abelhas, especificamente abelhas *Plebeia cf. flavocincta*, na polinização da cultura do cacauero.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

O trabalho foi realizado no período de outubro a dezembro de 2013 na Fazenda Frutacor, localizada no Perímetro Irrigado do município de Russas (4°55'43''S e 38°0'29''O), nordeste do estado do Ceará, a uma altitude de 68 m. A área do município é considerada irregular, com 1.588,11 km², e a sede dista 160 km de Fortaleza, CE.

O clima da região é do tipo Tropical quente semiárido, com chuvas de janeiro a abril, precipitações pluviométricas com média anual de 857,7 mm e temperatura média de 26 a 28°C. O tipo de vegetação predominante em Russas é formado pela Caatinga arbustiva aberta, Caatinga arbustiva densa, Complexo vegetacional da zona litorânea e Floresta mista dicotillo-palmácea (Governo do Estado do Ceará, 2013; IPECE, 2013). No entanto, na área experimental estudada a vegetação predominante é a Caatinga arbustiva aberta.

A Fazenda Frutacor possui cerca de cinco hectares de plantio experimental de cacau (*Theobroma cacao* L.) com três anos de implantação, subdividido em duas áreas: uma com sistema de irrigação por microaspersão (2,5ha) e a outra por gotejamento (2,5ha). O estudo foi conduzido na área com sistema de gotejamento, onde são cultivadas 12 variedades de cacauzeiro. As plantas estão dispostas intercaladas por linhas de 6m x 6m e espaçamentos entre as árvores de 7m x 7m. As bordas limites do lote são circundadas por plantio de banana irrigado.

2.2 Variedades selecionadas

A variedade selecionada para o estudo foi a intitulada **CA1**. Os critérios para a escolha desta variedade foram: plantas apresentando aproximadamente o mesmo porte, presença de frutos novos, número de inflorescência com flores em diferentes estádios de desenvolvimento (botões, flores novas e flores velhas) e facilidade ao acesso à copa para visualização das flores e a ausência de doenças. Dentro desta variedade, os trabalhos foram concentrados em duas linhas de plantio distando 52 m uma da outra, cada qual com 69 plantas.

2.3 Preparo e instalação das colônias na área de estudo

A avaliação da abelha *Plebeia cf. flavocincta* como potencial polinizador das flores do cacauzeiro foi feita por meio de sete colônias previamente selecionadas. Destas, quatro provenientes do Meliponário do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC e outras três, cedidas por um meliponicultor do município de Bela Cruz, litoral norte do Ceará. Para a seleção das colônias foi levado em consideração o seu bom estado de desenvolvimento, ou seja, presença de rainha, células novas, células emergentes, ausência de doenças e presença de potes de alimento.

Na manhã anterior à transferência das colônias para o cultivo comercial de cacau foi realizada uma revisão para avaliar o estado de cada uma das colônias. Todas as colônias tiveram suas entradas fechadas com uma tela de arame após as 18:00 horas, de maneira a reduzir a perda de campeiras. O transporte foi realizado durante a noite com o intuito de minimizar o estresse sofrido pelas abelhas.

No cultivo foi escolhido um local previamente limpo e livre de folhas secas. A princípio as colônias foram divididas em dois grupos com três e quatro colônias e estes foram mantidos sob dois cacauzeiros a uma distância de 4m entre eles. As colônias foram instaladas a uma distância de 45 cm do solo e 50 cm entre elas, com o intuito de facilitar a observação do comportamento de forrageio das abelhas. Após a instalação, por volta das 5:00 horas do dia seguinte, as telas nas entradas das colônias foram substituídas por cera (da própria espécie) para que as abelhas saíssem gradativamente e iniciassem o voo de reconhecimento.

