

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TÁRSIO THIAGO LOPES ALVES

**BIOLOGIA FLORAL E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRÊS HÍBRIDOS
DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) EM FUNÇÃO DO
COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DA
*ABELHA Apis mellifera***

FORTALEZA – CE

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**BIOLOGIA FLORAL E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRÊS HÍBRIDOS
DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) EM FUNÇÃO DO
COMPORTAMENTO DE PASTEJO E EFICIÊNCIA POLINIZADORA DA
ABELHA *Apis mellifera***

TÁRSIO THIAGO LOPES ALVES

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS -
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

FORTALEZA - CE

2006

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

A citação de qualquer trecho deste trabalho é permitida desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Társio Thiago Lopes Alves

Dissertação aprovada em: ____ / ____ / ____

Breno Magalhães Freitas – Ph D.

ORIENTADOR

Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra - Doutor

CONSELHEIRO

Raimundo Maciel de Sousa – Doutor

CONSELHEIRO

À Deus pela força e benção derramadas.

À minha mãe Marlene Lopes Alves, pela razão da minha existência.

À minha esposa Natália Kellen, pelo incentivo e paciência.

Ao meu filho, Társio Filho, pela motivação de realizar este mestrado.

À minha irmã Melissa Germana, pela amizade e auxílio nos momentos difíceis.

À todos os apicultores que por praticarem essa atividade, preservam a natureza.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar, a Deus por me proporcionar todas as condições para a realização desse trabalho.

Ao meu filho, Társio Filho, pelo valioso sorriso e carinho.

Ao professor orientador Breno Magalhães Freitas, pela orientação, dedicação, compreensão, conselhos, paciência, e principalmente pela sua amizade.

Ao meu amigo Ednir Oliveira Santiago pela parceria, apoio, sugestões, ajuda e conselhos no decorrer do período experimental.

À Universidade Federal do Ceará (Departamento de Zootecnia), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado que me possibilitou realizar esse curso.

À Prefeitura Municipal de Russas - CE, pela oportunidade de realização do projeto.

À Secretaria de Agricultura do Município de Russas – CE, na pessoa do secretário Miltomar Bezerra e seus funcionários, pela cessão de área usada para a realização desse projeto.

À Empresa Helianthus do Brasil S/A, na pessoa do Gilberto Grandó, pelo fornecimento das sementes usadas no experimento.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia pelos conhecimentos e ajuda no decorrer do curso.

Aos funcionários do Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Ao professor Dr. Raimundo Maciel Sousa pela orientação e incentivo ao curso.

Ao professor Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra pela sua amizade, compreensão, auxílio e valiosa ajuda nas análises estatísticas.

Ao professor Christian Westerkamp, pela sua orientação e colaboração nas análises morfológicas, fotos e desenhos das flores de girassol.

Aos amigos Pedro Regis e Dernival Barbosa, pela ajuda no projeto.

Aos amigos Fred Denílson, Francisco José e Fábio pelas ajudas no beneficiamento dos aquênios e amizade.

Aos colegas David Rocha, Marcelo Casimiro, Bruno Stéfano, Igor Torres e Isac Bomfim pelos bons momentos.

Ao amigo Rômulo Rizzardo, pela colaboração e companheirismo durante a realização do projeto.

Aos colegas de pós – graduação em apicultura Eva Mônica Sarmiento da Silva, José Everton Alves, Roberto Henrique Dias da Silva, Darci de Oliveira Cruz, Julio Otávio Portela Pereira, João Paulo de Holanda Neto e Marcelo Milfont, pelo companheirismo e amizade.

Ao amigo Marcos Meireles pela amizade e colaboração em informática.

Ao amigo André Luis pela amizade e incentivo.

Ao Eng. Agrônomo Sávio Gurgel Nogueira, pelas colaborações na realização desse experimento.

Ao amigo José Valmir Feitosa pela amizade e valiosa ajuda nas análises estatísticas.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse experimento.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xii
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	04
2.1 Objetivos Gerais	04
2.2 Objetivos Específicos	04
3 REVISÃO DE LITERATURA	05
3.1 Polinização	05
3.2 Relações Abelha – Planta	07
3.3 As abelhas como agentes polinizadores	12
3.4 A cultura do girassol	16
3.4.1 Botânica do girassol	16
3.4.2 Importância	18
3.4.3 Biologia floral	21
3.4.4 A polinização do girassol	22
3.4.5 Requerimentos de polinização do girassol	26
3.4.6 Comportamento de pastejo das abelhas no girassol	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 Experimentos	29
4.1.1 Experimento de biologia floral	29
4.1.2 Experimento de comportamento de pastejo	31
4.1.3 Experimento de eficiência de polinização	35
4.1.4 Experimento de produtividade total de grãos	37
4.2 Colônias de abelhas	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1 Biologia floral	39

5.2	Comportamento de pastejo.....	43
5.3	Eficiência de polinização.....	58
5.3.1	Peso dos capítulos.....	58
5.3.2	Peso de 1000 aquênios por inflorescência.....	60
5.3.3	Peso total dos aquênios por inflorescência.....	61
5.3.4	Número de aquênios por inflorescência.....	62
5.4	Produtividade total de aquênios por hectare.....	63
6	CONCLUSÕES.....	65
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 - Profundidade média da corola de flores de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) nos híbridos H250, H251 e H360. Fortaleza, CE, UFC, 2005.	43
02 - Número médio de flores visitadas por minuto (NFM) nos híbridos H250, H251 e H360 de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.). Russas, CE, 2005.....	44
03 - Número médio de abelhas visitando flores na fase feminina (VFF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	45
04 - Médias percentuais da predominância de flores na fase feminina na inflorescência (PF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	45
05 - Número de abelhas visitando a inflorescência (NA); coletando néctar da flor (CN) e predominância de flores nas fases masculina e feminina (PMF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	47
06 - Número médio de abelhas coletando néctar nas inflorescências (CN) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	47

07 - Número médio de abelhas visitando a inflorescência (NA) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.....	48
08 - Número médio de abelhas coletando pólen (CP) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	51
09 - Número médio de abelhas visitando flores na fase masculina (VFM) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	52
10 - Número médio de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina (VFM) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.	52
11 - Médias percentuais da predominância de flores na fase masculina na inflorescência (PF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.....	53
12 - Peso médio (Kg) dos capítulos protegidos e não protegidos dos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.). Russas, CE, 2005.....	59
13 - Peso médio (g) de 1000 aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) Russas, CE, 2005.....	61

14 - Peso total (g) dos aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) Russas, CE, 2005.....	62
15 - Número médio de aquênios por inflorescência entre os capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.). Russas, CE, 2005.	63
16 - Produtividade Total de Aquênios/ha dos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) Fortaleza, CE, UFC, 2006.....	64

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	PÁGINA
01 - Mapa do município de Fortaleza-CE, 2005.....	30
02 - Mapa do município de Russas -CE, 2005.....	32
03 - Detalhe do sistema de Irrigação por sulco das áreas experimentais. Russas - CE, 2005.	33
04 - Inflorescências (a) protegida (polinização restrita) e (b) sem proteção (polinização aberta) Russas - CE, 2005.	36
05 - Distribuição das colméias no centro da área experimental com o híbrido de girassol H250 . Russas - CE, 2005	38
06 - Detalhe da flor de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L. nas fases denominadas (a) pré-masculina, (b) masculina 1, (c) masculina 2 e (d) feminina. Fortaleza – CE, 2005.....	41
07 - Detalhe dos nectários da flor de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	42
08 - Curvas de regressão (a) do número médio de abelhas <i>Apis mellifera</i> coletando néctar (CN) das flores e (b) do número total de abelhas (NA) visitando cada inflorescência de <i>Helianthus annuus</i> L. em função do horário. Russas, CE, 2005.	50
09 - Curvas de regressão do número médio de abelhas <i>Apis mellifera</i> coletando pólen (CP) das flores de híbridos de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250, H251 e H360 em função do horário. Russas, CE, 2005.....	54

10 - Curva de regressão do número médio de abelhas <i>Apis mellifera</i> visitando flores na fase masculina (VFM) em híbrido de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250 em função do horário. Russas, CE, 2005.....	55
11 - Curva de regressão do número médio de abelhas <i>Apis mellifera</i> visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) em híbrido de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H250 em função do horário. Russas, CE, 2005.....	57
12 - Curva de regressão da predominância de flores na fase masculina (VFM) em híbrido de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) H360 em função do horário. Russas, CE, 2005.	58

LISTA DE ANEXOS

- 01 - Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da profundidade da corola de flores de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Fortaleza, CE, UFC, 2006..... 76
- 02 - Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) do número de abelhas visitando a inflorescência (NA), coletando néctar (CN) e visitando flores na fase feminina (VFF); número de flores visitadas por minuto (NFM); predominância de flores na fase feminina (PF) nas inflorescências de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005. 77
- 03 - Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) do número de abelhas coletando néctar (CN), visitando flores na fase masculina (VFM); visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) e predominância de flores na fase masculina (PM) de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005..... 78
- 04 - Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da Produtividade Total de Aquênios/ha de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005. 79

RESUMO

A pesquisa foi conduzida nos municípios de Russas (Campo Federal) e Fortaleza (Universidade Federal do Ceará), ambos no estado do Ceará, no período de agosto de 2005 a janeiro de 2006. Foram investigados aspectos da biologia floral e produtividade dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360, e o comportamento de pastejo e a eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera*. Para tanto, um hectare de cada híbrido foi plantado em Russas, com intervalo de 40 dias para evitar superposição de floradas, visando coletar os dados de produtividade, comportamento de pastejo e eficiência polinizadora das abelhas. Os dados sobre biologia floral foram obtidos em Fortaleza, em duas áreas de 5 x 10m plantadas com os três híbridos. Os dados foram analisados por Análise de Variância, as médias comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey (5%) e, nos casos de interação entre fatores testados, aplicou-se análise de regressão. Os resultados mostraram que os híbridos testados apresentaram características semelhantes para os parâmetros de sua biologia floral estudados, tendo diferido apenas na profundidade da corola, porém sem afetar a atratividade destes para as abelhas *Apis mellifera*; as abelhas pastejam durante todo o dia nos três híbridos concentrando a coleta de néctar no período da manhã e a de pólen no final da tarde; a produtividade de aquênios foi superior à média brasileira e equivalente à média mundial. Conclui-se que as abelhas *Apis mellifera*, mostraram-se eficientes na polinização dos híbridos estudados, mas há a necessidade de maiores investigações para esclarecer a alta produtividade observada em capítulos protegidos da visitação de polinizadores.

ABSTRACT

The research was carried out in the counties of Russas (Campo Federal) and Fortaleza (Universidade Federal do Ceará), both in the state of Ceara, Brazil, from August 2005 to January 2006. Floral biology and seed productivity of three sunflower (*Helianthus annuus*) hybrids, H250, H251 e H360, and foraging behavior and pollination efficiency of the honey bee (*Apis mellifera*) were investigated. One hectare of each hybrid was planted in Russas, with an interval of 40 days to avoid coincidence of flowering between one or more hybrid, aiming to collect data on seed productivity, foraging behavior and pollination efficiency of the honey bee. Data on the hybrid's floral biology were obtained in Fortaleza, from two 5 x 10 m areas planted with the three hybrids. The analyses of data were carried out by ANOVA, means were compared *a posteriori* by Tukey test (5%) and, in the cases where interactions were found, by regression analyses. Results showed that the three hybrids tested have similar floral biology for the parameters studied, differing only in corolla depth, though not affecting their attractiveness to *Apis mellifera* foragers; that honey bees forage throughout the day in flowers of the three hybrids, concentrating nectar harvesting in the morning shift and pollen collection in the afternoon; that seed productivity obtained was higher than the Brazilian average seed productivity and equivalent to the World's one. It was concluded that *Apis mellifera* was efficient in pollinating the three hybrids studied in this research, but there is a need of deeper investigations on the pollination of these hybrids to explain the high seed productivity observed from inflorescences protected against flower visitors.

1 INTRODUÇÃO

O uso de agentes polinizadores em áreas cultivadas é uma atividade complexa, uma vez que exige do responsável bons conhecimentos sobre fisiologia das plantas, requerimentos de polinização da cultura e biologia e eficiência do polinizador utilizado. Esses conhecimentos por parte de quem se propõe a trabalhar com polinização são de fundamental importância para o sucesso da atividade. O desconhecimento, por exemplo, de que devido a morfologia da flor de macieira (*Malus domestica*), as abelhas melíferas que coletam pólen apresentam uma maior eficiência polinizadora em relação às das coletoras de néctar, pode levar o apicultor a iludir-se em coletar mel e deixar de estimular as abelhas a coletarem pólen, o que resultaria em índices de polinização bem mais elevados. Entretanto, o arranjo floral do girassol (*Helianthus annuus*) faz com que a cultura seja mais beneficiada quando visitada por abelhas coletoras de néctar (FREE, 1993; FREITAS, 1998b).

Um dos maiores obstáculos para o desenvolvimento do mercado de polinização têm sido os próprios índices obtidos com o uso de abelhas como polinizadores. Como a grande maioria dos apicultores não se preocupa em acompanhar a eficiência polinizadora de suas colônias, mas apenas em produzir a maior quantidade possível de mel, os resultados de polinização normalmente são aquém do esperado (FREE, 1993).

Estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por borboletas e mariposas (FAO, 2005). Sem estes agentes polinizadores, a grande maioria

das espécies de plantas não reproduziria sexuadamente, e conseqüentemente, não seria possível produzir sementes, grãos, amêndoas, castanhas, frutas, vagens, folhagens, raízes, óleos vegetais, essências, corantes naturais, entre outras, utilizadas em larga escala pela sociedade humana (FREE, 1993; FREITAS & IMPERATRIZ - FONSECA, 2005).

As relações entre inseto e flor, dependendo da forma da flor e do movimento de uma abelha nela, da necessidade da abelha de visitar muitas flores para encher suas vesículas melíferas e de seu reconhecimento de cor e sua memória de odor, fornecem os meios pelos quais muitas culturas de frutas e sementes do mundo podem ser cultivadas e aumentadas. A polinização cruzada é essencial para muitas dessas culturas e, em algumas outras, pode dar rendimentos maiores, de melhor qualidade do que aqueles obtidos através de autopolinização. Entre as culturas comerciais que requerem polinização por insetos estão inclusas as maçãs (*Malus domestica*), abacate (*Persea americana* Mill), melão (*Cucumis melo*), maracujá (*Passiflora edulis*), pêra (*Pyrus malus*), alfafa (*Medicago sativa*), trevos (*Trifolium* spp.), girassol (*Helianthus annuus*) (CRANE, 1983).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal de múltiplos usos, porém, a exploração de seu potencial é pouco conhecida do produtor brasileiro. Além do óleo comestível de alto valor nutricional extraído de seus aquênios, tanto na grande indústria, quanto nas pequenas prensas a frio e sem o uso de solventes, este óleo pode ser usado também para a produção de biodiesel, produtos farmacêuticos, cosméticos e rações. Durante o período de florescimento, apresenta-se como pasto apícola podendo produzir em torno de 30kg de mel por hectare (CULTURA DO GIRASSOL..., 2005). Em 2004/2005 a

Rússia foi o maior produtor mundial de girassol com 4.300 milhões de toneladas e o segundo maior consumidor com 4.205 milhões toneladas. A produção brasileira em 2003/2004 foi de 85300 toneladas, com um a área colhida de 54700 hectares (AGRIANUAL, 2005).

O presente trabalho se propõe a estudar o comportamento de pastejo da abelha *Apis mellifera* na cultura do girassol e a eficiência de polinização da cultura, sua biologia floral e produtividade de grãos, entre outros aspectos importantes para a cultura.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Avaliar a interação da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) com abelhas melíferas (*Apis mellifera*) no semi-árido cearense.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer a biologia floral dos híbridos de girassol H250, H251 e H360;
- Estudar o comportamento de pastejo da abelha *Apis mellifera* em inflorescências dos híbridos de girassol H250, H251 e H360 cultivados no sertão cearense;
- Avaliar a produtividade de grãos dos híbridos de girassol H250, H251 e H360 cultivados sob irrigação no sertão cearense;
- Determinar a eficiência polinizadora da abelha *Apis mellifera* nos híbridos de girassol H250, H251 e H360 cultivados sob irrigação no sertão cearense.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 POLINIZAÇÃO

Polinização, propriamente dita, é o processo pelo qual as células reprodutivas masculinas dos vegetais superiores (grãos de pólen) são transferidos das anteras das flores onde são produzidos para o receptor feminino (estigma) da mesma flor ou de outra flor da mesma planta ou de uma outra planta da mesma espécie (CORBET et al, 1991; FREITAS, 1995). Este processo é necessário para que os grãos de pólen possam germinar no estigma da flor e fecundar os óvulos dando origem às sementes e assegurando a próxima geração de plantas daquela espécie (FREITAS & IMPERATRIZ - FONSECA, 2005). Porém, essa simples deposição de grãos de pólen no estigma da flor não é o suficiente para a formação de sementes e frutos (FREITAS, 1998a).

A polinização constitui-se atualmente num fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida também leva a um aumento no número de grãos por vagem, melhora a qualidade dos frutos e diminui os índices de malformação, aumenta o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformiza o amadurecimento dos frutos diminuindo as perdas na colheita (WILLIAMS et al.; 1991).

Em países desenvolvidos, o uso de serviços de polinização é muito organizado, tanto do lado dos apicultores que vendem esses serviços quanto

da parte dos agricultores que os compram. No Brasil, no entanto, ainda prevalece a errônea idéia de que a simples introdução de colméias na área plantada já é o suficiente para obter-se os níveis ideais de polinização. Em virtude disso, temos culturas mal polinizadas com baixos índices de produtividade, altas percentagens de perdas, pouca rentabilidade e que apenas contribuem para desvalorizar os serviços de polinização no meio agrícola nacional (FREITAS, 1994).

No Brasil, os serviços de polinização têm sido pouco valorizados e estudados. O aluguel de colméias é pouco e restrito; nos últimos anos, tem ocorrido no sul, para polinização de maçã e no nordeste, em melão (COUTO, 1998a). Não existem estudos abrangentes sobre o valor econômico da polinização nos sistemas agrícolas e/ou naturais, pois diferente de vários outros países onde a polinização é considerada um fator de produção agrícola ou manutenção de ecossistemas silvestres, no Brasil poucos são os cursos de agronomia, engenharia florestal ou biologia onde este assunto é abordado profundamente, além dos conceitos acadêmicos e generalistas discutidos anteriormente. Pelo contrário, a ênfase sempre é dada nas novas variedades, nos agroquímicos, nas técnicas de cultivo, no equilíbrio ecológico isoladamente, como se nada disto interagisse de uma forma ou de outra com o processo de polinização das plantas (FREITAS & IMPERATRIZ - FONSECA, 2005).

As poucas informações disponíveis no Brasil sobre a dependência de polinização de várias culturas agrícolas e plantas silvestres de importância econômica ou social, especialmente variedades locais e espécies nativas; polinizadores efetivos, eficiência de polinização e resposta econômica à

polinização não permitem qualquer estimativa precisa do valor da polinização para as culturas agrícolas brasileiras, nem do que se perde com os possíveis níveis de polinização inadequados atuais. Contudo, esta mesma limitação de informações mostra claramente, que a agricultura brasileira pode se beneficiar grandemente da polinização biótica e que nossos níveis de produtividade provavelmente são baixos devido à sub-polinização como consequência da redução, inadequação e/ou ausência de polinizadores eficientes nas áreas agrícolas (FREITAS & IMPERATRIZ - FONSECA, 2005).

3.2 RELAÇÕES ABELHA - PLANTA

As plantas enfrentam sério problema quando se reproduzem sexuadamente: enraizadas, elas não podem sair em busca de parceiros. Por isso necessitam de um agente móvel e confiável que transporte os grãos de pólen de uma flor para o estigma de outra flor da mesma espécie, a fim de efetuar a polinização (pré-requisito para a fecundação). Com esse objetivo, utilizam animais de diferentes grupos, de besouros a pássaros, de moscas a ratos. A maioria das plantas com flores estabeleceu com as abelhas uma relação íntima, considerada essencialmente positiva: a planta oferece néctar e/ou pólen, e a abelha cuida da polinização. Por isso se diz que a abelha é paga com néctar ou pólen para polinizar. Embora vista como de igual valor, essa “troca de favores” não é assim tão simples, seja na perspectiva da flor ou na da abelha. Para entender melhor o papel do pólen na relação flor-abelha, é

preciso antes compreender o pastejo para coleta de néctar (WESTERKAMP 1997; 2004).

Do ponto de vista da planta, no princípio o néctar era uma excreção. Durante seu crescimento, a planta extraía alguns componentes da seiva e excretava os demais. Com o passar do tempo, as flores (bem como outros órgãos) conseguiram aproveitar ecologicamente essa substância para atrair, por exemplo, abelhas para polinização ou formigas para a defesa contra herbívoros. Assim, o que era excreção tornou-se secreção. Como os precursores do néctar estão normalmente presentes nos vasos condutores, essa secreção é barata e pode ser produzida continuamente. Isso é especialmente importante quando as flores exigem mais de uma visita para que a polinização ocorra. Como o néctar não participa diretamente da polinização, não há problema se ele estiver escondido. Em muitas flores ele se acumula em tubos ou esporões longos, exigindo que o visitante tenha probóscide (língua) comprida e se posicione de tal forma que estigma e pólen sempre tocam o mesmo ponto do corpo do animal, garantindo uma polinização mais segura. Com efeito, o uso de flores que oferecem néctar requer pouca especialização, sendo limitado apenas pelo comprimento da probóscide (língua). Dessa forma, observa-se certa promiscuidade no uso de plantas com néctar (WESTERKAMP, 2004).

O pólen é o elemento fundamental da flor e da reprodução sexuada da planta. Funciona como recipiente para os gametas masculinos, transportando com segurança a informação genética para a geração seguinte. A produção de pólen é muito mais cara que a de néctar, sobretudo porque requer nitrogênio. Além disso, o número de grãos de pólen é limitado, pois a quantidade de

células-mãe desses grãos é fixa. O pólen não pode ficar escondido, ele deve ser exposto a apresentar-se na mesma altura do estigma, para que ambos toquem a mesma área do corpo do visitante (pré-requisito para que ele seja considerado polinizador). Como o estigma geralmente está exposto fora da flor, isso significa que a posição do pólen deve acompanhá-lo. Uma exceção a essa regra ocorre quando pólen e estigma utilizam o mesmo “esconderijo”, como a quilha da flor de fabáceas. Tem-se um impasse: a flor necessita dos grãos de pólen para a polinização, e a abelha os deseja para alimentar seus descendentes, conseqüentemente, as abelhas e as flores competem pelos mesmos grãos de pólen (WESTERKAMP 1997; 2004).

Em uma associação entre polinizador – planta existe um “jogo de interesses” entre os organismos envolvidos. Para a planta é interessante realizar a fecundação cruzada, ou seja, transferir o gameta masculino (pólen) para o estigma das flores de outros indivíduos. O agente polinizador busca na flor, na maioria das vezes, o alimento; ou ainda recursos para construção do ninho, local para dormir ou acasalar. Esta troca de “benefícios” requer um investimento (morfológico, fisiológico ou comportamental) mútuo destes organismos. Para beneficiar o visitante que esteja funcionando como vetor eficiente, a planta pode “esconder” o pólen em partes florais, onde apenas aquele agente conseguirá alcançá-lo. Por sua vez, o visitante polinizador deverá adaptar e responder a esta estratégia da planta. Em muitos casos as adaptações recíprocas entre um certo polinizador e uma planta tornam-se tão especializadas, que podem restringir o número de visitantes (para a flor) ou de competidores (para os visitantes), mas podem garantir uma polinização

eficiente (para a flor) ou um vôo de coleta rendoso e lucrativo (para o visitante) (SANTOS, 1998).

Caso a flor e o inseto forrageador não estejam bem adaptados um ao outro, as visitas ocorrem sem que a polinização ocorra (FREE, 1993). A eficiência de um polinizador pode ser atestada pelo seu comportamento de forrageamento. Um bom polinizador deve coletar pólen ativamente ou contactar as anteras com diferentes partes do corpo; deve contactar o estigma da flor durante sua visita; deve ter alta frequência de visitas e rondar flores da mesma espécie. O horário de visita do polinizador deve estar sincronizado com o período de antese e receptividade do estigma. Além disso, quanto mais puro for o pólen de sua carga polínica, maiores serão as chances de ocorrer uma boa polinização. Por sua vez, a planta deve ser atraente aos polinizadores e ter suas estratégias de oferta dos produtos florais. O conjunto dessas características resulta em uma transferência eficiente de pólen para o estigma receptivo da planta. Conseqüentemente, uma polinização eficiente resultará em frutos bem desenvolvidos e com grande número de sementes (SANTOS, 1998).

A diversidade de espécies vegetais em ecossistema tropicais é extraordinariamente alta quando comparada com a de outras regiões. Quase todas estas espécies possuem flores zoófilas e, desta maneira, necessitam de animais para desenvolver frutos e sementes. A polinização das flores junto com a dispersão dos diásporos são processos chave no sucesso reprodutivo das espécies de plantas. Desta maneira, os animais envolvidos nestes processos, cumprem um papel crucial na manutenção do ecossistema. Quando a interação planta-polinizador envolve somente dois ou poucos participantes e

um destes é retirado ou reduzido sua participação, este sistema entra rapidamente em desequilíbrio. É o caso quando uma ou poucas espécies de abelhas especializadas polinizam efetivamente flores de uma determinada planta ou quando plantas de poucas espécies oferecem os recursos necessários para a sobrevivência de uma determinada espécie de abelha. Se uma população de polinizadores efetivos e exclusivos de uma planta é suprimida, seja pelo impacto de agroquímicos ou pela falta de locais de nidificação ou de recursos florais complementares num fragmento isolado, o sucesso reprodutivo e a manutenção da população vegetal que está em dependência desta abelha não são mais garantidos. Em médio prazo esta espécie vegetal desaparece (SCHLINDWEIN, 2000).

