

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**USO DA ABELHA MELÍFERA (*Apis mellifera* L.) NA POLINIZAÇÃO E
AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM VARIEDADE DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merril.) ADAPTADA ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO
NORDESTE BRASILEIRO**

MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT

**FORTALEZA - CE
FEVEREIRO - 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**USO DA ABELHA MELÍFERA (*Apis mellifera* L.) NA POLINIZAÇÃO E
AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM VARIEDADE DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill.) ADAPTADA ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO
NORDESTE BRASILEIRO**

MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT
Engenheiro Agrônomo

**FORTALEZA - CE
FEVEREIRO - 2012**

MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT

**USO DA ABELHA MELÍFERA (*Apis mellifera* L.) NA
POLINIZAÇÃO E AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS
EM VARIEDADE DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.) ADAPTADA
ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO NORDESTE BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba; como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

**FORTALEZA - CEARÁ
FEVEREIRO - 2012**

MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT

**USO DA ABELHA MELÍFERA (*Apis mellifera* L.) NA POLINIZAÇÃO E
AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM VARIEDADE DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill.) ADAPTADA ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO
NORDESTE BRASILEIRO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em

Comissão Examinadora:

Dra. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca
Universidade de São Paulo – USP

Dra.. Eva Mônica Sarmiento da Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

Dra. Darci de Oliveira Cruz
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará - UFC

Ph D. Breno Magalhães Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará -UFC

RISCOS...

Rir é correr o risco de parecer tolo.

Chorar é correr o risco de parecer sentimental.

Expor-se para o outro é correr o risco de se envolver.

Expor seus sentimentos é arriscar expor seu verdadeiro eu.

Mostrar suas idéias e sonhos diante de todos é arriscar perdê-los.

Amar é arriscar não ser amado.

Viver é arriscar morrer.

Ter esperança é arriscar desespero.

Tentar é arriscar falhar.

Mas riscos têm que ser assumidos, porque o maior
perigo é não arriscar nada.

A pessoa que não arrisca nada, não faz nada,
não tem nada, não é nada...

Ela pode evitar o sofrimento e a tristeza, mas ela
simplesmente não pode aprender, sentir, mudar,
crescer, amar, viver.

Acorrentada por suas certezas imutáveis, ela é, na
verdade um escravo que desistiu da liberdade.

Somente a pessoa que arrisca é livre!

Não é porque as coisas são difíceis que nós não
ousamos é porque não ousamos que as coisas são
difíceis!

Sêneca - ano IV a.C

À **Deus**, pela vida, saúde, coragem e condição da realização desse trabalho.

À minha esposa **Karolina Milfont**, por todo amor, ajuda e paciência que foram imprescindíveis à realização desse trabalho, ao nosso **bebê** que está a caminho reservando muitas alegrias para as nossas vidas e a toda sua família pelo incentivo e colaboração.

Aos meus pais **Ronaldo Milfont e Judite Milfont** por acreditarem em mim, torcerem e por me darem apoio para que pudesse obter esse título.

Às minhas irmãs **Carine Milfont e Caroline Milfont** (*in memoriam*), companheiras de todas as horas, por todo carinho e amizade.

Aos meus avós **Jaime Milfont e Diva Milfont, Osvaldo Pimentel e Léa Nobre** (exemplos de vida) pelo afeto, constante apoio e carinho.

À toda **minha família** pelo apoio, carinho e amizade.

Às **abelhas**, em nome da natureza.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho não seria possível sem a participação de várias pessoas e instituições, às quais agradeço:

Em primeiro lugar, agradeço ao nosso bom Deus...

À Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba, através do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela oportunidade de realização desse curso e ao Dr. Arlindo de Alencar Araripe Noronha Moura (coordenador do programa).

Ao professor orientador PhD. Breno Magalhães Freitas pela orientação, ensinamentos, amizade, paciência e compreensão.

À agroempresa Faedo Sementes: Dagoberto Faedo por disponibilizar suas áreas e instalações para execução do experimento.

À todos os funcionários da agroempresa Faedo Sementes pela amizade e constante apoio durante a execução do projeto, em especial a Márcio, Neto, Éneas (vigia), Lucieldo, João, Duda, Naldim, Cuca (*in memoriam*), careca e as secretárias Valdirene e Mônica.

À empresa Altamira Apícola pelo empréstimo das colônias e total apoio na execução do experimento.

À Dra. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca pelas valiosas sugestões ao presente trabalho.

À Dra. Eva Mônica Sarmiento da Silva pelo apoio e sugestões ao trabalho.

À Dra. Darci de Oliveira Cruz pelas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino, pela amizade e colaboração.

À mestranda Epifânia de Macedo Rocha e aos estudantes de graduação David e Ariane, por toda a ajuda e dedicação no presente trabalho.

À Ana Gláudia Catunda Vasconcelos pela amizade, ajuda e disposição nas análises estatísticas.

À Dra. Favízia Freitas de Oliveira pela amizade e identificação das abelhas coletadas nesse trabalho.

A todos do Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia pela amizade e colaboração nas análises, em especial ao colega Lineker de Souza Lopes.

À bibliotecária Isabela Nascimento pela ajuda e colaboração nas referências bibliográficas.

A todos os colegas e amigos do Grupo de Pesquisa com abelhas.

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

Aos professores do Departamento de Zootecnia – UFC, pelos ensinamentos e incentivos no decorrer do curso.

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

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo incentivo a pesquisa e pela concessão da bolsa de estudo.

E por fim, a todos aqueles que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

Meu muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3

Capítulo I

1. Referencial Teórico	6
2. A cultura da soja (<i>Glycine Max</i> (L.) Merrill).....	9
2.1 Origem da planta.....	9
2.2 Importância econômica.....	10
2.3 Produção e produtividade.....	12
2.4 Expansão da cultura.....	13
2.5 Características botânicas.....	15
2.6 Estádios de desenvolvimento.....	16
2.7 Biologia floral.....	18
2.7.1 <i>Flor, inflorescência e tempo de florescimento</i>	18
2.7.2 <i>Padrão de secreção de néctar</i>	20
2.7.3 <i>Produção de pólen</i>	21
2.7.4 <i>Requerimentos de polinização</i>	22
2.8 Visitantes florais.....	23
2.9 Atratividade das flores de soja para as abelhas.....	24
2.10 Influência das abelhas na produtividade da soja.....	25
2.11 Recomendação de polinizadores.....	27
2.12 Produção de mel.....	27
3. Referências bibliográficas.....	29

Capítulo II

Biologia floral, requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte – CE.

Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	50
Conclusões	59
Referências Bibliográficas	60

Capítulo III

Comportamento e padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. em soja tropical (*Glycine max* (L.) Merrill)

Resumo	67
Abstract	68
Introdução	69
Material e Métodos	70
Resultados e Discussão	73
Conclusões	80
Referências Bibliográficas	81

Capítulo IV

O uso de *Apis mellifera* L. no incremento de produtividade da soja cv. BRS-Carnaúba e seu efeito no teor de óleo e proteína das sementes.

Resumo	85
Abstract	87
Introdução	89
Material e Métodos	91
Resultados e Discussão	97
Conclusões	106
Referências Bibliográficas	107

Capítulo V

Potencial produtivo e análise de multiresíduos de pesticidas no mel de abelhas melíferas oriundo de cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)

Resumo	111
Abstract	112
Introdução	113
Material e Métodos	114
Resultados e Discussão	118
Conclusões	123
Referências Bibliográficas	124

Considerações Finais e Implicações	128
---	------------

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

	Página
TABELA 01 Descrição dos estádios reprodutivos da soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	18

Capítulo II

TABELA 01 Produção de néctar (μ L) de flores de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) ao longo do dia das variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009.....	54
TABELA 02 Efeito da remoção de néctar em flores de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009. Valores em médias \pm e.p.m; n representa o número de flores.....	54
TABELA 03 Visitantes florais da soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) coletadas no município de Limoeiro do Norte-CE. 2009.....	56
TABELA 04 Vingamento de vagens e sementes na soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) cv. BRS-Sambaíba sob quatro formas de polinização das flores. Limoeiro do Norte-CE.2009.....	56

Capítulo III

TABELA 01 Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> em coleta de néctar, néctar + pólen e total de abelhas melíferas em duas variedades de soja tropical (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte-CE. 2009.....	77
---	-----------

Capítulo IV

TABELA 01	Produção total e classificação das sementes de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em três tratamentos de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	97
TABELA 02	Percentual de incremento de produção entre os diferentes ensaios de polinização realizados na soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	98
TABELA 03	Produção total de vagens, grãos e número total de vagens com uma, duas e três sementes na soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em diferentes ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	103
TABELA 04	Peso de mil sementes (PMS), Altura de inserção de primeira vagem (AIPV) e percentual de flores não vingadas (PFNV) na soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em três ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	104
TABELA 05	Percentual de óleo e proteína de sementes de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba dos três diferentes ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	104

Capítulo V

TABELA 01	Pesticidas aplicados na soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) do plantio ao final do florescimento em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	115
TABELA 02	Produção de mel (Kg) por colmeia, produtividade média e produção total de apiário instalado em plantio de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	119
TABELA 03	Compostos analisados no mel de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) produzido em Limoeiro do Norte. 2009.....	121

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

	Página
FIGURA 01 Flor de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em corte longitudinal....	19

Capítulo II

FIGURA 01 Padrão percentual de abertura das flores de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) variedade BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009.....	51
FIGURA 02 Padrão diário de secreção de néctar das flores de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009.....	53

Capítulo III

FIGURA 01 Comportamento de forrageio de abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.) em flores de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) no município de Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	73
FIGURA 02 Atividade das abelhas <i>Apis mellifera</i> L. nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	76
FIGURA 03 Abelha <i>Apis mellifera</i> L. com pólen na corbícula na flor de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) variedade BRS-Carnaúba “flor branca” (a) e coletando néctar na variedade Monsoy 9144 RR “flor roxa” (b) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	77
FIGURA 04 Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. em coleta de néctar nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	78

FIGURA 05	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. em coleta de néctar + pólen nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	79
------------------	---	-----------

Capítulo IV

FIGURA 01	Pivôs plantados com soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009. (1) pivô com três tratamentos: áreas amarelas (áreas consideradas abertas com introdução de abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.) na linha lateral; áreas verdes (área aberta); áreas brancas (área fechada), (2) pivô com um tratamento: áreas amarelas (áreas consideradas abertas com introdução de abelhas melíferas no centro da cultura. Os traços em vermelho significa o local de instalação do apiário (oito colônias cada).....	92
FIGURA 02	Gaiolas de tela de náilon (3,0 x 6,0 x 1,5m) montadas sobre a soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) e impedindo a visitação de agentes polinizadores em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	94
FIGURA 03	Produção de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) em sacos (60kg)/ha dos diferentes ensaios de polinização realizados em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.....	99

Capítulo V

FIGURA 01	Apiário constituído de oito colméias instalado em meio ao plantio de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill var. Monsoy 9144 RR, em Limoeiro do Norte, Ceará.2009.....	116
------------------	--	------------

Uso da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) adaptada às condições climáticas do Nordeste brasileiro

RESUMO GERAL

A pesquisa foi conduzida entre julho e dezembro de 2009 usando cultivares tropicais de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigadas por pivô central no distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, sendo o plantio pertencente à agroempresa Faedo Sementes situada na Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. O estudo teve por objetivo investigar o uso de *Apis mellifera* L. para polinização e incrementos de produtividade nas cultivares de soja Monsoy 9144RR, BRS-Carnaúba, BRS-Sambaíba, adaptadas às condições tropicais do Norte e Nordeste brasileiro. Os seguintes aspectos foram investigados: biologia floral, requerimentos de polinização, eficiência de polinização de *A. mellifera*; comportamento e padrão de forrageamento; uso de *A. mellifera* para elevar a produtividade por área, por planta, em conteúdo de óleo e proteína dos grãos; potencial para a produção de mel e os riscos de contaminação deste mel. Os resultados mostraram que as cultivares estudadas são atrativas para as abelhas melíferas e elas concentram seu forrageio na coleta de néctar no turno da manhã. As variedades são capazes de se autopolinizarem, contudo houve incrementos de produtividade significativos ($p < 0,05$) quando as flores foram visitadas por agentes bióticos. Uma única visita da abelha melífera elevou a produtividade para níveis equivalentes ($p > 0,05$) ao das flores abertas para polinização. No que se refere à produção total, observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) das áreas onde as abelhas foram introduzidas no centro ou ao longo da linha lateral do plantio para a área cujas flores não receberam visitas. O número médio de vagens por planta foi $49,64 \pm 2,64$, $57,16 \pm 2,41$ e $59,60 \pm 2,71$; o número médio de grãos por planta foi $104,68 \pm 5,13$, $121,46 \pm 3,98$ e $127,42 \pm 5,95$; e o percentual de vagens com três grãos foi 18,65%, 20,43% e 23,72% para os tratamentos onde as plantas foram engaioladas para não receberem visitantes florais, deixadas abertas para receberem visitantes florais e aberta + a introdução de colônias de abelhas melíferas, respectivamente. Os conteúdos de óleo e proteína não diferiram ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Todas as colônias produziram mel e ao final do florescimento (30

dias) a produção total alcançou 81,7 kg, com uma produção média por colméia de $10,1 \pm 0,86$ kg e nenhum resíduo de pesticida foi identificado no mel. Concluiu-se que as cultivares de soja adaptadas ao Norte e Nordeste do Brasil podem ser usadas para a produção de mel e o comportamento de forrageio de *A. mellifera* visitando flores somente no período da manhã permite recomendar a aplicação de defensivos apenas no final da tarde ou cedo da noite, quando as abelhas não se encontram no plantio para produzir mel livre de resíduos de pesticidas e prevenir riscos de envenenamento das abelhas; também, a introdução de *A. mellifera* para polinização pode elevar a produtividade em mais de 25%, principalmente devido ao aumento no percentual de vagens com três grãos.

Palavras-chave: Mel de soja. Polinização agrícola. Polinização da soja. Polinização por abelhas. Produção de soja. Resíduos de pesticidas.

Use of honey bees (*Apis mellifera* L.) in the pollination and the gain in productivity of grains in variety of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) adapted to Brazilian Northeastern climatic conditions

GENERAL ABSTRACT

The research was carried out between July and December 2009 using tropical soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars irrigated by center pivots in the irrigation district of Jaguaribe-Apodi, belonging to the agribusiness Faedo Sementes situated at the Apodi plateau, Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. The study aimed to investigate the use of *Apis mellifera* L. for pollination and productivity increment in the soya bean cultivars Monsoy 9144RR, BRS-Carnaúba, BRS-Sambaíba, adapted for the tropical conditions of N and NE Brazil. The following aspects were investigated: floral biology, pollination requirements, pollination efficiency of *A. mellifera*; behavior and pattern of foraging; use of *A. mellifera* to augment productivity per área, per plant, in oil and protein content; and potential for honey production in soya bean crops and risks of pesticide contamination of the honey. Results showed that the cultivars are attractive to honey bees and they concentrate their foraging for nectar collection in the morning shift. The varieties were capable of autopollination, however there were significant ($p < 0.05$) increments of productivity when flowers were visited by biotic agents. A single honey bee visit raised productivity to equivalent ($p > 0.05$) levels of those flowers open for pollination. Regarding absolute production, it differed significantly ($p < 0.05$) from the areas where honey bees were introduced in the center or along the sideline of the plantation to that where flowers did not receive flower visits. The mean number of pods per plant was 49.64 ± 2.64 , 57.16 ± 2.41 and 59.60 ± 2.71 ; the mean number of seeds per plant was 104.68 ± 5.13 , 121.46 ± 3.98 and 127.42 ± 5.95 ; and the percentage of pods bearing three seeds was 18.65%, 20.43% and 23.72% for the caged, open and open + honey bees treatments, respectively. Oil and protein contents of seeds did not differ ($p > 0.05$) among treatments. All colonies produced honey and by the end of the blooming period (30 days) total production reached 81.7 kg, with a mean production of 10.1 ± 0.86 kg per hive and no pesticide residue was found. It was concluded that the soya bean cultivars adapted to N and NE Brazil can be used for honey production and the foraging behavior of *A. mellifera* visiting flowers only in the morning allows to

recommend spraying the crop only in the late afternoon and early evening when bees are no longer in the crop to produce residue-free honey and prevent poisoning risks to the bees; also, introducing *A. mellifera* for pollination purpose can increase production over 25% especially due to augment in the percentage of three-seeded pods.

Keywords: Bee pollination, Crop pollination, Pesticide residues, Soybean honey, Soybean pollination, Soybean production.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os polinizadores são essenciais para a produção agrícola, sendo responsáveis pela polinização da grande maioria das espécies vegetais cultivadas pelo homem, sua ausência em áreas agrícolas pode levar a aumento de custos, redução na lucratividade e, em certos casos, prejuízos (FREITAS, 2010). Atualmente, além dos fatores econômicos, uma maior atenção vem sendo dada a esse assunto devido aos fatores ecológicos. A falta de polinizadores pode acarretar uma diminuição da produção de alimentos e como consequência uma expansão na área cultivada para compensar a queda de produtividade, levando então a um aumento no desmatamento (AIZEN *et al.*, 2009).

Aproximadamente 75% das culturas agrícolas são dependentes da polinização animal (FAO, 2004), e destes, 73% são polinizadas por alguma espécie de abelha (KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2002). Entre as abelhas, destaca-se a *Apis mellifera* L., espécie amplamente utilizada em diversas culturas agrícolas (FREE, 1993; FREITAS, 1998; DELAPLANE & MAYER, 2000). A ausência desses polinizadores em áreas cultivadas pode reduzir em até 90% a produtividade de sementes, frutos e nozes (SOUTHWICK & SOUTHWICK, 1992).

Independentemente da planta possuir flores monóicas ou dióicas, a presença de polinizadores pode contribuir no aumento da produtividade (D'AVILA & MARCHINI, 2005). Até mesmo espécies onde ocorre a auto-fecundação e, portanto não necessitam obrigatoriamente da participação de agentes polinizadores, aumentos consideráveis na produção podem ser obtidos. Culturas como o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o café (*Coffea arabica* L.), a canola (*Brassica napus* L.) e a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) podem apresentar aumentos em produtividade na presença de abelhas (SILVA, 2007; MALERBO-SOUZA *et al.*, 1994; SABBAHI, 2005; CHIARI *et al.*, 2005). No caso específico da soja, o que se observa são resultados bastante satisfatórios, porém muitas vezes discrepantes. Enquanto, alguns autores observaram aumentos na produtividade da cultura em função da presença de abelhas melíferas, outros relatam a não influência das abelhas na produção da cultura. (ERICKSON, 1975; ABRAMS *et al.*, 1978; ERICKSON *et al.*, 1978; ISSA *et al.*, 1980).

Questão semelhante ocorre no uso dos recursos da soja (néctar e pólen) pelas abelhas. São inúmeras e variáveis as informações da cultura da soja como fonte de néctar e pólen (DADANT, 1975; FREE, 1993). Recentemente, AYRES (2010), definiu

a soja como uma planta apícola muito duvidosa, sofrendo bastante influência dos fatores climáticos e do tipo de solo onde é cultivada.

Atualmente, a cultura da soja vem sendo amplamente cultivada no Brasil, tendo recentemente chegado ao Nordeste Brasileiro, suas sementes possuem elevada importância econômica, principalmente em função do teor de óleo e proteína (AGUILA, 2005; BRASIL, 2007). A sua exploração nas regiões tropicais poderá contribuir para a modernização e fortalecimento da economia agrícola regional, podendo ainda constituir importante fonte na alimentação humana, suprimindo as carências protéicas generalizadas na região (EMBRAPA, 2011). Por outro lado, a cultura faz uso de grandes quantidades de defensivos agrícolas e seu cultivo na maioria das vezes é constituído de extensas áreas contínuas, o que acaba por interferir e reduzir os níveis ideais de polinização, podendo assim ocasionar um déficit de polinização na planta e consequentemente perdas de produtividade. Embora existam indícios de aumento na produtividade da soja pela ação abelhas, esses são muito relativos, e quando se referindo às novas variedades adaptadas às regiões Norte e Nordeste, essas informações são inexistentes.

Dessa maneira, o presente trabalho procurou investigar as necessidades de polinização de variedades de soja preconizadas para as regiões Norte e Nordeste, conhecer a sua biologia floral, seus requerimentos de polinização, a eficiência da polinização melitófila na produtividade da cultura, teor de óleo e proteína, além de avaliar o potencial apícola da cultura para a produção de mel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, R. I.; EDWARDS, C. R.; HARRIS, T. Yields and cross-pollination of soybeans as affected by honeybees and alfalfa leaf cutting bees. **American Bee Journal**, v. 118, n. 8, p. 555-556, 1978.

AIZEN, M. A. *et al.* How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Ann. Bot.**, v. 103, p. 1579-1588, 2009.

AGUILA, R. M. D. *et al.* **BRS Carnaúba, nova cultivar de soja para a região Norte e Nordeste do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 180).

AYERS, G. S. Soybean, a good honey plant: sometimes. **American Bee Journal**, The Other Side of Beekeeping, Apr., 2010. Disponível em: <http://www.americanbeejournal.com/site/epage/79434_828.htm>. Acesso em: 28 set. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva da soja**. Brasília, 2007. (Agronegócios, n. 3).

CHIARI, W. C. *et al.* Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005.

DADANT, C. **La colmena y la abeja melífera**. [S. l.]: Hemisferio Sur, 1975.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **B. Industr. animal.**, N. Odessa, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja**: história. [2011?]. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 7 fev. 2011.

ERICKSON Jr., E. H. Variability of floral characteristics influence honey bee visitation to soybean blossoms. **Crop Science**, v. 15, p. 767-771, 1975.

ERICKSON, E. *et al.* Honey bee pollination increases soybean yields in the Missouri Delta Region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, n. 4, p. 601-603, 1978.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.) **Solitary bees**: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 19-25.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press, 1993.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* L. e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP-FFLRP, 1998. p. 10-20.

FREITAS, B. M. Polinização por abelhas na agricultura brasileira: empecilhos e perspectivas. In: CONGRESSO ÍBEROLATINO AMERICANO DE APICULTURA, 10., 2010, Natal. **Palestra...** Natal: XIBLA, 2010. Disponível em: <<http://www.xibla.com.br/palestras.php>>. Acesso em: 30 out. 2010.

ISSA, M. R. C. *et al.* Ensaio de polinização em soja (*Glycine max* L.) por abelhas *Apis mellifera* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., 1980, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Confederação Brasileira de Apicultura, 1980.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002.

MALERBO-SOUZA, D. T.; COUTO, L. A.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização em café (*Coffea arábica*, var. Mundo Novo), com a utilização de atrativos para as abelhas *Apis mellifera*. In: CONGRESSO IBEROLATINO AMERICANO DE APICULTURA, 4.; FORO EXPOCOMERCIAL INTERNACIONAL DE APICULTURA, 1., 1994, Rio Cuarto. **Anais...** Cuarto: [s. n.], 1994. p.167-170.

SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; JOCELYN, M. Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae). **J. Econ. Entomol.**, v. 98, n. 2, p. 367-372, 2005.

SILVA, E. M. S. **Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará e seus efeitos na qualidade da fibra e da semente**. 2007. 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUTHWICK, E. E.; SOUTHWICK JR, L. Estimating the economic value of honeybees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, p. 621-633, 1992.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1 – A IMPORTÂNCIA DOS POLINIZADORES

A expansão das fronteiras agrícolas é amplamente reconhecida como uma das mais significativas alterações humanas ao meio ambiente, em níveis globais. Essa intensificação tecnológica no uso da terra, através da utilização de variedades de alto desempenho, fertilizantes químicos, pesticidas e mecanização dentre outros insumos agrícolas, tem contribuído com o aumento surpreendente na produção mundial de alimentos nos últimos séculos (MATSON *et al.*, 1997). Por sua vez, a mesma agricultura moderna, que aplica tecnologia avançada permitindo o cultivo de grandes áreas de terra contínua, acaba por afetar os serviços naturais de polinização fornecidos pelo ecossistema, e dessa maneira faz com que não se consiga mais atingir os níveis ideais de polinização das flores apenas pelas visitas de polinizadores nativos (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998; KREMEN *et al.*, 2002). Como resultado, não adianta plantar a melhor semente ou muda selecionada, fazer correção e adubação de solos, irrigar, combater ervas daninhas, pragas e doenças, entre outros fatores de produção, se no momento do florescimento não houver na área agentes polinizadores eficientes e em número suficiente para polinizar as flores, e por consequência assegurar os níveis de polinização desejados para maximizar a produção e, finalmente garantir a lucratividade do sistema agrícola em questão (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; FREITAS; 2006).

Logo, a polinização mediada por animais constitui-se também em um fator de produção, o qual é de extrema importância para produção agrícola mundial, sendo que 35% das culturas agrícolas, servem de base para a alimentação dos povos, dependentes do trabalho desses vetores bióticos para a formação de suas sementes e/ou frutos (KLEIN *et al.*, 2007). Dentre esses animais, as abelhas são consideradas como os polinizadores mais importantes (FREE, 1993; KLEIN *et al.*, 2007; WINFREE *et al.*, 2011; ELLIS *et al.*, 2010), sendo estimado em 73%, as espécies agrícolas ao redor do mundo dependentes da polinização por abelhas (NABHAN e BUCHMANN, 1997; FAO, 2004).

As abelhas destacam-se como extraordinários polinizadores principalmente por serem os únicos insetos que visitam as flores para coleta de pólen, o qual servirá como fonte de alimento para suas larvas, além da necessidade de coletar néctar para satisfazer suas próprias necessidades energéticas, e/ou as necessidades de sua colônia, no caso

particular das abelhas sociais (KEVAN, 2007; BRADBPEAR, 2009). Essas necessidades fazem com que se torne obrigatório o contato constante das abelhas com as flores (FREITAS, 2006). Além do mais, as abelhas possuem adaptações especiais (morfológicas, fisiológicas e comportamentais), como a grande quantidade de pêlos ramificados ao redor do seu corpo, que permite o aumento na eficiência da aderência dos grãos de pólen (WINSTON, 2003; VIANA & SILVA, 2006; BRADBPEAR, 2009), a necessidade de pólen para seu crescimento e desenvolvimento e um comportamento de fidelidade e constância floral bastante desenvolvido que, por sua vez, torna maior a probabilidade dos grãos de pólen serem depositados em flores da mesma espécie (ROBINSON *et al.*, 1989; FREITAS, 1998a; DELAPLANE & MAYER, 2000).