Nos dois dias seguintes foram feitas as observações de entrada e saída de operárias nas colônias. Entretanto, devido o estresse na adaptação ao novo local, as abelhas passaram grande parte do tempo atacando e saqueando umas as outras (FIGURA 6). Para solucionar esse problema, foi feita uma nova redistribuição das colônias na área, de modo que as mesmas ficassem mais distantes uma das outra. Com isso, as colônias foram novamente fechadas com tela por volta das 18:00 horas e redistribuídas no campo a uma distância de 20 metros uma da outra, onde foram mantidas até o final dos experimentos.

Figura 6. Comportamento de abelhas *Plebeia* cf. *flavocincta* introduzidas em um cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) no semiárido nordestino: (A e B) formação de amontoado de abelhas na lateral das caixas, (C) abelhas forçando a entrada em uma colônia, (D) entrada fechada pelas abelhas com resina como mecanismo de defesa.



2.4 Atividade de voo das abelhas no cultivo do cacau

As observações para avaliar as atividades de voo das abelhas plebeia foram realizadas durante quatro dias (10, 11, 15 e 16 de novembro). Para isso, a cada intervalo de duas horas, foram feitas observações nas sete colônias, cinco minutos por colônia, no período de 5:00 às 17:00 horas. Durante as observações foram anotados o número de operárias entrando e saindo das colônias. Para isso foram usados contadores manuais.

2.5 Análise do pólen amostrado nas operárias e nos potes de alimento

Para constatar a visita e coleta de pólen em flores do cacau foram analisadas: (1) cargas polínicas das corbículas, (2) pólen depositado em outras partes do corpo e (3) pólen amostrado dos potes de alimento provisionados durante o período de estudo no campo.

Para identificar nas amostras o pólen da variedade do cacauzeiro estudada foi necessário fazer uma descrição prévia dos grãos de pólen de cada uma das variedades cultivadas no local de estudo a fim de identificar diferenças entre elas. Para isso, foram coletados botões florais em pré-antese para cada uma das variedades e desses retiradas as anteras para a análise e descrição polínica.

Em cada uma das colônias foi amostrado o material polínico de potes com o auxílio de canudos de plástico de 3 mm de diâmetro, os quais foram introduzidos para a retirada do pólen na estratificação vertical. Para a análise do material da corbícula e do corpo das operárias foram coletadas aquelas que retornaram à colônia com presença de pólen.

Para o estudo, tanto dos grãos de pólen das variedades de cacau, como também do material polínico coletado pelas abelhas, foi usado o método de Wodehouse (1935), que consiste em submeter os grãos de pólen ao etanol. Amostras do material polínico foram colocadas em lâminas e após a evaporação do etanol foram adicionadas gotas de glicerina 50% com carmim acético a 10% e posteriormente preparadas as lâminas, que foram examinadas em microscópio óptico e as imagens, capturadas para análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fluxo de entrada e saída em colônias de *Plebeia cf. flavocincta* no cultivo de cacau

As atividades externas das abelhas iniciaram por volta de 5:00 horas, nesse horário algumas das colônias ainda apresentavam suas entradas fechadas com cera em um comportamento normal de defesa realizado por essas abelhas. Somente por volta das 6:00 horas todas as colônias já estavam em atividade, quando a umidade relativa apresentava média de 72,75% e a temperatura média era de 25,27°C (TABELA 3).

O fluxo de saída das operárias foi maior no intervalo de 11:00-13:00 horas e de entrada entre 7:00-13:00 horas. O pico das duas atividades ocorreu entre 11:00 e 13:00 horas, momento em que a temperatura apresentava média de 33,85°C e a umidade relativa com média de 45,50% (TABELA 3). Resultado semelhante foi encontrado por Costa *et al.* (2012) ao estudar a atividade de forrageio de *P. flavocincta* na caatinga, em Assu, RN. O autor observou uma maior atividade entre as 10:00-11:00 horas, com temperaturas médias de 33° C e umidade relativa de 55%.