Existe uma relação de dependência mútua entre muitas espécies de plantas e insetos. Ela se estabeleceu de modo intenso ao longo dos milhões de anos, trazendo vantagens a ambos. Muitos insetos obtêm nas plantas o seu alimento, proteção, calor, material e local para a construção de seus ninhos e óleos importantes para a sua reprodução. Os vegetais, por sua vez, tem garantido a sua reprodução com variabilidade genética. Esta simbiose garantiu a sobrevivência de ambos e exerce influência sobre toda a vida na terra. Muitas plantas desenvolveram complexas estratégias reprodutivas para garantirem essa variabilidade, a maioria delas envolvendo os insetos ou tendo-os como agentes principais. Com a escassez de polinizadores, muitas espécies vegetais podem ter sua produção de frutos e sementes impedida ou reduzida ou mesmo originar descendentes menos vigorosos, dependendo se a polinização biótica é obrigatória ou facultativa. Além disso, deve-se considerar que a própria devastação das matas, reduz a variabilidade genética, pois alelos essenciais

para a adaptação e sobrevivência da espécie vegetal são queimados, arrancados e destruídos, com perdas irreparáveis, sem possibilidade de retorno (COUTO, 2002).

3.3 AS ABELHAS COMO AGENTES POLINIZADORES

As plantas dependem de agentes polinizadores, principalmente as abelhas, para realizarem a transferência de pólen das anteras para os estigmas. No entanto, a eficiência polinizadora das abelhas pode ser influenciada por uma série de fatores, alguns inerentes do próprio inseto, tais como: atração pelas flores da cultura; fidelidade à espécie visitada; tamanho e comportamento adequados para remoção do pólen das anteras e deposição no estigma; transporte de grandes quantidades de pólen viável e compatível; e outros dependentes da cultura a ser polinizada, como: estrutura e morfologia da flor; volume, concentração e conteúdo de açúcar total do seu néctar; liberação do pólen; viabilidade e longevidade do pólen; autocompatibilidade ou incompatibilidade do pólen da mesma planta, variedade ou cultivar; período de receptividade do estigma e vida útil dos óvulos (FREITAS, 1996;1998a). Isso obviamente é alcançado com maior eficiência a medida que as relações entre polinizadores e plantas tornam-se mais refinadas, com a presença de polinizadores oligoléticos ou monoléticos e espécies vegetais com sistema de polinização altamente especializados (FREITAS 1998b).

Estudos realizados com jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em pimentão (*Capsicum annuum* L.), mamangava (*Xilocopa* spp) em maracujá (*Passiflora edulis* Sims), *Apis mellifera* em abacateiro (*Persea americana* Mill) e

melão (*Cucumis melo*) mostraram a eficiência destes agentes na polinização das culturas (GARCIA et al, 1998; SILVA, 1998; OLIVEIRA FILHO, 2001; CRUZ, 2002; SOUSA, 2003; SILVA et al., 2005).

Segunda Viana et al. (2000), as abelhas parecem escolher os seus recursos preferenciais levando em consideração a abundância floral e apresentam correlação ordinal altamente significativa entre o tamanho da glossa das abelhas e a profundidade da corola, entretanto, a correlação entre o tamanho do corpo das abelhas e o diâmetro das corolas não é linear.

A abelha *A. mellifera* é a espécie mais utilizada na polinização de áreas cultivadas, porém a sua real eficiência polinizadora é desconhecida para a maioria das espécies agrícolas. Sabe-se que a introdução da abelha melífera em plantios tem contribuído para incrementar a produção de muitas culturas, mas isso pode ser devido a carência de polinizadores naturais mais eficientes (WINSTON, 1987; FREE, 1993).

A capacidade polinizadora de *A. mellifera* tem sido explicada como sendo a consequência de diversos fatores, tais como a existência de estruturas especializadas para coletar e transportar o pólen, como os pêlos ramificados e a corbícula; a necessidade de coletar grandes quantidades de pólen e néctar o que força visitar muitas flores por viagem; a fidelidade apresentada à espécie vegetal visitada e a boa capacidade de monitorar fontes de alimentos demonstradas pelas colônias (WINSTON, 1987); porém essas características são encontradas também em outras espécies de abelhas (FREITAS, 1998b). Mais do que a eficiência polinizadora individual de suas campeiras, o uso generalizado de *Apis mellifera* deve-se principalmente ao fato dessa espécie de abelha poder ser mantida em colméias, a facilidade com que é transportada

para a cultura a ser polinizada, o tamanho que a população de cada colônia pode atingir e a possibilidade de manejo pelo homem; características que facilitam bastante a introdução de polinizadores em áreas cultivadas. Além disso, a abelha melífera também possui a habilidade de visitar flores de uma proporção considerável de culturas agrícolas economicamente importantes devido ao seu comportamento polilético (FREITAS, 1998b).

A falta de especificidade entre *Apis mellifera* e as espécies de plantas que visita possibilita o seu uso com relativo sucesso na polinização de uma grande diversidade de espécies vegetais cultivadas. Assim, essa espécie de abelha tem sido utilizada como polinizadora de culturas agrícolas introduzidas em novas regiões do planeta onde seus polinizadores naturais não ocorrem espontaneamente, como polinizadora suplementar em locais onde o número de polinizadores nativos não é suficiente para alcançar os níveis de polinização desejados ou ainda quando polinizadores naturais da área foram dizimados pelo uso abusivo de agroquímicos ou desmatamentos (FREE,1993; FREITAS,1995).

A grande plasticidade de *A. mellifera* no que diz respeito a sua adaptação a condições ecológicas diversas tornou-a uma espécie cosmopolita e presente nas mias variadas regiões do globo terrestre (FREITAS, 1998b). Considerando os aspectos práticos e conhecimentos atuais sobre polinização, devemos lembrar que a avaliação da importância de uma determinada espécie de abelha como agente polinizador não pode levar em conta somente a habilidade polinizadora de indivíduos daquela espécie, mas também a sua disponibilidade, facilidade de manejo e possibilidade de produção em grandes números. É nesse contexto que *A.mellifera* ainda inclui-se como a principal

opção na polinização de culturas agrícolas de uma maneira geral. Mesmo nos casos de culturas nas quais ela apresenta menor habilidade polinizadora do que as de outras espécies de abelhas, o manejo adequado associado a facilidade com que se pode obter colônias com grande número de indivíduos permite em muitas situações compensar a sua menor eficiência polinizadora. Isso, porém, só é válido para as espécies vegetais visitadas por *Apis mellifera*; nas demais o uso de outras espécies de abelhas é fundamental para se atingir bons níveis de polinização, produtividade e rentabilidade da cultura (FREITAS, 1998b).

Sem dúvida, a abelha *Apis mellifera* apresenta características que conferem superioridade na polinização, com relação a muitos outros agentes polinizadores. Entretanto, alguns exemplos mostram que a escassez de algumas espécies de abelhas nativas tem prejudicado a produção de algumas culturas (COUTO, 1998a).

No Brasil, as abelhas predominantes são as da espécie *Apis mellifera*, denominadas africanizadas. Inúmeros trabalhos têm sido conduzidos utilizando estas abelhas, mostrando que é possível o seu uso de modo dirigido na polinização, inclusive em estufas (ALVES, 2000; CRUZ, 2002; SOUSA, 2003; SILVA et al., 2005). De maneira geral, o manejo das colméias das abelhas africanizadas para polinização é semelhante ao de produção de mel. As dificuldades encontradas no manejo são: comportamento agressivo, alta frequência de enxameação, perdas populacionais (COUTO, 1998b).

Estudos visam identificar qual agente polinizador é mais eficiente e como incrementar a polinização, seja manual ou induzida, aumentando a presença do polinizador e ou estimulando a visitação por meio de técnicas especiais,

como o uso de feromônios sintéticos, similares aos produzidos pelos insetos. Estes feromônios induziriam uma resposta específica, agindo como mensageiros químicos. Neste caso, eles seriam usados visando estimular ou inibir a atividade de coleta em uma determinada florada. Estes estudos são animadores e sugerem que em situações em que há escassez do polinizador, mesmo que a cultura não seja atrativa para as abelhas, pode-se aumentar a visitação, com o uso de substâncias atrativas. Porém, são necessários maiores estudos para identificação dos componentes químicos dos feromônios, seus efeitos e as suas formas (COUTO, 1998a).

O girassol, no entanto, é uma cultura sabidamente atrativa para as abelhas e que se beneficia dos seus serviços de polinização (FREE, 1993). Esta cultura tem ganhado importância recente no Brasil, devido seu uso potencial para a produção de biodiesel (COMBUSTÍVEL...,2005; EBDA...;2005). Porém, sabe-se pouco sobre o desempenho dos híbridos comercializados hoje no país sob as condições do Nordeste brasileiro, tanto no que diz respeito a desenvolvimento, produtividade e atividade das abelhas, bem como seu potencial apícola nesta região.

3.4 A CULTURA DO GIRASSOL

3.4.1 Botânica do Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivado é uma espécie anual, com desenvolvimento vigoroso, pertencente à família Asteraceae, subfamília *Tubuliflorae* DC, tribo *Heliantheae* CASS, gênero *Helianthus* L, espécie *annuus*. A denominação *Helianthus* procede do grego hélios: sol, anthos: flor. É originário do sudoeste dos Estados Unidos e norte do México (ROSSI, 1998; EMBRAPA, 2005; O GIRASSOL...,2005).

A *Helianthus annuus* L. é cultivada fundamentalmente como planta oleaginosa e, em menor escala, com sementes grandes, para ser comida como guloseima, ou como alimento para pássaros. Existem algumas variedades decorativas, que são cultivadas como plantas ornamentais. As plantas destinadas à produção de sementes para produzir óleo ou guloseimas são de formas monocefálicas, com folíolos involucrados, flores radiadas e flores liguladas da cor amarelo-alaranjado, com aquênios grandes. As plantas cultivadas para fins ornamentais são de formas ramificadas (policefálicas), com folíolos involucrados, flores radiadas e flores liguladas da cor amarelo-alaranjada ou com pigmentação vermelha (ROSSI, 1998; EMBRAPA, 2005; O GIRASSOL...;2005).

3.4.2 Importância

A grande importância da cultura do girassol no mundo deve-se à excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de sua semente, É um cultivo econômico, rústico e que não requer maquinário especializado. Tem um ciclo vegetativo curto e se adapta perfeitamente a condições de solo e clima pouco favoráveis. O girassol não empobrece o solo, pois apesar de absorver mais água do que outros cultivos estivais e, por isso, resistir melhor aos efeitos da umidade insuficiente, não extrai mais nutrientes do que qualquer um deles (ROSSI, 1998; EMBRAPA, 2005).

A semente de girassol é, botanicamente, um fruto seco, composto por pericarpo (casca) e semente propriamente dita (polpa). Os híbridos atualmente cultivados têm até 25% de casca e 75% de polpa. O rendimento de óleo do fruto ou semente inteira é de 48 a 52%. A finalidade da produção do girassol é a elaboração de óleo comestível e o aproveitamento dos subprodutos da extração, tais como: tortas, “expeller” e/ou farinhas para rações balanceadas para alimentação animal. Mais de 90% da produção mundial de girassol destinam-se à elaboração de óleo comestível, e a maior parte dos 10% restantes, para a alimentação de animais (pássaros) e consumo humano direto (ROSSI, 1998).

O óleo de girassol é considerado extremamente digerível. O potencial de secagem dos óleos comestíveis é determinado pelo seu índice de iodo, sendo este índice o que indica a quantidade de oxigênio que um óleo pode absorver até alcançar sua saturação total. Tecnicamente, determina-se este índice ao verificar quantos gramas de iodo são absorvidos por 100 gramas de óleo, sendo este índice de 138,42 para o girassol (ROSSI, 1998).

A qualidade e digestibilidade dos óleos comestíveis são determinadas pela quantidade e qualidade dos ácidos graxos insaturados que os compõem. É fundamental a presença do ácido linoléico em quantidades adequadas, já que o organismo humano não consegue sintetizá-lo, sendo o óleo de girassol, por tal razão, considerado o de melhores características nutritivas, por seu alto conteúdo de ácido linoléico (EMBRAPA, 2005).

Considerando-se a presença de um percentual maior de colesterol no organismo humano como a responsável pela alta freqüência de doenças cardiovasculares, e o aumento dessa percentagem ligado à assimilação de ácidos graxos saturados, espera-se que, reduzindo-se a participação destes em relação aos insaturados e poli-insaturados (especialmente o linoléico), os quais o óleo de girassol é bastante rico, possa haver uma redução dessas doenças. A questão tem elevado o óleo de girassol a ser reconhecido como excelente para ser utilizado na preparação de alimentos consumidos por portadores de problemas cardiovasculares (EMBRAPA, 2005).

O valor nutritivo do óleo de girassol é importante devido à presença de vitaminas lipossolúveis A,D e E, sendo esta última o mais importante antioxidante dos óleos vegetais e também um importante conservante da vitamina A. As sementes de girassol têm 68% de complexos fosforados, em misturas complexas de lícitina, cefalina, fosfoglicídios, assim como vitaminas B₄ e B₈, contribuindo para a diminuição do colesterol no sangue e a regularização dos processos metabólicos (ROSSI, 1998).

O óleo de girassol refinado é também utilizado pela indústria de conservas. As margarinas, os cremes vegetais e halvarinas de óleo de girassol são cada vez mais consumidos. Também o óleo de girassol é utilizado na

fabricação de sabões e, como óleo industrial, na indústria de tintas, em substituição ao óleo de linhaça.