Dentre as abelhas, a espécie *Apis mellifera* se destaca como o polinizador economicamente mais valioso para a agricultura mundial (MCGREGOR, 1976; COMMITTEE ON THE STATUS OF POLLINATORS IN NORTH AMERICA, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007; KLEIN *et al.*, 2007). Sua adaptação a uma ampla variedade de condições climáticas encontradas no planeta, juntamente com a sua espantosa capacidade de comunicação que a permite informar e recrutar outras abelhas da mesma colônia a buscarem mais alimentos, além da sua tolerância ao manejo humano tornam essa espécie um polinizador bastante eficiente para várias culturas agrícolas e, portanto, o mais utilizado ao redor do mundo (DELAPLANE & MAYER, 2000; BRADBPEAR, 2009). No Brasil, apenas duas culturas de maior expressão econômica e que dependem do uso de polinizadores vem recorrendo à introdução sistemática de colônias de *Apis mellifera* em larga escala: a maçã (*Malus domestica*) na Região Sul, especialmente Santa Catarina, e o melão (*Cucumis melo*) na Região Nordeste, particularmente nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005), embora em muitos casos prevaleça a errônea idéia de que a simples introdução na área plantada de algumas colmeias de abelhas já é suficiente para obter-se níveis ideais de polinização. Como consequência, os resultados são culturas mal polinizadas, o que gera baixos índices de produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade, o que apenas contribui para a desvalorização dos serviços de polinização no meio agrícola nacional. Isso se deve principalmente a falta de conhecimentos por parte de apicultores e produtores a respeito

das características florais, e necessidades de polinização dessas culturas (FREITAS, 1998b).

O grau em que uma determinada cultura agrícola depende da polinização por abelhas varia de acordo com a morfologia floral, com o nível de autopolinização exibido pela planta, além da disposição floral dentro da própria planta ou mesmo nas plantas vizinhas (DELAPLANE & MAYER, 2000). Segundo KLEIN *et al.* (2007), dentre as 107 principais culturas agrícolas utilizadas diretamente na alimentação humana, 13 delas são essencialmente dependentes de polinizadores (perda de 90% ou mais na produção na ausência de polinizadores); 30 são altamente dependentes de polinizadores (40% a quase 90% de redução na produção); 27 são moderadamente dependentes (10% a quase 40% de redução); 21 são levemente dependentes (mais que 0 e menos que 10% na redução); para sete das culturas agrícolas estudadas a dependência é inexistente; e para as nove restantes o grau de dependência de polinizadores é desconhecido. Sendo assim, a cultura da soja é classificada como moderadamente dependente, o que significa que na ausência de polinizadores pode-se reduzir em até 40% a produção de grãos de soja. Portanto, mesmo em culturas consideradas, anteriormente, como exclusivamente autógamias, como acontece no caso da soja, há evidências de que a polinização por abelhas pode incrementar a produtividade da cultura (ERICKSON *et al.*, 1978; CHIARI *et al.*, 2005; AIZEN *et al.*, 2008).

2 - A CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

2.1 - Origem da planta

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada hoje é bem diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam ao longo de rios e lagos. Sua evolução iniciou-se com o aparecimento de plantas procedentes de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China, provavelmente da *Glycine ussuriensis*, espécie com sementes pequenas que se desenvolviam na Ásia oriental (MARTIN, 2006)

O primeiro registro do grão data de 2838 a.C, onde a soja juntamente com o arroz, trigo, cevada e milheto eram considerados grãos sagrados (EMBRAPA, 2011). A sua domesticação parece ter acontecido durante a dinastia de Shang, aproximadamente de 1500 a 1027 a.C.. Entretanto, historicamente e geograficamente, a soja só parece ter sido domesticada por volta de 1027 a 221 a.C, período da dinastia de Zhou, onde foi cultivada no Nordeste da China (HYMOWITZ, 1970 citado por MEYER, 2006).

Após sua domesticação, a soja expandiu-se de maneira lenta para outras regiões e países do Oriente; como o sul da China, Manchúria, Coréia, Japão, União Soviética e países do sudeste da Ásia (BORÉM, 1999a).

No século XVII a soja chegou a Europa levada pelo botânico alemão Engelbert Kaempfer, que residiu no Japão de 1681 a 1692. Em seguida, por volta de 1740, sementes de soja enviadas por missionários chineses foram plantadas no Jardim Botânico de Paris. Um pouco depois, em 1790, a soja chegou à Inglaterra, sendo plantada no Jardim Botânico Peal Kiev. Vale destacar que permaneceu nesse continente até o final do século XIX apenas como curiosidade. Posteriormente, várias tentativas de exploração comercial do grão na Europa falharam, provavelmente devido às condições climáticas desfavoráveis (PINHO, 1999).

A aparição da soja no continente americano data de 1765 em Savannah, Geórgia – EUA, passando a ser cultivada comercialmente no início do século XX (COSTA, 1966 citado por BORÉM, 1999a). No Brasil, o primeiro registro data de 1882, no estado da Bahia (VERNETTI, 1983; SEDIYAMA, 1985; SANTOS, 1988). O grão apareceu com maior expressão em 1908 com os imigrantes japoneses e foi introduzida oficialmente em 1914 no Rio Grande do Sul, de onde se tem registros do primeiro cultivo comercial do país (CIS, 2011; FACS, 2011). Porém, a sua expansão no Brasil somente ocorreu nos anos 70, com o crescente interesse da indústria de óleo e a alta demanda do mercado internacional (MISSÃO, 2006).

2.2 - Importância econômica

Inicialmente, a soja era utilizada como cultura forrageira, sendo basicamente utilizada na alimentação de animais (CARNEIRO, 2006). Apenas na segunda década do

século XX foi que o teor de óleo e proteína contida no grão passou a despertar o interesse das indústrias, e assim sua produção passou a ter importância econômica.

Atualmente, a soja é uma das mais importantes commodities transacionadas no mercado internacional (MARTIN, 2005), sendo uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal utilizadas no mundo (BORÉM, 1999a; BRASIL, 2007).

Para a economia brasileira, a cadeia produtiva da soja é de extrema importância. Em 2010, as exportações do complexo da soja (grão, farelo e óleo) totalizaram mais de US\$ 20 bilhões de dólares, o equivalente a aproximadamente 22% do saldo positivo da balança comercial do país (BRASIL, 2011; ABIOVE, 2011). Além disso, ela destaca-se como a principal cultura explorada no país, correspondendo a cerca de 46% da produção brasileira de grãos (CONAB, 2010). Em nível mundial, o Brasil se destaca como maior exportador e detém a segunda maior produção, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

A soja destaca-se como matéria-prima para a formação de diversos produtos e subprodutos, bastante utilizados pela agroindústria, indústria química e de alimentos. Na alimentação humana, é constituinte de vários produtos embutidos, chocolates, temperos para saladas e outros produtos (HASSE, 1999).

A proteína de soja é base para ingredientes de padaria, massas, produtos de carne, cereais, misturas preparadas, bebidas, alimentação para bebês e alimentos dietéticos. Ela é também bastante utilizada pela indústria de adesivos e nutrientes, alimentação animal, adubos, formulador de espumas, fabricação de fibra e revestimento (PINHO, 1999; BRASIL, 2010).

A forma mais usual é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto. O mesmo é rico em ácidos graxos poliinsaturados. Podendo ser usado como óleo de salada, de cozinha e de fritura. Algumas das aplicações do óleo são para a produção de maionese e margarinas. Na área industrial, faz-se uso do óleo para a confecção de tinta de caneta e de impressão, tintas de pintura em geral, xampus, sabões e detergentes (HASSE, 1999).

É através da extração da goma do seu óleo bruto que se obtêm a lecitina, agente emulsificante responsável pela união entre a fase aquosa e oleosa de produtos, muito usada na fabricação de produtos ricos em gorduras e óleos, como salsichas, maioneses, achocolatados, margarinas e produtos de panificação. Podendo ser utilizada ainda como

agente estabilizante em banhas e como agente umectante em cosméticos (HASSE, 1999).

A soja é um componente essencial na fabricação de rações animais e adquire importância crescente na alimentação humana (BRASIL, 2011).

Além desses usos, a soja é utilizada também na fabricação de lubrificantes, explosivos, adesivos, isolamentos elétricos, papel impermeável e laminados, acessórios para veículos, vernizes, antioxidantes, tubulações, vedações, borrachas sintéticas, estabilizadores de combustível, etc. Também se faz uso da soja como adubação verde, forragem e pastagem (PINHO, 1999).

Outro importante nicho da sua utilização ocorreu recentemente devido à criação do Programa Nacional de Biodiesel em 2004, e sua regulamentação por meio do decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005, em que o governo autorizou a adição de 2% em volume de biodiesel ao óleo diesel até 2008 e de 5% em 2013. Assim algumas leguminosas passaram a ser exploradas com essa finalidade, dentre elas destaca-se a soja.

Atualmente, existem cerca de 60 plantas autorizadas pela ANP (Agência Nacional de Petróleo) para a produção de biodiesel, entretanto, mais de 80% da produção nacional de biocombustível é proveniente do óleo da soja (SANT'ANNA, 2009; ROMANO, 2010; MOUTINHO, 2011). A ampla participação dessa oleaginosa na produção de biodiesel é decorrente da existência de extensas áreas plantadas, escala de produção e uma cadeia produtiva bem organizada (UBRABIO, 2010). Outro aspecto a se considerar, é que hoje, através do melhoramento genético a cultura da soja possui cultivares apropriadas para cada região do país.

2.3 - Produção e produtividade

Estima-se que a cultura da soja ocupa uma área mundial de 102,0 milhões de hectares, produzindo 259,7 milhões de toneladas. Os Estados Unidos é o maior produtor mundial com uma área plantada de 30,9 milhões de hectares, produção na safra 2009/2010 de 91,4 milhões de toneladas e produtividade de 2.958 kg/ha (USDA, 2010). O Brasil é o segundo maior produtor mundial. Na safra 2009/2010, a cultura ocupou

uma área de 23,46 milhões de hectares, o que rendeu uma produção de 68,7 milhões de toneladas e uma produtividade média de 2.927 kg/ha (CONAB, 2011). Outros importantes países produtores são Argentina, China, Índia e Paraguai (EMBRAPA, 2011).

Acredita-se que o Brasil possa vir a ser o maior produtor mundial, já que é possuidor ainda de extensas áreas inexploradas e com aptidão para a cultura, caso que não acontece com os Estados Unidos. Somado a isso, nos Estados Unidos vem ocorrendo um forte incentivo para a produção de milho, ocasionando uma mudança dos produtores para essa cultura. Entretanto, um dos principais fatores da elevação da produção de soja no Brasil está relacionado com ganhos de produtividade (BRASIL, 2010).

No Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Centro-oeste e Sul. Na safra 2009/2010, o estado do Mato Grosso, maior produtor brasileiro de soja, seguido pelo estado do Paraná produziram juntos 32.845,6 mil toneladas, o que representa 47,96% da produção total brasileira. (CONAB, 2011).

No Nordeste brasileiro, segundo previsões da CONAB (2011), a produção na safra 2009/2010 na região deve ser de 5.309,5 mil toneladas, superando mais uma vez a região Sudeste, que teve sua produção mensurada em 4.457,6 mil toneladas. Destaque para os estados da Bahia, Maranhão e Piauí, sendo os dois últimos os principais pontos de abertura de novas áreas de lavouras (SANT'ANNA, 2009).

Por sua vez, na região Norte, representada pelos estados de Tocantins, Rondônia, Pará e Roraima deve apresentar uma produção de 1.691,7 mil toneladas (CONAB, 2011).

2.4 - Expansão da cultura

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma leguminosa anual, considerada como planta de dias curtos e, atualmente cultivada em mais de 35 países nas mais diversas condições edafoclimáticas (BORÉM, 1999b; MEYER, 2006). Inicialmente seu cultivo se restringia a locais que apresentavam latitudes compreendidas entre 35° a 45° N, onde predominam o clima temperado (SPEHAR, 1994, 2000). No Brasil, sua exploração deu-

se início no estado da Bahia em 1882, posteriormente chegou à região Sul, onde devido às condições bioclimáticas apresentou melhor adaptação (VERNETTI, 1983).

Na região Sul do Brasil os programas de melhoramento deram ênfase, inicialmente, à introdução de genótipos desenvolvidos no sul dos Estados Unidos, e posteriormente no desenvolvimento de cultivares mais adaptadas.

Na década de 1970, a soja passou a representar uma das mais importantes culturas agrícolas, tendo sua produção alavancada, porém 80% da produção se concentrava na região Sul do país. Apenas na década de 1980 é que a produção se expandiu para outras regiões (CARNEIRO, 2006).

A adaptação da soja às condições de menores latitudes das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste representou um dos grandes desafios enfrentados pelos programas de melhoramento no país. Essa expansão só foi possível devido ao desenvolvimento de genótipos com característica de período juvenil longo, em razão das limitações no porte e na produtividade (PALUDZYSZYN *et al.*, 1993). Essas características são influenciadas durante o seu crescimento no período vegetativo, o qual é encurtado em baixas latitudes, onde a amplitude entre o dia mais curto e o dia mais longo é menor (CAMPELO *et al.*, 1998).

Atualmente, quase metade da produção brasileira é produzida em estados compreendidos em latitudes menores de 20°. As regiões situadas abaixo de 10° representam hoje a área de expansão da cultura, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará (CRUZ *et al.*, 2009).

A existência de germoplasma de soja adaptável às regiões tropicais permite que sua exploração constitua uma atividade econômica alternativa, contribuindo para o fortalecimento da economia agrícola regional. A propósito, a soja poderá prover matéria-prima para as indústrias de óleos e rações; poderá promover o aproveitamento de áreas ainda inexploradas; poderá contribuir como fator de modernização da agricultura e, ainda, constituir importante fonte na alimentação humana, suprimindo, as carências protéicas generalizadas na região (EMBRAPA, 2011).

2.5 - Características botânicas

De acordo com SEDIYAMA (2009), a soja é pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*. A espécie cultivada comercialmente hoje é a *Glycine Max* (L.) Merrill.

A soja é uma planta herbácea com grande variabilidade genética, tanto em relação ao ciclo vegetativo (período compreendido da emergência até a abertura das primeiras flores) quanto ao ciclo reprodutivo (período representado pelo início da floração até a maturação), sendo também bastante influenciada pelo meio ambiente.

O seu germoplasma apresenta ampla diversidade quanto ao ciclo, podendo variar de 70 dias para as mais precoces e de até 200 dias para as mais tardias. As variedades brasileiras, de uma forma geral, possuem ciclos de 100 a 160 dias e podem ser classificadas em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região (BORÉM, 1999b).

A altura da planta é bastante dependente da interação das condições ambientais com as características genotípicas da variedade. As cultivares utilizadas comercialmente no Brasil variam de 60 a 120 cm (SEDIYAMA, 1999).

Em relação ao hábito de crescimento, a soja pode apresentar três tipos de crescimento: indeterminado, semideterminado e determinado, todos diretamente correlacionados com o porte da planta. Essa classificação baseia-se no tipo de crescimento da haste principal. Variedades que possuem crescimento determinado apresentam plantas com caules terminados em racemos florais e que após o início do florescimento as plantas crescem muito pouco em altura. Já variedades com hábito de crescimento indeterminado não apresentam racemos terminais e continuam desenvolvendo nós e alongando o caule, assim as plantas continuam crescendo até o final do florescimento. Os racemos axilares possuem menor tamanho e um menor número de flores. Nas variedades com tipos semideterminados ocorre uma ligeira semelhança com as variedades com hábito indeterminado, o florescimento inicia-se quando aproximadamente metade dos nós da haste principal já se formou, mas o florescimento e o desenvolvimento de novos nós cessam mais abruptamente do que nos tipos indeterminados (BORÉM 1999b, SEDIYAMA, 1999).

O sistema radicular da soja é pivotante, constituído de um eixo principal e inúmeras raízes secundárias, ricas em nódulo de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, com a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico (PINHO, 1999; MISSÃO, 2006). O comprimento das raízes pode alcançar até 1,80 m, sendo que a maiorias delas se encontram a 15 cm de profundidade (CIS, 2011).

A planta de soja apresenta caule herbáceo, ereto e com porte variável, nubescentes de pêlos brancos, parcedaneos ou tostados. Possui bastante ramificações, sendo os ramos inferiores mais alongados e formando diferentes angulações com a haste principal (SEDIYAMA, 1999).

A soja possui quatro diferentes tipos de folhas ao longo do seu ciclo: cotiledonares, folhas primárias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e prófilos simples. Sua cor, na maioria das cultivares, varia do verde pálido ao verde escuro. Em grande parte das variedades, as folhas começam a amarelar à medida que os frutos amadurecem e passam a cair quando as vagens estão maduras.

As flores surgem em racínios curtos, axilares de terminais, podendo apresentar a coloração branca, púrpura diluída ou roxa, de 3 até 8mm de diâmetro. O início da floração dá-se quando a planta apresenta de 10 até 12 folhas trifolioladas (BORÉM, 1999b).

Os frutos são levemente arqueados, achatados e peludos, medindo de 2 até 7cm, onde alojam de 1 até 5 sementes. Entretanto, a maioria das cultivares apresentam vagens com dois a três grãos. A cor da vagem varia entre amarela-palha, cinza e preta, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta. Geralmente estão agrupadas em um número de três a cinco, de modo que podem ser encontradas um total de até 400 vagens por planta (MISSÃO, 2006).

As sementes são lisas, ovais, globosas ou elípticas. Sua coloração pode ser amarela, preta ou verde. O hilo é geralmente marrom, preto ou cinza. Seu tamanho é bastante variável (SEDIYAMA, 2009).

2.6 - Estádios de desenvolvimento

Os estádios de desenvolvimento da soja são divididos em vegetativos e reprodutivos. Os estádios vegetativos são representados pela letra V e os estádios

reprodutivos pela letra R. As letras são seguidas por índices numéricos que identificam os estádios específicos. A exceção são os estádios VE e VC, que correspondem à emergência e cotilédone, respectivamente (FERH & CAVINESS, 1977).

O estágio vegetativo VE representa a emergência dos cotilédones, ou seja, uma planta recém emergida. O momento em que os cotilédones se apresentam completamente abertos e expandidos é denominado como VC. A partir do estágio VC passam a ocorrer às subdivisões dos estádios vegetativos (V1, V2, V3, V4, V5,...Vn), onde Vn representa o último nó, no topo da planta, com folha completamente desenvolvida. Desta forma, uma plântula se encontra em V1 quando as folhas unifolioladas opostas no primeiro nó se encontrarem completamente desenvolvidas e quando os bordos dos folíolos da primeira folha trifoliolada não mais se tocarem. O estágio V2 é caracterizado quando a primeira folha trifoliolada estiver completamente desenvolvida e os bordos dos folíolos da segunda folha trifoliolada não mais se tocarem. Por conseguinte, o estágio V3 se caracteriza pela segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida e quando os bordos da terceira folha trifoliolada não mais se tocarem. Na ordem, ocorrem os estádios V4, V5, V6,... Vn. A mudança de um estágio vegetativo para o outro varia de três a cinco dias, sendo os estádios iniciais mais prolongados que os estádios finais (BONATO, 2000).

Os estádios reprodutivos correspondem ao período florescimento-maturação, sendo caracterizado pela letra R acompanhada dos números um até oito. Os estádios reprodutivos correspondem a quatro fases distintas do desenvolvimento reprodutivo: os estádios R1 e R2 correspondem ao florescimento; os estádios R3 e R4 referem-se ao desenvolvimento da vagem; os estádios R5 e R6 estão relacionados ao desenvolvimento do grão; e a maturação da planta compreende os estádios R7 e R8. A descrição detalhada dos mesmos encontra-se na tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos estádios reprodutivos da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início de florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R3	Início de formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento do grão	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R6	Grão verde ou vagem cheia	Uma vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R7	Início da maturação	Uma vagem normal na haste principal com coloração de madura
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura

Fonte: BONATO, 2000

2.7 - Biologia Floral

2.7.1 - Flor, inflorescência e tempo de florescimento

A soja apresenta flores perfeitas, ou seja, possuem perianto e órgãos sexuais na mesma flor. (SEDIYAMA *et al.*, 1985). As flores zigomórficas surgem em racemos axilares e terminais, sendo constituída de cálice tubular e corola. O cálice é formado por cinco sépalas desuniformes. A corola situa-se logo acima do cálice e é composta de cinco pétalas. A pétala superior é denominada estandarte, as duas medianas, lateralmente localizadas, são as asas e as duas inferiores formam a quilha ou carena (CARLSON & LERSTEN, 1987). A quilha forma uma espécie de câmara, e é onde se abrigam os órgãos sexuais (FIGURA 1).

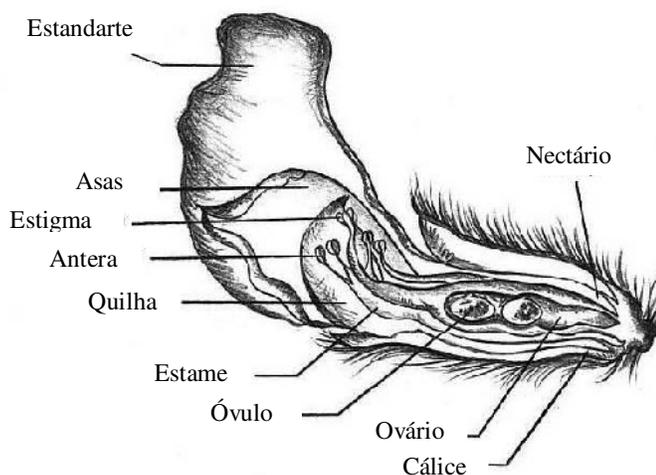


FIGURA 1: Flor de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em corte longitudinal. Fonte: Adaptado de McGregor, 1976.

O androceu é constituído por 10 estames, inicialmente separados, mas com o desenvolvimento floral nove se fundem e formam uma coroa abaixo do estigma (BORÉM, 1999 a, b). Os estames se localizam ao redor do órgão feminino e momentos antes da antese, se elevam, projetando-se na altura do estigma. Assim, no momento de abertura das anteras, o pólen cai diretamente sobre o estigma. Isso pode acontecer antes mesmo da abertura da flor, ocorrendo então um processo conhecido como cleistogamia. Em condições adversas de temperatura, fotoperíodo e luminosidade, por exemplo, as flores nem chegam a abrir completamente, ocorrendo a polinização com a flor ainda fechada (MULLER, 1981; BORÉM, 1999b).

O gineceu é constituído de um único ovário, sendo este pubescente e súpero, contém de 1 a 5 óvulos que se desenvolvem simultaneamente (FREE, 1993; BORÉM, 1999b), possui estilo curvo, terminado em estigma bífido, globoso e coberto com papilas (BORÉM, 1999a). De acordo com KUEHL (1961, citado por BORÉM 1999a) e MULLER (1981), o estigma torna-se receptivo de um a dois dias antes da antese, permanecendo assim por mais dois dias. Desta forma, considerando a facilidade do pólen se projetar diretamente para o estigma, sem a interferência de nenhum vetor, estimula-se a autopolinização (DELAPLANE e MAYER 2000).

As flores variam da tonalidade branca, púrpura clara ou roxa. As flores arroxeadas possuem guias de néctar roxos, conhecidos como línguas guias, bem marcantes e localizados na base da pétala estandarte que convergem aos nectários (FREE, 1993; AYERS, 2010). As flores diferem ainda segundo a sua dimensão; podendo ser longas e relativamente delgadas ou pequenas e largas (ERICKSON Jr., 1983).

A inflorescência da soja é um racemo que possui de 5 a 35 flores, podendo uma mesma planta apresentar até 800 flores, porém cada flor permanece aberta apenas por um só dia. Um máximo de 13 flores por inflorescência pode abrir de uma só vez (DELAPLANE e MAYER, 2000).

Estima-se que em um hectare a quantidade de flores emitidas por dia pode alcançar 4,1 milhões (McGREGOR, 1976; ERICKSON Jr. 1983). O número, a proporção de flores que se abrem simultaneamente e a progressividade de abertura variam segundo a variedade (FREE, 1993).

O período total de florescimento da soja pode durar de três a seis semanas. O tempo de florescimento é bastante variável e difere entre cultivares (McGREGOR, 1976; VERNETTI, 1983).

2.7.2 - Padrão de secreção de néctar

De acordo com ERICKSON e GARMENT (1979) o nectário da soja é discoidal em formato de cálice. O seu tamanho varia de 0,63 a 0,73 mm e sua distribuição é desuniforme, podendo formar grupos de dois ou três. Sua localização mais precisamente é ao redor do ovário (FREE, 1993) O néctar das flores da soja é composto basicamente de três açúcares: frutose, glucose e sacarose.

O período de maior secreção de néctar ocorre no período da manhã, entre 7:15 e 10:15h, e esse coincide com o horário de total abertura das flores (VILA, 1988)

Em trabalho realizado no Haiti com 17 variedades de soja, SEVERSON e ERICKSON Jr., (1984) concluíram que: a secreção de néctar acontece entre as 9:00 e 15:00h ; sua produção varia de 0,022 a 0,127 μ l; a flor permanece viável em um único dia; a quantidade de carboidratos na flor varia de 301 a 1.354 μ g/ μ l de néctar e de 16 a

134 µg por flor. A concentração de açúcares nas 17 variedades foi de 1,2: 1,0: 6,7 de frutose, glucose e sacarose, respectivamente. O conteúdo médio total de açúcar no néctar foi de 37 a 45%. Ao longo do dia a concentração de açúcar aumenta, porém o volume decresce. O néctar produzido por variedades de plantas de flores brancas e roxas, quando comparados, mostrou-se semelhante.

Em experimento realizado com a variedade BRS-133, CHIARI *et al.*, (2005a) obtiveram os seguintes valores médios: quantidade total de açúcar de 14,33 µg/flor, com uma variação de 5,25 a 42,61 µg/flor; quantidade de glicose de 3,61 µg/flor, com uma variação de 1,05 a 17,8 µg/flor; volume de néctar de 0,072 µl/flor.

As condições edáficas e climáticas interferem significativamente na produção, qualidade e secreção de néctar. Plantas de soja em áreas com níveis ideais de cálcio e magnésio produzem néctar de excelente qualidade. A alta umidade atmosférica intensifica a secreção, mas pode reduzir a quantidade de açúcar secretado. A textura do solo pode afetar na quantidade de néctar secretado, solos com pouca aeração apresentam plantas com reduzida produção de néctar, porém com maior concentração (SHUEL, 1967).

ROBACKER *et al.*, (1983), trabalhando em ambiente controlado com a variedade “Mitchell”, constatou que a produção de néctar foi influenciada pela temperatura do ar, pelas condições atmosféricas diárias, pela temperatura do solo e pelos níveis de nitrogênio e fósforo.

2.7.3 - Produção de pólen

A produção de pólen por plantas de soja é bastante variável e difere entre variedades. Da mesma forma é a coleta de pólen pelas abelhas. Em algumas regiões, a quantidade de pólen coletada é insignificante, no entanto, em outras pode alcançar 50% da quantidade total coletada (FREE, 1983). O pólen da soja possui coloração cinza marrom, tamanho pequeno e dureza. (ERICKSON Jr. 1983).

De acordo com ERICKSON e HERBERT Jr. (1980), os grãos de pólen contêm de 4 a 7% de gordura e valores protéicos que variam de 45 a 60%.