A partir das 13:00 horas tanto o fluxo de saída quanto de entrada de abelhas nas colmeias passou a cair acentuadamente, à medida que a temperatura também caía e a umidade relativa voltava a crescer. Por volta das 18:00 horas, as atividades de voos das abelhas estavam encerradas e todas as colônias já se encontravam fechadas (GRÁFICO 3).

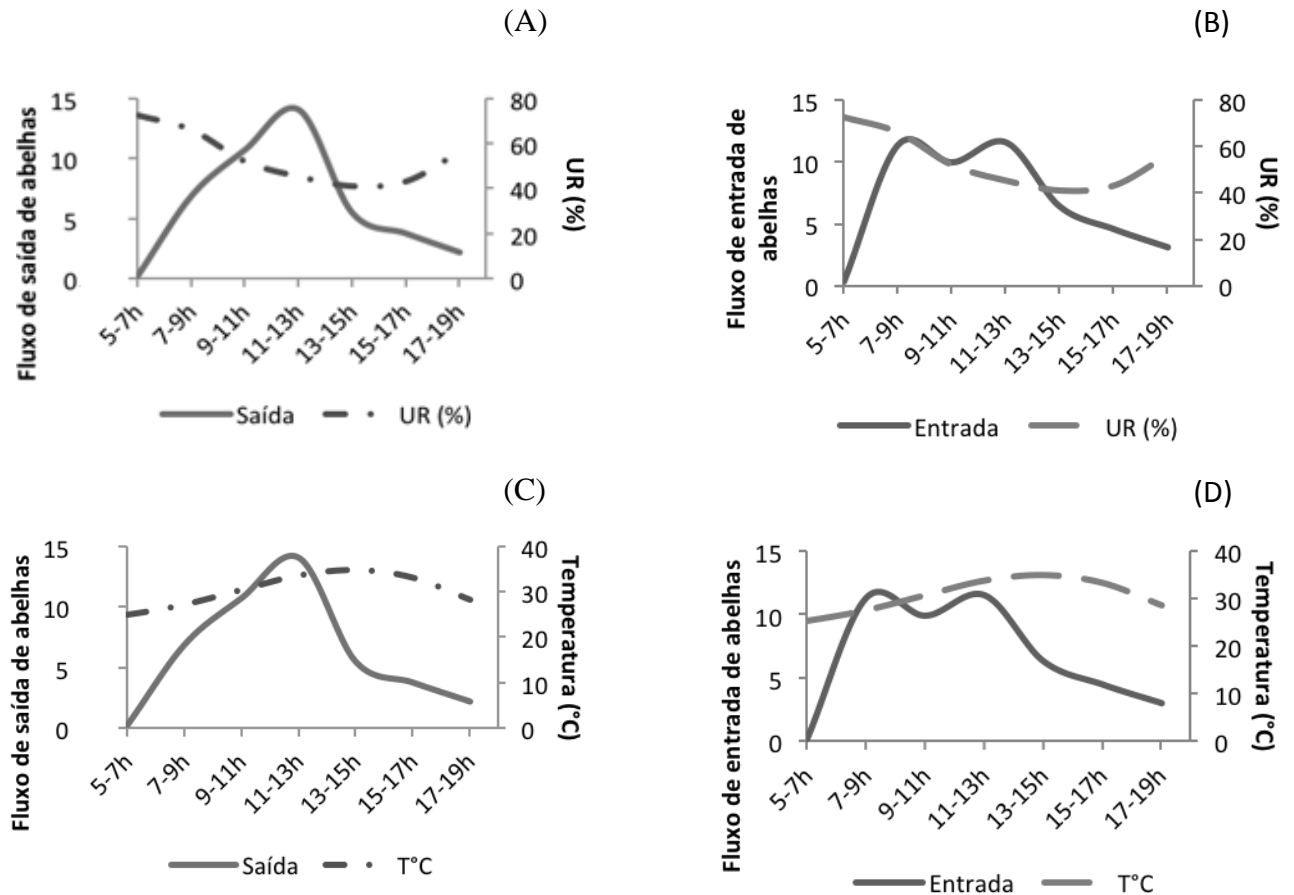
Tabela 5 - Média do fluxo de entrada e saída de abelhas *Plebeia cf. flavocincta* em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.), em novembro de 2013, Russas, Ceará.