A planta verde de girassol pode ser utilizada na produção de silagem para nutrição animal. A melhor qualidade da silagem obtém-se cortando as plantas no momento da floração plena (antes do começo do enchimento dos grãos), sendo este o momento em que a proporção de matéria seca da planta é mais adequada para esta finalidade. Tem-se comprovado que uma boa silagem de girassol (adequadamente compactada), por seu alto conteúdo de fibras, matéria seca, proteína bruta e proteína digestível, é superior a silagem de milho ou sorgo para a nutrição de vacas leiteiras, aumentando substancialmente a produção e o teor da matéria graxa do leite. Os “ expellers” e farinhas de girassol são utilizados na produção de alimentos balanceados para animais, por conter uma alta proporção de fibras. Sugere-se a utilização de “pellets” e “expeller” de girassol na elaboração de rações para o gado leiteiro em combinação com outras fontes de proteínas oleaginosas, para proporcionar a base de nitrogênio necessária à síntese de proteínas no rúmen, favorecido pela alta porcentagem de fibra (ROSSI, 1998).

Atualmente, o girassol é utilizado como matéria – prima para o biodiesel. A partir do grande incentivo do Governo Federal, o biodiesel vem sendo estudado em todo o Brasil, sendo utilizado desde a agricultura familiar até a altamente tecnicada. O biodiesel é utilizado como fonte alternativa de energia, além de ser menos poluente ao meio ambiente (COMBUSTÍVEL...,2005; EBDA., 2005).

3.4.3 Biologia Floral

As flores do girassol inseridas no receptáculo da inflorescência são de dois tipos: tubulosas (flores férteis) e liguladas. As flores tubulosas são as flores propriamente ditas: são hermafroditas, medindo entre 10 e 20mm, dependendo do seu estágio de desenvolvimento. Ocupam a superfície completa do receptáculo. Seu número é variável, dependendo da variedade ou do híbrido. Como média mais freqüente, cada receptáculo pode ter entre 1000 e 1800 flores férteis. Cada flor fértil é composta de: cálice, corola, androceu e gineceu (ROSSI, 1998).

O cálice é formado por duas pequenas folhas transformadas, chamadas papus, que se encontram opostamente na união do ovário com a corola, podendo ser observadas desde a formação das flores até a finalização da fecundação. A corola é formada por quatro pétalas soldadas na base, sendo geralmente da cor amarelo-alaranjado, com a forma de um tubo. Estreita-se no extremo inferior, formando uma globosidade em forma de anel, onde se encontram o nectário floral, comunicando-se com o ovário mediante um pequeno tubo da cor branca. A flor, geralmente, mede entre 7 e 10mm de altura. O androceu é formado por cinco estames localizados dentro do tubo da corola, e tem seus filamentos livres e da cor branca, os quais estão soldados na sua parte inferior à base da superfície interna da corola, fazendo com que as anteras apareçam sobre ela. As anteras são alongadas e interligadas por meio de uma cutícula fina e elástica de cor escura. O gineceu é formado por um pistilo de ovário inferior, bicarpelar e uniovulado, e um estilo alongado, que em plena antese faz aparecer na sua parte superior o estigma bifido curvo, onde ficam retidos os grãos de pólen no momento da fecundação. O estilo e o

estigma localizam-se dentro do tubo formado pelos filamentos e pelas anteras, e o ovário encontra-se abaixo da corola (ROSSI, 1998).

As flores férteis estão sujeitas ao receptáculo por duas pequenas folhas transformadas, chamadas páleas, que cumprem a função de proteger o ovário. As páleas persistem até a maturação do capítulo, formando as características cavidades romboidais, que se assemelham a um favo de mel de abelhas. As páleas e as flores férteis que contêm, estão dispostas em arco espirais, que partem desde o centro do capítulo até a extremidade. As flores liguladas são incompletas, com um ovário e cálice rudimentar, e uma corola transformada, parecida com uma pétala, unidas na sua base à sua correspondente pálea pouco desenvolvida. A lígula é como uma folha transformada, que se assemelha a uma pétala, da cor amarelo-alaranjado, com um comprimento de três a quatro vezes maior que a largura. Sua forma é oval-lanceolada, localizada em todo o perímetro do capítulo. Geralmente, conta-se de 30 a 70 flores liguladas por capítulo (ROSSI,1998).

3.4.4 A Polinização do Girassol

A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) está relacionada diretamente com os agentes polinizadores , pois é uma planta de polinização cruzada, sendo realizada por insetos, em especial por abelhas (MORGADO et al, 2002). Segundo Moreti (1989) e Silva (1990), a influência da visitação de abelhas nas inflorescências e na polinização dessa planta, é extremamente positiva a associação com abelhas, destacando que a visitação desses insetos leva ao aumento da produção e à melhoria na qualidade das sementes (aquênios).

O arranjo floral do girassol faz com que a cultura seja beneficiada quando é visitada por abelhas coletoras de néctar. Isso ocorre porque a inflorescência constitui-se em um capítulo formado por centenas de pequenas flores que abrem em seqüência da extremidade para o centro da inflorescência, ao longo de vários dias. As flores passam por uma fase masculina, na qual liberam pólen, e somente depois entram na fase feminina quando se tornam receptivas para serem polinizadas. Dessa forma, as abelhas que coletam pólen limitam suas visitas apenas as flores na fase masculina que ainda não estão receptivas à polinização, enquanto que as abelhas coletoras de néctar visitam todas as flores da inflorescência, efetuando a polinização daquelas flores que estão na fase feminina (FREE, 1993).

Sendo o girassol uma planta de fecundação cruzada, deve haver um número adequado de insetos polinizadores na plantação durante a semana da floração. Os mais indicados são abelhas. Para assegurar uma boa polinização e produção de grãos recomenda-se colocar, nas imediações do cultivo, duas colméias por hectare.

Independente da cultura, desde o início do século XX, diversos estudos têm tentado estimar o número de colméias adequadas para polinização, em uma determinada área; entretanto, este é um dado bastante controverso e variável de acordo com a cultura de interesse. O número de colônias por hectare depende ainda da presença ou não de outros insetos; do tamanho da cultura; da atratividade das flores; da quantidade de flores presente; se as flores oferecem pólen e/ou néctar e as necessidades das colônias; da proporção de campeiras na colônia; da eficiência e comportamento das operárias e do número necessário de visitas às flores para uma polinização

satisfatória. Sendo assim, este número de colônias varia com o clima, região, ano e com a cultura (COUTO, 1998b).

A maioria dos autores (FREE,1983; WINSTON,1987) considera de duas a três colônias por hectare razoável, com uma média de 100 flores para cada abelha. Entretanto, se a cultura é pouco atrativa, é necessário aumentar a densidade de abelhas e se a cultura for atrativa ou se as flores podem ser autopolinizadas, pode-se utilizar menos de 2,5 colônias por hectare (MCGREGOR, 1976). Quanto mais próximas as colônias estiverem da cultura de interesse, melhor o rendimento tanto para a produção de mel como para a polinização. A área de coleta de uma colônia depende de muitos fatores, tais como disponibilidade do néctar e pólen; condições climáticas e aspectos físicos do terreno (FREE, 1993).

Na agricultura em pequena escala, a polinização tende a ser o resultado direto da apicultura para a produção de mel. Iniciando a criação de abelhas e num raio de 500m não estiverem fazendo o mesmo, pode-se obter colheitas maiores de frutas de pomar, tais como maçã, pêra, framboesa, como também seus vizinhos. Na agricultura de larga escala, a situação é diferente; primeiramente, as monoculturas de um produto que necessita de polinização podem cobrir áreas muito vastas e as colônias de abelhas precisam ser levadas para essas áreas durante o período de florescimento da cultura. Elas não podem, entretanto, ser deixadas permanentemente, porque não teriam coleta no restante do ano (FREE, 1993).

Posteriormente, colônias comerciais produtoras de mel são manipuladas para que tenham grande força de coleta de néctar na época do fluxo. As colônias são preparadas para a polinização com um objetivo diferente, elas

devem ter grande quantidade de cria e, assim, muita necessidade de pólen e estoques insuficientes na colônia. Isto acarreta num grande número de coletoras de pólen que são, geralmente, polinizadoras mais eficientes da maioria das plantas do que as coletoras de néctar (CRANE, 1983; FREE, 1993).

A tendência da maior parte das abelhas coletoras, de continuar a trabalhar na mesma cultura ao invés de mudar para outra, impõe uma regra importante aos apicultores que levam abelhas para polinizar uma cultura, esperar que a cultura esteja em florescimento antes de levar as abelhas e liberá-las na área num horário em que o pólen esteja disponível na cultura. Caso contrário, as abelhas encontrarão outras fontes de néctar e pólen na localidade e se fixarão, ignorando a cultura a ser polinizada, mesmo que ela esteja em pleno florescimento (CRANE, 1983).

Quanto a distribuição das colônias, aparentemente o ideal é colocar as colméias no meio da cultura (FREE et al., 1977; DeGRANDI – HOFFMAN, 1988), porém este tipo de arranjo dificulta o manejo do produtor. Já Sousa (2003), estudando a cultura do melão (*Cucumis melo*) na época seca não verificou diferenças no pastejo das abelhas em áreas com colméias instaladas no centro ou em linha lateral fora da cultura.

Além disso, é importante instalar as colônias quando pelo menos 10% das plantas estiverem em florescimento, para evitar que as abelhas encontrem outras fontes competitivas nas imediações e sejam estimuladas a continuarem, mesmo após o início do florescimento da cultura em interesse (COUTO, 1998b).

3.4.5 Requerimentos de polinização do girassol

Muitas pesquisas têm sido realizadas para determinar até que ponto os componentes de rendimento do girassol são afetados pela presença de insetos que favorecem a polinização, chegando-se à conclusão de que as falhas na porcentagem de grãos fecundados afetam o rendimento da cultura, porque diminuem o número de aquênios por unidade de superfície (EMBRAPA, 2005).

O girassol é uma espécie de polinização entomófila, pelo seu pólen aglutinado, apresentando alta incompatibilidade na fertilidade para autofecundar-se, sendo muito importante o trabalho das abelhas para atingir essa finalidade e aumentar os rendimentos.

No entanto, as constantes aplicações de inseticidas em cultivos vizinhos podem causar a diminuição da população de abelhas, sendo por isso de vital importância recomendar, nas zonas de produção de girassol o uso de inseticidas que não afetem as abelhas. O fator climático também limita a ação das abelhas, que não trabalham em dias chuvosos, nublados ou muito ventosos, o que dificulta seu vôo. Se as condições meteorológicas adversas persistirem por vários dias, pode produzir-se o escorrimento do pólen e a perda da receptividade do estigma, dificultando a ação benéfica das abelhas para aumentar o rendimento do girassol (ROSSI, 1998).

Uma boa quantidade de abelhas polinizadoras pode incrementar os rendimentos entre 20 e 40% produzindo uma melhor qualidade de grãos, com aumento do conteúdo de óleo e maior energia e poder germinativo das sementes. Na produção de sementes híbridas, a presença de abelhas é imprescindível para o transporte do pólen, desde a linha restauradora até a linha androestéril. O vento é capaz de transportar o pólen somente por alguns

metros, sendo o efeito sobre a produção de sementes menor que 0,2% (ROSSI, 1998).

3.4.6 Comportamento de pastejo das abelhas no girassol

O comportamento das abelhas num cultivo de girassol é influenciado por vários fatores, dentre os quais se destacam a presença e o acesso ao néctar, a coloração dos estigmas, a qualidade do néctar e suas frações cromáticas, e a presença de pólen abundante. A colheita de pólen realiza-se nas primeiras horas da tarde, coincidindo com os momentos de máxima oferta de pólen por parte da flor. Em vários experimentos realizados, verificou-se uma frequência de 20 abelhas por 100 capítulos às 7:00h da manhã, supondo que uma maior atividade nestas horas estaria fortemente influenciada pela maior presença de pólen nas flores. A maior parte das visitas de manhã são registradas sobre flores do dia anterior, e quase a totalidade das visitas nas últimas horas da tarde nas flores do mesmo dia. A atividade cresce, aumentando a frequência de visitas às flores nas últimas horas do dia, coincidindo com o momento de maior receptividade estigmática. No que diz respeito à colheita de pólen, especificamente, foi comprovado que a máxima colheita produz-se entre as 10 e 11 horas (FREE, 1993; ROSSI, 1998; PAIVA et al 2002).

Conhecendo os benefícios que produzem as abelhas pela sua atividade polinizadora no girassol, convém protegê-las dos inseticidas necessários para o controle das pragas que atacam a cultura na mesma época da floração. Para maior proteção, recomenda-se a utilização de inseticidas biológicos e

piretróides, pulverizando sempre ao alvorecer ou nas últimas horas da tarde, quando a presença de abelhas é menor na cultura do girassol (ROSSI, 1998).

A polinização por abelhas no girassol proporciona não só um aumento na produção de aquênios, como também na sua viabilidade em relação à área coberta sem abelhas, proporcionando um aumento no índice de germinação das sementes de girassol (PAIVA et al.;2000).

Segundo Paiva et al, 2002, a abelha mais constante visitando o girassol durante todo o dia é a *Apis mellifera*, embora os halictídeos tenham sido os mais freqüentes coletores de pólen, sendo estes vistos somente na manhã até às 11h. As abelhas coletam mais néctar do que pólen uniformemente ao longo do dia e as coletoras de néctar têm maior influência na polinização do girassol do que as coletoras de pólen e néctar / pólen.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 EXPERIMENTOS

4.1.1 Experimento de Biologia Floral

O experimento de biologia floral foi conduzido no Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia - CCA - UFC, e no Laboratório de Botânica do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, localizados no município de Fortaleza, no Estado do Ceará, no período de agosto a dezembro de 2005.