2.7.4 - Requerimentos de polinização

A soja é uma espécie autógama, com flores perfeitas, possuindo os órgãos masculinos e femininos protegidos dentro da corola (SEDIYAMA *et al.*, 1985). A liberação do pólen e a receptividade do estigma em algumas variedades ocorrem antes mesmo da abertura da flor, prevalecendo assim a autopolinização (DELAPLANE e MAYER 2000). Momentos antes da antese os estames se elevam à altura do estigma, e as anteras ao se abrirem por deiscência projetam o pólen sobre o estigma. Esse artifício pode acontecer antes mesmo da abertura da flor, ocorrendo então um processo conhecido como cleistogamia (MULLER, 1981). Porém, apesar da autopolinização ser um processo automático, algumas variedades apresentam um percentual de aborto nas flores superiores a 75% (ERICKSON, 1982; FREE, 1993).

Estima-se que sua taxa de fertilização gire em torno de 13 a 57%, sendo esse percentual variável de acordo com o genótipo e com as condições ambientais em que as plantas se encontram. Apesar de a soja emitir uma grande quantidade de flores, o número final de vagens formadas é bem inferior (VAN SCHAIK e PROBST 1958, citados por MCGREGOR, 1976).

O elevado potencial de rendimento de grãos da soja, em parte é perdido, devido ao elevado índice de aborto e abscisão das estruturas reprodutivas (flores, vagens e grãos), reflexo da interação com o ambiente e da competição entre os órgãos por assimilados durante o desenvolvimento (NAVARRO JÚNIOR e COSTA, 2002).

Diante do exposto, formam-se dúvidas se a polinização da soja não seria um dos fatores limitantes na produção (DELAPLANE e MAYER, 2000). Somado a isso, existem fortes indícios que algumas variedades se beneficiem da polinização mediada por abelhas (CARRILLO e RÍOS, 2009).

Várias são as pesquisas que mostraram um maior rendimento em plantios quando introduzidas abelhas nas áreas. (ERICKSON, 1975; JULIANO, 1976; ERICKSON, 1978; ISSA *et al.*, 1980; MORETI *et al.*, 1998; FÁVERO, 2000; CHIARI *et al.*, 2005b; CHIARI *et al.*, 2008). Porém, não está claro se esse aumento é função da autopolinização, da polinização cruzada ou de ambas (FREE, 1993; DELAPLANE e MAYER 2000).

Outros pesquisadores como ERICKSON (1975), ISSA *et al.*, (1980) e ROBACKER *et al.*, (1983) reportam que nem todas as variedades de soja são atrativas às abelhas devido a fatores próprios determinados por efeitos genéticos e ambientais.

Em geral, a soja apresenta baixa frequência de cruzamentos naturais. A taxa de cruzamento entre plantas de fileiras adjacentes é cerca de 0,5%, esse valor sobe para aproximadamente 1,0% quando as plantas estão em estreito contato (SEDIYAMA, 1970). Insetos, principalmente as abelhas, podem transportar o pólen e realizar a polinização de flores de diferentes plantas, porém a taxa de fecundação cruzada normalmente é menor que 1% (BORÉM, 1999b). Em diversos genótipos, valores compreendidos entre 0,78 a 3,13% de alogamia foram obtidos (VILA, 1988; AHRENT e CAVINESS, 1994).

A baixa taxa de alogamia na espécie é decorrente da característica cleistogâmica da flor (BORÉM 1999 a, b). Porém, ERICKSON (1975), após ampla revisão, mencionou um intervalo de 0,5 a 35% de polinização cruzada natural, tendo uma maior taxa de cruzamento em linhagens onde a fertilização ocorre pela manhã. Na verdade, os valores variam de um lugar para o outro, essa variação é consequência dos fatores ambientais e das diferentes variedades (SEDIYAMA, 1970; VILA, 1988).

De acordo com ROBACKER *et al.*, (1982) e ERICKSON (1984), para uma adequada polinização são necessários um mínimo de 20 grãos de pólen.

FREE (1993) relata que os requerimentos de polinização da soja variam entre cultivares e são afetados pelas condições ambientais.

2.8 - Visitantes florais

Existem vários relatos associados à visitação de insetos às inflorescências da soja. Dentre eles, destacam-se as abelhas (JAYCOX, 1970; RUST *et al.*, 1980 CHIARI *et al.*, 2005b);

Um total de 29 espécies de abelhas foram coletadas em três cidades dos Estados Unidos (Dalaware, Wisconsin e Missouri) sendo estas pertencentes a quatro famílias distintas (Hymenoptera: Apidae, Anthophoridae, Megachilidae e Halictidae). As

espécies mais frequentes foram: *Apis mellifera* L., *Ceratina calcarata* Robertson, *Megachile testaceus* Robertson e *Dialictus versatus* Robertson. (RUST *et al.*, 1980).

Na Índia, WOODHOUSE e TAYLOR (1913), citados por FREE (1993), observaram moscas e três espécies de abelhas; *Apis cerana*, *Apis dorsata* e *Nomia cognata*, sendo a última a espécie mais presente na área.

MORSE e CARTTER (1937) citados por FREE (1970) mencionam a visita de outros insetos, como o *Thrips tabaci* as flores de soja e WOODHOUSE e TAYLOR (1913) também citados por FREE (1970) verificaram a presença de moscas (Musidae) e das abelhas *A. cerana*, *A. dorsata* e *Nomia cognata* (Halictidae) nas flores de soja, sendo a última a espécie mais abundante.

O tripses (*Thrips tabaci*) e outros insetos são apontados como possíveis causadores de cruzamentos naturais na soja (WEBER e HANSON, citados por SEDIYAMA *et al.*, 1970).

Já JAYCOX (1970) relata as abelhas *Apis mellifera* L., *Bombus impatiens*, *B. griseocollis*, *Triepeolus* spp. e *Coelioxys*, bem como abelhas solitárias dos gêneros *Melisores*, *Megachile*, *Calliopsis*, *Colletes*, *Halictus*, *Agapostemon* e *Lasioglossum*.

No Brasil, FÁVERO e NOGUEIRA COUTO (2000) estudando a polinização entomófila na soja observaram *Apis mellifera* L., como a espécie mais frequente visitando as flores de soja. Vespas e abelhas *Trigona* sp. e *Tetragonisca* sp. também foram registradas na cultura.

Segundo CHIARI *et al.*, (2005b) em experimento realizado em Maringá-PR, observaram a superioridade de visitas realizadas por abelhas melíferas as flores de soja, tendo registrado também a presença de lepidópteros e de outras abelhas. As seguintes espécies foram identificadas: *Trigona fuscipennis* Friese, 1900; *Exomalopsis subtilis* Timberlake, 1980; *Exomalopsis analis* Spinola, 1853; *Exomalopsis tomentosa* Friese, 1899; *Exomalopsis ypirangensis* Schrottky, 1910.

2.9 - Atratividade das flores de soja para as abelhas

A elevada atratividade das flores de soja às abelhas melíferas pode ser justificada pela síndrome melitófila que suas flores apresentam. Nectários bem

desenvolvidos circundando a base do carpelo com produção de néctar de boa qualidade, flor com guia de néctar bem definido e visível a ultravioleta, aroma próprio, e a existência de um canal guia para a introdução da língua das abelhas são algumas dessas características. Desta forma, as abelhas possuem a capacidade de reconhecer as flores pela cor, forma e aroma (ROBACKER *et al.*, 1983; VILA, 1988; HORNER *et al.*, 2003; ORTIZ-PEREZ, *et al.*, 2006; PALMER *et al.*, 2009)

Outras características florais como: tamanho da flor, abundância de flores, cleistogamia, produção de néctar e sequência de floração estão diretamente associados no efeito de atração às abelhas. Essas características são herdadas, entretanto, podem ser influenciadas por fatores climáticos e edáficos (ERICKSON, 1975). Ainda segundo o autor, as abelhas dão preferência às variedades que apresentam um maior número de flores, maior tamanho e que produzam mais néctar.

ROBACKER *et al.*, (1982) afirmam que o tamanho da flor e o padrão de abertura possuem relação positiva com sua atração para as abelhas.

Em relação à cor da flor, as variedades que apresentam flores brancas são mais preferidas por abelhas melíferas (ERICKSON, 1975). O mesmo foi constatado por VILA (1988), onde variedades que possuíam flores brancas receberam um maior número de visitas que as variedades que possuíam flores roxas, e que as variedades do grupo tardias em relação às do grupo precoces foram preferidas, fato justificado por apresentarem plantas mais altas, maior número de flores por planta e por possuírem uma média superior em dias de floração. Porém, JAYCOX (1970), relata que flores de cores brancas e roxas são igualmente atrativas, e que a diferença na atração é devido ao número de flores por planta ou na quantidade de secreção de néctar.

2.10 - Influência das abelhas na produtividade da soja

Por se tratar de uma espécie autógama, e que possui mecanismos que facilitam a autopolinização, o uso de abelhas melíferas não costuma ser recomendado. Porém, é sabido que algumas espécies autógamas se beneficiam desses agentes polinizadores (FREE, 1993). No caso particular da soja, vários são os trabalhos que indicam um

aumento na produção, assim como outras pesquisas revelaram o não beneficiamento dessa cultura com a introdução de abelhas (ISSA *et al.*, 1984).

Nos EUA, ERICKSON (1975) testando três cultivares, sendo uma cleistógama, que não foi influenciada pela ação das abelhas, obteve aumento de 14 e 16% nas outras duas.

No Brasil, mais especificamente no estado do Rio Grande do Sul, JULIANO (1976) trabalhando com a cultivar Santa Rosa concluiu que abelhas, vespas e outros insetos contribuíram positivamente no aumento do número de vagens e grãos, tendo o número de vagens aumentado em 37,95%, o peso médio das vagens em 40,13% e o peso médio dos grãos em 39,85%.

Um maior rendimento foi observado em campos de soja que possuíam colmeias com abelhas melíferas instaladas a 100 metros do plantio (ERICKSON, 1978). Porém SHEPPARD *et al.*, (1979, citado por DELAPLANE e MAYER, 2000) não encontrou nenhuma relação de rendimento a diferentes distâncias de colônias de abelhas melíferas.

Em três anos sucessivos, no Kansas, Estados Unidos, KETTLE e TAYLOR (1979 citados por FREE, 1993) obtiveram aumentos de 5, 20 e 36% em uma variedade polinizada por abelhas e em outra variedade o rendimento foi em torno de 10%.

Já ISSA *et al.*, (1980), verificando a ação polinizadora das abelhas em relação as cultivares IAC-8 e IAC-3, obtiveram um aumento na produção em relação ao controle de 81% e 9%, respectivamente.

A cultivar IAC 14 apresentou um aumento de 58,58% no número médio de vagens em uma área coberta por gaiola com introdução de abelhas em relação a uma área coberta com gaiola sem abelhas (MORETI *et al.*, 1998).

Trabalhando com a variedade FT 2000, FÁVERO (2000) registrou um incremento no número de vagens e grãos em uma área descoberta, permitindo a visita de polinizadores, em comparação com uma área coberta, impedindo toda e qualquer visita de agentes polinizadores.

CHIARI *et al.*, (2005b) obtiveram uma produção média estimada de 60,12 sacos por hectare em uma área coberta com abelhas contra 39,91 sacos em uma área coberta sem a presença de abelhas melíferas.

Mais recentemente, CHIARI *et al.*, (2008) constataram um aumento na produção de grãos de 37,84% em uma área coberta por gaiola com introdução de abelhas em relação a uma área coberta por gaiola sem a presença abelhas.

Outro aspecto a salientar é em relação ao percentual de aborto nas flores de soja quando expostas a ação de polinizadores. CHIARI *et al.*, (2005b) trabalhando com a cultivar BRS 133 registraram uma redução de 82,91% em áreas cobertas por gaiolas para 53,95% e 52,66% em áreas cobertas com a presença de abelhas e livres, respectivamente.

De acordo com ERICKSON (1982), os benefícios na polinização intermediados por abelhas são mais evidentes em áreas com solos mais pobres. Porém, a influência das abelhas no aumento de produtividade da soja é fortemente afetada pelas características das variedades e pelas condições ambientais (DELAPLANE & MAYER, 2000).

2.11 – Recomendação de polinizadores

A introdução de polinizadores suplementares em campos de soja é fato raro, apesar de alguns trabalhos demonstrarem efeito positivo com a introdução de abelhas. (ERICKSON, 1975; JULIANO, 1976; ERICKSON, 1978; ISSA *et al.*, 1980; MORETI *et al.*, 1998; FÁVERO, 2000; CHIARI *et al.*, 2005b; CHIARI *et al.*, 2008).

O fato da cultura da soja ser economicamente rentável sem a introdução de polinizadores bióticos, somado ao intenso uso de defensivos agrícolas talvez sejam os grandes responsáveis pela não utilização de polinizadores.

Apenas SHEPPARD *et al.*, (1979, citados por DELAPLANE e MAYER, 2000) fazem referência para um incremento de polinização cruzada e considera 0,6 colmeia de abelhas melíferas por hectare como um número adequado para esta finalidade.

2.12 - Produção de mel

São inúmeras e variáveis as informações da cultura da soja como fonte de néctar. Nos Estados Unidos, mais precisamente nas planícies centrais e especialmente em

Arkansas e Missouri, plantios de soja representam uma das principais fontes para a produção de mel. Apicultores das cidades de Carolina do Norte, Maryland e Tennessee reportam sobre boas colheitas de mel advindas da cultura da soja. ERICKSON Jr. (1984), na região do delta do Mississipi (EUA), relata impressionantes médias anuais de 70 a 90 kg de mel por colônia em floradas de soja. Em contrapartida, apicultores de outras zonas dizem que a soja possui pouco valor apícola e que às vezes pode produzir algum excedente de mel, assim não é fonte confiável e nem importante (DADANT, 1975).

No Brasil, especificamente em Viçosa – MG, VILA (1980), em experimento realizado em casa de vegetação, faz referência a uma produção suficientemente boa considerando a pouca quantidade de flores disponíveis. Porém não quantifica a produção.

Colônias instaladas próximas a plantios de soja em Maringá – PR obtiveram uma produção média entre 5,75 a 8,32 Kg em um período de 31 dias (CHIARI, 2004).

Essas variações na produção de mel são decorrentes das muitas variedades existentes, bem como dos tipos de solos e condições climáticas onde se cultivam soja (DADANT, 1975).

AYRES (2010) relata a influência dos fatores climáticos, de acordo com o mesmo, a produção de mel possui correlação com o tipo de solo onde a soja é cultivada.

Em relação às características do mel obtido em plantios de soja, DADANT (1975), caracteriza como sendo um produto de alta qualidade e com uma tendência de cristalização muito rápida, possui consistência leve e com uma cor variando do âmbar claro ao extra claro, apresentando um sabor pouco comum e agradável.

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENT, D. K.; CAVINESS, C. E. Natural cross-pollination of twelve soybean cultivars in Arkansas. **Crop Science**, v. 34, n. 2, p. 376-378, 1994.

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

ALLEN-WARDELL, G. *et al.* The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 8-17, 1998.

AYERS, G. S. Soybean, a good honey plant: sometimes. **American Bee Journal**, The Other Side of Beekeeping, Apr., 2010. Disponível em: <http://www.americanbeejournal.com/site/epage/79434_828.htm>. Acesso em: 28 set. 2010.

BONATO, E. R. **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.

BORÉM, A. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, 1999a, v. 10, p. 101-107.

BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999b.

BRADBEAR, N. **Bees and their role in forest livelihoods**: a guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products. Rome: Food And Agriculture Organization of The United Nations, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva da soja**. Brasília, 2007. (Agronegócios, n. 3).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio**: Brasil 2009/2010 a 2019/2020. Brasília, 2010. 76 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Soja**. [201-?]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 7 fev. 2011.

CAMPELO, G. J.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. **Soja**: desenvolvimento para regiões de baixas latitudes. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998. (Documentos, 37).

CARLSON, J. B.; LERSTEN, N. R. Reproductive morphology. In: WILCOX, J. R. (Ed.) **Soybeans**: improvement, production and uses. Madison: ASA, 1987. p. 95-134. (Agronomy Monograph, 16).

CARNEIRO, W. M. A. **Grãos nos cerrados nordestinos**: produção, mercado e estruturação das principais cadeias. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2006. (Documentos do Etene, 08).

CARRILLO, J. L. R.; RÍOS, P. C. **Manual de polinización apícola**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/4/manpoli.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

CHIARI, W. C. *et al.* Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica (*Glycine max* (L.) Merrill) Roundup Ready cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CHIARI, W. C. *et al.* Produção de mel na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) variedade Embrapa 48, em Maringá-PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 15., 2004, Natal. **Anais...** Natal: Confederação Brasileira de Apicultura, 2004.

CHIARI, W. C. *et al.* Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005a.

CHIARI, W. C. *et al.* Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 367-378, 2005b.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA. **Aspectos botânicos**. [200-?]. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos_botanicos>. Acesso em: 15 mar. 2011.

COMMITTEE ON THE STATUS OF POLLINATORS IN NORTH AMERICA, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Status of Pollinators in North America**. Washington, DC: The National Academies Press, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/série_históricas.xls>. Acesso em: 23 de maio. 2011.

CRUZ, S. J. S. *et al.* Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado alagoas. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 195-199, abr./jun. 2009.

DADANT, C. **La colmena y la abeja melífera**. [S. l.]: Hemisferio Sur, 1975.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

ELLIS, J. D.; EVANS, J. D.; PETTIS, J. Colony losses, managed colony population decline, and colony collapse disorder in the United States. **Journal of Apicultural Research**, v. 49, n. 1, p. 134-136, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja**: história. [2011?]. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 7 fev. 2011.

ERICKSON Jr., E. H. Soja para las abejas y la apicultura. **Apiacta**, v. 1, p. 1-7, 1983.

ERICKSON Jr., E. H. Soybean pollination and honey production. **Am. Bee J.**, v. 124, n. 11, p. 775-779, 1984.

ERICKSON Jr., E. H. Variability of floral characteristics influence honey bee visitation to soybean blossoms. **Crop Science**, v. 15, p. 767-771, 1975.

ERICKSON, E. H. *et al.* Honey bee pollination increases soybean yields in the Mississippi Delta Region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, n. 4, p. 601-603, 1978.

ERICKSON Jr., E. H.; GARMENT, M. B. Soybean flowers: nectary ultrastructure, nectar guides, and orientation on the flower by foraging honey bees. **J. Apicul. Res.**, v. 18, n. 1, p. 3-11, 1979.

ERICKSON Jr., E. H.; HERBERT, Jr., W. E. Soybean products replace expeller processed soyflour for pollen supplements and substitutes. **Am. Bee J.**, v. 120, n. 2, p. 122-126, 1980.

ERICKSON, E. H. *et al.* Honey bee pollination increases soybean yields in the Mississippi delta region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, p. 601-603, 1978.

ERICKSON, E. H. The soybean for bees and bee-keeping. **Apiacta**, v. 18, p. 1-7, 1982.

FÁVERO, A. C.; COUTO, R. H. N. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000.

FERH, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture: the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* L. e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP-FFLRP, 1998a. p. 10-20.

FREITAS, B. M. O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 46, p. 16-20, 1998b.

FREITAS, B. M. As abelhas como agentes polinizadores na produção de alimentos e conservação de recursos florais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. v. 1.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, 2005.

FUNDO DE APOIO A CULTURA DA SOJA. **Sobre a soja**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.facsmt.com.br/home/soja/>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

HASSE, G. **O Brasil da soja**: abrindo fronteiras, semeando cidades. Porto Alegre: L & PM, 1996.

HORNER, HARRY T. *et al.* Floral nectary fine structure and development in *Glycine max* L. (Fabaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. 5, p. 675-690, 2003.

ISSA, M. R. C. *et al.* Ensaio de polinização em soja (*Glycine max* L.) por abelhas *Apis mellifera* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., 1980, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Confederação Brasileira de Apicultura, 1980.

JAYCOX, E. R. Ecological relationships between honey bees and soybeans. **Am. Bee J.**, v. 110, n. 8, p. 306-307, 1970.

JULIANO, J. C. Polinização entomófila na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4., 1976, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Confederação Brasileira de Apicultura, 1976.

KEVAN, P. G. **Bees**: biology and management. Cambridge, ON: Enviroquest, 2007.

KLEIN, A. M. *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B Biol. Sci.**, v. 274, p. 303–313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proc. Natl Acad. Sci.**, v. 99, n. 26, p. 16812–16816, 2002.

KUEHL, R. O. Pollen **viability and stigma receptivity of *Glycine max* (L.) Merrill**. Thesis – North Carolina State College, Raleigh, N.C., 1961.

MARTIN, J. H.; WALDREN, R. P.; STAMP, D. L. **Principles of field crop production**. 4. ed. United States: Pearson Education, 2006.

MARTIN, N. B. **Commodities**: Mercados com alta volatilidade em abril. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2005. Disponível em: <<http://www.iesa.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=2249>>. Acesso em: 1 jun. 2011.

MATSON, P. A. *et al.* Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, p. 504-509, 1997.

McGREGOR, S. E. **Insect Pollination of Cultivated Crop Plants**. Washington: Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976.

MEYER, J. J. **Petition for the determination of nonregulated status for roundup ready2yield™ soybean MON 89788**. St. Louis: Monsanto Company, 2006.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Maringá Management**: Revista de Ciências Empresariais, v. 3, n. 1, p. 7-15, jan./jun. 2006.

MORETI, A.C.C.C. *et al.* Observações sobre a polinização entomófila da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **B. Industr. Animal**, Nova Odessa, v. 55, n. 1, p. 91-94, 1998.

MOUTINHO, S. Biodiesel: dominado pela soja. **Ciência hoje online**, Rio de Janeiro, 14 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/biodiesel-dominado-soja-150611.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

MULLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65-104.

NABHAN, G. P.; BUCHMANN, S. I. Services provided by pollinators. In: DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington: Island Press, 1997, p. 133-150.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 275-279, mar. 2002.

ORTIZ-PEREZ, EVELYN. *et al.* Insect-mediated cross-pollination in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill): II. Phenotypic recurrent selection. **Euphytica**, v. 162, n. 2, p. 269-280, 2006.

PALMER, REID G. *et al.* The role of crop-pollinator relationships in breeding for pollinator-friendly legumes: from a breeding perspective. **Euphytica**, v. 170, n. 1-2, p. 35-52, 2009.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. Desenvolvimento de cultivares de soja na região Norte e Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 255-265.

PINHO, J. L. N. **A cultura da soja**. Fortaleza: UFC, 1999. (Apostila).

ROBACKER, D. C. *et al.* Why soybeans attract honey bees? **Am. Bee J.**, v. 122, n. 7, p. 481-519, 1982.

ROBACKER, D. C. *et al.* Effects of climatic and edafic factors on soybean flowers and on the subsequent attractiveness of the plants to honey bees. **Field Crop Science**, v. 6, p. 267-278, 1983.

ROBINSON, W. S.; NOWOGRODZKI, R.; MORSE, R. A. The value of honey bees as pollinators of U. S. crops. **American Bee Journal**, v. 129, p. 411-423, 1989.

ROMANO, A. Soja deve continuar sendo a principal fonte para produção de biodiesel no Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/soja-continuar-principal-fonte-producao-biodiesel-pais-110810.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

RUST, R. W.; MASON, C. E.; ERICKSON, E. H. Wild Bees on Soybeans, *Glycine max*. **Environ. Entomol.** v. 9, p. 230-232, 1980.

SAMORA, R. **Abiove eleva previsão de exportação de soja no Brasil**. 2011. Disponível em : <<http://oglobo.globo.com/pais/mat/2011/03/10/abiove-eleva-previsao-de-exportacao-de-soja-do-brasil-923986794.asp>>. Acesso em: 5 maio 2011.

SANT´ANNA, A.; FERRAZ, J. V.; SILVA, M. L. M. da. **Agrianual 2010**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: AgraFNP, 2009.

SANTOS, O. S. (Coord.) **A cultura da soja**: 1: Rio Grande do Sul, Santa Catarina: Paraná. [São Paulo]: Globo, 1988. (Coleção do Agricultor, Grãos).

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009.

SEDIYAMA, T. *et al.* Taxa de hibridação natural na soja, em Viçosa e em Capinópolis, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 17, n. 94, p. 329-331, 1970.

SEDIYAMA, T. *et al.* **Cultura da soja**: I parte. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1985.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. *In*: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

SEVERSON, D. W.; ERICKSON Jr., E. H. Quantitative and qualitative variation in floral nectar of soybean cultivars in Southeastern Missouri. **Environ. Entomol.**, v. 13, p. 1091-1096, 1984.

SHUEL, R. W. The influence of external factors on néctar production. **Am. Bee J.**, v. 107, p. 54-56. 1967.

SPEHAR, C. R. Breeding soybeans to the low latitudes of Brazilian Cerrados (Savannahs). **Pesq. agropec bras.**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1167-1180, ago. 1994.

SPEHAR, C. R. *et al.* BRS Carla: alternativa de soja com ciclo médio para os sistemas de produção de grãos nos cerrados. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 661-664, mar. 2000.

UNIÃO BRASILEIRA DO BIODIESEL. [**Homepage**]. [2010?]. Disponível em: <<http://www.ubrablo.com.br>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. [**Homepage**]. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/home/>>. Acesso em: 7 fev. 2011.

VERNETTI, F. de J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja**: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras. Campinas, 1983. p. 3-123.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O. Polinização por abelhas em agroecossistemas, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: [S. n.], 2006.

VILA, V. P. V. **Efeito das abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1988. 58 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

WINFREE, R.; GROSS, B. J.; KREMEN, C. Valuing pollination services to agriculture. **Ecol. Econ.**, 2011. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.08.001.

WINSTON, N. L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003.

CAPÍTULO II

**BIOLOGIA FLORAL, REQUERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO E EFICIÊNCIA
POLINIZADORA DE *Apis mellifera* L. NA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) EM
LIMOEIRO DO NORTE - CE.**

Biologia Floral, requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis Mellifera* L. em soja tropical (*Glycine max* (L.) Merrill)

RESUMO

A pesquisa foi conduzida entre os meses de julho a dezembro de 2009 com variedades tropicais de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigadas por pivô central no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes, localizada na chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. O presente trabalho teve como finalidade investigar a biologia floral, os requerimentos de polinização e a eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera* L. em cultivares de soja adaptadas às condições do Norte e Nordeste brasileiro. Os resultados mostraram que a antese das flores aconteceu a partir das 7:00h, porém somente às 10:00h todas as flores se encontravam abertas. A flor apresentou longevidade de apenas 1 dia, tendo o seu estigma receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta. O momento de maior liberação de pólen foi às 9:00h. A disponibilidade máxima de néctar ocorreu às 8:00h e foi decrescendo ao longo do dia. Foram observadas abelhas de cinco famílias diferentes, porém houve um predomínio total da espécie *Apis mellifera* L. No que se refere aos requerimentos de polinização, os estudos mostraram que a soja produziu vagens em todas as formas de polinizações empregadas (restrita, livre e uma visita de *A. mellifera*). No entanto, quando intermediada por agentes bióticos (polinização aberta) incrementos de 27,4% e 20,72% em número de vagens e número de sementes, respectivamente, foram alcançados. Apenas com uma única visita de *A. mellifera* foi possível obter rendimentos semelhantes aos encontrados no tratamento de polinização aberta ($p>0,05$). Conclui-se que *A. mellifera* e, possivelmente, outros agentes polinizadores, podem contribuir para suprimir déficits de polinização e maximizar a produtividade de cultivares tropicais de soja, gerando incrementos substanciais na produção de vagens e grãos.