Intervalo Variável	5-7h	7-9h	9-11h	11-13h	13-15h	15-17h	17-19h
Entrada	0,29 ± 4,38	11,39 ± 4,38	10,00 ± 4,38	11,61 ± 4,38	6,43 ± 4,38	4,61 ± 4,38	3,14 ± 4,38
Saída	0,32 ± 4,86	7,00 ± 4,86	10,86 ± 4,86	14,18 ± 4,86	5,57 ± 4,86	3,86 ± 4,86	2,29 ± 4,86
T°C	25,27	27,62	30,77	33,85	35,02	33,37	28,65
UR (%)	72,75	66,25	52,25	45,50	41,25	43,35	56,50

Além da temperatura e a umidade relativa do ar, a atividade de voo das abelhas também pode ser afetada por vários fatores bióticos, tais como, o tamanho da própria colônia, a disponibilidade e características das fontes de alimento e a eficaz comunicação entre os indivíduos promovida principalmente pela ação de feromônios (HILÁRIO *et al.*, 2000). No entanto, devido ao tamanho e estágio de desenvolvimento semelhante das colônias, as atividades de forrageio das abelhas, nas condições estudadas, provavelmente foram mais

influenciadas pelas fontes de alimento disponíveis e as variações de temperatura e umidade relativa do ar ao longo do dia.

Gráfico 3. Fluxo de entrada de abelhas *Plebeia cf. flavocincta* em relação à temperatura (A) e umidade relativa (B), e fluxo de saída de abelhas em relação à temperatura (C) e umidade relativa (D), em cultivo de cacau (*Theobroma cacao* L.) em novembro de 2013, Russas, Ceará.



3.2 Comportamento de forrageio da *P. cf. flavocincta* no cultivo de cacau

As operárias de *P. cf. flavocincta*, após terem as entradas liberadas pela manhã, fizeram o voo de reconhecimento, sendo observadas abelhas voando próximas à entrada das colônias e também um grande fluxo de entrada e saída. Esse comportamento ocorreu no primeiro dia de estudo, no qual não foi computado o fluxo de entrada e saída, uma vez que as mesmas se encontravam em período de adaptação. Após esse período de reconhecimento, as operárias iniciaram as suas atividades de coleta, entretanto foi observado que uma considerada parte destas passou a maior parte do tempo bastante agitadas e em comportamento de ataque e defesa.

Em alguns momentos foi observada a formação de um amontoado de abelhas na lateral de duas das sete colmeias. Muitas vezes essas abelhas demonstravam uma conduta de ataque, com abelhas forçando a entrada nas demais colônias, e de defesa, um maior número de guardas compondo a entrada ou até mesmo fechando-a com resina. Esses comportamentos geralmente iniciavam por volta das 08:00 horas e se agravam nos horários mais quentes do dia devido às temperaturas mais elevadas, das 11:00 horas às 15:00 horas. Isso pode ter sido atribuído ao estresse sofrido pelas abelhas durante o transporte para a área experimental para um novo ambiente e a escassez de recursos florais.

Diante dessa situação de estresse, foi necessário que as colônias fossem redistribuídas no campo a uma distância de pelo menos 20-40 metros uma da outra. Para isso, testamos a hipótese de que em um maior tempo de confinamento da colônia (operárias impedidas de sair das suas colônias), maior é a perda de memória das operárias, de modo que a sua adaptação e o início das atividades de forrageamento deveriam ocorrer mais rapidamente, seguido de uma menor taxa de mortalidade (SANTIAGO *et al.*, 2014).