O município de Fortaleza possui uma área de 313,4 Km², correspondendo a 0,21% da área do Estado, situando-se a 16 m de altitude, 3º 43' 02 "de latitude Sul e 38º 32' 35" de longitude Oeste. Está localizado na mesorregião metropolitana de Fortaleza e microrregião 16, tendo como limites: Oceano Atlântico e Caucaia (Norte); Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga e Eusébio (Sul); Eusébio, Aquiraz e Oceano Atlântico (Leste) e Caucaia e Maracanaú (Oeste) (Figura 1). O Clima característico é Tropical Quente Sub-úmido; sendo de janeiro a maio o seu período chuvoso. A média anual de pluviosidade da região é de 1338,0 mm e de temperatura é 27°C (IPLANCE, 2004).



Figura 1. Mapa do município de Fortaleza - CE, 2005.

Visando estudar a biologia floral dos três híbridos, os mesmos foram semeados em dois canteiros de alvenaria (5m x 10m) situados no apiário do Departamento de Zootecnia. O espaçamento utilizado foi em fileira dupla (0,8 x 0,7 x 1m) e a irrigação feita por microaspersão.

No período de florescimento, várias flores foram acompanhadas durante todo o seu desenvolvimento e maturação visando conhecer sua biologia no que diz respeito a profundidade da corola, liberação de pólen, receptividade dos estigmas, localização dos nectários, secreção de néctar. Após as observações no campo, uma inflorescência de cada híbrido foi coletada e levada para o Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Ceará, para observações morfológicas detalhadas sob lupa micrométrica Olympus com câmara branca, aumento 12x.

As observações relativas ao desenvolvimento e maturação das flores foram tratadas por meio de estatística descritiva.

Os dados de profundidade de corola foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas a *posteriori* pelo teste de Tukey (5%). O tratamento constou de três híbridos. O Delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado com cinco repetições. As médias foram apresentadas com intervalo de confiança (FERREIRA,2005).

Modelo Matemático:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + E_{ij}$$

$$(i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4, 5)$$

Y_{ij} = Valor observado do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição

μ = média geral

H_i = Efeito do tratamento híbrido ($i = 1, 2, 3$)

E_{ij} = Erro experimental

4.1.2 Experimento de Comportamento de Pastejo

O experimento de comportamento de pastejo foi conduzido no Campo Federal, localizado no município de Russas, no Estado do Ceará e distante 160 km de Fortaleza, no período de agosto de 2005 a janeiro de 2006.

O município de Russas possui uma área de 1.588,10 Km², correspondendo a 1,07% da área do Estado, situando-se a 20,51 m de altitude, 4º 56' 25 "de latitude Sul e 37º 58' 33" de longitude Oeste. Está localizado na mesorregião do Jaguaribe e microrregião Baixo Jaguaribe, tendo como limites: Beberibe, Palhano e Morada Nova (Norte); Morada Nova, Limoeiro do Norte e

Quixeré (Sul); Jaguaruana, Quixeré e Palhano (Leste) e Morada Nova (Oeste) (Figura 2). O Clima característico é Tropical Quente e Semi-árido; sendo de janeiro a abril o seu período chuvoso. A média anual de pluviosidade da região é de 857,7mm e de temperatura é 27°C (IPLANCE, 2004).



Figura 2 . Mapa do município de Russas - CE, 2005.

O experimento foi conduzido numa área com três hectares de girassol, um hectare para cada híbrido (H250, H251 e H360), sendo as sementes fornecidas pela empresa Helianthus do Brasil S/A . A semeadura foi realizada manualmente com matraca, colocando três sementes/cova, espaçados em fileira dupla 0,2 x 0,3 x 2,0m no intervalo de 40 dias entre híbridos, para se evitar coincidência de florescimento. Após 20 dias de emergência, foi realizado um desbaste deixando apenas uma planta por cova. Os híbridos H250, H251 e H360 foram irrigados por sulco (Figura 3).



Figura 3. Detalhe do sistema de Irrigação por sulco das áreas experimentais. Russas - CE, 2005.

No período de florescimento de cada híbrido, foram escolhidas, ao acaso, 20 inflorescências (unidade experimental) e seis intervalos de tempo 7-8h; 9 -10h; 11-12h; 13 – 14h; 15 – 16h; 17 – 18h com quatro repetições para coletar dados relacionados às seguintes variáveis:

- a) Número de abelhas visitando a inflorescência (NA) – Quantidade total de abelhas na inflorescência.
- b) Número de abelhas coletando néctar (CN) – Quantidade total de abelhas na inflorescência com comportamento de introdução da probóscide na flor.
- c) Número de abelhas coletando pólen (CP) – Quantidade total de abelhas na inflorescência com comportamento de jogar pólen sobre o próprio corpo e transferência deste para as corbículas ao alçar vôo.
- d) Número de flores visitadas por minuto (NFM) – Dentre as abelhas em atividade coletando néctar em uma inflorescência, escolhia-se uma

abelha e registrava o número de flores que ela visitava no tempo de 1 min.

- e) Número de abelhas visitando flores na fase masculina (VFM) – Quantidade total de abelhas na inflorescência visitando flores na fase masculina.
- f) Número de abelhas visitando flores na fase feminina (VFF) – Quantidade total de abelhas na inflorescência visitando flores na fase feminina.
- g) Número de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) – Quantidade total de abelhas na inflorescência visitando flores nas fases masculina e feminina.
- h) Predominância de flores na fase masculina na inflorescência (PM) – Proporção de flores na fase masculina na inflorescência em relação ao número total de flores abertas.
- i) Predominância de flores na fase feminina na inflorescência (PF) – Proporção de flores na fase feminina na inflorescência em relação ao número total de flores abertas.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas a *posteriori* pelo teste de Tukey (5%). Procedeu-se transformação radicial [$y=(x+1)^{1/2}$], para atender a pressuposição da análise de variância quanto à homogeneidade de variâncias, para as variáveis: Número de abelhas visitando flores na fase feminina (VFF), Número de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) e Predominância de flores na fase feminina na inflorescência (PF). O Delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado em Parcelas Subdivididas no Tempo (3x6), três

híbridos e seis horários com quatro repetições. As médias foram apresentadas com intervalo de confiança (FERREIRA,2005).

Modelo Matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_a + B_k + AB_{ik} + E_b$$

$$(i= 1,2,3; j= 1,2,3,4; k= 1,2,3,4,5,6)$$

Y_{ijk} = valor observado na subparcela que recebeu os tratamentos

μ = média geral

A_i = efeito do nível i do fator híbrido que esta na parcela

E_a = erro da parcela que recebeu o nível i de híbrido na repetição

B_k = efeito do nível k do fator horário que esta na subparcela

AB_{ik} = efeito da interação dos fatores híbrido e horário

E_b = erro da subparcela horário

4.1.3 Experimento de Eficiência de Polinização

O experimento foi realizado na mesma área do experimento de Comportamento de Pastejo.

No período de florescimento de cada híbrido, foram escolhidas, ao acaso, 36 inflorescências para proteção com sacos de filó (polinização restrita) e outras 36 para serem marcadas, mas permanecendo sem serem protegidas (polinização aberta) (Figura 4 a,b).



(a)



(b)

Figura 4. Inflorescências (a) protegida (polinização restrita) e (b) sem proteção (polinização aberta). Russas - CE, 2005.

Após a maturação dos capítulos, estes foram colhidos, secos à sombra por 15 dias e debulhados os aquênios para serem beneficiados no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará. Neste experimento observaram-se as seguintes variáveis:

a) Peso dos Capítulos: As inflorescências foram coletadas, secas à sombra por 15 dias e posteriormente pesadas em balança da marca Filizola®.

b) Peso de 1000 aquênios por inflorescência: Após secagem, as inflorescências foram beneficiadas e levadas para o laboratório e após contagem, retirou-se 100 aquênios e estes foram pesados em balança de precisão. Posteriormente, o valor obtido foi multiplicado por dez, obedecendo as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

c) Peso total dos aquênios por inflorescência: Após secagem, as inflorescências foram beneficiadas e levadas para o laboratório e após contagem, retiraram-se todas as sementes que foram pesadas.

d) Número de aquênios por Inflorescência: obtido por meio de uma regra de três simples a partir do peso de 1000 aquênios e do peso total.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas a *posteriori* pelo teste T para duas amostras a 5% . As médias foram apresentadas com intervalo de confiança (FERREIRA,2005).

4.1.4 Experimento de Produtividade Total de Grãos

O experimento foi realizado na mesma área do experimento de Comportamento de Pastejo.

Após a colheita, as inflorescências foram colocadas para secar a sombra por 15 dias e posteriormente beneficiadas. A produção total foi estimada para um stand de colheita composto por 45.000 plantas/ha, conforme recomendado pela empresa Helianthus do Brasil S.A., que desenvolveu os híbridos estudados. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas a *posteriori* pelo teste de Tukey (5%). O tratamento constou de três híbridos. O Delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado com 36 repetições. As médias foram apresentadas com intervalo de confiança (FERREIRA,2005).

Modelo Matemático:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + E_{ij}$$

$$(i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, \dots, 36)$$

Y_{ij} = Valor observado do i-ésimo tratamento na j-ésima repetição

μ = média geral

H_i = Efeito do tratamento híbrido (i = 1, 2, 3)

E_{ij} = Erro experimental

4.2 COLÔNIAS DE ABELHAS

Todas as colméias utilizadas foram do tipo Langstroth, compostas por fundo, ninho, melgueira e tampa. As colônias foram da espécie *Apis mellífera*, conhecidas como abelhas africanizadas, oriundas de apiário comercial da região e bem adaptadas às condições de ambiente locais. No período de florescimento de cada híbrido foram introduzidas 10 colônias de abelhas no centro da área experimental para conseguirmos melhor eficiência de forrageamento (Figura 5). Para minimizar possíveis efeitos de colônia nos experimentos, utilizaram-se as mesmas 10 colônias nos três híbridos estudados.



Figura 5. Distribuição das colméias no centro da área experimental com o híbrido de girassol H250 . Russas - CE, 2005.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Biologia Floral

Os estudos da biologia floral dos híbridos de girassol estudados mostraram que, independentemente do híbrido, as flores apresentam quatro fases distintas: na primeira fase, logo após a antese, e aqui denominada de pré-masculina, as anteras ainda apresentam-se fechadas e não há liberação de pólen (Figura 6a); a segunda fase, caracteriza-se pela deiscência das anteras, havendo liberação de pólen e é denominada de masculina 1, que se trata da fase masculina propriamente dita (Figura 6b); a terceira fase, caracteriza-se pela transição entre a fase masculina e a feminina. Nesta fase, percebe-se o estigma ainda imaturo crescendo por dentro das anteras e adquirindo em sua porção externa o pólen ainda contido no interior das anteras, porém sem possibilidade de autofecundação devido ao estado fisiológico do estigma. Esta fase é aqui denominada de masculina 2 (Figura 6c). Finalmente, a quarta e última fase, ocorre quando o estigma atinge a maturidade e abre em dois lóbulos, expondo sua superfície receptiva interna para a deposição de grãos de pólen (Figura 6d).

Uma peculiaridade dos híbridos estudados foi o rompimento lateral da parede das anteras por parte do estigma em crescimento, fazendo com o mesmo sempre fosse exposto por um dos lados do tubo formado pela concreção das anteras, ao invés de sua exposição pela porção terminal do mesmo, conforme descrito na literatura (FREE, 1993) para a espécie em geral.

A produção de néctar ocorreu em todas as quatro fases da flor, conforme já havia sido notado por Free (1993), estando os nectários localizados na base da corola, em uma globosidade em forma de anel (Figura 7), conforme descrito por Rossi (1998).