Palavras-chave: Déficit de polinização. Polinização agrícola. Polinização por abelhas. Polinização pela abelha melífera. Produção de soja.

Floral biology, pollination requirements and pollination efficiency of *Apis mellifera* L. in tropical soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill).

ABSTRACT

The research was carried out between July and December 2009 using tropical soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars irrigated by center pivots in the irrigation district of Jaguaribe-Apodi, belonging to the agribusiness Faedo Sementes situated at the Apodi plateau, Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. The study aimed to investigate the floral biology, pollination requirements and pollination efficiency of *Apis mellifera* L. in cultivars of soya bean adapted to the tropical conditions of the Northern and Northeastern regions of Brazil. Results showed that anthesis started at 7:00h, but only by 10:00h all flowers were open. The flower lasted only one day and the stigma was receptive throughout the period the flower remained open. The moment of most pollen release was at 9:00h. The greatest amount of nectar was available by 8:00h and decreased during the day. Bees of five Families were observed visiting the flowers, but the numbers of *Apis mellifera* were overwhelming. Regarding pollination requirements, the soya bean plant produce pods in all treatments (restricted pollination, open pollination and one *A. mellifera* visit), but increments of 27.4% and 20.72% in number of pods and number of seeds, respectively, were reached when pollination was intermediated by biotic agents (open pollination). A single *A. mellifera* visit to the flowers produced results similar ($p>0,05$) to that of open pollination. It was concluded that *A. mellifera* and possibly other pollinating agents can contribute to suppress pollination deficit and maximize productivity in tropical cultivars of soya bean generating substantial increments pods and seeds yield.

Key words: Bee pollination. Crop pollination. Honey bee pollination. Pollination deficit. Soya bean yield,

1 – INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande importância para o Brasil, matéria-prima para vários produtos, possui elevado teor protéico em suas sementes e representa a principal fonte de óleo para a produção do biodiesel. Em 2010, o país foi o segundo maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos. Na safra 2009/2010 a cultura ocupou uma área de 23,46 milhões de hectares, o que rendeu uma produção de 68,7 milhões de toneladas e uma produtividade média de 2.927 kg/ha (CONAB, 2011). A produção de soja no Brasil tem se concentrado nas regiões Centro-oeste e Sul do país, principalmente nos Estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul e somente recentemente se expandiu a outras regiões, caso do Norte e Nordeste, sobretudo nos Estados do Tocantins, Pará, Maranhão e Piauí (AGUILA, 2005; CRUZ *et al.*, 2009) No entanto, são praticamente inexistentes informações em relação a essas cultivares adaptadas ao Norte e Nordeste brasileiro, sendo necessários então estudos relativos a sua biologia floral, suas necessidades de polinização e de possíveis perdas de produtividade em virtude do aborto e da abscisão de estruturas reprodutivas (flores, vagens e grãos).

A soja é considerada uma espécie essencialmente autógama, com flores perfeitas, possuindo os órgãos masculinos e femininos dentro da corola (SEDIYAMA, 1985). A liberação do pólen e a receptividade do estigma em algumas variedades acontecem antes mesmo da abertura da flor, ocorrendo um processo conhecido como cleistogamia (MULLER, 1981). Assim a autopolinização prevalece na soja (DELAPLANE & MAYER 2000). Por outro lado, ERICKSON (1982) e FREE (1993) relatam que em algumas variedades o percentual de vingamento de flores é menor que 25%, o que poderia ser devido a um déficit de polinização. De fato, VAN SCHAIK e PROBST (1958, citados por MCGREGOR 1976) encontraram taxa de fertilização tão baixa quanto 13%. Os mesmos autores fazem referência ainda à quantidade de vagens formadas que é bem inferior ao número total de flores produzidas. Assim, levanta-se a questão se a polinização da soja não seria um dos fatores limitantes na produção (DELAPLANE & MAYER, 2000).

Existem fortes indícios que algumas variedades de soja se beneficiem da polinização mediada por abelhas. De fato, essa planta é possuidora de características

melitófilas como: existência de aroma próprio, produção de néctar de boa qualidade e canal para introdução da probóscide das abelhas (VILA, 1988). Sendo notável a visita de abelhas solitárias e sociais em suas flores, como observado por JAYCOX (1970); FREE (1993); RUST *et al.* (1980); FÁVERO (2000) e CHIARI *et al.* (2005).

Alguns trabalhos têm observado aumentos na produção de soja quando visitada por abelhas (ERICKSON, 1975; JULIANO, 1976; ERICKSON, 1978; ISSA *et al.*, 1980; MORETI *et al.*, 1998; FÁVERO, 2000; CHIARI *et al.*, 2005; CHIARI *et al.*, 2008).

No entanto, a taxa de polinização cruzada na soja de uma maneira geral é baixa, variando de 0,5 a 3,13% (VILA, 1988; AHRENT & CAVINESS, 1994), embora ERICKSON (1975), em ampla revisão tenha mencionado variedades que atingem 35%.

Portanto, em função de maiores informações a respeito da biologia floral, requerimentos de polinização e potenciais polinizadores das novas variedades de soja que estão sendo introduzidas no Norte e Nordeste brasileiro, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de investigar a biologia floral e os requerimentos de polinização de cultivares de soja adaptadas às regiões Norte e Nordeste, bem como a eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. na polinização desta cultura.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

2.1.1 Localização

A pesquisa foi conduzida em plantios de soja irrigados por pivô central no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes. A fazenda está situada na chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará, que tem como coordenadas geográficas 05° 08' 72" (S), 37° 59' 14" (W) e 30,22 m de altitude em relação ao nível do mar, situado na mesorregião do Jaguaribe, na microrregião do Baixo Jaguaribe (IPECE, 2011).

2.1.2 Clima

Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o clima da região é do tipo BSw'h', (semi-árido, com máximo de chuvas no outono e muito quente), onde as condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de 62% de umidade relativa do ar, 720 mm de precipitação pluvial e 28,5°C de temperatura, sendo o trimestre março-maio, o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco (DNOCS,2011).

2.1.3 Variedades e período de estudo

Os experimentos relacionados a biologia floral da soja foram realizados com as variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR. Já os experimentos de requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L., foram realizados na cultivar BRS-Sambaíba. Os estudos foram desenvolvidos de julho a dezembro de 2009.

2.2 Biologia floral

2.2.1 *Longevidade e abertura das flores, deiscência das anteras e receptividade do estigma*

Para a verificação do ciclo da flor (horário de abertura e longevidade), dezenas de botões florais na pré-antese em diferentes plantas foram marcados com linha de algodão na base do pedicelo e acompanhados visualmente durante todo o seu desenvolvimento.

O padrão de abertura das flores foi obtido em três filas de um metro linear da cultura das variedades estudadas (BRS-Carnaúba e Monsoy 9144RR). Durante o florescimento as plantas de cada metro foram marcadas e acompanhadas ao longo do dia. As observações eram feitas a cada hora, das 6:00 às 17:00 horas, e a medida que as flores abriam eram removidas e registradas em uma planilha.

Para a averiguação da deiscência das anteras, 30 botões florais na pré-antese em diferentes plantas foram marcados com linha de algodão na base do pedicelo e acompanhados visualmente durante todo o seu desenvolvimento. A cada hora, das 6:00 às 17:00 horas eram realizadas vistorias, sendo as observações registradas em uma ficha de controle.

Como forma de avaliar a receptividade dos estigmas das flores de soja, utilizou-se o teste de peróxido de hidrogênio (H_2O_2 – 10 volumes) em 10 flores de cada variedade estudada (BRS-Carnaúba e Monsoy 9144RR) a cada hora, das 7:00 às 17:00h. O estigma foi considerado como receptivo a partir do momento que se observou a formação de bolhas. A formação de bolhas ocorre pela liberação do oxigênio após a quebra das moléculas do peróxido de hidrogênio, ocasionadas por enzimas presentes nos estigmas receptivos (DAFNI, 2005).

2.2.2 *Período de florescimento e número total de flores emitidas em cada variedade*

O período de florescimento e o número total de flores emitidas em cada variedade foram obtidos através do acompanhamento e da contagem diária das flores

em um metro linear da cultura, sendo um total de 12 e 14 plantas para a variedade BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR, respectivamente. Com o resultado foi possível estimar a quantidade de flores de cada variedade em um hectare.

2.2.3 Padrão de secreção de néctar

Para a obtenção do padrão de produção e do efeito de retiradas sucessivas de néctar, plantas de soja das variedades estudadas foram escolhidas aleatoriamente e tiveram alguns dos seus botões florais que abririam no dia seguinte ensacados. Foram realizados quatro tratamentos em cada variedade estudada (BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR):

- 1° - retirada de néctar em quatro horários (8:00h, 11:00h, 14:00h, 17:00h);
- 2° - retirada de néctar em três horários (11:00h, 14:00h, 17:00h);
- 3° - retirada de néctar em dois horários (14:00h, 17:00h);
- 4° - retirada de néctar em apenas um horário (17:00h).

Cada flor do primeiro tratamento foi submetida a quatro extrações a intervalos de três horas, iniciando às 8:00h. As flores do segundo tratamento foram submetidas a três extrações, sendo a primeira retirada realizada às 11:00h. No terceiro tratamento, que iniciou-se às 14:00h, as flores sofreram duas extrações. Nas flores do quarto tratamento foi realizada somente uma extração, que ocorreu às 17:00h.

Em cada tratamento foram utilizadas cinco flores de plantas diferentes e nos tratamentos em que eram realizadas mais de uma extração, as flores eram reensacadas após cada retirada. A retirada do néctar em cada cultivar foi realizada com auxílio de microcapilares de 0,5µL.

Com o experimento foi possível detectar a quantidade de néctar disponível, a produção de néctar ao longo da vida da flor e o efeito de retiradas sucessivas em cada variedade.

2.3 Visitantes florais

Os visitantes das flores da soja foram capturados durante todo o período de florescimento das cultivares estudadas. Realizaram-se alguns transetos em zigue-zague entre o cultivo ao longo do dia (7:00 às 17:00h) e com o auxílio de uma rede entomológica eram realizadas as capturas. Os insetos coletados foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e acondicionados em frascos contendo álcool 70% para futura identificação.

Também se fez uso de armadilhas de pratos coloridos (pan traps capture), que são pequenos recipientes plásticos de três cores diferentes: um branco, um azul e um amarelo, pintados internamente com tinta capaz de refletir a luz ultravioleta e assim exercer um poder de atração aos insetos. Em cada “pan trap” era adicionado água e detergente, e estas permaneciam expostas por um período de 24 horas em meio ao plantio. Diariamente os insetos retidos eram coletados e uma nova solução de água e detergente era preparada.

Posteriormente, todos os insetos foram montados em alfinetes entomológicos, devidamente etiquetados e enviados para identificação pela Dra. Favízia Freitas de Oliveira na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

A coleta e identificação dos visitantes florais tiveram como intuito, obter um levantamento das espécies presentes na área como possíveis agentes polinizadores da cultura da soja.

2.4 Requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L.

Com o intuito de conhecer os requerimentos de polinização da soja cv. BRS-Sambaíba e a eficiência de abelhas melíferas com uma única visita, quatro tratamentos foram realizados durante o florescimento da cultura. A metodologia aplicada é descrita abaixo:

a) Polinização livre – T1: visando identificar o nível de polinização natural das flores sob condições de campo, sem qualquer manipulação e com a ação dos agentes

polinizadores existentes, 150 botões florais foram marcados no dia anterior ao da antese (abertura da flor) e acompanhados até a formação da vagem.

b) Polinização restrita com filó – T2: um total de 150 botões florais no dia anterior a sua antese foram protegidos com sacos de filó, no entanto com a manipulação das flores, apenas 79 persistiram. A finalidade do presente tratamento foi verificar a capacidade da cultura de se autopolinizar ou ser polinizada pelo vento, já que o saco de filó permite a passagem do vento e de possíveis grãos de pólen que esteja carregando, sem que agentes polinizadores bióticos tenham contato direto com as flores. As flores permaneceram ensacadas durante o período que se encontravam abertas.

c) Polinização restrita com papel – T3: para esse tratamento, 150 botões florais foram protegidos com sacos de papel no dia anterior a sua antese, e permaneceram ensacadas por todo o momento em que as flores se encontravam abertas. Porém, devido à queda de sete flores na manipulação, apenas 143 permaneceram. Esse tratamento não permite a ação de nenhum agente externo. Desta forma, foi possível verificar o percentual de autopolinização da variedade nordestina de soja.

d) Polinização com uma única visita de *Apis mellifera* L. – T4: nesse tratamento dezenas de botões florais foram ensacados, e após a sua antese foram desensacados e observados até que recebessem a primeira visita de uma abelha melífera. Logo após a abelha deixar a flor, essa era reensacada e assim permanecia durante todo o período de sua abertura. Flores que recebessem visita de qualquer outro inseto ou que não fossem visitadas por *Apis mellifera* L. naquele dia eram excluídas do tratamento. Foi computado um total de 56 flores nesse tratamento

Os sacos de filó e papel eram retirados imediatamente após o fechamento da flor e teve como finalidade reduzir a queda das flores por fatores que não fossem o de aborto natural. As flores de soja são muito frágeis e a permanência contínua dos sacos de filó e papel, somado a ocorrência de ventos intensos ocorridos na área durante a execução do experimento poderia acarretar na queda prematura das mesmas e a consequente perda de confiança dos dados.

A marcação das flores em todos os tratamentos foi realizada com linha de algodão na base do botão, tomando-se o devido cuidado para que a linha não afetasse a abertura normal da flor e a possível formação da vagem. Posteriormente, as plantas foram numeradas e marcadas com fita colorida de acordo com o tratamento.

Em todos os tratamentos, quando as plantas se encontravam por volta do estádio R7 e R8, ou seja, no início da maturação e na maturação plena respectivamente, foram coletados dados referentes a número de vagens, número de grãos por vagem e número total de grãos.

2.5 Análise dos dados

Os dados numéricos referentes ao experimento de biologia floral tiveram suas médias e erros-padrões calculados, porém as produções de néctar das flores ao longo do dia tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, usando-se o programa estatístico SAS versão 9.1, sendo utilizado um nível de significância de 5%.

Os requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. foram analisados pelo programa estatístico SAS versão 9.1, por meio do teste não paramétrico de Qui-quadrado.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biologia floral

3.1.1 Abertura das flores, deiscência das anteras e receptividade do estigma

As flores de *Glycine max* (L.) Merrill são perfeitas, possuem um único plano de simetria e são compostas por cálice tubular e corola. Em relação ao seu posicionamento na planta, observou-se o surgimento de flores em racemos axilares e terminais. As variedades estudadas apresentavam flores de cores diferentes, sendo a variedade Monsoy 9144 RR possuidora de flores com tonalidade roxa e a cultivar BRS-Carnaúba detentora de flores na cor branca.

A abertura das flores nas duas cultivares ocorreu, exclusivamente, no período da manhã, iniciando por volta das 7:00 horas e prolongando-se até às 10:00 horas, quando então todas as flores daquele dia se encontravam abertas.

As duas cultivares avaliadas apresentaram comportamento bastante semelhante no que se refere ao padrão de abertura de suas flores. As 7:00 horas, menos de 20% das flores daquele dia em ambas as variedades se encontravam abertas, as 8:00 horas registrou-se o maior percentual de abertura das flores, tendo a variedade Monsoy 9144RR apresentado quase que 80% de suas flores daquele dia abertas e a variedade BRS-Carnaúba alcançando um total de 90%. No horário de 9:00 horas, praticamente todas as flores se encontravam abertas, entretanto somente as 10:00 horas todas as flores de soja daquele dia das variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR estavam totalmente abertas (FIGURA 1). Segundo FREE (1993), o número, a proporção de flores que se abrem simultaneamente e a progressividade de abertura variam grandemente de acordo com a variedade.

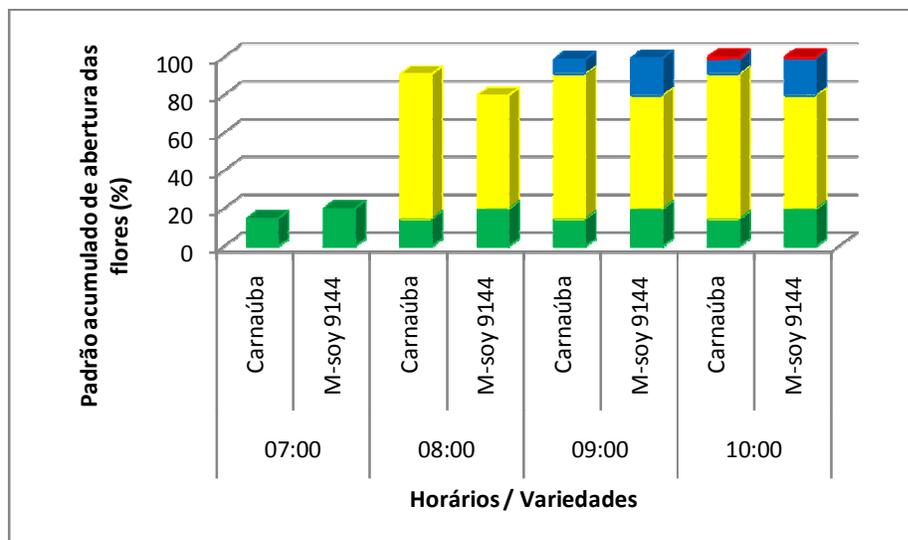


FIGURA 1: Padrão percentual acumulado de abertura das flores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 em Limoeiro do Norte, CE. 2009.

As flores ao abrirem já apresentavam pólen em suas anteras, tendo se observado a maior quantidade de pólen disponível as 9:00 horas da manhã. A liberação de pólen antes da abertura da flor é uma característica comum a várias Fabaceae, o que acaba por favorecer a autopolinização (FRANCO, 1995; GUEDES, 2009). Na soja, isso ocorre inclusive com a existência de variedades cleistogâmicas, ou seja, cujas flores nunca abrem, mas liberam pólen e se autopolinizam estando fechadas.

Em relação à receptividade do estigma, este se mostrou receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta, corroborando com MULLER (1981) e DELAPLANE & MAYER (2000). Esses autores citam ainda que o estigma torna-se receptivo dois dias antes da antese, podendo permanecer assim por mais dois dias. Entretanto, nesse estudo, a receptividade do estigma não foi testada nem antes e nem depois da ocorrência da antese.

O processo de senescência das flores de soja de ambas as variedades estudadas deu-se início ao final da tarde e foi caracterizado pelo início do curvamento da flor em direção ao solo. No dia seguinte pela manhã as flores estavam fechadas e não abriram mais, apresentando desta forma longevidade de 1 dia e, após três a quatro dias as pétalas estavam completamente murchas. Esses resultados confirmam os obtidos por outros autores (FREE, 1993; DELAPLANE & MAYER 2000), concordando ainda com PRIMACK (1985), que menciona que as flores de Fabaceae em geral permanecem

abertas por um só dia. No entanto, CHIARI *et al.*, (2005), observaram flores que permaneceram abertas por quase três dias e meio.

3.1.2 Período de florescimento e número total de flores emitidas em cada variedade

O período total de florescimento foi de $34,0 \pm 1,44$ dias e $37,0 \pm 2,23$ dias para as cultivares BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR, respectivamente. De fato, alguns estudos confirmam que o período de florescimento da soja é bastante variável, podendo durar de três a seis semanas e difere entre cultivares (McGREGOR, 1976; VERNETTI, 1983). Em relação ao tempo de florescimento da variedade BRS-Carnaúba, a quantidade de flores emitidas foi um pouco menor do que a registrada pela Embrapa em outras regiões do país.

No final do florescimento, o número total médio de flores produzidas por planta foi de $447,27 \pm 88,60$ para a variedade BRS-Carnaúba e $390,15 \pm 41,96$ flores na variedade Monsoy 9144 RR. Isso evidencia uma das características da soja, que é a grande produção de flores por planta, havendo relatos de variedades que podem emitir até 800 flores numa única planta (DELAPLANE & MAYER, 2000). Quando convertido a quantidade de flores no metro linear para um hectare, obtemos um valor aproximado de 107 milhões e 344 mil flores/ciclo na variedade BRS-Carnaúba e 101 milhões e 439 mil flores/ciclo na variedade Monsoy 9144 RR.

3.1.3 Padrão de secreção de néctar

As primeiras amostragens de néctar realizadas as 8:00 horas da manhã mostraram que as plantas apresentavam seu volume máximo de produção de néctar, sugerindo que a produção possivelmente já começa a ocorrer antes mesmo da abertura da flor. Em ambas as variedades estudadas, esse volume caiu progressivamente até as 17:00 horas quando então a quantidade amostrada foi mínima. No entanto, essa queda apresentou um padrão diferente entre as variedades estudadas. Enquanto na variedade Monsoy 9144 RR houve um decréscimo acentuado do período compreendido das 8:00

as 14:00 horas, e depois apenas uma leve redução na sua quantidade, a variedade BRS-Carnaúba apresentou um decréscimo moderado das 8:00 as 14:00, quando então uma queda mais acentuada na sua quantidade foi registrada (FIGURA 2).

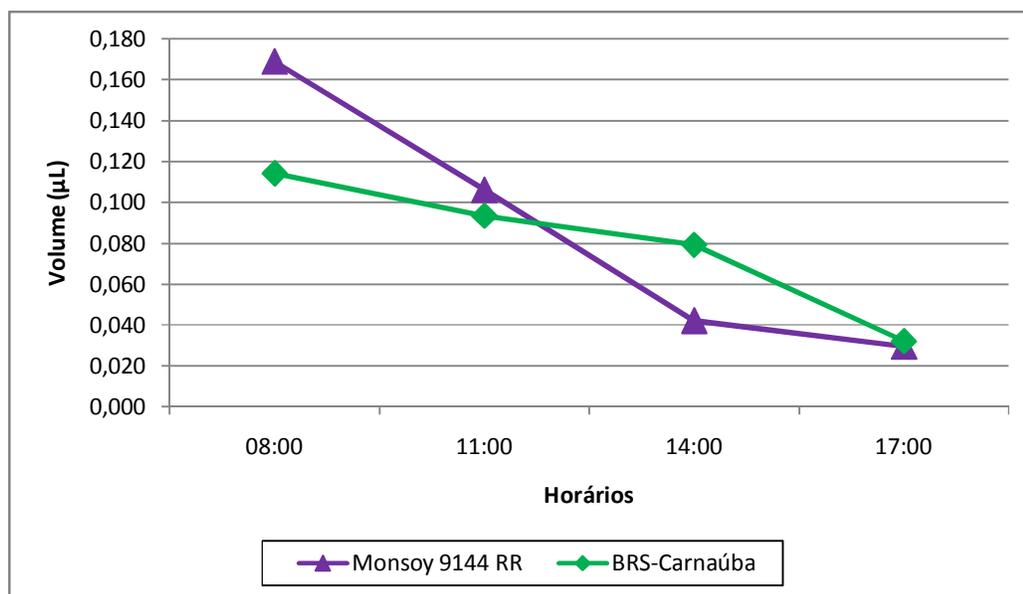


FIGURA 2: Padrão diário de secreção de néctar das flores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009.

Considerando a quantidade total de néctar produzido por cada variedade, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$). A produção de néctar na variedade BRS-Carnaúba, nos horários de 8:00, 11:00 e 14:00 horas diferiu da produção registrada as 17:00 horas. Já na variedade Monsoy 9144 RR, a produção de néctar no horário das 8:00 horas diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais horários (11:00, 14:00, 17:00). Por conseguinte, a quantidade de néctar as 11:00 horas foi superior a obtida as 14:00 e 17:00 horas. Entre os dois últimos horários (14:00 e 17:00) não se verificou diferença estatística ($p > 0,05$) entre eles. Quando comparado a disponibilidade de néctar entre as variedades nos diferentes horários, as análises demonstraram haver diferença significativa ($p < 0,05$) apenas as 8:00 horas, horário em que a quantidade de néctar da variedade Monsoy 9144 RR foi superior e diferente quando comparado com a produção alcançada pela variedade BRS-Carnaúba (TABELA 1).

Tabela 1: Produção de néctar (μL) de flores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia das variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009.

Variedade	n	08:00	11:00	14:00	17:00
		$\bar{x} \pm \text{e.p.m}$	$\bar{x} \pm \text{e.p.m}$	$\bar{x} \pm \text{e.p.m}$	$\bar{x} \pm \text{e.p.m}$
BRS-Carnaúba	5	0,114 \pm 0,013 Ba	0,093 \pm 0,012 Aa	0,079 \pm 0,012 Aa	0,032 \pm 0,011 Ab
Monsoy 9144 RR	5	0,168 \pm 0,013 Aa	0,106 \pm 0,013 Ab	0,042 \pm 0,013 Ac	0,029 \pm 0,013 Ac

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito de retiradas sucessivas de néctar, as variedades não fizeram reposição de néctar após a primeira retirada (TABELA 2). De acordo com DAFNI (2005), essa é uma das estratégias apresentadas pelas plantas com flores e pode estar diretamente relacionada à diversidade e comportamento dos visitantes florais nessas flores. O fato da flor não repor néctar após ser removido pode estar relacionado a aspectos econômicos da planta.

Observa-se ainda que nas flores em que não era retirado o néctar, esse volume decrescia ao longo do dia. Esse fato pode estar relacionado à evaporação do néctar como também pela reabsorção pela planta (GALLETO & BERNARDELLO, 2005).

TABELA 2: Efeito da remoção de néctar em flores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedades BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR em Limoeiro do Norte, CE. 2009. Valores em médias \pm e.p.m; n representa o número de flores.

Variedades	n	Volume de néctar (μL)				Total
		08:00	11:00	14:00	17:00	
BRS-Carnaúba	5	0,114 \pm 0,013	0	0	0	0,114 \pm 0,013
	5		0,093 \pm 0,012	0	0	0,093 \pm 0,012
	5			0,079 \pm 0,012	0	0,079 \pm 0,012
	5				0,032 \pm 0,011	0,032 \pm 0,011
	5	0,168 \pm 0,013	0	0	0	0,168 \pm 0,013
Monsoy 9144 RR	5		0,106 \pm 0,013	0	0	0,106 \pm 0,013
	5			0,042 \pm 0,013	0	0,042 \pm 0,013
	5				0,029 \pm 0,013	0,029 \pm 0,013

A quantidade média máxima e mínima de néctar produzido ao longo do dia de ambas as variedades apresenta-se dentro do intervalo de outras 17 variedades estudadas no Haiti, onde a produção variou de 0,022 a 0,127 μL (SEVERSON & ERICKSON Jr., 1984). Os mesmos autores concluíram ainda que a secreção de néctar ocorre entre as 9:00 e 15:00 horas, diferindo bastante do presente trabalho, haja vista que em nossas observações não foi mais verificado secreção após a primeira retirada. Ainda em relação

à quantidade produzida, a quantidade de néctar amostrada as 8:00 e 11:00 horas foi bastante superior as obtidas em outros estudos, como os de ERICKSON (1975) com 30 variedades diferentes, onde a produção variou de 0,003 a 0,063 μL e o de CHIARI *et al.*, (2005), que na variedade BRS-133 encontrou um volume de néctar de 0,072 μL por flor.