As colmeias após serem redistribuídas no campo, passaram três dias com as entradas fechadas, para então serem liberadas. Foi observada novamente a realização do voo de reconhecimento, seguido do início das coletas. Com a redistribuição, as brigas reduziram entre as colônias, onde apenas duas, das sete colônias, continuaram se confrontando, e cessaram totalmente apenas no terceiro dia após suas entradas terem sido liberadas.

Durante o período de observação, as atividades mais frequentes foram as de coleta de água e/ou néctar, seguidos do recolhimento de lixo interno. Poucas abelhas foram vistas entrando com pólen. Algumas destas foram coletadas na entrada da colônia com pólen nas corbículas para análise do material coletado. Durante o período em que as colmeias permaneceram na área de cultivo, não foi observada nenhuma visitando as flores do cacau. Talvez um dos motivos que dificultou a observação dessas abelhas nas flores tenha sido o fato desta espécie permanecer menos tempo sobre as flores, já que possuem um tamanho reduzido o que dispensa grande volume de néctar, satisfazendo-se mais rapidamente a cada visita (MELLO JUNIOR *et al.*, 2011), além disso, o reduzido número de colônias que foram introduzidas, quando comparado ao tamanho da área plantada de cacau.

Abelhas *Plebeia* sp. foram vistas visitando flores de *Commelina* sp. (*Commelinaceae*), as quais podiam ser encontradas no entorno da área, nas bordas do cultivo e no bananal, e dentro do cultivo, entre as linhas de plantas. Além desta, havia a presença de algumas outras herbáceas em florescimento, como as da família *Asteraceae* e *Turneraceae*. O extrato herbáceo pode ter sido de certa forma um atrativo para essas abelhas, reduzindo assim

a seu interesse a cultura alvo. O tempo em que as abelhas permaneceram na área de cultivo pode ter sido um fator limitante, não sendo suficiente para a sua adaptação.

Sabe-se que as abelhas sem ferrão do gênero *Plebeia* (jati ou mosquito) visitam as flores para coletar néctar e pólen. Elas são consideradas os principais visitantes florais da chanana (*Turnera subulata*), o jucazeiro (*Caesalpinia ferrea*), o trapiá (*Crateva tapia* L.), plantas comumente encontradas na caatinga (MAIA-SILVA *et al.*, 2012).

Rios *et al.* (2010) observou abelhas *P. cf. flavocincta* visitando as flores de *Aechmea constantinii* (Mez) L. B. Sm., uma bromélia endêmica da Mata Atlântica do Nordeste Oriental do Brasil e Oliveira (2011), registrou essa mesma espécie de abelha visitando flores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) em Limoeiro do Norte, CE. Martins *et al.* (2004) caracterizou a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) como uma espécie arbórea visitada por *Plebeia flavocincta*, em Seridó, PB e João câmara, RN, além de utilizada para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga.

Em estudos realizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Algodão por Cruz (2013), em Barbalha e Missão Velha (CE), e na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza (CE), foi observado espécie de abelha *Plebeia aff. flavocincta* coletando recursos no girassol (*Helianthus annuus*).