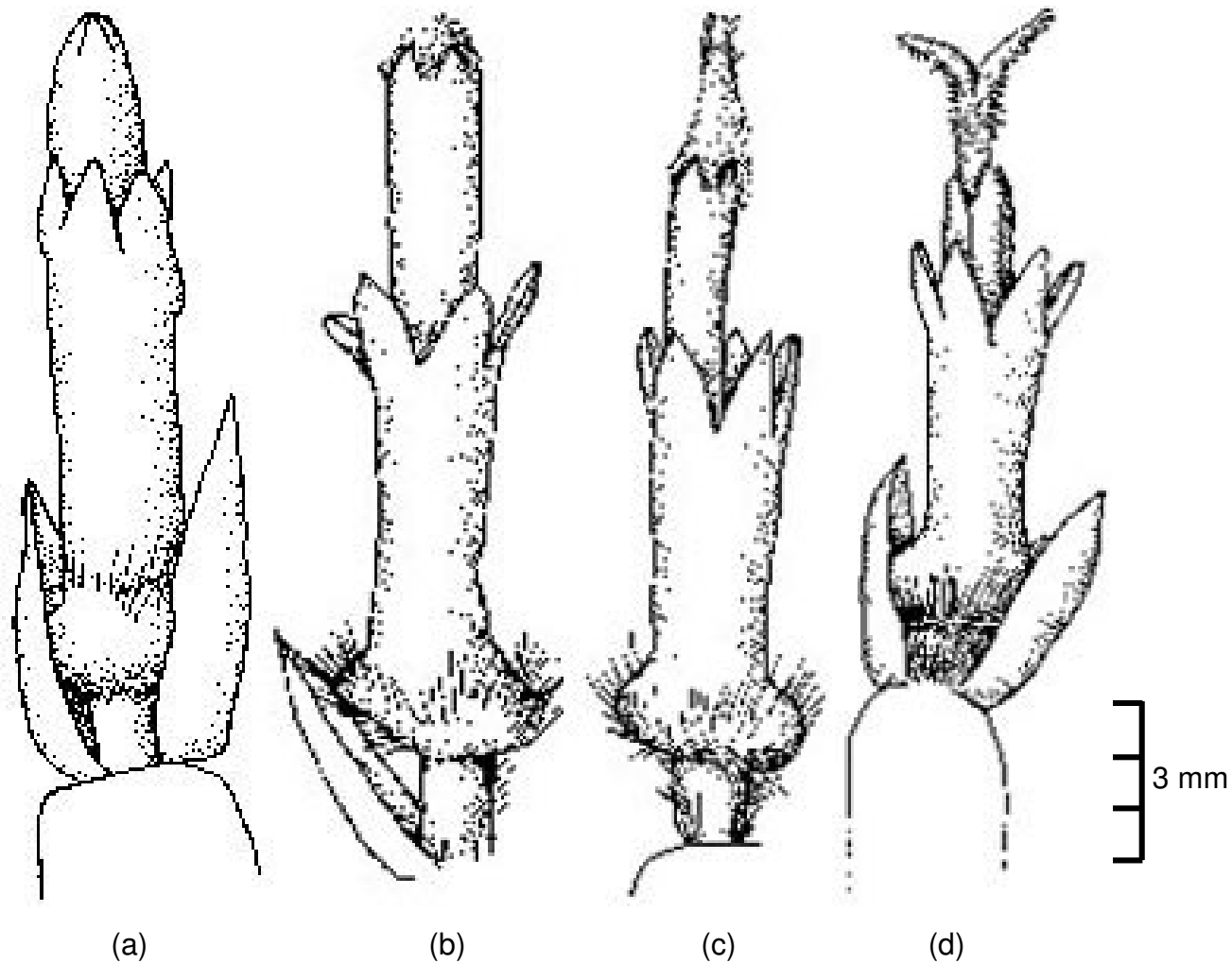


Figura 6 - Detalhe da flor de girassol (*Helianthus annuus* L. nas fases denominadas (a) pré-masculina, (b) masculina 1, (c) masculina 2 e (d) feminina. Fortaleza – CE, 2005. Desenhos de Christian Westerkamp.

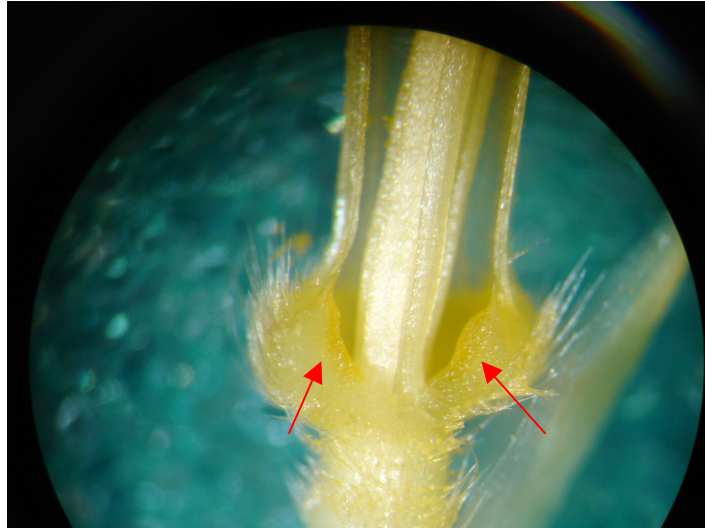


Figura 7. Detalhe dos nectários da flor de girassol (*Helianthus annuus* L.) Fortaleza - CE, 2005. Foto de Christian Westerkamp.

A análise de variância (Anexo I) mostrou a existência de diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a profundidade da corola dos três híbridos. O Híbrido H360 apresentou flores com a corola significativamente ($F_{2,14} = 6,50$) mais profunda da produtividade dos demais híbridos, H250 e H251 (Tabela 1).

Apesar de diferentes em profundidade, as flores de nenhum dos três híbridos mostraram-se mais profundas do que o comprimento médio da probóscide de *Apis mellifera*, sendo todas mais curtas do que o limite inferior de variação da língua desta abelha, 5,4 a 7,0mm (WINSTON, 1987; VIANA et al, 2000). Desta forma, a profundidade da corola dos híbridos estudados não limita a coleta de néctar pelas abelhas e não pode ser usada para explicar a diferença de atratividade observada entre eles (ver item 5.1).

TABELA 1 - Profundidade média da corola de flores de girassol (*Helianthus annuus* L.) nos híbridos H250, H251 e H360. Fortaleza, CE, UFC, 2005.

Híbridos	Número de Flores	Profundidade da corola (mm) ¹
H360	5	5,37 ± 0,17 a
H251	5	5,08 ± 0,17 b
H360	5	5,07 ± 0,17 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a $P < 0,05$ pelo teste de Tukey.

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

5.2 Comportamento de Pastejo

As análises dos dados (Anexo II) mostraram não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) entre híbridos ou horários para as variáveis: número de flores visitadas por minuto, número de abelhas visitando flores na fase feminina e predominância de flores na fase feminina na inflorescência (Tabelas 2, 3 e 4).

Essas análises mostram que o número de flores visitadas por minuto para coleta de néctar nos três híbridos não variou significativamente ao longo do dia, sugerindo que a taxa de secreção deste recurso floral pelos três híbridos também se manteve constante e compensador para coleta pelas abelhas neste período. Essa observação está em acordo com PAIVA et al. (2002).

O número de abelhas visitando flores na fase feminina também não foi significativo ($P > 0,05$). Isto pode ser explicado pelo fato de que as flores do girassol secretam néctar tanto na fase masculina quanto na fase feminina (FREE, 1993), portanto, as abelhas coletoras de néctar devem visitar as flores tanto em uma fase quanto na outra, sem preferências. Este comportamento, aliás, é que implica as coletoras de néctar como sendo mais eficientes na

polinização desta cultura do que as abelhas coletoras de pólen, já que as últimas restringem suas atividades de coleta, em grande parte, às flores na fase masculina (FREE, 1993; PAIVA et al., 2002).

Também não foi observada predominância de flores na fase feminina na inflorescência. Essa observação deve-se ao fato de que as flores sempre se apresentam na fase masculina quando da sua antese e, à medida que envelhecem, entram na fase feminina (ROSSI, 1998). Desta forma, no início da abertura das flores de um capítulo, deve haver predominância de flores masculinas, mas nunca de flores femininas, pois quando estas primeiras flores entrarem na fase feminina, outras flores mais jovens estarão na fase masculina e o processo continua assim até o final do florescimento do capítulo. Portanto, um capítulo de girassol sempre terá disponível pólen e néctar para os visitantes florais, desde a antese de suas primeiras flores.

TABELA 2 - Número médio de flores visitadas por minuto (NFM) nos híbridos H250, H251 e H360 de girassol (*Helianthus annuus* L.). Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Número médio de flores visitadas por minuto ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	14,89 ± 2,51	16,35 ± 1,62	16,05 ± 0,79
9h	4	15,23 ± 2,07	15,94 ± 0,44	16,40 ± 1,33
11h	4	14,67 ± 3,08	16,00 ± 1,65	16,07 ± 0,38
13h	4	17,96 ± 8,02	15,74 ± 2,07	15,96 ± 0,47
15h	4	16,43 ± 4,45	16,70 ± 0,83	15,86 ± 0,47
17h	4	15,42 ± 4,17	16,35 ± 2,35	16,05 ± 1,24

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 3 – Número médio de abelhas visitando flores na fase feminina (VFF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Nº médio de abelhas em flores na fase feminina ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	0,00	0,00	0,00
9h	4	0,01 ± 0,03	0,00	0,00
11h	4	0,01 ± 0,03	0,00	0,00
13h	4	0,00	0,25 ± 0,06	0,00
15h	4	0,01 ± 0,03	0,75 ± 0,22	0,00
17h	4	0,01 ± 0,03	0,00	0,01 ± 0,03

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 4 – Médias percentuais da predominância de flores na fase feminina na inflorescência (PF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	predominância de flores na fase feminina (%)		
		H250	H251	H360
7h	4	22,50	11,25	2,50
9h	4	17,50	13,75	8,75
11h	4	12,50	5,00	8,75
13h	4	12,50	3,75	2,50
15h	4	15,00	18,75	13,75
17h	4	6,25	10,00	23,75

Já as variáveis, número de abelhas visitando a inflorescência ($F_{2,45} = 54,16$) e número de abelhas coletando néctar ($F_{2,45} = 15,75$) diferiram ($P < 0,05$) entre os híbridos, tendo o híbrido H360 atraído significativamente mais abelhas do que os demais híbridos, os quais não diferiram ($P > 0,05$) entre si (Tabela 5). No entanto, considerando apenas a coleta de néctar, o híbrido H360 apresentou significativamente ($P < 0,05$) mais abelhas desempenhando esta atividade do que o híbrido H251, porém ambos não diferiram do híbrido H250 (Tabela 5).

Esses resultados mostram haver diferenças na atratividade para as abelhas dos híbridos de girassol testados no presente estudo. A literatura apresenta vários exemplos de variações na atratividade entre variedades, cultivares e híbridos de diversas espécies vegetais (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; FREITAS, 1995), porém não há relatos a respeito do girassol. Identificar diferenças na atratividade para polinizadores entre variedades, cultivares ou híbridos pode ser decisivo na produtividade de espécies vegetais dependentes de agentes bióticos para polinização.

TABELA 5 - Número de abelhas visitando a inflorescência (NA); coletando néctar da flor (CN) e predominância de flores nas fases masculina e feminina (PMF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Híbridos	N	NA ¹	CN ¹
H360	24	4,07 ± 0,45 a	2,48 ± 0,39 a
H250	24	2,76 ± 0,45 b	2,17 ± 0,39 ab
H251	24	2,53 ± 0,45 b	1,62 ± 0,39 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si a P < 0,05 pelo teste de Tukey

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

Essas mesmas variáveis, número de abelhas coletando néctar ($F_{3,68} = 23,15$) e número de abelhas visitando a inflorescência ($F_{3,68} = 3,16$) também diferiram ($P < 0,05$) ao longo dos distintos horários de coleta do dia (Tabelas 6 e 7).

TABELA 6 – Número médio de abelhas coletando néctar nas inflorescências (CN) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Número de abelhas coletando néctar ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	2,55 ± 0,92	2,18 ± 1,34	3,25 ± 1,21
9h	4	2,56 ± 0,76	1,81 ± 0,38	2,76 ± 1,02
11h	4	2,56 ± 0,32	1,90 ± 0,63	2,86 ± 2,19
13h	4	2,50 ± 0,51	1,36 ± 0,60	2,83 ± 0,73
15h	4	2,56 ± 0,38	2,05 ± 1,21	2,34 ± 1,59
17h	4	0,28 ± 0,28	0,44 ± 0,54	0,83 ± 0,38

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 7 – Número médio de abelhas visitando a inflorescência (NA) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Número de abelhas em flores de girassol ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	2,65 ± 0,73	3,14 ± 1,37	4,50 ± 2,39
9h	4	2,70 ± 0,60	2,64 ± 0,76	3,39 ± 2,67
11h	4	2,70 ± 0,19	2,16 ± 0,83	4,08 ± 2,10
13h	4	2,56 ± 0,38	1,66 ± 0,32	3,59 ± 1,02
15h	4	2,59 ± 0,44	2,54 ± 0,83	4,06 ± 1,02
17h	4	3,34 ± 0,44	3,04 ± 0,48	4,81 ± 0,98

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

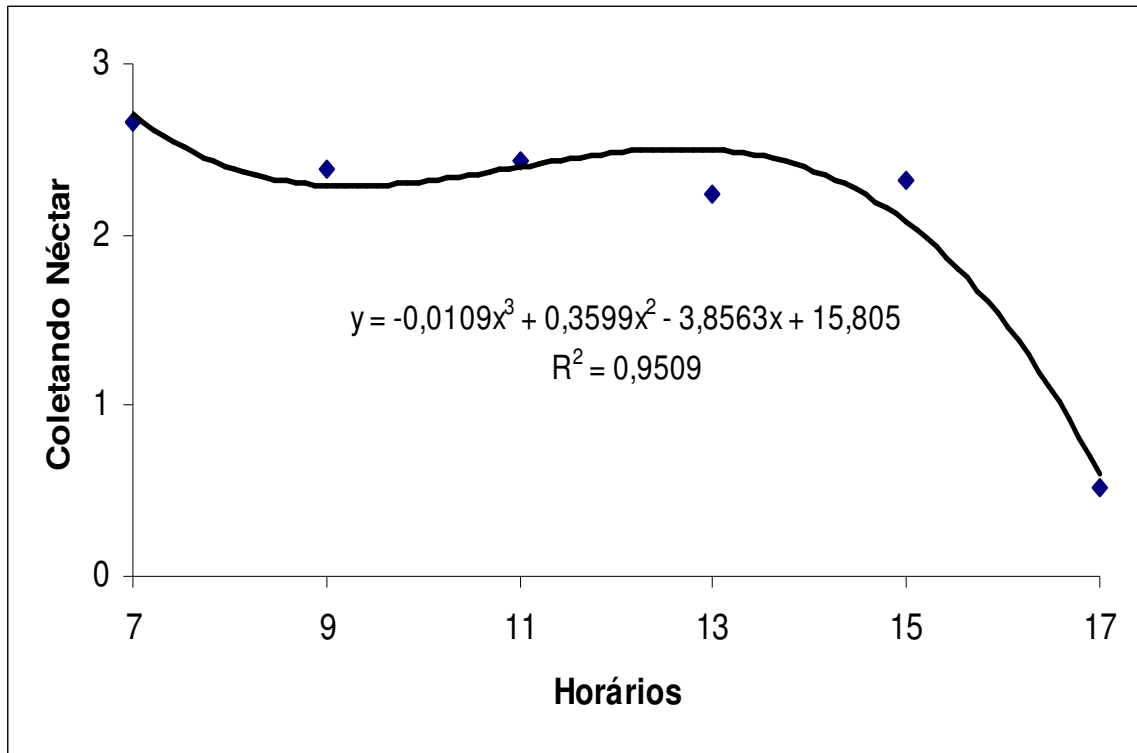
A análise de regressão do número de abelhas coletando néctar ao longo do dia, mostrou bom ajuste ($R^2 = 0,9509$) com o horário. As abelhas se mostraram mais freqüentes cedo da manhã, tendo o seu número permanecido estável até as 13:00 h, quando então decresceu rapidamente até as 17:00h (Figura 8). A curva de regressão para esta variável é $y = - 0,0109x^3 + 0,3599x^2 - 3,8563x + 15,805$.