3.2 *Apis mellifera* e outras abelhas nas flores de soja

Apesar de abelhas de quatro famílias diferentes terem sido observadas forrageando nas flores de soja, 90% das visitas foram feitas pela abelha *Apis mellifera* L., sendo o restante constituído pelas outras espécies (TABELA 3). A elevada ocorrência de abelhas melíferas forrageando nas flores de soja pode ser justificada pela síndrome melitófila que apresenta suas flores. Nectários bem desenvolvidos circundando a base do carpelo com produção de néctar de boa qualidade, flor com guia de néctar bem definido e visível a ultravioleta, aroma próprio, e a existência de um canal guia para a introdução da língua das abelhas são algumas dessas características. Assim, as flores de soja são bastante atrativas as abelhas, e estas possuem a capacidade de reconhecê-las pela cor, forma e aroma (ROBACKER *et al.*, 1983; VILA, 1988; HORNER *et al.*, 2003; ORTIZ-PEREZ, *et al.*, 2006; PALMER *et al.*, 2009) Dessa forma, os estudos de eficiência e polinização foram conduzidos com essa espécie.

Tabela 3: Visitantes florais da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) coletados no município de Limoeiro do Norte-CE. 2009.

Ordem / Família	Gênero/Espécie	Sexo
Hymenoptera		
Andrenidae	<i>Psaenythia</i> sp.	♀
Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	♀
Apidae	<i>Melitomella griseescens</i> (Ducke, 1907)	♀
Apidae	<i>Ancyloscelis</i> sp.	♂♀
Apidae	<i>Exomalopsis analis</i> (Spinola, 1853)	♀
Apidae	<i>Florilegus</i> sp.	♀
Apidae	<i>Centris analis</i> (Fabricius, 1804)	♀
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp. 1	♀
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp. 2	♀
Halictidae	<i>Augochlorella</i> sp.	♀
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 1	♀
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp. 2	♀
Halictidae	<i>Dialictus</i> sp. 1	♀
Halictidae	<i>Dialictus</i> sp. 2	♀
Halictidae	<i>Dialictus</i> sp.3	♀
Megachilidae	<i>Megachile</i> sp.	♀

3.3 Requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L.

Ao final do experimento observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) no número de vagens entre os diferentes tratamentos, sendo o tratamento de polinização aberta e de polinização com uma única visita de *Apis mellifera* L. estatisticamente diferentes ($\chi^2 = 28,51$, $gl=3$, $p < 0,05$) aos demais, porém não diferindo entre si, conforme se verifica na tabela 4.

TABELA 4: Vingamento de vagens e sementes na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cv. BRS-Sambaíba sob quatro formas de polinização das flores. Limoeiro do Norte-CE. 2009.

Tratamentos	Nº de flores	Vagens		Sementes	
		Número	(%)	Número	(%)
Polinização aberta	150	82 a	54,67	196 a	43,56
Polinização 1 visita (<i>Apis</i>)	56	27 a	48,21	69 a	41,07
Polinização Restrita filô	79	23 b	29,11	59 b	24,89
Polinização Restrita papel	143	39 b	27,27	98 b	22,84

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem significativamente (Teste de Tukey) $P < 0,05$.

Em relação ao número de sementes por vagem, novamente os tratamentos de polinização livre e de polinização com uma única visita de *Apis mellifera* L. diferiram estatisticamente ($\chi^2 = 23,04$, $gl=3$, $p<0,05$) quando comparados aos tratamentos que possuíam suas flores restritas, que impediam toda e qualquer ação de polinizadores bióticos.

A soja cv. BRS-Sambaíba produziu vagens sob todas as circunstâncias de polinização efetuadas no experimento. Mesmo quando as flores foram privadas da visita de insetos, 28,19% das flores deram origem a vagens, porém quando intermediada por agentes bióticos (polinização aberta) incrementos de 27,4% e 20,72% em número de vagens e número de sementes, respectivamente, puderam ser alcançados. Isso corrobora com afirmações já bem elucidadas da soja como uma planta autógama (SEDIYAMA *et al.*, 1985; FREE, 1993; AHRENT & CAVINESS, 1994). Fato confirmado por DELAPLANE & MAYER (2000), que observaram liberação de pólen e receptividade do estigma antes mesmo da abertura da flor, favorecendo assim a autopolinização.

Ainda em relação aos tratamentos de polinizações restritas, a polinização restrita com saco de filô não diferiu ($p>0,05$) da polinização restrita com saco de papel, demonstrando que a ação do vento não interferiu na formação de vagens e sementes, haja vista que o isolamento da flor com saco de filô impede apenas a ação dos visitantes florais. ABUD *et al.*, (2003), também não encontrou efeito significativo do vento na polinização da soja, assim como SEDIYAMA *et al.*, (1970), que obteve valores inferiores a 1,30%, demonstrando praticamente nula a interferência do vento na polinização da cultura da soja.

O maior número de vagens e sementes produzidas no tratamento de polinização com uma única visita demonstra o papel relevante das abelhas como eficientes polinizadoras. Vale ressaltar que no tratamento aberto as flores que haviam sido visitadas pela *Apis*, não foram mais visitadas por nenhum outro visitante e nem por outra *Apis*. O que é coerente com o padrão de disponibilidade de néctar observado e também com a alta efetividade da *Apis* com uma única visita, ao qual foi equivalente quando a flor estava aberta, e portanto disponível a inúmeras visitas. De fato a *Apis mellifera* é uma abelha generalista, mas que geralmente apresenta uma alta eficiência de polinização com apenas uma visita, como observado também em outras culturas

(FREITAS & PAXTON, 1998; FREITAS *et al.*, 2002; SOUZA, 2003; ALVES & FREITAS, 2007; RIZZARDO, 2007; ROSA, 2011).

No que se refere ao tratamento de polinização livre, os bons índices obtidos nesse trabalho podem ser explicados pela constante presença de abelhas nas flores de soja, representado principalmente pela *Apis mellifera* L. (TABELA 3)

A intensa atividade da espécie *Apis mellifera* L. nas flores de soja, possivelmente, favoreceu uma maior deposição e uma melhor distribuição de grãos de pólen viáveis em quantidade e qualidade. Condição que em deficiência, é responsável como uma das principais causas de déficit de polinização em culturas agrícolas (VAISSÉRE, 2011).

4 - CONCLUSÕES

As variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) adaptadas as condições do Norte e Nordeste brasileiro (BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR) apresentam antese (abertura da flor) diurna ocorrendo no início da manhã, ocasião em que o estigma se encontra receptivo e os grãos de pólen estão disponíveis.

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) var. BRS-Sambaíba é uma planta autógama capaz de formar vagens e grãos mesmo sem a interferência de agentes polinizadores, porém, quando intermediada por agentes bióticos um maior índice de produtividade é obtido.

A abelha *Apis mellifera* L. com apenas uma única visita às flores de soja foi responsável em aumentar seus rendimentos a níveis equivalentes a flores livremente visitadas.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, S. *et al.* Dispersão de pólen em soja transgênica na região do Cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, v. 38, n. 10, p. 1229-1235, out. 2003.

AGUILA, R. M. D. *et al.* **BRS Carnaúba, nova cultivar de soja para a Região Norte e Nordeste do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 180).

AHRENT, D. K. ; CAVINESS, C. E. Natural cross-pollination of twelve soybean cultivars in Arkansas. **Crop Science**, v. 34, n. 2, p. 376-378, 1994.

ALVES, J. ; FREITAS, B. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1281-1286, 2007.

BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento. *In*: VERNETTI, F. J. **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill. 1983. p. 743-800.

BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. 546 p.

CHIARI, W. C. *et al.* Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v.48, n.1, p. 31-36, 2005.

CHIARI, W. C. *et al.* Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica (*Glycine max* (L.) Merrill) Roundup Ready cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Sci. Agron.**, v.30, n.2, p. 267-271, 2008.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/série_históricas.xls>. Acesso em 23 de maio. 2011.

CRUZ, S. J. S. *et al.* Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado alagoas. **Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 195-199, abr./jun. de 2009.

DAFNI, A. ; KEVAN, P. G. ; HUSBAND, B. C. 2005. **Practical Pollination Biology**. Enviroquest Ltd., Cambridge, MA. 590p.

DELAPLANE, K. S. ; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

DNOCS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS). **Perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi. 2011.** Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html. Acesso em: 20 jun. 2011.

ERICKSON, E. H. Effect of honey bees on yield of three soybean cultivars. **Crop Science**, v. 15, p. 84-86, jan./feb. , 1975.

ERICKSON, E. H. *et al.* Honey bee pollination increases soybean yields in the Mississippi Delta Region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, p.601-603, 1978.

ERICKSON, E. H. The soybean for bees and bee-kipping. **Apiacta**, v. 18, p.1-7, 1982.

FÁVERO, A. C. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13. , 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis , 2000.

FERH, W. R. ; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

FRANCO, A. L. M. 1995. **Ecologia da polinização e biologia reprodutiva de sete espécies de *Phaseoleae* (Fabaceae)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 123 p. 1995.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FREITAS, B. M. ; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 109-121, 1998.

FREITAS, B. ; PAXTON, R. ; HOLANDA-NETO, J. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. *In*: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating Bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment., 2002. p. 229-244.

GUEDES, R. S. ; QUIRINO, Z. G. M.; GONÇALVES, E. P. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasilienses* Mart. Ex Benth (Fabaceae). **Revista Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 27-37. 2009.

HORNER, HARRY T. *et al.* Floral Nectary Fine Structure and Development in *Glycine max* L. (Fabaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. 5, p. 675-690. 2003.

IPECE. **Perfil básico municipal de Limoeiro do Norte**. Disponível em: < [HTTP://www.ipece.gov.br/publicações](http://www.ipece.gov.br/publicações) > Acesso em 15 de abril de 2011.

ISSA, M. R. C. *et al.* Ensaio de polinização em soja (*Glycine max* L.) por abelhas *Apis mellifera* L. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5. , 1980. Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Confederação Brasileira de Apicultura, 1980.

JAYCOX, E. R. Ecological relationships between honey bees and soybeans. **Am. Bee J.** v.110 , n.8 , p. 306-307 , 1970.

JULIANO, J. C. Polinização entomófila na soja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4, 1976, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Confederação Brasileira de Apicultura, 1976.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington: Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976.

MILFONT, M. O. *et al.* O uso de *Apis mellifera* (L.) na polinização da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) pode levar a incrementos de produtividade? *In*: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 9., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2010. CD-ROM.

MORETI, A.C.C.C. *et al.* Observações sobre a polinização entomófila da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **B. Industr. Animal**, v. 55, n. 1, p. 91-94, 1998.

MULLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. *In*: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds). **A soja no Brasil.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65-104.

ORTIZ-PEREZ, E. *et al.* Insect-mediated seed-set evaluation of 21 soybean lines segregating for male sterility at 10 different loci. **Euphytica**, v. 152, n. 3, p. 351-360. 2006.

PALMER, REID G. *et al.* The role of crop-pollinator relationships in breeding for pollinator-friendly legumes: from a breeding perspective. **Euphytica**, v. 170, n. 1-2, p. 35-52. 2009.

PRIMACK, R. B. 1985. **Longevity of individual flowers.** Annual Review of Ecology and Systematics, 16: 15-37.

RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura.** 2007. Dissertação (Mestrado) - Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ROBACKER, D. C. *et al.* Effects of climatic and edaphic factors on soybean flowers and on the subsequent attractiveness of the plants to honey bees. **Field Crops Research**, v. 6, p. 267-278. 1983.

ROSA, A. S. ; BLOCHTEIN, B. ; LIMA, D. K. Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz)**, v. 68, n. 2, p.255-259, mar./Apr. , 2011.

RUST, R. W.; MASON, C. E.; ERICKSON, E. H. Wild Bees on Soybeans, *Glycine max*. **Environ. Entomol.** v. 9 , p.230-232 , 1980.

SEDIYAMA, T. *et al.* Taxa de hibridação natural na soja, em Viçosa e em Capinópolis, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 17, n. 94, p. 329-331, 1970.

SEDIYAMA, T. *et al.* **Cultura da soja.** Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1985. 96 p. part. I

SEVERSON, D. W.; ERICKSON Jr., E. H. Quantitative and qualitative variation in floral nectar of soybean cultivars in Southeastern Missouri. **Environ. Entomol.**, v. 13, p. 1091-1096, 1984.

SOUZA, R. M. **Polinização do Meloeiro (*Cucumis melo* L.) por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.): requerimentos da cultura e manejo das colônias.**119f. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

VAISSÉRE, B. E. ; FREITAS, B. M. ; GEMMIL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use.** Roma: FAO/Publishing Policy and Support Branch, 2011.

VERNETTI, F. de J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras.** Campinas, 1983. p. 3-123.

VILA, V. P. V. **Efeito das abelhas africanizadas , *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 58f. 1988. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

CAPÍTULO III

**COMPORTAMENTO E PADRÃO DE FORRAGEAMENTO DE *Apis mellifera* L.
EM SOJA TROPICAL (*Glycine max* (L.) Merrill)**

Comportamento e padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. em soja tropical (*Glycine max* (L.) Merrill)

RESUMO

O estudo foi conduzido entre os meses de julho a dezembro de 2009 com variedades tropicais de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigadas por pivô central no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes, localizada na chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. O presente trabalho teve como objetivo investigar o comportamento e o padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. nas flores de cultivares de soja preconizadas para exploração no Norte e Nordeste brasileiro. Os resultados mostraram que as abelhas melíferas forragearam exclusivamente no período da manhã, em busca principalmente de néctar, mas, às vezes, coletaram também pólen. O tempo de cada abelha na flor variou de acordo com o tipo de recurso coletado, levando em média $1,76 \pm 0,05$ e $2,89 \pm 0,13$ segundos para a coleta de néctar e néctar + pólen, respectivamente. Estudos palinológicos das cargas polínicas comprovaram fidelidade à espécie vegetal. Desta forma, conclui-se que as variedades adaptadas às regiões Norte e Nordeste brasileiro estudadas são atrativas para as abelhas melíferas, as quais concentram sua atividade de forrageamento em coleta de néctar e invariavelmente no período da manhã. Esse comportamento permite recomendar a realização de aplicações de controle de pragas e doenças no período da tarde e cedo da noite quando as abelhas não se encontram mais no cultivo, minimizando riscos de contaminação do mel ou mortalidade de abelhas usadas para polinização.

Palavras-chave: Abelhas na soja. Apicultura. Atratividade da soja. Néctar de soja. Comportamento de pastejo. Horário de forrageio.

Foraging behavior and foraging pattern of *Apis mellifera* L. in tropical soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill).

ABSTRACT

The research was carried out between July and December 2009 using tropical soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars irrigated by center pivots in the irrigation district of Jaguaribe-Apodi, belonging to the agribusiness Faedo Sementes situated at the Apodi plateau, Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. The study aimed to investigate the behavior and pattern of *Apis mellifera* L. foraging on flowers of soya bean cultivars developed for the tropical conditions of the Northern and Northeastern regions of Brazil. Results showed that honey bees foraged exclusively in the morning shift, searching mainly for nectar, but also collecting pollen sometimes. The time each bee spent in the flower varied according to the resource gathered, taking 1.76 ± 0.05 and 2.89 ± 0.13 seconds when collecting nectar and nectar + pollen, respectively. Palynological studies proved the bee fidelity to soya bean flowers. Therefore, it was concluded that the cultivars developed to the Northern and Northeastern regions of Brazil are attractive to honey bees and they concentrate their foraging in harvesting nectar during the morning shift of the day. Such behavior and pattern allows to recommend any procedures for controlling pests and diseases to be carried out in the late afternoon or early evening when bees are no longer in the Field, mitigating risk of honey contamination or bee mortality when colonies are used for pollination purposes.

Key words: Apiculture. Bee in soya bean. Foraging behavior. Soya bean attractiveness. Soya bean néctar. Time of foraging.

1 – INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das atividades agropecuárias que apresentam maior crescimento dentre aquelas propostas para exploração racional do semiárido brasileiro. Por outro lado, o cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) vem se expandindo cada vez mais pelo Brasil, devido a sua riqueza em proteínas e pela grande variedade de produtos que dela são gerados, sendo ainda utilizada como a principal fonte de óleo para a produção de biodiesel (HASSE, 1999; CRUZ *et al.*, 2009; SANT'ANNA, 2009; ROMANO, 2010). Recentemente, o seu cultivo chegou à região Nordeste e vem substituindo a vegetação nativa em grandes áreas, reduzindo a disponibilidade de pasto apícola.

Em relação ao seu potencial apícola, são inúmeras e variáveis as informações da cultura da soja como fonte de néctar, sendo essas variações decorrentes das muitas variedades existentes (DADANT, 1975). O mesmo é relatado em relação à soja como fornecedora de pólen para as abelhas, onde a quantidade coletada pode variar de insignificante para mais de 50% do total de pólen coletado (FREE, 1993). Mais recentemente, AYRES (2010) reporta a soja como sendo uma planta apícola muito duvidosa, sendo bastante influenciada pelos fatores climáticos e tipo de solo onde é cultivada.

Outro aspecto que se deve levar em consideração, é a utilização de grandes quantidades de defensivos agrícolas na cultura (AGÊNCIA BRASIL, 2011), que tanto pode contaminar o mel produzido como envenenar seus polinizadores bióticos, entre eles a abelha *Apis mellifera* L.. Em 2008, a soja representou a cultura mais demandante de defensivos agrícolas, sendo responsável por 45% do total utilizado no país (AGROANALYSIS, 2009).

Diante disso, o presente trabalho investigou o comportamento e padrão de forrageamento de abelhas melíferas nas flores de soja de variedades adaptadas à região Nordeste.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período de estudo

O trabalho foi conduzido em plantios de soja irrigado por pivô central no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes (05° 08' 72" de latitude (S) e 37° 59' 14" (W) de longitude e 30,22 metros de altitude em relação ao nível do mar) no município de Limoeiro do Norte, estado do Ceará, distando 200 km da capital Fortaleza. Os estudos foram realizados de julho a dezembro de 2009.

2.2 Comportamento e padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* L.

O comportamento e o padrão de forrageamento das abelhas melíferas nas flores de soja foi observado na variedade BRS-Tracajá, por um período de seis dias, das 7:00 às 17:00h. Foram coletados dados à respeito do número de abelhas nas flores e recursos coletados, comportamento nas flores, tempo de permanência na flor e número de flores visitadas por minuto, e a fidelidade à espécie vegetal.

As metodologias para a realização de cada um deles foram às seguintes:

a) Número de abelhas nas flores e recursos coletados – Em meio ao plantio de soja foi demarcada uma área com dimensões de 25 x 50m a 20 metros da borda do plantio, e através de transetos em zigue-zague realizou-se a contagem do número de abelhas forrageando nas flores e qual o recurso coletado. Vale salientar que as abelhas foram consideradas como coletoras de néctar e coletoras de néctar + pólen, já que essas últimas, muitas vezes apresentavam comportamento de néctar, mas acabavam também por adquirir uma pequena quantidade de pólen. O percurso foi feito a cada hora, por um período de seis dias, das 7:00 às 17:00h, observando-se por 5 minutos a cada hora.

b) Tempo de permanência na flor – Com o auxílio de um cronômetro foi marcado o tempo que as abelhas passavam sobre as flores em cada visita. O intervalo de tempo para a atividade de coleta de néctar e néctar + pólen foi registrado separadamente, com 60 repetições para cada recurso coletado.

c) Número de flores visitadas por minuto – Uma abelha em atividade de coleta de recurso (néctar e néctar + pólen) era acompanhada por um período de um minuto e registrada o número de flores de soja que eram visitadas em sequência, isto é, sem qualquer interrupção. O número de flores visitadas por minuto para os recursos florais néctar e pólen foram avaliados separadamente. Foram feitas 30 repetições para cada recurso coletado.

d) Fidelidade a espécie vegetal – Em cada horário de observação, abelhas coletoras de pólen foram capturadas com auxílio de rede entomológica e sacrificadas em câmaras mortíferas contendo acetato de etila. Posteriormente foram colocadas em pequenos sacos plásticos devidamente identificados e mantidos em congeladores. No Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará os grãos de pólen contidos em suas corbículas foram observados quanto a sua origem floral.

Somado a todos esses parâmetros avaliados, foram realizadas fotografias e filmagens das abelhas em visita as flores ao longo da realização do experimento, assim foi possível uma observação mais minuciosa do comportamento e padrão de forrageamento das abelhas *Apis mellifera* nas flores de soja.

2.3 Atividade e preferência das abelhas melíferas em duas variedades de soja com flores de cores diferentes

Duas cultivares, 'BRS-Carnaúba' e 'Monsoy 9144 RR', foram avaliadas quanto a sua atratividade para a abelha melífera africanizada (*Apis mellifera* L.), bem como, qual o recurso (néctar e néctar + pólen) era procurado pelas abelhas. Somado a isso, foi comparado qual das duas variedades era a preferida pelas abelhas.

Duas áreas (25 x 50m) vizinhas foram delimitadas no meio do plantio de cada cultivar estudada. Ambas as cultivares se apresentavam em estágio reprodutivo de florescimento (R2), que é definido como florescimento pleno, caracterizado por apresentar uma flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida (FERH & CAVINESS, 1977).

A atratividade das cultivares de soja para as abelhas foi avaliada por meio de transetos em zigue-zague dentro das áreas delimitadas por um período de seis dias, das

7:00 às 17:00h., observando-se cada área por 5 minutos a cada hora. Foram registrados dados em relação ao número de abelhas nas flores e qual o recurso coletado (néctar e néctar + pólen) em ambas as cultivares. A cultivar preferida foi determinada por meio da comparação do número de abelhas em cada uma delas.

2.4 Análise dos dados

Para os dados de comportamento de pastejo, como: número de abelhas nas flores, tempo de permanência na flor, número de flores visitadas por minuto e fidelidade a espécie vegetal foram calculados as médias e os seus respectivos erros-padrões.

A cultivar preferida foi determinada por meio de comparação do número de abelhas em cada uma delas. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey, usando-se o programa “SAS”, sendo utilizado um nível de significância de 5%.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento e padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* L.

3.1.1 Número de abelhas nas flores

As abelhas forragearam nas flores de soja em busca de néctar e néctar + pólen, exclusivamente no período da manhã, encerrando as atividades por volta das 13:00 horas (FIGURA 1).

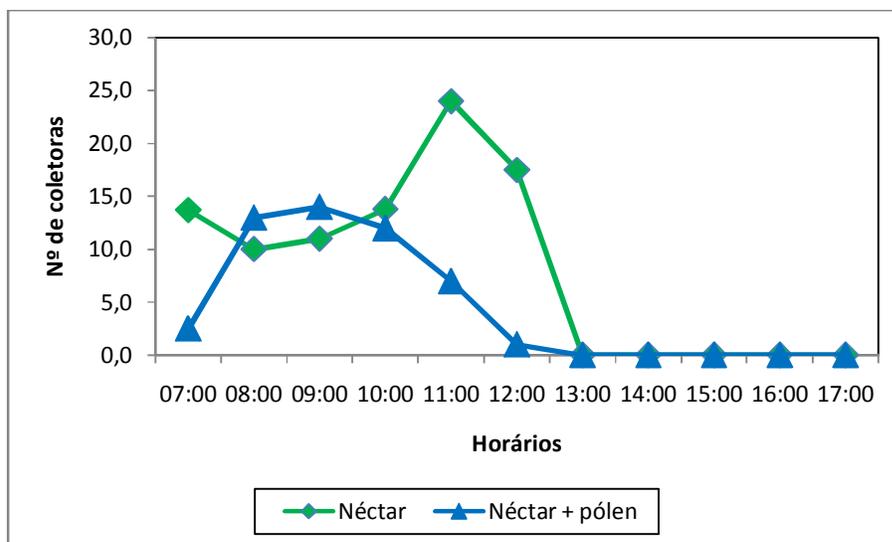


FIGURA 1: Comportamento de forrageio de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em flores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no município de Limoeiro do Norte, Ceará.2009.

Observando a forma de coleta minuciosamente, foi possível verificar que as abelhas *Apis mellifera* L. apresentavam comportamento de pastejo tipicamente de néctar, entretanto, algumas delas apesar de apresentarem comportamento bastante semelhante com coleta de néctar, à medida que visitam muitas flores acabavam por se contaminarem com pólen, estas nesse trabalho foram definidas como coletoras de néctar + pólen.

Geralmente, a campeira visitava muitas flores da mesma planta, só então passava para a planta seguinte, preferencialmente da mesma linha. Considerando que as flores da soja são dispostas muito próximas umas das outras, com sincronismo de abertura no período da manhã e equivalência na oferta de recursos, aliado ao comportamento de

forrageio da abelha melífera, onde visa à obtenção máxima de recursos com o mínimo de gasto energético, possibilitou à abelha visitar as flores vizinhas mais próximas possíveis, invariavelmente na mesma planta. Esse comportamento da abelha que visa um maior saldo energético em suas visitas já foi relatado por alguns autores (FREE, 1993; WINSTON, 2003).

A forma de abordagem mais comum da abelha *Apis mellifera* L. nas flores de soja foi através da fixação sobre as pétalas alas, as abelhas agarravam-se a elas e só então introduziam a probóscide. Entretanto, algumas vezes a abelha apresentava um comportamento muito comum relatado em Fabaceae, que é a utilização da pétala estandarte como suporte para coleta de néctar e pólen (FRANCO, 1995; GUEDES, 2009).

O maior número de abelhas nas flores no período da manhã coincidiu com o período de abertura das mesmas, que se iniciava por volta das 7:00 horas e se prolongava até as 10:00 horas, quando então todas as flores daquele dia já se encontravam abertas.

O período de visitação das abelhas nas flores da soja tem sido bastante variável, com alguns autores relatando visitação exclusiva no período da manhã (DADANT, 1975; VILA, 1988). Outros, mencionam visitas no decorrer da tarde (RIBEIRO, 2002). Existindo ainda aqueles que observaram abelhas forrageando nas flores de soja durante quase todo dia (FÁVERO, 2000; CHIARI *et al.*, 2005).

Essas divergências encontradas entre os horários de visitas das abelhas *Apis mellifera* L. e alguns dos trabalhos citados, deve-se ao fato de que vários fatores podem influenciar no horário de forrageio das abelhas, como: competição das flores de soja com outras espécies em florescimento presentes nas áreas avaliadas; às diferentes condições climáticas e edáficas dos locais de estudo ou até mesmo a fatores inerentes da própria planta, já que se trata de experimentos realizados com variedades diferentes.

Em relação ao recurso coletado, a coleta apenas de néctar ocorreu na proporção 2 para 1 em relação a coleta de néctar + pólen. A maior quantidade de abelhas em coleta de néctar corrobora com outros autores (CHIARI *et al.*, 2005, FÁVERO, 2000).