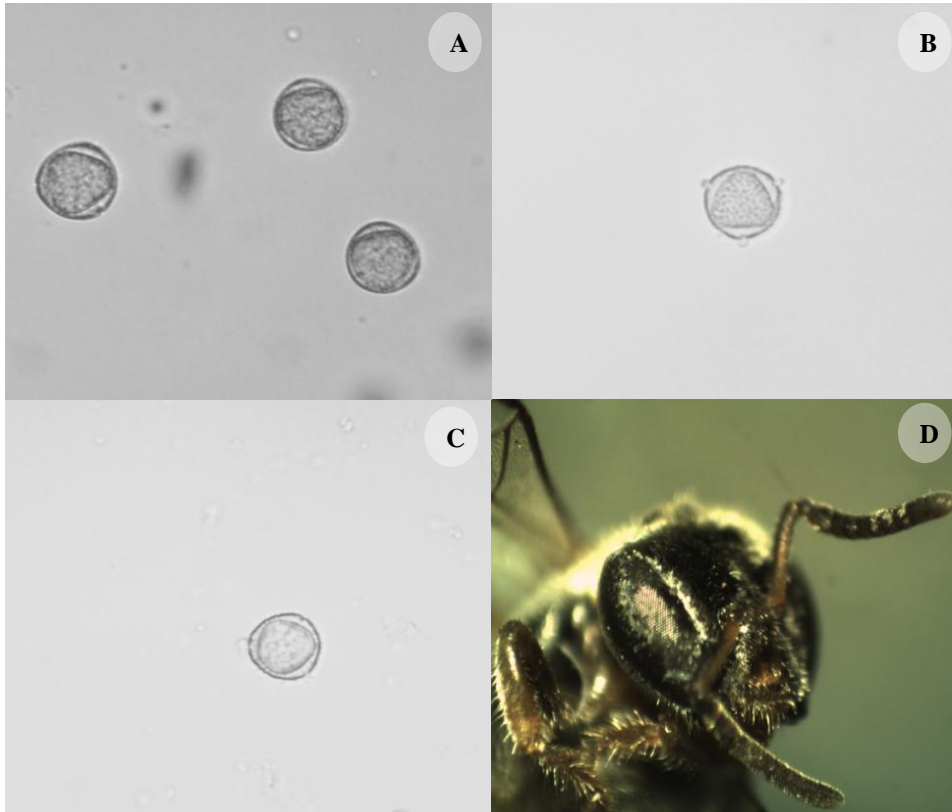
Em Pacajus, CE, Martins *et al.* (2004) constatou que abelhas do gênero *Plebeia* apresentaram maior abundância nas áreas mais preservadas, e que segundo o autor, essas áreas possivelmente possuem maior disponibilidade de locais de nidificação, proteção dos ninhos contra a predação e obtenção dos recursos alimentares. Segundo Castro (2001), estas condições são extremamente importantes para as espécies de menor tamanho, que voam curtas distâncias e são menos competitivas.

3.3 Análise do pólen amostrado nas operárias e nos potes de alimento

Uma descrição prévia dos grãos de pólen das variedades cultivadas mostrou que há diferença na morfologia polínica entre elas, o que possibilitou identificar os tipos polínicos das variedades estudadas. Com isso, foi possível verificar que *Plebeia cf. flavocincta* visitou efetivamente flores das variedades de *Theobroma* estudadas. Como as plantas apresentam grãos de pólen específicos para cada espécie vegetal, isso possibilita diagnosticar o forrageamento das abelhas de forma sazonal (Silva, *et al.*, 2010). Foram encontrados grãos de pólen de cacau nas cargas polínicas em potes de alimentos provisionados durante o período de estudo em colônias que estavam instaladas no campo e nas corbículas de forrageiras

coletadas na entrada na colônia, sendo que em uma delas, também foi verificada a presença de pólen de cacau (FIGURA 7).

Figura 7. Grãos de pólen de cacau (*Theobroma cacao* L.) em lâmina feita a partir de: (A) botão floral de cacau; (B) pólen extraído de potes de alimento de colônias de *Plebeia* cf. *flavocincta*; (C) pólen coletado da cabeça de *Plebeia* cf. *flavocincta*; (D) cabeça de *Plebeia* cf. *flavocincta* contendo grãos de pólen.



4 CONCLUSÃO

As abelhas apresentaram atividades de voo aparentemente normal durante o período do dia tendo picos nos horários mais quentes.

Apesar de não terem sido observadas nas flores, a presença de pólen na cabeça e corbícula, indica que elas visitam as flores do cacau.