O padrão de forrageamento observado para néctar sugere que os híbridos de girassol estudados somente possuem néctar largamente acessível para as abelhas até as 13:00 h. a partir deste horário, a secreção pode cessar, diminuir ou evaporar a água de forma a reduzir seu volume e/ou aumentar sua concentração a níveis que não permitam mais a coleta pelas abelhas. Segundo Corbet (1987), o néctar perde água rapidamente após secretado, especialmente quando a flor não apresenta qualquer barreira para esta

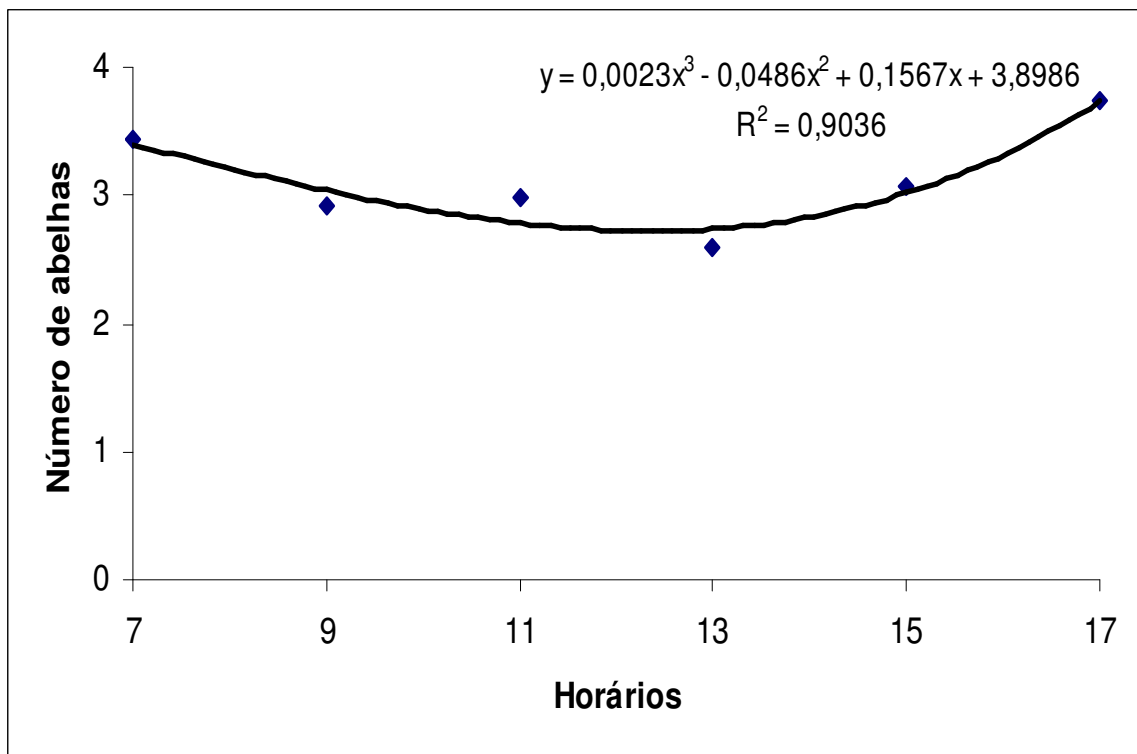
evaporação e quando a planta está submetida a altas temperaturas, ambos os casos do girassol no presente estudo.

A análise de regressão também mostrou bom ajuste ($R^2 = 0,9036$) entre o número de abelhas visitando cada inflorescência e o horário do dia, sendo que neste caso, as horas mais frescas da manhã e da tarde foram preferidas para as visitas (Figura 8). Como as coletas de néctar concentraram-se somente até as 13:00 h, o número de abelhas forrageando as flores de girassol cresceu após as 13:00 h devido a ação das coletoras de pólen (ver discussão à frente). A curva de regressão para esta variável pode ser expressa por $y = 0,0023x^3 - 0,0486x^2 + 0,1567x + 3,8986$.

Esses dados mostram que as abelhas preferem forragear nos momentos de maior conforto térmico, haja vista que as 7:00 h da manhã a temperatura no município de Russas já chega aos 28°C, podendo alcançar 35°C ao sol por volta das 13:00 h. As observações deste trabalho estão de acordo com Morgado et al. (2002), que estudando o comportamento de pastejo de *Apis mellifera* em flores de girassol no município de Maringá – PR também constataram que as abelhas preferiram visitar as inflorescências em momentos de maior conforto térmico; entre 8:00 e 10:00 h e 14:00 e 16:00 h no mês de fevereiro (verão) mudando para o intervalo de 10:00 as 14:00 h no mês de junho (início do inverno).



(a)



(b)

FIGURA 8: Curvas de regressão (a) do número médio de abelhas *Apis mellifera* coletando néctar (CN) das flores e (b) do número total de abelhas (NA) visitando cada inflorescência de *Helianthus annuus* L. em função do horário. Russas. CE. 2005.

As variáveis número de abelhas coletando pólen ($F_{10,71} = 2,52$), número de abelhas visitando flores na fase masculina ($F_{10,71} = 2,42$), número de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina ($F_{10,71} = 2,47$) e predominância de flores na fase masculina na inflorescência ($F_{10,71} = 2,79$) apresentaram interações significativas ($P < 0,05$) para híbrido e horário do dia (Tabelas 8, 9, 10 e 11). No caso do número de abelhas coletando pólen, essa interação foi verificada para os três híbridos, enquanto que nos demais apenas para um deles, sendo H250 para o número de abelhas visitando flores na fase masculina e o número de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina, e o H360 para a predominância de flores na fase masculina na inflorescência (Anexo III).

TABELA 8 – Número médio de abelhas coletando pólen (CP) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Número médio de abelhas coletando pólen ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	0,47 ± 0,25	0,96 ± 1,02	1,25 ± 1,75
9h	4	0,14 ± 0,19	0,83 ± 0,38	0,63 ± 0,35
11h	4	0,14 ± 0,19	0,26 ± 0,25	1,21 ± 0,95
13h	4	0,06 ± 0,09	0,30 ± 0,25	0,76 ± 0,28
15h	4	0,03 ± 0,03	0,49 ± 0,51	1,73 ± 1,62
17h	4	3,06 ± 0,25	2,10 ± 1,91	3,99 ± 0,86

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 9 – Número médio de abelhas visitando flores na fase masculina (VFM) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Número médio de abelhas em flores na fase masculina ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	0,47 ± 0,73	0,86 ± 1,37	0,74 ± 1,18
9h	4	0,57 ± 0,89	0,80 ± 1,27	0,72 ± 1,14
11h	4	0,51 ± 0,79	0,75 ± 1,18	0,67 ± 1,08
13h	4	0,54 ± 0,86	0,69 ± 1,08	0,76 ± 1,21
15h	4	0,66 ± 0,03	0,71 ± 1,11	0,67 ± 1,08
17h	4	0,85 ± 0,25	0,90 ± 1,43	0,56 ± 0,89

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 10 – Número médio de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina (VFM) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	Nº médio de abelhas em flores nas fases masculina e feminina ¹		
		H250	H251	H360
7h	4	0,50 ± 0,79	0,14 ± 0,19	0,26 ± 0,13
9h	4	0,37 ± 0,60	0,19 ± 0,29	0,27 ± 0,19
11h	4	0,45 ± 0,70	0,17 ± 0,25	0,32 ± 0,29
13h	4	0,41 ± 0,67	0,14 ± 0,19	0,24 ± 0,38
15h	4	0,31 ± 0,48	0,20 ± 0,32	0,32 ± 0,54
17h	4	0,14 ± 0,22	0,08 ± 0,13	0,42 ± 0,41

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

TABELA 11 – Médias percentuais da predominância de flores na fase masculina na inflorescência (PF) em 20 capítulos de cada um dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 ao longo de quatro dias. Russas, CE, 2005.

Horários	Nº de dias	predominância de flores na fase masculina (%)		
		H250	H251	H360
7h	4	45,00	55,00	70,00
9h	4	47,50	61,25	61,25
11h	4	55,00	53,75	61,25
13h	4	53,75	43,75	58,75
15h	4	66,25	52,50	47,50
17h	4	71,25	53,75	37,50

As análises de regressão para o número de abelhas coletando pólen mostrou bom ajuste dos três híbridos com o horário de observação (H250 com $R^2 = 0,9508$, H251 com $R^2 = 0,9815$ e H360 com $R^2 = 0,9521$). Nos três híbridos as abelhas apresentaram um comportamento de coleta de pólen quase oposto ao de néctar, já discutido anteriormente. Assim, poucas abelhas visitaram os capítulos para coletar pólen cedo da manhã, e mantiveram essa baixa visitação até as 13:00 h, quando então aumentaram as visitas rapidamente até as 17:00 h (Figura 9). Esse padrão de forrageamento de pólen explica a curva crescente no final da tarde observada na variável número de abelhas visitando a inflorescência.

Existem espécies vegetais que apresentam pólen pela manhã e outras à tarde (PERCIVAL, 1955). O girassol seria uma planta que apresenta deiscência

das anteras no período matinal (FREE, 1993). Porém, este estudo mostrou que as abelhas coletam pólen do girassol principalmente no final da tarde. Isto ocorre porque apenas após a elevação deste pelo estilete que cresce por dentro das anteras é que as abelhas passam a ter pleno acesso ao pólen (Figura 6b e 6c).

As curvas de regressão para a variável coleta de pólen ao longo do dia nos híbridos H250, H251 e H360 são expressa por $y = 0,0184x^3 - 0,5959x^2 + 8,1901x - 20,439$, $y = 0,0092x^3 - 0,2776x^2 + 2,5844x - 6,6681$ e $y = 0,009x^3 - 0,2537x^2 + 2,2441x - 5,2251$ respectivamente.

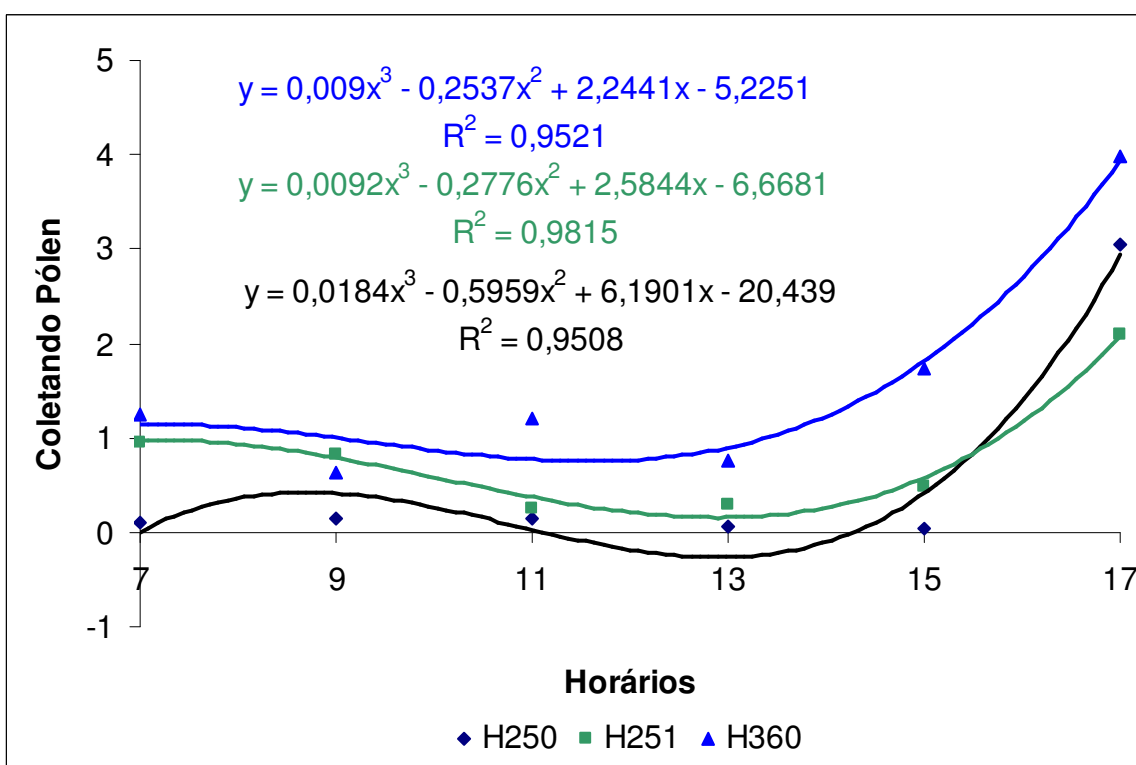


FIGURA 9: Curvas de regressão do número médio de abelhas *Apis mellifera* coletando pólen (CP) das flores de híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250, H251 e H360 em função do horário. Russas, CE,

A análise de regressão para o número de abelhas visitando flores do híbrido H250 na fase masculina também mostrou bom ajuste ($R^2 = 0,9637$) com o horário do dia. Na verdade, trata-se de um padrão de visitação muito parecido com o do número de abelhas coletando pólen, haja vista que as visitas feitas pelas abelhas às flores do girassol que estão na fase masculina têm por objetivo principal a coleta de pólen. Além disso, a fase masculina estudada neste trabalho compreendeu as fases de florescimento masculina 1 e masculina 2 apresentadas no item 5.1 – Biologia floral, que compreendem a liberação de pólen pelas anteras no período da manhã e a apresentação do mesmo pela sua elevação feita pelo crescimento do estilete.