3.1.2 Tempo de permanência na flor e número de flores visitadas por minuto

O tempo de permanência de cada abelha na flor da soja variou de acordo com o tipo de alimento coletado. As abelhas levaram em média $1,76 \pm 0,05$ segundos para a coleta de néctar e $2,89 \pm 0,13$ segundos para a coleta de néctar + pólen em cada flor. A permanência em coleta de recursos nas flores de soja é bastante variável, e na literatura observa-se valores de 2,55 até 8,2 segundos (FÁVERO, 2000; RIBEIRO, 2002; CHIARI *et al.*, 2005) Os diferentes tempos registrados de *Apis mellifera* L. na flor deve ser consequência da quantidade de recurso disponível de cada variedade estudada. De acordo com WINSTON (2003), o tempo de permanência de *Apis mellifera* L. em atividade de coleta depende da quantidade das recompensas florais e da disposição das flores.

A quantidade de flores visitadas por minuto variou de acordo com o recurso coletado. As abelhas coletoras de néctar visitaram em média $15,5 \pm 0,44$ flores/minuto, enquanto as coletoras de néctar + pólen visitaram $12,5 \pm 0,31$ flores/minuto. A quantidade relativamente grande de flores visitadas por minuto evidencia uma das muitas características positivas de forrageamento das abelhas melíferas, que são a agilidade e a rápida movimentação durante a coleta, resultando na visita de muitas flores por dia (FREITAS, 2002).

Quando confrontado o tempo decorrido das abelhas coletoras de néctar e das abelhas coletoras de néctar + pólen, observou-se que as abelhas que coletavam exclusivamente néctar foram mais rápidas, levando menos tempo na flor, o que proporcionava uma visita a um maior número de flores por minuto, considerando a grande quantidade disponível de flores na área, essa característica pode ser bastante importante na polinização. Por outro lado, as abelhas que coletavam néctar + pólen passavam mais tempo na flor, e com isso tinham mais chance de transferir pólen para os estigmas.

3.1.4 Fidelidade a espécie vegetal

De acordo com a análise das cargas polínicas das abelhas melíferas foi possível observar total fidelidade a espécie vegetal em questão. Em todos os horários, as abelhas

coletadas possuíam 100% de sua carga polínica proveniente da soja, comprovando que naquele momento elas visitavam apenas essa cultura. A fidelidade de *Apis mellifera* as flores de soja também é relatada por outros autores (CHIARI *et al.*, 2005. A fidelidade de visitantes florais a uma única cultura é um indicativo de que este possa ser um eficiente polinizador. O resultado encontrado classifica a espécie como possuidora de algum dos pré-requisitos necessários de um potencial polinizador da cultura (FREE, 1993; FREITAS & PAXTON, 1996; FREITAS 1997).

3.2 Atividade e preferência das abelhas melíferas em duas variedades de soja com flores de cores diferentes

Os resultados mostraram que as abelhas *Apis mellifera* L. foram bastante frequentes no plantio das duas cultivares. A atividade nas flores de ambas as cultivares iniciou-se por volta das 7:00h, e perdurou até as 13:00h, quando então não foi mais visualizado abelhas nas flores (FIGURA 2).

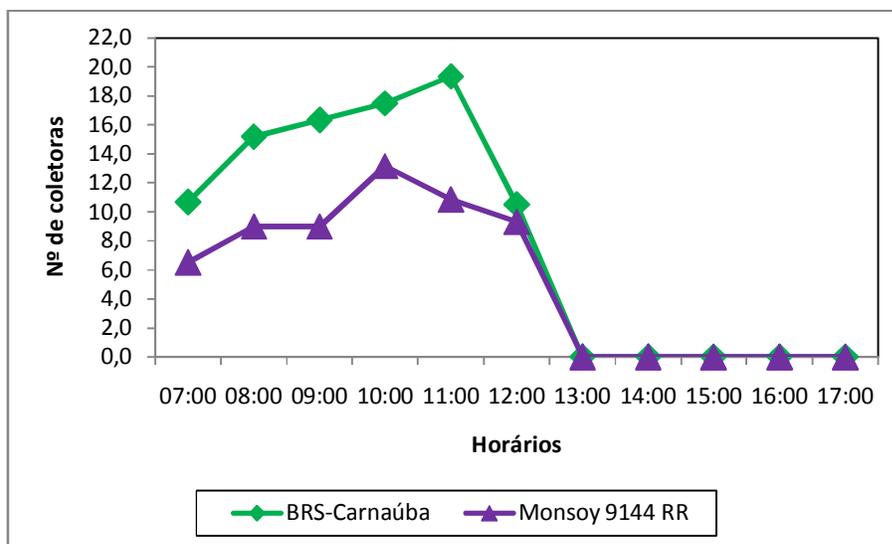


FIGURA 2: Atividade das abelhas *Apis mellifera* L. nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Apesar do número sempre maior de abelhas visitando as flores da variedade BRS-Carnaúba em relação a cultivar Monsoy 9144 RR em todos os horários, as análises

estatísticas não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) de preferência das abelhas por uma ou outra variedade (TABELA 1).

Tabela 1: Número de abelhas *Apis mellifera* L. em coleta de néctar, néctar + pólen e total de abelhas melíferas em duas variedades de soja tropical (*Glycine max* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte-CE. 2009.

Horário	BRS-Carnaúba			Monsoy 9144 RR		
	Néctar	Néctar + Pólen	Total	Néctar	Néctar + Pólen	Total
07:00	9,0 ± 3,4 a	1,7 ± 0,5 a	10,7 a	5,7 ± 2,4 a	0,8 ± 0,3 a	6,5 a
08:00	4,5 ± 0,8 a	10,7 ± 2,0 a	15,2 a	4,5 ± 1,4 a	4,5 ± 1,1 b	9,0 a
09:00	4,7 ± 0,8 a	11,7 ± 3,4 a	16,4 a	5,5 ± 0,9 a	3,5 ± 1,0 b	9,0 a
10:00	7,7 ± 1,4 a	9,8 ± 1,7 a	17,5 a	6,2 ± 1,3 a	7,0 ± 1,7 a	13,2 a
11:00	15,0 ± 2,2 a	4,3 ± 1,1 a	19,3 a	7,0 ± 1,7 b	3,8 ± 1,6 a	10,8 a
12:00	9,7 ± 1,2 a	0,8 ± 0,6 a	10,5 a	9,0 ± 1,8 a	0,3 ± 0,3 a	9,3 a
13:00	0	0	0	0	0	0,0
14:00	0	0	0	0	0	0,0
15:00	0	0	0	0	0	0,0
16:00	0	0	0	0	0	0,0
17:00	0	0	0	0	0	0,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha entre as respectivas colunas (Néctar/Néctar, Néctar+Pólen/Néctar+Pólen, Total/Total) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As atividades das abelhas nas flores das duas cultivares foram em busca de néctar e néctar + pólen, sendo o néctar o recurso mais coletado ($p < 0,05$) (FIGURA 3).



FIGURA 3: Abelha *Apis mellifera* L. com pólen na corbícula na flor de soja (*Glycine max*. (L.) Merrill) variedade BRS-Carnaúba “flor branca” (a) e coletando néctar na variedade Monsoy 9144RR “flor roxa” (b) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Quando analisado o número de abelhas individualmente para o recurso coletado, as análises demonstraram não haver diferenças significativas ($p > 0,05$) para a coleta de néctar em todos os horários que houve atividade das abelhas, exceto às 11:00h, horário em que o número de abelhas nas flores da variedade BRS-Carnaúba foi bem superior e diferente quando comparado com o número das visitas que recebia as flores da variedade Monsoy 9144 RR (FIGURA 4).

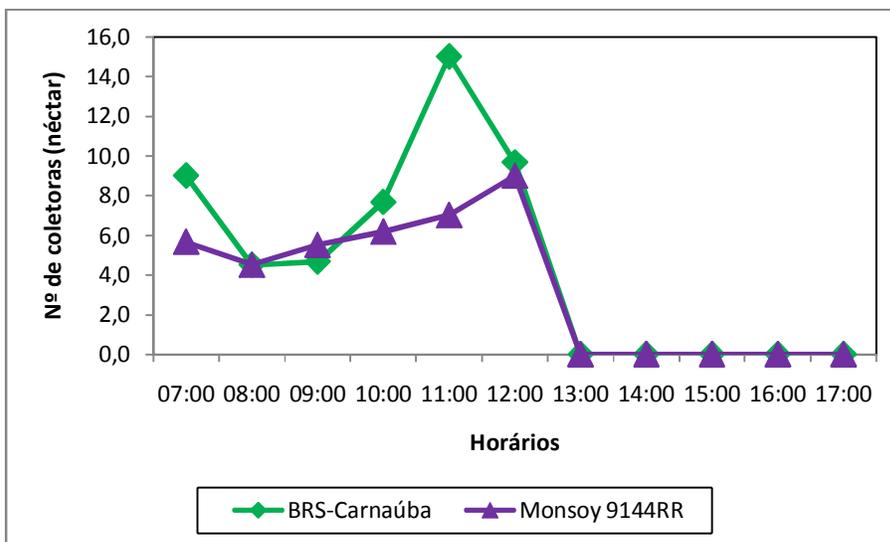


FIGURA 4: Número de abelhas *Apis mellifera* L. em coleta de néctar nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Em relação à coleta de néctar + pólen, o número de coletoras nos horários de 8:00 e 9:00h na cultivar de flores brancas, diferiu significativamente ($p < 0,05$) em comparação com o número de coletoras nas flores roxas (FIGURA 5). Esses resultados demonstram a preferência das abelhas pela cultivar BRS Carnaúba, quando avaliadas individualmente para o recurso coletado e assemelham-se aos obtidos por ERICKSON Jr. (1975) e VILA (1988), onde as cultivares de flores brancas obtiveram um maior número de visitas que variedades que possuíam flores de cores roxas. Entretanto, somente a cor da flor não é responsável pela atratividade de variedades de soja as abelhas, devendo-se considerar uma série de características florais, como: tamanho da flor; abundância das flores; produção de néctar e sequencia de floração (ERICKSON, 1975; ROBACKER *et al.*, 1982)

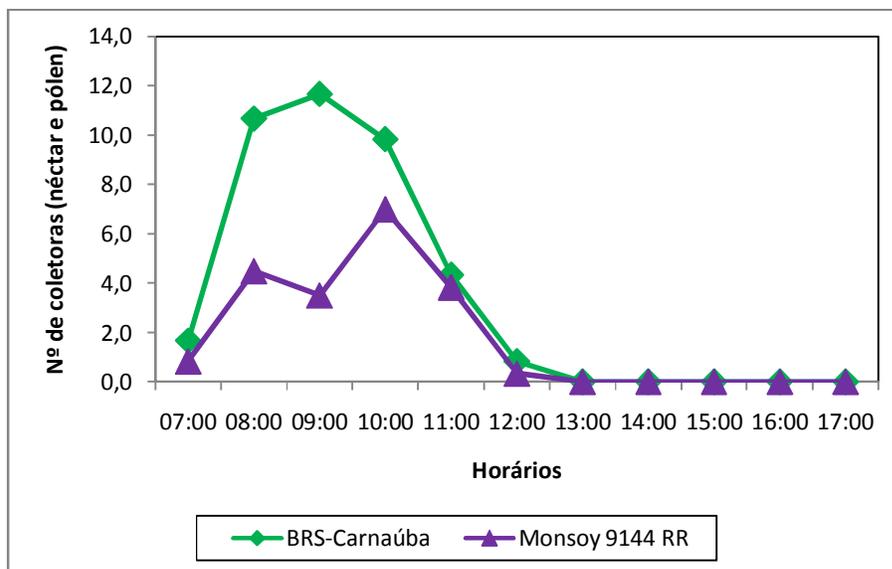


FIGURA 5: Número de abelhas *Apis mellifera* L. em coleta de néctar + pólen nas cultivares BRS-Carnaúba (flor branca) e Monsoy 9144 RR (flor roxa) ao longo do dia, em Limoeiro do Norte, Ceará.

3.3 Sugestão do período para aplicação de defensivos agrícolas

Nas três diferentes variedades observadas (BRS-Tracajá, BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR) verificou-se que as abelhas melíferas forrageavam exclusivamente no período da manhã, encerrando suas atividades por volta das 13:00 horas. Esse comportamento permite recomendar a realização de aplicações de controle de pragas e doenças no período da tarde e cedo da noite quando as abelhas não se encontram mais no cultivo, minimizando riscos de contaminação do mel ou mortalidade de abelhas usadas para polinização, bem como de possíveis abelhas melíferas existentes pelas redondezas.

Vale ressaltar, que o período de atividade de forrageamento de *Apis mellifera* L. nas variedades estudadas pode se comportar de forma totalmente diferente em outros locais, haja vista, que pode se tratar de ambientes com condições edafoclimáticas diferentes, áreas constituídas de outras espécies vegetais que possam a vir competir com a cultura da soja e até mesmo de plantios ocupados com muitos hectares da cultura.

4 - CONCLUSÕES

As variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tropicais (BRS-Tracajá, BRS-Carnaúba e Monsoy 9144 RR), mostraram-se atrativas para as abelhas melíferas e estas utilizam prontamente seus recursos florais.

As abelhas *Apis mellifera* L. concentram seu forrageamento no período da manhã, tanto para coleta de néctar quanto para a coleta de néctar + pólen, visitando uma maior quantidade de flores quando forrageando por néctar e permanecendo um maior tempo na flor quando coletando néctar + pólen.

Em função da concentração de forrageamento da abelha *Apis mellifera* no período da manhã, recomenda-se a realização de aplicações de controle de pragas e doenças no período da tarde e cedo da noite quando as abelhas não se encontram mais no cultivo, minimizando riscos de contaminação do mel ou mortalidade de abelhas usadas para polinização.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. 2011. Defensivos agrícolas movimentam US\$ 7,3 bilhões em vendas. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/03/29/defensivos-agricolas-movimentam-us7-3-bilhoes-em-vendas>>. Acesso em: 02 de jan de 2012.

AGROANALYSIS – A Revista de Agronegócios da FGV, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, ago. 2009.

AYERS, G. S. The Other Side of Beekeeping – April 2010. **Soybean, A Good Honey Plant Sometimes**. Disponível em: <http://www.americanbeejournal.com/site/epage/79434_828828.htm>. Acesso em: 28 set. 2010.

CHIARI, W. C. *et al.* Floral Biology and Behavior of Africanized Honeybees *Apis mellifera* in Soybean (*Glycine max* L. Merrill). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v.48, n.3, p. 367-378, 2005.

CRUZ, S. J. S. *et al.* Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado alagoas. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v. 22, n. 2, p. 195-199, abril/junho de 2009.

DADANT, C. **La colmena y la abeja melífera**. Hemisfério Sur, 1975.

ERICKSON, E. H. Effect of honey bees on yield of three soybeans cultivars. **Crop Sci.**, 15: 84-86. 1975.

ERICKSON Jr., E. H. Variability of floral characteristics influences honey bee visitation to soybean blossoms. **Crop Sci.**, v.15, p.767-771, 1975.

FÁVERO, A. C. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. 2000.

FERH, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80)

FRANCO, A. L. M. 1995. **Ecologia da polinização e biologia reprodutiva de sete espécies de *Phaseoleae* (Fabaceae)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 123 p. 1995.

FREE, J.B. 1993 **Insect pollination of crops**. 2° ed. Academic Press, Londres - Reino Unido. 684 pp.

FREITAS, B.M. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **J. Apic. Res.** 36(1): 15-22.

FREITAS, B.M. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14. , 2002b, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002.

FREITAS, B.M. & PAXTON, R.J. 1996 The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **J. Agric. Sci., Camb.** 126: 319-326.

GUEDES, R. S.; QUIRINO, Z. G. M.; GONÇALVES, E. P. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasilienses* Mart. Ex Benth (Fabaceae). **Revista Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 27-37. 2009.

HASSE, G. **O Brasil da soja – Abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: L & PM, 1996. 256p.

RIBEIRO, A. M. F.; COUTO, R. H. N. Polinização entomófila de soja (*Glycine max.*), cultivar conquista *In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA*, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande. 2002.

ROBACKER, D. C.; FLOTTUM, P. K.; SAMMATARO, D.; ERICKSON, Jr., E. H. Why soybeans attract honey bees? **Am. Bee J.**, 122 (7): 481-519. 1982.

ROMANO, A. Soja deve continuar sendo a principal fonte para produção de biodiesel no Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 agosto. 2010. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/soja-continuar-principal-fonte-producao-biodiesel-pais-110810.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

SANT'ANNA, A.; FERRAZ, J. V.; SILVA, M. L. M. da. **Agrianual 2010 – Anuário da Agricultura Brasileira**. Prol Editora Gráfica, 2009, 520 p.

VILA, V. P. V. **Efeito das abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja, *Glycine max* (L.) Merrill**. 1988. 58p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa.

WINSTON, N. L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003.

CAPÍTULO IV

O USO DE *Apis mellifera* L. NO INCREMENTO DE PRODUTIVIDADE DA SOJA cv. BRS-CARNAÚBA E SEU EFEITO NO TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA DAS SEMENTES

O uso de *Apis mellifera* L. no incremento de produtividade da soja cv. BRS-Carnaúba e seu efeito no teor de óleo e proteína nas sementes

RESUMO

A pesquisa foi conduzida entre os meses de julho a dezembro de 2009 com a cultivar tropical de soja BRS-Carnaúba (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigada por pivô central no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes, localizada na chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. O presente trabalho teve como objetivo investigar se a utilização da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) pode contribuir para incrementos de produtividade da cultura e se influenciam no teor de óleo e proteínas das sementes. A estimativa da produtividade constou de 4 tratamentos em áreas iguais de 10m²: T1 - área fechada por gaiola; T2 - área aberta para a visitação de insetos; T3 - área aberta com a introdução de colônias de *A. mellifera* na linha lateral do plantio e T4 - introdução de colônias de *A. mellifera* no centro do plantio. Na avaliação da produção individual por planta foram usados apenas os tratamentos T1, T2 e T3. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) dos tratamentos com a presença de abelhas em relação ao tratamento fechado, sendo a produção de 3.553,4kg/ha, 3.333,2kg/ha, 3.001,6kg/ha e 2.822,4 kg/ha para os tratamentos T4, T3, T2 e T1, respectivamente. Na produção por planta, o número médio de vagens foi $49,64 \pm 2,64$, $57,16 \pm 2,41$ e $59,60 \pm 2,71$; o número médio de grãos por planta foi $104,68 \pm 5,13$, $121,46 \pm 3,98$ e $127,42 \pm 5,95$; e o percentual de vagens com 3 grãos foi 18,65%, 20,43% e 23,72% para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente. Houve um aumento de 13,15% e 16,72% no número de vagens, e 13,82% e 17,85%, no número total de grãos dos tratamentos T2 e T3, em relação ao tratamento controle (T1). Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos quanto à altura de inserção da primeira vagem e do percentual de flores não vingadas, tendo o mesmo acontecido para o peso de mil sementes. Em relação ao teor de óleo e proteína não foi verificada diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os diferentes ensaios de polinização. Conclui-se que apesar da soja ser uma espécie autógama e apresentar uma produtividade acima de 2.800kg/ha nessas condições, a introdução de *A. mellifera* eleva significativamente essa produtividade,

principalmente por aumentar o percentual de vagens com três sementes vingadas. Também pode-se concluir que a disposição das colônias no centro ou linha lateral do cultivo não afeta a eficiência do trabalho das abelhas nas condições testadas, e o conteúdo de óleo e proteína dos grãos de soja não são influenciados pelo tipo de polinização.

Palavras-chave: Produção agrícola. Polinização da soja. Polinização por abelhas. Polinização agrícola.

Using *Apis mellifera* L. to increase soya bean cv. BRS-Carnaúba (*Glycine max* (L.) Merrill) productivity and its effect on oil and protein seed content

ABSTRACT

The research was carried out between July and December 2009 using the tropical soya bean cultivar BRS-Carnaúba (*Glycine max* (L.) Merrill) irrigated by center pivot in the irrigation district of Jaguaribe-Apodi, belonging to the agribusiness Faedo Sementes situated at the Apodi plateau, Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. The study aimed to investigate whether introducing honey bees (*Apis mellifera* L.) to soya bean plantations can contribute to increase crop productivity and if it has any effect on the oil and protein contents of the seeds. Estimation of productivity was obtained for 4 treatments in similar areas of 10m²: T1 – caged area; T2 – open area allowing insect visit to flowers; T3 – open area + introduction of *A. mellifera* colonies along the sideline of the plantation and T4 - open area + introduction of *A. mellifera* colonies in the center of the plantation. For the plant production evaluation only the treatments T1, T2 and T3 were used. There were significant ($p < 0,05$) differences between the productivity of treatments with bees to the caged one, which were 3,553.4kg/ha, 3,333.2kg/ha, 3,001.6kg/ha and 2,822.4 kg/ha to T4, T3, T2 and T1, respectively. In the treatments for production per plant, the mean number of pods was 49.64 ± 2.64 , 57.16 ± 2.41 and 59.60 ± 2.71 ; the mean number of seeds per plant was 104.68 ± 5.13 , 121.46 ± 3.98 and 127.42 ± 5.95 ; and the percentage of pods bearing three seeds was 18,65%, 20,43% and 23,72% to T1, T2 and T3, respectively. Houve um aumento de 13,15% e 16,72% no número de vagens, e 13,82% e 17,85%, no número total de grãos dos tratamentos T2 e T3, em relação ao tratamento controle (T1). There were significant ($p < 0,05$) differences between treatments regarding the height of first pod insertion, percentage of flowers not set and weight of a thousand seeds. There were no significant ($p > 0,05$) differences between treatments for oil or protein seed content. It is concluded that despite the soya bean be autogamous and reach productivity over 2,800kg/ha in such conditions, introducing *A. mellifera* to plantations increase significantly ($p < 0,05$) the crop productivity, especially for increasing the proportion of pods setting three seeds. It is also possible to conclude that placing the colonies along the margin of the crop or in its

Center does not interfere with the bees' efficiency under the conditions tested and the oil and protein content of the seeds is not affected by the type of pollination.

Key words: Bee pollination. Crop pollination. Crop production. Soya bean pollination.

1 - INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande importância econômica. No Brasil, por exemplo, o complexo da soja (grão, farelo e óleo) representa o principal gerador de divisas cambiais, com valores anuais que ultrapassam US\$ 20 bilhões (BRASIL, 2011). O valor econômico e o constante crescimento de mercados vem propiciando a expansão dessa cultura pelo país, tendo a mesma recentemente chegado às regiões Norte e Nordeste (AGUILA, 2005). Porém, esse crescimento acontece às custas do recrutamento de novas áreas para cultivo, ao invés de incrementos na produtividade, o que tem levado a sérios impactos de ordem ecológica e da conservação (FREITAS *et al.*, 2009).

Uma das principais razões que faz os produtores buscarem aumentos de produção por meio da expansão da área plantada é a existência de déficits de polinização que levam a cultura a produzir abaixo do seu potencial (VAISSIÈRE *et al.* 2011). A supressão deste déficit de polinização por meio da introdução de agentes polinizadores bióticos poderia elevar os níveis produtivos do cultivo diminuindo a pressão sobre as áreas de vegetação natural (ANONYMOUS, 2010).

No entanto, a soja é uma espécie autógama, com mecanismos que facilitam a autopolinização, o que geralmente dificulta a identificação de déficits de polinização já que a cultura consegue produzir em níveis economicamente viáveis, embora geralmente aquém do seu potencial real. Além disso, o massivo e generalizado uso de defensivos agrícolas no seu cultivo geralmente impede observar o efeito da polinização biótica na cultura, tanto devido aos efeitos letais quanto sub-letais sobre os visitantes florais (FREITAS & PINHEIRO, 2010; PINHEIRO & FREITAS, 2010). Mesmo assim, estudos tem comprovado que algumas espécies autógamas apresentam aumentos de produtividade quando recebem visitas de polinizadores bióticos (FREE, 1993; AIZEN *et al.*, 2008).

No caso particular da soja, vários são os trabalhos que sugerem aumentos na produção de vagens e/ou grãos quando as flores são visitadas por agentes polinizadores (CHIARI *et al.*, 2008; ERICKSON, 1975; FÁVERO, 2000; ISSA *et al.*, 1984). Porém, a cultivar de soja parece influenciar consideravelmente na resposta do cultivo à polinização biótica. ERICKSON (1975), nos EUA, testando três cultivares, observou

incrementos na produção de grãos da ordem de 14 e 16% em duas delas e nenhum incremento na outra. Por outro lado, ISSA *et al.* (1984), no Brasil, usando outras duas cultivares utilizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, obtiveram incrementos tão díspares quanto 9 e 81%. Não há estudos sobre a polinização biótica nas variedades cultivadas no Norte e Nordeste do Brasil.

No entanto, os estudos existentes baseiam-se invariavelmente na comparação de áreas abertas aos visitantes florais com outras cobertas para evitar as visitas, não permitindo geralmente conhecer as espécies visitantes nem a contribuição dada por cada uma delas. CHIARI *et al.* (2008) avaliando a espécie *Apis mellifera* L. constataram aumento de 37,84% em uma área coberta por gaiola com introdução de abelhas em relação a uma área coberta por gaiola sem a presença abelhas. No entanto, esse resultado deve ser visto com cautela, uma vez que o confinamento das abelhas a uma pequena área com limitada quantidade de flores não reproduz as condições que ocorrem no campo. Há a necessidade de estudos sobre esse assunto que sejam conduzidos em condições as mais próximas possíveis da realidade encontrada em áreas agrícolas.

Desta forma, o presente trabalho procurou investigar, a nível de campo, o efeito da polinização biótica realizada pela abelha *Apis mellifera* na produtividade e teor de óleo e proteína nos grãos da cultivar BRS-Carnaúba, uma das cultivares desenvolvidas para as regiões Norte e Nordeste do Brasil.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

2.1.1 Localização e período de estudo

A pesquisa foi conduzida em plantios de soja irrigados por pivô central no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes (05° 08' 72''S, 37° 59' 14''W e 30, 22 m de altitude em relação ao nível do mar) localizada na chapada do Apodi, Limoeiro do Norte – CE, situado na mesorregião do Jaguaribe, na microrregião do Baixo Jaguaribe. Os estudos foram desenvolvidos de julho a dezembro de 2009.

2.1.2 Clima

Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o clima da região é do tipo BSw'h', (semi-árido, com máximo de chuvas no outono e muito quente), onde as condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de 62% de umidade relativa do ar, 720 mm de precipitação pluvial e 28,5°C de temperatura, sendo o trimestre março-maio, o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco (DNOCS,2011).

2.1.3 Variedade e área de estudo

A variedade utilizada foi a BRS-Carnaúna, cultivar desenvolvida em 2005 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), juntamente com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Corredor de Exportação Norte “Irineu Alcides Bays” (FAPCEN) e, veio para atender a demanda das regiões Norte e Nordeste.

A área de estudo foi constituída por dois pivôs centrais, na primeira área foram montados os tratamentos fechados por gaiolas, aberto e aberto com introdução de

abelhas melíferas na linha lateral. Já no segundo pivô foram feitas as marcações do tratamento aberto com introdução de abelhas melíferas no centro do plantio (FIGURA 1).