Embora as abelhas *Plebeia cf. flavocincta* visitem as flores do cacau, o presente trabalho não permite concluir se elas são capazes de polinizar a cultura, sendo necessário mais trabalhos de investigação nessa área.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, P. T. **Flowering of cocoa**. Cocoa Growers Bulletin, v. 25, p. 23-31, 1984.
- ANTUNES, O. T. et al. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 94-99, 2007.
- AQUINO, I. S. **Abelhas nativas da Paraíba**. João Pessoa: UFPB, 2006.
- BOMFIM, I. G. A. et al. Use of Stingless Bees for the Pollination of Mini Watermelon in Greenhouse. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: FUNPEC, 2012. p. 67.
- CASTRO, M. S. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de caatinga arbórea entre os inselbergs de Milagres (12°53'S; 39°51'W), Bahia. 2001. Tese (doutorado em 2011) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- COSTA, C. C. A. et al. **Comparative analysis of foraging activity of *Melipona subnitida* and *Plebeia flavocincta* in Caatinga**. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: FUNPEC, 2012.
- COSTA, C. C. A. et al. **Pattern of foraging for *Melipona subnitida* and *Plebeia flavocincta* in Caatinga**. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: FUNPEC, 2012.
- CRUZ, D. O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1197-1201, 2005.
- CHAPMAN, R. K.; SORIA, S. J. Comparative *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) pollination of cacao in Central America and Southern Mexico. **Theobroma**, v. 13, p. 129-139, 1983.
- DIAS, L. A. S. Melhoramento genético do cacauero. Viçosa: **Folha de Viçosa**, p. 578. Sao Paulo: CNPQ, 359p, 2001.
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <http://www.ceara.gov.br/municipios-cearenses/804-municipios-com-a-letra-r#munic-pio-russas> >. Acesso em 20 de dez. 2013.
- HEARD, T. A. The hole of stingless bees in crop pollination. **Annual Reviews of Entomology**, v. 44, p. 183-206, 1999.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. Flight activity and strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* I Apidae, Meliponinael. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – **Perfil básico municipal 2011 Russas**. Disponível em:

<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Russas.pdf/view>. Acesso em: 20 de dez. 2013.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT A.D.P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, 55: 771-773. 2004.

MARTINS, C. F. et al. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2004.

MELLO JUNIOR, L. J.; ORTH, A. I.; MORETTO, G. Ecologia da polinização da amoreira-preta (*Rubus* sp.) (Rosaceae) em Timbó-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1015-1018, 2011.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. The Johns Hopkins University Press, 913p, 2000.

NUNES-SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of egg plant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, n. 5, p. 537-546, 2013.

OLIVEIRA, M. O. **Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (*Spondias mombin* L.) sob cultivo, na chapada do Apodi, Ceará**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

RIOS, P. A.; SILVA, J. B.; MOURA, F. de B. P. Visitantes florais de *Aechmea constantinii* (Mez) LB Sm. (Bromeliaceae) em um remanescente da Mata Atlântica do Nordeste Oriental. **Revista Biotemas**, v. 23, p. 4, 2010.

SANTIAGO, I. F. et al. **Como aliar conservação e produtividade?: adaptação de colônias de *Melipona quadrifasciata* lepeletier (hymenoptera: apidae) em casas de vegetação, para polinização de plantas de interesse agrícola**. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/864a.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

SILVA, C. I. et al. **Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do Gênero *Xylocopa*, no Triângulo Mineiro**. Uberlândia: EDUFU, 2010.

SLAA, E. J. et al. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, p. 293-315, 2006.

SOMMEIJER, M. J.; RUIJTER, A. Insect pollination in greenhouses. In: ‘SPECIALISTS’ EETING HELD IN SOESTERBERG, 1999, Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Utrecht University, 1999.

SORIA, J.;TONOSAKI, S.; MORENO, J. A polinização do cacauero pela *Forcipomyia* ao vivo. **Cacau Atualidades**, v. 12, p. 14-18, 1975.

WODEHOUSE, R.P. **Pollen Grains. Their structure, identification and significance in science and medicine.** New York, McGraw-Hill. 1935.