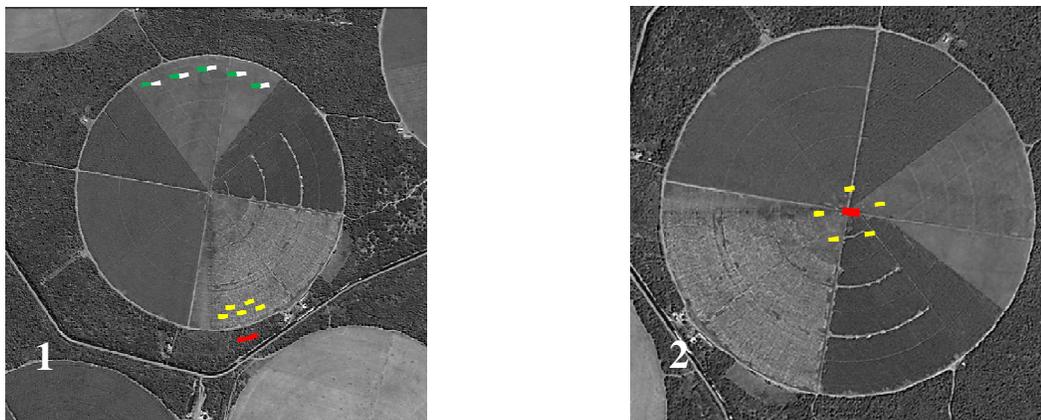


Figura 1: Pivôs plantados com soja (*Glycine max.* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará, 2009. (1) pivô com três tratamentos: áreas amarelas (áreas consideradas abertas com introdução de colônias de *Apis mellifera* L. na linha lateral; áreas verdes (área aberta); áreas brancas (área fechada), (2) pivô com um tratamento: áreas amarelas (áreas consideradas abertas com introdução de colônias de *Apis mellifera* L. no centro da cultura. Os traços em vermelho significa o local de instalação do apiário (oito colônias cada).

2.2 Colônias experimentais

As colônias utilizadas no experimento foram fornecidas pela empresa Altamira Apícola Com. Rep. Importação e Exportação. As colméias modelo Langstroth eram habitadas por colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.), de origem e grau de mestiçagem desconhecido, mas muito bem adaptadas às condições ambientais da região e em bom estado sanitário.

Teve-se o cuidado de selecionar colônias com população uniforme e em bom estado populacional, contendo de 6 a 8 quadros com crias e de 2 a 4 quadros com alimento.

Chegando ao local do experimento, cada colmeia foi instalada sobre cavaletes, permanecendo a uma altura aproximada de 50 cm do solo. Dois apiários foram montados em pivôs diferentes, sendo um no centro do plantio e outro na linha lateral, cada qual contendo 8 colmeias. As colmeias foram dispostas em filas simples, com uma distância de aproximadamente 2 metros de uma para a outra.

2.3 Componentes da produção

Os componentes da produção foram obtidos de duas formas: uma através da produção (kg) por área e a outra em plantas individuais coletadas dentro de cada área.

2.3.1 Produção (kg) por área

O experimento constou de 4 tratamentos com cinco repetições, sendo: (T1 e T2) áreas abertas com introdução de abelhas melíferas no centro e na linha lateral do plantio; (T3) área aberta para a visitação irrestrita; e (T4) área fechada por gaiola, impedindo toda e qualquer visitação de agentes polinizadores. A intenção de se usar formas diferentes da disposição das colônias foi a de observar até que ponto a competição com outras espécies de plantas poderia interferir na ação polinizadora das abelhas na cultura alvo. Um total de 16 colônias foi utilizado para os tratamentos com introdução de abelhas melíferas, sendo oito para cada tratamento. Cada área contou com 18 m² (3,0 x 6,0 x 1,5m).

Na área fechada por gaiola, dias antes do início do florescimento foram montadas as estruturas e cobertas com tela de nylon (FIGURA 2). Em cada repetição da área aberta e nas áreas abertas com introdução de abelhas foram apenas delimitadas áreas usando canos em PVC. As colônias foram introduzidas no plantio quando 10 a 20% das plantas se encontravam no início do florescimento, conforme JAY (1986), que na soja é caracterizado por uma flor aberta em qualquer nó da haste principal (FERH & CAVINESS, 1977) (estádio R1). Vale ressaltar que cada área aberta foi demarcada imediatamente ao lado da área fechada com gaiola, assim minimizando ao máximo as diferenças entre as áreas. As áreas delimitadas no tratamento aberto com introdução de abelhas encontravam-se a aproximadamente 40 a 60 metros das colônias, distância dentro da recomendada por GARY (1978), como área de maior concentração de forrageamento de abelhas melíferas. A área em que foi instalado o apiário no centro do cultivo se encontrava em outro “pivô”.



Figura 2: Gaiolas de tela de náilon (3,0 x 6,0 x 1,5m) montadas sobre a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) impedindo a visitação de agentes polinizadores em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Ao término do florescimento da cultura, as gaiolas foram desmontadas e substituídas por marcações em cano PVC, que permaneceram até a data da colheita.

Para fins de análise, a área das bordas foi descartada, perfazendo uma área de 10 m² para cada parcela. Posteriormente, a área inicial (10m²) foi extrapolada para 10.000 m², obtendo-se então a produção correspondente para 1 hectare. A produção foi obtida após a debulha, limpeza, peneiração e pesagem dos grãos colhidos.

A classificação das sementes foi realizada após a peneiração dos grãos em peneiras com diferentes tamanhos de crivos, que variou de 18/64 a 14/64 de polegada. Preconizou-se as sementes retidas nas peneiras 18/64 e 17/64 de polegada como grandes, as médias como os grãos retidos nas peneiras 16/64 e 15/64 de polegada e as pequenas, aquelas que ficaram acumuladas na peneira 14/64 de polegada.

2.3.2 Produção e caracteres avaliados por planta

Diferentemente do experimento anterior, a avaliação na produção e dos caracteres avaliados por planta constou apenas de 3 tratamentos: área aberta com introdução de abelhas na linha lateral, área aberta para a visitação irrestrita e área fechada por gaiola.

De cada repetição (área) em cada tratamento foram marcadas aleatoriamente 10 plantas para serem analisadas individualmente em relação à quantidade de vagens com

uma, duas e três sementes, quantidade total de vagens, total de grãos e altura de inserção da primeira vagem (AIPV), perfazendo assim um total de 50 plantas por tratamento.

Foram retiradas ainda amostras e realizadas pesagens em cada tratamento para a determinação do peso de mil sementes (PMS) de acordo com as Regras de análise de sementes (BRASIL, 2009)

Somado a isso, foi quantificado o percentual de flores não vingadas (PFNV). Esse percentual foi obtido pela razão entre o número de vagens colhidas e o número de flores emitidas por planta. Vale ressaltar que o número de flores emitidas por planta foi obtido através da contagem diária em um metro linear da cultura, com um total de 14 plantas.

2.4 Quantificação do teor de óleo e proteína das sementes

Após a colheita, limpeza e pesagem dos grãos colhidos, foram amostradas 400 sementes nas repetições de cada parcela (aberta com introdução de abelhas na linha lateral, área aberta e área fechada com gaiola) e em seguida homogeneizadas, compondo assim uma amostra composta representativa de cada ambiente. A partir das amostras compostas das sementes formaram-se sub-amostras que foram divididas em três repetições para a melhor confiabilidade dos resultados.

Para análise do teor de óleo, foram utilizados 2g de sementes moídas como amostra por repetição e envolvidas em papel de filtro, sendo então colocadas em aparelho “Soxlet” de extração etérea, por um período de oito horas (AOCS, 1972).

O conteúdo protéico de cada tratamento foi obtido após maceração de 40 mg de cada sub-amostra, sendo então extraídas as proteínas com 1 mL de NaOH a 0,1M, e logo em seguida quantificada por espectrofotometria (BRADFORD, 1976).

2.5 Análise dos dados

Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SAS versão 9.1 (2003). A produção total em cada tratamento, o peso de mil sementes (PMS), a altura de inserção da primeira vagem (AIPV), o percentual de flores não vingadas (PFNV) e o percentual de óleo e proteína foram submetidos ao estudo de análise de variância pelo procedimento ANOVA. Quando constatados efeitos significativos, as médias foram comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

Os dados referentes a número de sementes por vagem, quantidade total de vagens e quantidade total de grãos foram analisados por meio do teste de Qui-quadrado para verificar as diferenças obtidas entre as variáveis em função dos diferentes tratamentos de polinização.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Componentes da produção

3.1.1 Produção por área

Após a extrapolação da área inicial, obtiveram-se as seguintes médias com seus respectivos erros-padrões da produção dos diferentes tratamentos realizados (TABELA 1).

Tabela 1: Produção total e classificação das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em três tratamentos de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Tratamento	Produção (kg/ha)			Total
	sementes grandes	sementes médias	sementes pequenas	
Introdução de abelhas (centro)	92,2 ± 12,24 b	2202,8 ± 112,18 a	1258,4 ± 29,71 a	3553,4 a
Introdução de abelhas (lateral)	502,8 ± 42,84 a	2249,2 ± 25,44 a	581,2 ± 22,79 b	3333,2 ab
Área aberta	342,4 ± 25,23 a	2047,6 ± 71,90 ab	611,6 ± 12,67 b	3001,6 bc
Área fechada	479,2 ± 71,67 a	1824 ± 53,70 b	519,2 ± 45,09 b	2822,4 c

Valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente a $p < 0,05$.

As análises estatísticas mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A área aberta com introdução de abelhas melíferas no centro do plantio mostrou um maior incremento na produção ($p < 0,05$) quando comparado aos tratamentos da área aberta e da área fechada por gaiola. A produção de 3553,4 Kg/ha representou um aumento de 18,3% e 25,8% em relação à área aberta e a área fechada por gaiola, respectivamente. Apesar da área aberta com introdução de colônias de *Apis mellifera* L. no centro apresentar uma produção superior em 6,6%, quando comparado com o tratamento aberto com introdução de abelhas na linha lateral, as análises não mostraram diferenças significativas entre elas ($p > 0,05$).

A produção média de 3333,2 kg/ha na área aberta com introdução de abelhas na linha lateral foi estatisticamente superior ($p < 0,05$) aos 2822,4 kg/ha produzidos na área fechada por gaiola, porém não diferiu ($p > 0,05$) dos 3001,6 kg/ha registrados na área aberta. Por sua vez, o tratamento aberto não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) do tratamento em que as plantas se encontravam privadas de agentes polinizadores.

O tratamento fechado confirmou que a soja var. BRS-Carnaúba é uma cultura que possui capacidade de autopolinização e produziu comercialmente acima de 2.800 kg/ha independentemente de agentes bióticos. Tal resultado associado com o alto uso de pesticidas pode explicar porque nunca se tem a preocupação com a introdução de polinizadores por parte dos sojicultores. Entretanto, um aumento médio de 6,3%, em áreas onde visitantes florais nativos tiveram livre acesso às flores mostrou que esta cultura se beneficia desses agentes polinizadores bióticos. De fato, estudos recentes mostram que plantas autógamas também parecem ter a produção de frutos e sementes aumentadas devido à ação de animais que maximizam a autopolinização (FREE, 1993; AIZEN *et al.*, 2008).

Convertendo os dados de produção obtidos nos diferentes tratamentos para sacas (60kg)/ha, as áreas aberta com introdução de abelhas no centro e aberta com introdução de abelhas na linha lateral obtiveram um total de 59,22 e 55,55 sacas (60kg)/ha, respectivamente. Considerando a produção obtida na área que possuía abelhas no centro em relação à área aberta e área fechada, houve um acréscimo de 9,2 sacos/ha para a primeira, e 12,18 sacos/ha para área que restringia a visita de qualquer agente polinizador (FIGURA 3)

A introdução de colônias de abelhas melíferas em plantações de soja aumentando a produtividade em 25,8 e 18,0% em relação às áreas fechadas não apenas parece confirmar a importância dos polinizadores bióticos na polinização desta cultura, mas também revela um déficit de polinização de 18,3 e 11,0%, como definido por VAISSIÈRE *et al.* (2011), na plantação de soja em geral, representada aqui pelas áreas abertas (TABELA 2).

Tabela 2: Percentual de incremento de produção entre os diferentes ensaios de polinização realizados na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009

Tratamento	% incremento			
	Abelhas (centro)	Abelhas (lateral)	Aberta	fechada
Introdução de abelhas (centro)	–	6,6	18,3	25,8
Introdução de abelhas (lateral)	6,6	–	11,0	18,0
Área aberta	18,3	11,0	–	6,3
Área fechada	25,8	18,0	6,3	–

Produtividades semelhantes a essa já foram encontradas em outras variedades por outros autores (ERICKSON, 1975; ERICKSON *et al.*, 1978; ISSA, 1984; CHIARI *et al.*, 2005, 2008). No entanto, parece haver variedades que respondem pouco a presença de abelhas, conforme constatado por SHEPPARD *et al.* (1979, *apud* DELAPLANE e MAYER, 2000) e ERICKSON (1975) em uma variedade cleistógama.

Diferentemente do sugerido por JAY (1986) e FREE (1993), que as abelhas quando introduzidas para serviços de polinização no centro da área influenciariam mais positivamente no incremento da produção, no presente trabalho não se observou diferença em relação a esse aspecto. A semelhança na produção entre as áreas que possuíam abelhas no centro e na linha lateral do plantio demonstraram que ambas as formas de distribuição das colônias foram eficazes em gerar maiores produções. Trabalho semelhante foi desenvolvido por SOUZA (2004), avaliando duas formas de distribuição de colônias, no centro e na linha lateral, em cultivo de melão (*Cucumis melo* L.), que da mesma forma do nosso trabalho, não apresentou diferenças na produção. Provavelmente as condições de vegetação e clima da caatinga, onde há um período muito seco e conseqüentemente uma menor oferta de alimento (néctar e pólen) no segundo semestre do ano (FREITAS, 1996), faz com que as abelhas não tendo outras opções de campo, se direcionem para a cultura, independentemente de instaladas na linha lateral ou no centro do plantio.

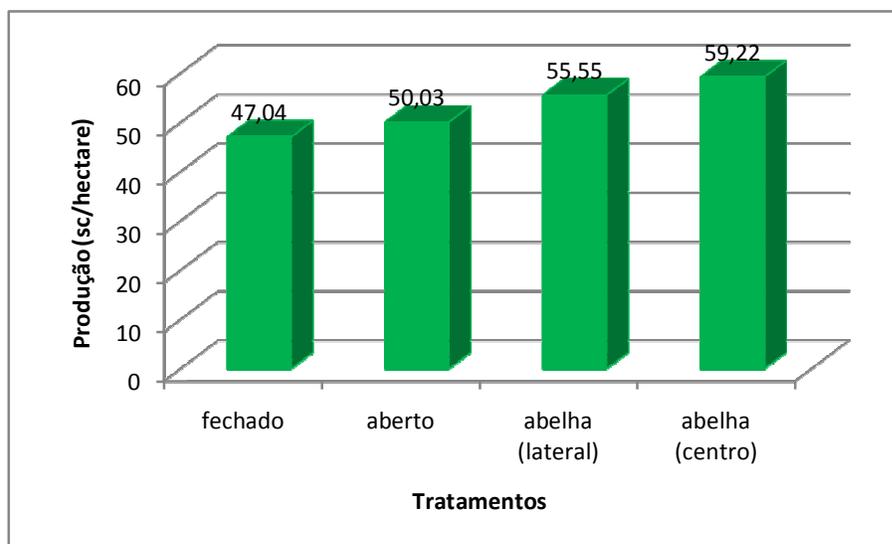


FIGURA 3: Produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sacas (60kg)/ha dos diferentes ensaios de polinização realizados em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Em relação ao tamanho das sementes obtidas nos diferentes tratamentos, observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) do tratamento aberto com introdução de abelhas no centro do plantio em relação aos tratamentos aberto com introdução de abelhas na linha lateral, aberto e da área fechada, quando se refere ao tamanho de sementes grandes e pequenas (TABELA 1). A maior produção e o maior percentual de sementes obtidas em todos os tratamentos foram das classificadas como médias, porém a produção nas áreas que apresentavam abelhas foi estatisticamente superior ($p < 0,05$) a área fechada por gaiola. A área com introdução de abelhas na linha lateral não diferiu ($p > 0,05$) da área aberta, que por sua vez não diferiu ($p > 0,05$) da área fechada por gaiola.

3.1.2 Produção e caracteres avaliados por planta

Os resultados mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. As áreas em que foram introduzidas abelhas melíferas produziram uma maior quantidade de vagens e grãos do que as áreas fechadas, onde as flores eram impedidas da visitação de insetos (TABELA 3). Houve um aumento de 13,15% e 16,71% no número de vagens, e 13,81 e 17,84% no número total de sementes dos tratamentos aberto e aberto com introdução de abelhas, em relação ao tratamento controle. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por outros autores (VILA, 1988; FÁVERO, 2000)

Quando comparado o número total de vagens e grãos das plantas das áreas com introdução de abelhas e plantas das áreas abertas, e plantas das áreas abertas com plantas das áreas fechadas nenhuma diferença significativa foi observada.

Considerando o número de sementes por vagem, existiram diferenças significativas no número de vagens com uma, duas e três sementes dentro de cada tratamento. Em todos os tratamentos o número de vagens com duas sementes foi significativamente maior do que aqueles com uma e três sementes, por sua vez o número de vagens com três sementes foi maior do que aquele com uma.

Comparando as vagens com o mesmo número de sementes entre tratamentos foi observada diferença significativa para vagens com uma e três sementes, mas não para vagens com duas sementes. Os dados mostraram que de 2/3 a 3/4 das vagens vingadas

por uma planta de soja contém duas sementes e não depende de visitantes florais, mas plantas acessíveis aos visitantes florais, ou que estavam disponíveis a visita de abelhas melíferas produziram significativamente mais do que aquelas, nas quais a visitação não foi permitida.

Plantas em área com colônias de *Apis mellifera* contiveram significativamente mais vagens de uma semente do que em área engaiolada, e isso pode explicar parcialmente o aumento de produtividade observado entre os dois tratamentos. No entanto, isso não pode explicar por si só uma diferença superior em 18,0% na produtividade, especialmente porque as plantas da área livre que também produziram uma colheita significativamente menor do que em área com colônias de abelhas melíferas não diferiu desta em número de vagens de uma semente.

A principal diferença entre os tratamentos foi observada em número de vagens de três sementes vingadas por planta. Parece que as abelhas melíferas foram capazes de vingar um número maior de vagens de três sementes do que os visitantes naturais ou mesmo do que as flores que apenas se autopolinizaram. ISSA *et al.* (1984) já haviam sugerido a possibilidade de aumento de vagens com 3 sementes na presença de abelhas.

Ainda em relação a isso, o fato da liberação de pólen ocorrer quando a flor ainda se encontra fechada, provoca a distribuição aleatória de pólen sobre o longo pistilo polinizando a flor. Entretanto, em algumas ocasiões, este mecanismo de autopolinização pode falhar em deixar grãos de pólen, vivos e viáveis, suficientes na superfície receptiva do estigma, e assim esta flor não vingará de modo algum ou a vagem apresenta apenas uma ou duas sementes. Parece que o último caso acontece na maioria das vezes, porque vagens de duas sementes representam mais do que 66% de todas as vagens produzidas por planta (TABELA 3).

Aparentemente, alguns visitantes florais como a abelha *Apis mellifera* ajudam a distribuir melhor os grãos de pólen sobre a superfície estigmática quando forçam sua parte ventral do abdômen contra o estigma, contribuindo principalmente para vingar a terceira semente em algumas vagens, mas também uma primeira semente em algumas flores, que caso contrário falhariam na formação da vagem.

Em relação ao peso das sementes provenientes dos três ensaios de polinização quando obtido através do peso de mil sementes (PMS), as áreas fechadas apresentaram sementes mais pesadas do que no tratamento que possuía abelhas, porém não diferindo

da amostra das sementes da área do tratamento aberto (TABELA 4). Resultados semelhantes foram verificados por FÁVERO (2000).

No que se refere à altura de inserção da primeira vagem (AIPV), foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) das plantas das áreas fechadas em relação às plantas das áreas abertas e das áreas com presença de abelhas (TABELA 4). Isso pode estar associado ao fato da existência de polinizadores nativos e a constante presença de abelhas melíferas no plantio de soja, assim aparentemente as flores da base foram devidamente polinizadas, dando origem a vagens e conseqüentemente grãos. As alturas registradas da inserção da primeira vagem encontram-se dentro do intervalo registrado em plantas de soja em várias cidades do Norte e Nordeste do Brasil (AGUILA, 2005).

O percentual de flores não vingadas de 88,9% registrado nas plantas da área fechada por gaiola foi superior ($p < 0,05$) aos 87,22 e 86,67% dos tratamentos que possuíam abelhas e da área aberta, respectivamente (TABELA 4). Esses valores estão de acordo com FREE (1993), que menciona que o percentual de aborto em algumas variedades pode exceder a 75% e corroboram com o de CHIARI *et al.*, (2005), onde as flores que foram privadas da ação de insetos obtiveram percentual de aborto mais elevado que as plantas que possuíam flores mantidas livres, não evitando a ação de agentes polinizadores.

Tabela 3: Produção total de vagens, grãos e número total de vagens com uma, duas e três sementes na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em três diferentes ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Tratamentos	Nº de plantas	Total vagens		Total 1 semente		Total 2 sementes		Total 3 sementes		% Total	Total grãos
		$\bar{X} \pm e.p.m$		$\bar{X} \pm e.p.m$	(%)	$\bar{X} \pm e.p.m$	(%)	$\bar{X} \pm e.p.m$	(%)		$\bar{X} \pm e.p.m$
Presença de abelhas	50	59,6 ± 2,71 a		5,92 ± 0,51 Ca	9,93	39,54 ± 1,95 Aa	66,34	14,14 ± 1,10 Ba	23,72	100	127,42 ± 5,95 a
Área aberta	50	57,16 ± 1,87 ab		4,54 ± 0,47 Cab	7,94	40,94 ± 1,54 Aa	71,62	11,68 ± 0,85 Bb	20,43	100	121,46 ± 3,98 ab
Área fechada	50	49,64 ± 2,64 b		3,86 ± 0,40 Cb	7,78	36,52 ± 2,29 Aa	73,57	9,26 ± 0,51 Bb	18,65	100	104,68 ± 5,13 b

Valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem significativamente a $p < 0,05$.

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem significativamente a $p < 0,05$.

Tabela 4: Peso de mil sementes (PMS), Altura de inserção de primeira vagem (AIPV) e percentual de flores não vingadas (PFNV) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba em três ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Tratamentos	Nºplantas	PMS (g)	AIPV (cm)	% PFNV
		$\bar{X} \pm e.p.m$	$\bar{X} \pm e.p.m$	$\bar{X} \pm e.p.m$
Presença de abelhas	50	124,13 \pm 1,66 b	19,02 \pm 0,41 ab	86,67 \pm 0,60 b
Área livre	50	129,4 \pm 1,15 ab	18,56 \pm 0,43 b	87,22 \pm 0,41 ab
Área fechada	50	132,57 \pm 2,04 a	20,04 \pm 0,43 a	88,9 \pm 0,59 a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente a $p < 0,05$.

3.2 Quantificação do teor de óleo e proteína das sementes

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os três diferentes ensaios de polinização realizados (TABELA 5). Os resultados sugerem que as sementes advindas dos diferentes tratamentos possuem percentuais de óleo e proteína equivalentes e que os mesmos não influenciaram em relação a essa característica.

Tabela 5: Percentual de óleo e proteína de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cv. BRS-Carnaúba dos três diferentes ensaios de polinização em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

Tratamentos	n	% óleo	% proteína
		$\bar{X} \pm e.p.m$	$\bar{X} \pm e.p.m$
Presença de abelhas	3	21,5 \pm 0,29 a	47,89 \pm 2,22 a
Área livre	3	22,00 \pm 0,29 a	40,13 \pm 2,65 a
Área fechada	3	21,83 \pm 0,83 a	43,99 \pm 0,82 a

Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem significativamente a $p < 0,05$.

Resultado diferente foi obtido em cultivo de mamona (*Ricinus communis* L.), onde RIZZARDO (2007) verificou um maior rendimento de óleo em cachos produzidos numa área com introdução de abelhas *Apis mellifera* quando comparado a uma área sem introdução de colônias.

Em relação ao percentual de proteína, nosso trabalho difere do realizado por MORETI *et al.* (1994) trabalhando com o feijão, onde sementes resultantes de flores polinizadas por abelhas apresentaram um maior percentual de proteína quando comparada com sementes advindas de flores sem polinização efetuada por abelhas.

Em soja são escassas as informações sobre a influência da polinização em características inerentes as suas sementes, apenas RIBEIRO e NOGUEIRA-COUTO (2002) encontraram uma maior produção de sementes viáveis (66,17%) quando resultantes de flores visitadas por abelhas do que pelas não visitadas (33,83%).

4 - CONCLUSÕES

Conclui-se que apesar da soja ser uma espécie autógama, a presença de polinizadores bióticos propicia incrementos de produtividade, embora ainda inferiores ao potencial de produção das plantas.

A introdução de *Apis mellifera* pode contribuir para maximizar a produção, sendo esse aumento proporcionado pela maior formação de vagens com três sementes.

Os percentuais de óleo e proteína das sementes de soja não são influenciados pelo tipo de polinização.

5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, R. M. D. *et al.* **BRS Carnaúba, nova cultivar de soja para a Região Norte e Nordeste do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 180).

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

ANONYMOUS. Editorial - How to feed a hungry world. **Nature**, v 466, n. 7306, p. 531-532, 2010.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantifications of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p.248-254, 1976.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Exportação**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/exportacao>>. Acesso em: 07 de fev. 2011.

CHIARI, W. C. *et al.* Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v.48, n.1, p. 31-36, 2005.

CHIARI, W. C. *et al.* Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica (*Glycine max* (L.) Merrill) Roundup Ready cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Sci. Agron.**, v.30, n.2, p. 267-271, 2008.

DELAPLANE, K. S. ; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

DNOCS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS). **Perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi. 2011.** Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html>. Acesso em: 20 jun. 2011.

ERICKSON, E. H. Effect of honey bees on yield of three soybean cultivars. **Crop Science**, v. 15, p. 84-86, jan./feb. , 1975.

ERICKSON, E. H *et al.* Honey bee pollination increases soybean yields in the Mississippi Delta Region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v.71, p. 601-603, 1978.

FÁVERO, A. C. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA,13., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FREITAS, B. M. & PINHEIRO, J. N. 2010. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14: 282-298.

FERH, W. R. ; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

GARY, N. E. ; WITHERELL, P. C. ; MARSTON, J. Distribution and foraging activities of honey bees during almond pollination. **J. Apic. Res.**, v.17, p. 188-194, 1978.

ISSA, M. R. C. *et al.* Ensaio de polinização em soja (*Glycine max*) por abelhas *Apis mellifera* L. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., CONGRESSO LATINO AMERICANO, 3., Viçosa, 1984. **Anais...** Viçosa/MG, 1984.

JAY, S. C. Spatial management of honey bee on crops. **Ann. Rev. Entomol.**, v.31, p.49-65, 1986.

MORETI, A. C. de C. C.; SILVA, R. M. B.; SILVA, E. C. A. *et al.* Polinização do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) efetuada por *Apis mellifera* L. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.51, n.2, p.119-124. 1994.

PINHEIRO, J. N. & FREITAS, B. M. 2010. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14: 266-281.

RIBEIRO, A. de M. F.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Conquista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, 2002. **Anais...** Campo Grande, MS: 2002. p.26.

RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura.** 2007. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

VAISSÉRE, B. E. ; FREITAS, B. M. ; GEMMIL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use.** Roma: FAO/Publishing Policy and Support Branch, 2011.

VILA, V. P. V. **Efeito das abelhas africanizadas , *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 58f. 1988. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1988.

CAPÍTULO V

Potencial produtivo e análise de multiresíduos de pesticidas no mel de abelhas melíferas oriundo de cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)

Potencial produtivo e análise de multiresíduos de pesticidas no mel de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) oriundo de cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo investigar o potencial de produção de mel por colônias de abelhas *Apis mellifera* L. em plantio de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), bem como analisar o mel proveniente da cultura quanto a existência de resíduos de pesticidas. A pesquisa foi realizada no Distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. No centro de um plantio de 50 ha de soja cv. Monsoy 9144RR foi instalado um apiário constituído de oito colmeias, modelo Langstroth, povoadas por colônias populosas de *A. mellifera*. Cada colônia recebeu uma melgueira vazia previamente pesada contendo quadros com cera puxada, que ao final da floração, 30 dias depois, foi novamente pesada, sendo então obtida a produção individual de cada colônia e a produção total do apiário. Do plantio ao final da floração, todos os pesticidas aplicados na soja foram registrados em uma ficha de controle. O mel produzido foi submetido à análise melissopalínológica para a determinação da sua origem floral, sendo também analisado para a detecção de possíveis resíduos de pesticidas. Todas as colônias apresentaram produção, sendo a média de $10,1 \pm 0,86$ kg de mel/colônia em apenas 30 dias. As análises melissopalínológicas comprovaram sua origem floral como proveniente da soja. Nenhum composto de pesticida foi detectado no mel produzido. Concluiu-se que as áreas de cultivo de soja apresentam bom potencial para a exploração apícola com fins de produção de mel e que é possível produzir mel livre de contaminantes em plantios de soja.

Palavras chave: Mel de soja. Resíduos no mel. Produção de mel. Resíduos de pesticidas.

Productive potential and multiresidual analyses of pesticides in the honey produced by honey bees (*Apis mellifera* L.) from soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) plantation

ABSTRACT

The present work aimed to investigate the productive potential for honey production by honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in a soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) plantation, as well as to analyse the honey produced for pesticide residues. The research was carried out in the irrigation district of Jaguaribe-Apodi, in the county of Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. An apiary made up of eight Langstroth hives containing strong honey bee colonies was placed in the center of a 50 ha of soya bean cv. Monsoy 9144RR plantation. Each colony had an empty super filled with ten drawn combs and previously weighted. After blooming, 30 days later, each super was weighted again and the honey production of each colony and the whole apiary obtained. All pesticides applied from sowing to the end of blooming were recorded in a control sheet. The honey harvested was sent for melissopalynological analyses to determine its floral origin as well as to multiresidual analyses for pesticide residues screening. Results showed that all colonies produced honey, in average 10.1 ± 0.86 kg of honey/colony in only 30 days. The melissopalynological analyses showed a soya bean origin to the honey. No pesticide compound was detected in the honey. It was concluded that areas cultivated with soya bean have a good potential for apiculture aiming honey production and that it is possible to produce honey free of pesticide contaminants in soya bean plantations.

Key words: Soya bean honey. Residues in honey. Honey production. Pesticide residues.

1 – INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) encontra-se em plena expansão. Na safra 2009/2010, ocupou uma área de mais de 21,7 milhões de hectares, com projeções de aumento para 26,8 milhões de hectares para safra 2019/2020 (BRASIL, 2010a). Atualmente, a sua expansão predomina em regiões com latitudes menores que 10°, compreendendo parte do Norte e Nordeste do Brasil, especialmente nos Estados do Tocantis, Pará, Maranhão e Piauí. (AGUILA, 2005; CRUZ *et al.*, 2009). Essa ampliação de cultivos de soja pelo país está sendo possível devido a existência de novas variedades adaptadas as regiões.

Por outro lado, a atividade apícola no Nordeste do Brasil vem ganhando destaque e desempenhando importante função na geração de emprego e renda (SOUZA, 2010). Seu sucesso em grande parte está diretamente relacionado com o aproveitamento de floradas silvestres, que nos últimos anos vem se tornando cada vez mais escassas no Brasil e no mundo. Desta forma, o desenvolvimento da apicultura vem ficando cada vez mais dependente de culturas agrícolas (RISSATO, 2006).

No que se refere à soja, vários são os relatos de abelhas nas suas flores, principalmente da espécie *Apis mellifera* L. (JAYCOX, 1970; FREE, 1970, 1993; RUST *et al.*, 1980; FÁVERO, 2000; CHIARI, 2005). A constante presença dessa abelha é decorrente da existência de nectários bem desenvolvidos nas flores e da produção de néctar de boa qualidade (ROBACKER, *et al.*, 1983; VILA, 1988).

Entretanto, apesar da existência de extensas áreas plantadas e informações de visitas de abelhas melíferas às suas flores, os plantios de soja não são explorados para atividade apícola, possivelmente devido à intensa utilização de defensivos agrícolas que causariam o extermínio das colônias e a possibilidade de produção de um mel contaminado, pondo em risco a saúde dos consumidores.

No que se refere às variedades adaptadas as regiões Norte e Nordeste do Brasil são escassas as informações da presença de abelhas nas suas flores, muito menos ainda a respeito de produção de mel a partir da cultura.

Desta forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de produção de mel por colônias de abelhas *Apis mellifera* L. em plantio de soja, bem como, investigar o mel produzido quanto a contaminações por pesticidas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

2.1.1 Localização

A pesquisa foi realizada em um plantio de 50 hectares de soja irrigado por pivô central, no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, pertencente à agroempresa Faedo Sementes. A empresa está situada na chapada do Apodi no município de Limoeiro do Norte, Ceará, possuindo coordenadas geográficas de 05° 08' 72''S, 37° 59' 14''W e altitude de 30,22 m (IPECE, 2011).

2.1.2 Clima

De acordo com a classificação climática de KÖEPPEN, o clima da região é do tipo BSw'h', (semi-árido, com máximo de chuvas no outono e muito quente), onde as condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de 62% de umidade relativa do ar, 720 mm de precipitação pluvial e 28,5°C de temperatura, sendo o trimestre março-maio, o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco (DNOCS,2011).

2.1.3 Variedade e pesticidas aplicados na cultura

A variedade utilizada foi a Monsoy 9144 RR e possuía um stand aproximado de 260.000 plantas/hectare. Da emergência das plantas até o término do florescimento, momento em que as colônias foram retiradas da cultura, todos os produtos químicos aplicados na soja foram registrados quanto ao nome comercial, ingrediente ativo, classe, tipo de formulação, classificação toxicológica, dosagem aplicada, número, época, período e intervalo de aplicação (TABELA 1). As aplicações dos produtos químicos foram realizadas através de pulverizador tratorizado.

Tabela 1: Pesticidas aplicados na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do plantio ao final do florescimento em Limoeiro do Norte, Ceará, 2009.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Classe	Tipo de formulação	Classe toxicológica	Dosagem aplicada	Número, período, época e intervalo de aplicação
Priori Xtra	Azoxystrobin e Ciproconazol	Fungicida sistêmico	Suspensão concentrada	III - Medianamente tóxico	350 ml/ha	Aplicado 2 vezes (manhã e tarde, durante o florescimento e no final do florescimento, com intervalo de aplicação de 14 dias).
Zapp QI 620	Glifosate potássico	Herbicida sistêmico do uso das glicinas	Concentrado solúvel	IV - Pouco tóxico	1,5 L/ha	Aplicado 2 vezes (manhã e tarde, aos 15 e 30 dias no estágio vegetativo).
Karate	Lambda-Cialotrina	Inseticida do grupo dos piretróides sintéticos	Suspensão de encapsulado	III - Medianamente tóxico	50ml/ha	Aplicado 2 vezes (manhã e tarde, durante florescimento e final do florescimento, com intervalo de aplicação de 14 dias).
Engeo™ Pleno	Tiametoxan e Lambda-Cialotrina	Inseticida sistêmico de contato e ingestão	Suspensão concentrada	III - Medianamente tóxico	250ml/ha	Aplicado 2 vezes (manhã, no final do florescimento, com intervalo de aplicação de 7 dias).

2.2 Colônias experimentais

As colônias utilizadas no experimento foram fornecidas pela empresa Altamira Apícola Com. Rep. Importação e Exportação. As colmeias modelo Langstroth eram habitadas por colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.), de origem e grau de mestiçagem desconhecido, mas muito bem adaptadas às condições ambientais da região e em bom estado sanitário.

Teve-se o cuidado de selecionar colônias com população uniforme e em bom estado populacional, contendo de 6 a 8 quadros com crias e de 2 a 4 quadros com alimento.

Cada colméia selecionada foi identificada com uma numeração de 1 a 8 para posterior identificação no campo. As colméias foram transportadas juntamente com uma melgueira seca, contendo quadros com cera puxada, já que eram advindas de uma recente colheita de mel.

As colônias foram introduzidas no plantio quando 10 a 20% das plantas se encontravam em início de florescimento, que na soja é caracterizado por uma flor aberta em qualquer nó da haste principal (FERH & CAVINESS, 1977). O apiário foi instalado no centro da cultura, sendo as colmeias fixadas sobre cavaletes individuais, dispostas em fila simples e apresentando um espaçamento entre elas de aproximadamente 2 metros (FIGURA 1).



Figura 1: Apiário constituído de oito colméias instalado em meio ao plantio de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009.

2.3 Produção de mel e análises

A produção de mel foi obtida através da pesagem das melgueiras, sendo obtida pela diferença de peso da melgueira depois e antes da florada. Cada melgueira foi pesada e assim registrada a produção individual de cada colônia e conseqüentemente a produção total do apiário.

Para a caracterização da origem floral do mel, realizada de acordo com BARTH (1989), uma porção de mel com opérculos de cada melgueira foi obtida com o auxílio de um garfo desoperculador. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos e receberam a numeração correspondente a sua melgueira e respectiva colmeia. Posteriormente, os opérculos de cada melgueira foram depositados em peneira e permaneceram por tempo suficiente para que todo o mel escorresse. Esse mel então foi coletado em frascos individuais e constituiu as amostras utilizadas para as análises melissopalínológicas. As análises melissopalínológicas realizadas levaram em consideração critérios de padrão de secreção de néctar e liberação de pólen, florescimento de espécies presentes na área, quantidade total de pólen nas amostras e fatores de sub e super-representação de espécies botânicas no mel.

Para a determinação de multiresíduos no mel, os quadros de cada melgueira que apresentavam mais de 80% da área de seus favos operculados, significando que o mel estava maduro, foram colhidos, homogêneos e enviados a empresa Agrosafety: monitoramento agrícola Ltda, situada em Piracicaba-SP, para a detecção de possíveis resíduos de pesticidas. A análise realizada levou em consideração a detecção dos princípios ativos dos produtos que foram aplicados na lavoura, bem como daqueles exigidos pelo MAPA em mel de abelha. O monitoramento mais amplo e de diversos princípios ativos teve como intenção verificar a possível existência de resquícios de defensivos aplicados em culturas anteriores no mel produzido e de uma possível contaminação do mel com pesticidas aplicados em outros cultivos existentes próximos a área de estudo, haja vista que onde foi realizado o experimento é importante pólo agrícola da região.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Já no dia posterior a introdução das colônias, era visível a movimentação de abelhas *Apis mellifera* L. forrageando nas flores de soja coletando néctar e pólen. A intensa atividade de abelhas melíferas nas flores de soja evidencia a cultura como uma espécie bastante atrativa e confirma as afirmações de ROBACKER *et al.* (1983), VILA (1988) e DELAPLANE & MAYER (2000). Foi possível observar ao término do florescimento que as colônias não só conseguiram se manter na área, como também armazenaram quantidade razoável de mel, principalmente, quando levado em consideração um período de apenas 30 dias.

As análises melissopalínológicas mostraram que as amostras de mel analisadas possuíam basicamente a presença de pólen de duas espécies, soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.), porém com a ocorrência de um ou outro grão de pólen de outra espécie, mas em quantidade inferior a 3%, e portanto de pouca importância no fornecimento de néctar, sendo classificado como pólen isolado ocasional (BARTH, 1989). Aproximadamente 10% do pólen encontrado em todas as amostras eram de soja, sendo o restante de jurema-preta. Entretanto, a alta ocorrência de pólen de jurema-preta não necessariamente o classifica com proveniente dessa espécie, já que se trata de uma planta superrepresentada, ou seja, fornece pouco néctar, mas muito pólen (BARTH, 2005). Por outro lado, a ocorrência de menos de 10% de pólen da soja no espectro polínico das amostras trata-se de um caso de subrepresentação, isto é, a contribuição com muito néctar, mas com pouco pólen. Um mel para ser considerado como proveniente de jurema-preta teria que ser representado nos espectros polínicos em mais de 98% do total de pólen nas amostras. Além do mais, conforme visto em um dos capítulos anteriores, as abelhas melíferas não utilizaram a soja como uma importante fonte de pólen. Provavelmente, o forrageamento das abelhas cedo da manhã nas flores de jurema possibilitaram uma alta contaminação, já que essas mesmas abelhas coletavam néctar mais tarde na soja.

No final do experimento, que se deu ao término da florada, a produção total foi de 81,7 kg de mel (TABELA 2).

A média obtida de produção de mel (10,1kg) em 30 dias pode ser considerada satisfatória, quando considerando que a produção anual brasileira está em torno de 25kg

colmeia/ano (BRASIL 2010b). Deve-se considerar ainda alguns fatores que podem ter influenciado nessa produção, como o fato da cultura ser irrigada diariamente e a aplicação de defensivos agrícolas (FREITAS e SILVA, 2006).

Tabela 2: Produção de mel (Kg) por colmeia, produtividade média e produção total de apiário instalado em plantio de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Limoeiro do Norte, Ceará, 2009.

Colmeias	Produção (Kg)
1	13,40
2	8,40
3	7,90
4	9,80
5	14,20
6	10,00
7	10,40
8	7,60
Média ± e.p.m	10,1 ± 0,86
Total	81,7

Verificando-se a produção individual das colônias, observa-se uma certa variação entre elas, alcançando uma diferença de 6,6kg da colônia que mais produziu para a que menos produziu. Essa diferença é totalmente justificada por se tratar de colônias obtidas em matas e, portanto de constituição genética desconhecida. Segundo ALMEIDA e CENTENO (1994), fatores genéticos influenciam em 77,2% na produção de mel, sendo o restante influenciado pelas condições internas da colônia e pelo meio ambiente, citados respectivamente em ordem de importância.

A produção obtida revela a variedade testada com aptidão apícola e a inclui como sendo mais uma monocultura com potencial para ser explorada para tais fins, assim como a laranjeira, o eucalipto, o cajueiro e a mamoneira (KOMATSU, 2002; BENDINI, 2008; MILFONT, 2009)

Em relação aos pesticidas aplicados na cultura, inclusive na época em que as colônias se encontravam no plantio, não foi detectado nenhum resíduo de pesticidas no mel produzido. Esse resultado mostra ser possível a produção de mel livre de contaminantes em plantios de soja. Os resultados da análise podem ser verificados na tabela 3.

O fato de pesticidas serem aplicados na cultura da soja, ao qual as abelhas forrageavam e estes não serem detectados no mel surge como uma boa perspectiva para a exploração apícola na lavoura.

Analisando mais criteriosamente cada pesticida aplicado e seu respectivo ingrediente ativo, porém não levando em consideração o seu efeito tóxico e sim o seu não aparecimento no mel, podemos supor que tenham ocorrido as seguintes possibilidades, como: o produto Zapp QI 620 (Glifosate potássico) é considerado de baixo risco e mesmo assim foi aplicado no período vegetativo, portanto sem a possibilidade de causar maiores problemas de contaminações; o fungicida sistêmico Priori Xtra (Azoxystrobin e Ciproconazol) foi aplicado durante e no final florescimento, para as abelhas possui um maior efeito de repelência e nas condições do Nordeste se degrada rapidamente, o que acabou por não contaminar o mel produzido; o inseticida Karate (Lambda-Cialotrina), não é sistêmico, degrada-se rapidamente nas condições do Nordeste e possui uma maior probabilidade de contaminação via pólen, recurso pouco utilizado pelas abelhas nas variedades de soja tropicais estudadas, conforme descrito em capítulo anterior; por último temos o EngeoTM Pleno (Tiametoxan e Lambda-Cialotrina) que possui grande efeito de choque e desorientação sobre as abelhas, assim provavelmente as abelhas contaminadas não conseguiram regressar a colméia e consequentemente não contaminaram o mel produzido (*informação verbal*¹).

¹ Informado por José Nunes Pinheiro em conversa sobre o assunto.

Tabela 3: Compostos analisados no mel de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzido em Limoeiro do Norte, Ceará. 2009. (compostos destacados em negrito são os ingredientes ativos dos pesticidas aplicados da emergência ao final do florescimento da cultura)

Compostos	Resultados (µg/kg)	LD (µg/kg)	LQ (µg/kg)
acefato	ND	6,7	20,0
acetocloro	ND	6,7	20,0
Alacloro	ND	6,7	20,0
alfacipermetrina	ND	3,3	10,0
azoxistrobina	ND	6,7	20,0
betaciflutrina	ND	6,7	20,0
betacipermetrina	ND	3,3	10,0
bifentrina	ND	3,3	10,0
bromuconazol	ND	6,7	20,0
buprofezina	ND	6,7	20,0
captana	ND	16,7	50,0
carbendazim	ND	6,7	20,0
carbosulfano	ND	16,7	50,0
carboxina	ND	6,7	20,0
cianazina	ND	6,7	20,0
ciflutrina	ND	6,7	20,0
cipermetrina	ND	3,3	10,0
ciproconazol	ND	6,7	20,0
cletodim	ND	6,7	20,0
clomazona	ND	6,7	20,0
clorfluazurom	ND	6,7	20,0
clorotalonil	ND	6,7	20,0
clorpirifós	ND	6,7	20,0
deltametrina	ND	6,7	20,0
difenoconazol	ND	6,7	20,0
endossulfam	ND	3,3	10,0
epoxiconazol	ND	6,7	20,0
esfenvalerato	ND	3,3	10,0
espinosade	ND	6,7	20,0
etofenproxi	ND	6,7	20,0
fenarimol	ND	6,7	20,0
fenitrotiona	ND	3,3	10,0
fenoxaprop-P-etilico	ND	6,7	20,0
fipronil	ND	6,7	20,0
fluazifop-p	ND	6,7	20,0
fludioxonil	ND	6,7	20,0
flufenoxurom	ND	6,7	20,0
fluquinconazol	ND	6,7	20,0

Continuação da tabela 3.

flutriafol	ND	6,7	20,0
gama cialotrina	ND	3,3	10,0
glifosate potássico	ND	6,7	20,0
imidacloprido	ND	6,7	20,0
lambda-cialotrina	ND	3,3	10,0
linurom	ND	6,7	20,0
lufenurom	ND	6,7	20,0
metalaxil	ND	6,7	20,0
metamidofós	ND	6,7	20,0
metolacloro	ND	6,7	20,0
metomil	ND	6,7	20,0
metribuzim	ND	6,7	20,0
novaluron	ND	6,7	20,0
oxifluorfem	ND	6,7	20,0
parationa	ND	6,7	20,0
pendimetalina	ND	6,7	20,0
permetrina	ND	6,7	20,0
picoxistrobina	ND	6,7	20,0
piriproxifem	ND	6,7	20,0
profenofós	ND	3,3	10,0
propiconazol	ND	6,7	20,0
Protiofós	ND	3,3	10,0
quizalofope-P-etílico	ND	6,7	20,0
s-metolacloro	ND	6,7	20,0
sulfentrazona	ND	6,7	20,0
tebuconazol	ND	6,7	20,0
tebufenozida	ND	6,7	20,0
teflubenzurom	ND	6,7	20,0
tetraconazol	ND	6,7	20,0
tiabendazol	ND	6,7	20,0
tiacloprido	ND	6,7	20,0
tiametoxam	ND	6,7	20,0
tiodicarbe	ND	6,7	20,0
tiofanato-metílico	ND	6,7	20,0
tolifluanida	ND	6,7	20,0
triazofós	ND	3,3	10,0
trifloxistrobina	ND	6,7	20,0
triflumurom	ND	6,7	20,0
trifluralina	ND	6,7	20,0
zeta-cipermetrina	ND	3,3	10,0

LD: Limite de detecção

LQ: Limite de Quantificação

ND: Não detectado

4 - CONCLUSÕES

As abelhas *Apis mellifera* L. são capazes de produzir e armazenar mel quando introduzidas em plantios de soja var. Monsoy 9144 RR.

É possível produzir mel da soja sem contaminações de defensivos agrícolas mesmo utilizando o tratamento fitossanitário convencional.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, R. M. D. *et al.* **BRS Carnaúba, nova cultivar de soja para a Região Norte e Nordeste do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 180).

ALMEIDA, M. J. O. F. ; CENTENO, A. J. Produção das abelhas, Goiânia, GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10., 1994, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Confederação Brasileira de Apicultura, 1994. p.346.

BARTH, O. M. **O pólem no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 150p.

BARTH, O. M. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. **Mensagem Doce**, São Paulo, v.81, p. 2-6, maio, 2005.

BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 565-567, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : Mapa/ACS, 2010a. 76 p.

BRASIL. Produção de mel cresce 30% em 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/03/2/producao-de-mel-cresce-30-em-2010>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

CHIARI, W. C. et al. Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 367-378, 2005.

CRUZ, S. J. S. *et al.* Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado alagoas. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v. 22, n. 2, p. 195-199, abril/junho de 2009.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. 2000. **Crop pollination by bees**. New York: CABI Publishing 344p.

DNOCS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS). **Perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi. 2011.** Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/jaguaribe_apodi.html. Acesso em: 20 jun. 2011.

FÁVERO, A. C. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. 2000.

FREITAS, B. M. ; SILVA, E. M. S. Relação abelha-flor na polinização de sistemas agrícolas. In: VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2006. Ribeirão Preto-SP. **Anais...** Ribeirão Preto. 2006.

FREITAS, B. M. ; PINHEIRO, J. N. 2010. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14: 282-298, doi: 10.4257/oeco.2010.1401.17.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FERH, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

IPECE. **Perfil básico municipal de Limoeiro do Norte**. Disponível em: <[HTTP://www.ipece.gov.br/publicações](http://www.ipece.gov.br/publicações)>. Acesso em 15 de abril de 2011.

JAYCOX, E. R. Ecological relationships between honey bees and soybeans. **Am. Bee J.**, 110 (8): 306-307. 1970.

KOMATSU, S. S.; MARCHINI, L. C.; MORETTI, A. C. C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22(2): 143-146, maio-ago. 2002.

MILFONT, M. O. *et al.* Produção de mel por abelhas africanizadas em plantio de mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1206-1211, 2009.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14: 266-281, doi: 10.4257/oeco.2010.1401.16.

RISSATO, S. R. *et al.* Método multirresíduo para monitoramento de contaminação ambiental de pesticidas na região de Bauru (SP) usando mel como bio-indicador. **Quim. Nova**, v.29, n.5, p. 950-955, 2006.

ROBACKER, D. C. *et al.* Effects of climatic and edafic factors on soybean flowers and on the subsequent attractiveness of the plants to honey bees. **Field Crop Science**, 6: 267-278. 1983.

RUST, R. W.; MASON, C. E.; ERICKSON, E. H. Wild Bees on Soybeans, *Glycine max.* **Environ. Entomol.** 9: 230-232. 1980.

SOUZA, D. C. O aumento de produtividade na apicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20, 2010, Palmas. **Anais...** Palmas: ZOOTEC, 2010. p. 71-75.

VILA, V. P. V. **Efeito das abelhas africanizadas , *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 1988. 58p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A soja é uma cultura de grande importância econômica no mundo. No Brasil, se destaca como um dos principais produtos na pauta das exportações, seu valor econômico e o constante crescimento de mercados vem estimulando a expansão dessa cultura pelo país, tendo recentemente chegado às regiões Norte e Nordeste. As poucas informações existentes a respeito das cultivares tropicais fizeram deste trabalho uma importante fonte de informações sobre o comportamento deste material no Nordeste brasileiro, especialmente no que diz respeito a biologia floral, requerimentos de polinização, atratividade para as abelhas, resposta da introdução de colônias de *Apis mellifera* L. para polinização e potencial apícola da cultura para a produção de mel.

O fato da soja ser uma espécie autógama e conseguir produzir em níveis economicamente viáveis sem a presença de agentes polinizadores, somado ao massivo e generalizado uso de defensivos agrícolas no seu cultivo, geralmente impede observar o efeito da polinização biótica na cultura. No entanto, nosso trabalho mostrou claramente que as cultivares de soja tropical avaliadas podem apresentar incrementos de produtividade na presença de polinizadores bióticos.

O presente estudo também demonstrou que a soja é atrativa para a abelha melífera e a introdução de colônias no cultivo contribui positivamente para incrementos na produtividade, sendo esse aumento proporcionado principalmente pela maior formação de vagens com três sementes. Nossos resultados mostram que uma única visita da abelha melífera é capaz de garantir produção de vagens e sementes a níveis equivalentes a quando as flores são visitadas livremente, sem afetar o teor de óleo e proteína das sementes.

Além do potencial uso na polinização da cultura, também foi demonstrado que cultivos de soja possuem potencial para a exploração apícola visando a produção de mel. As abelhas forragearam na cultura principalmente para néctar. Sendo assim, foi possível produzir mais de 10 kg de mel por colônia de abelhas em apenas 30 dias e, mais importante ainda, esse mel estava livre de resíduos de defensivos agrícolas. O comportamento de forrageio das abelhas concentrado no período da manhã, torna

possível a aplicação do controle de pragas e doenças no final da tarde e cedo da noite minimizando riscos de contaminação do mel produzido ou de mortandade das abelhas.

Os resultados obtidos no presente estudo possuem implicações interessantes, como: i) a possível aproximação de apicultores e sojicultores para o desenvolvimento de um plano de manejo conjunto que permita o uso racional de abelhas *Apis mellifera* em plantios de soja, seja visando a produção de méis livres de resíduos químicos ou ganhos em produtividade da cultura por meio da polinização dirigida, maximizando os insumos aplicados e reduzindo impactos sobre o meio ambiente que seriam inevitáveis com o crescimento das áreas plantadas para compensar as baixas produtividades; ii) o desenvolvimento pela indústria, ou uso pelos sojicultores, de defensivos mais específicos para as pragas-alvo ou menos tóxicos para os polinizadores; iii) a conservação e promoção da fauna nativa de potenciais polinizadores da soja.