A curva de regressão para esta variável pode ser expressa $y = 0,0014x^3 - 0,0445x^2 + 0,4732x - 1,1199$ (Figura 10).

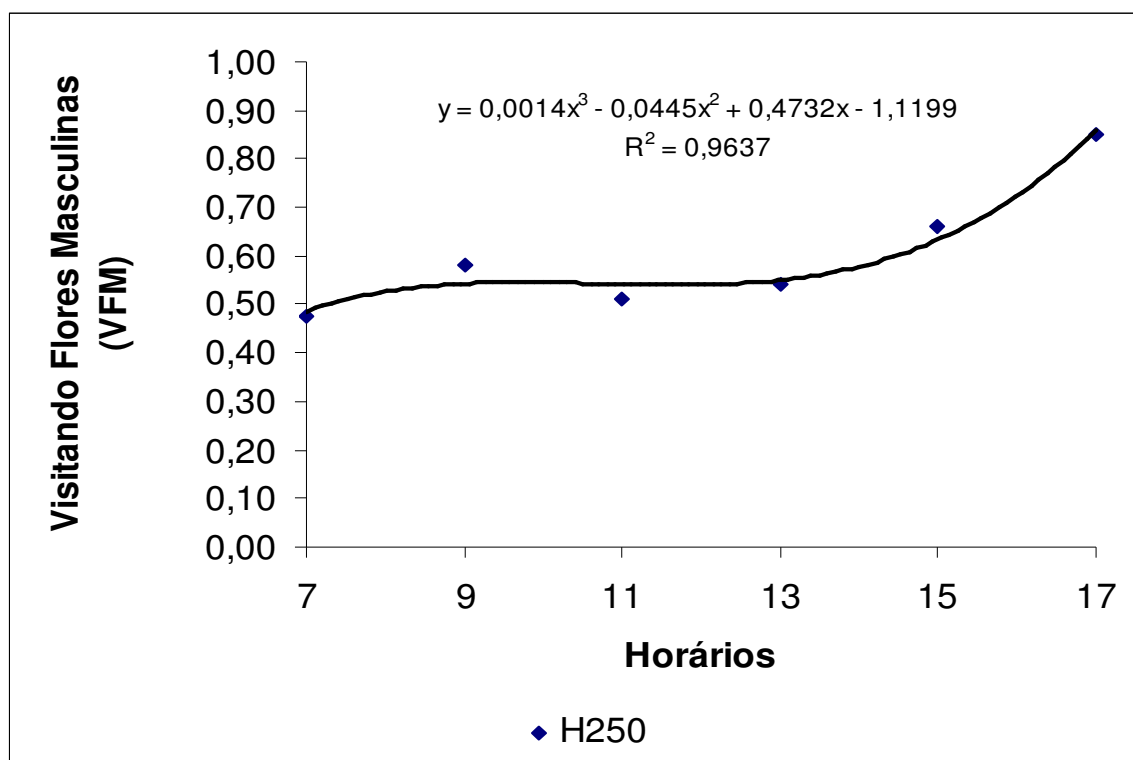


FIGURA 10: Curva de regressão do número médio de abelhas *Apis mellifera* visitando flores na fase masculina (VFM) em híbrido de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250 em função do horário. Russas, CE, 2005.

Para o número de abelhas visitando flores nas fases masculina e feminina, a análise de regressão também mostrou bom ajuste ($R^2 = 0,9623$) entre o híbrido H250 e o horário do dia. Semelhante ao padrão observado para a variável número de abelhas coletando néctar, na presente variável as campeiras se mostraram mais freqüentes cedo da manhã, tendo o seu número decrescido um pouco entre 7:00 e 9:00 h, permanecido estável até as 13:00 h, quando então decresceu rapidamente até as 17:00h (Figura 11). A curva de regressão para esta variável é $y = -0,0006x^3 + 0,0193x^2 - 0,21x + 1,9406$.

A semelhança entre o padrão observado para o número de visitas à flores nas fases masculina e feminina e o número de abelhas coletando néctar pode ser explicado pelo fato de que as coletoras de néctar visitam tanto as flores no estágio masculino quanto no feminino, pois em ambas as situações há produção de néctar, e é justamente este movimento das abelhas entre as flores nas fases masculinas e feminina que tornam as coletoras de néctar mais eficientes polinizadoras do que as coletoras de pólen, que se restringem às flores na fase masculina (FREE, 1993; PAIVA et al., 2002).

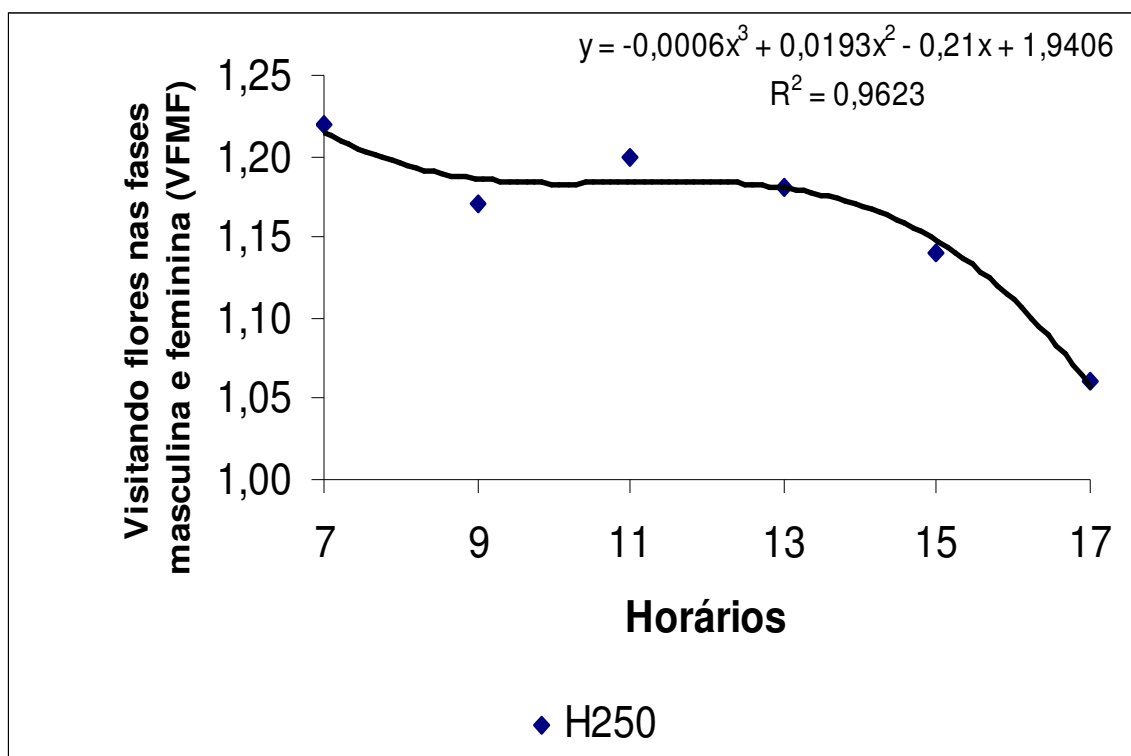


FIGURA 11: Curva de regressão do número médio de abelhas *Apis mellifera* visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) em híbrido de girassol (*Helianthus annuus* L.) H250 em função do horário. Russas, CE, 2005.

A análise de regressão para predominância de flores na fase masculina na inflorescência do híbrido H360 mostrou bom ajuste ($R^2 = 0,9753$) entre o número de flores na fase masculina e o horário do dia. Conforme já discutido anteriormente para a variável predominância de flores na fase feminina, esse resultado deve-se ao fato das flores sempre se apresentarem na fase masculina quando da sua antese, cedo da manhã, somente entrando na fase feminina à medida que envelhecem (ROSSI, 1998). Desta forma, tanto no início da abertura das flores de um capítulo, como na manhã de cada dia, deve haver predominância de flores masculinas, mas nunca de flores femininas, pois quando estas primeiras flores entrarem na fase feminina, outras flores mais

jovens estarão na fase masculina e o processo continua assim até o final do florescimento do capítulo. A curva de regressão para esta variável pode ser expressa por $y = -0,0651x^3 + 2,115x^2 - 24,265x + 157,84$ (Figura 12).

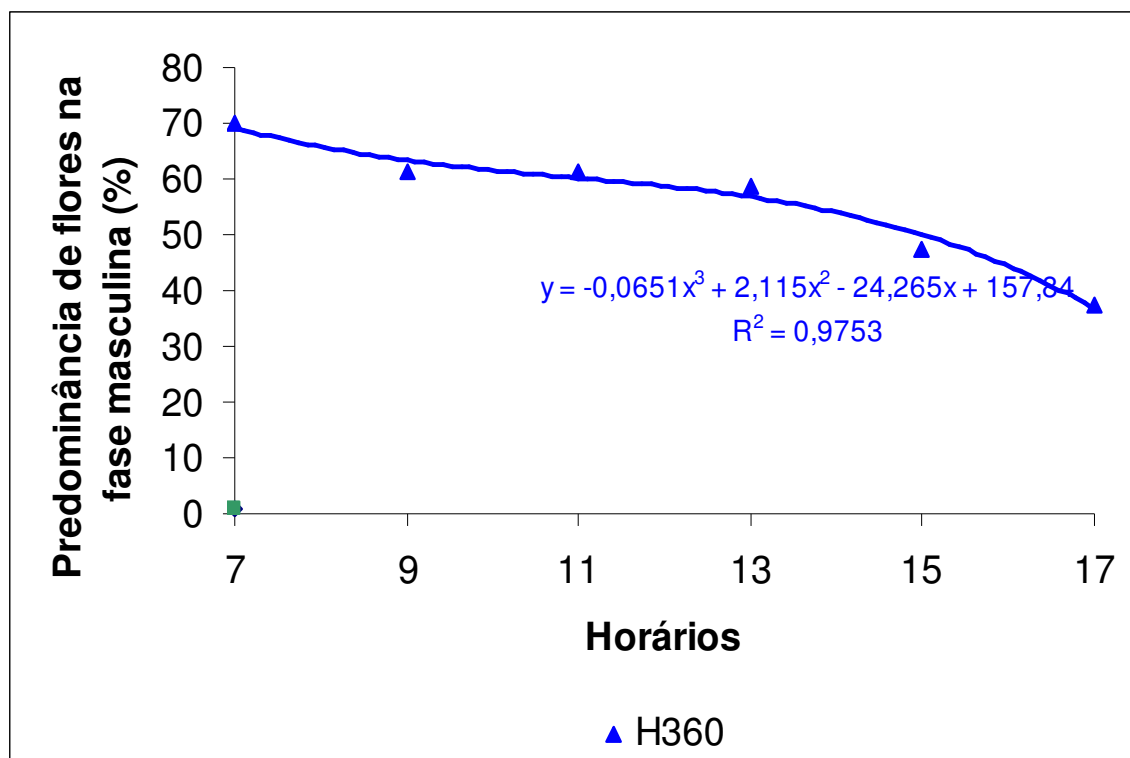


FIGURA 12: Curva de regressão da predominância de flores na fase masculina (VFM) em híbrido de girassol (*Helianthus annuus* L.) H360 em função do horário. Russas, CE, 2005.

5.3 Eficiência de Polinização

5.3.1 - Peso dos capítulos

A análise dos dados relativos ao peso dos capítulos não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre aqueles protegidos e não protegidos para os híbridos H251 ($t_{5\%} = 0,16$) e H360 ($t_{5\%} = 0,34$). Porém, houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o peso médio dos capítulos protegidos e não protegidos do híbrido H250 ($t_{5\%} = 2,40$), sendo os capítulos protegidos

significativamente mais pesados do que aqueles que permaneceram sem proteção (Tabela 12).

Esses resultados sugerem que o acesso das abelhas às inflorescências não afetou a produção dos híbridos pesquisados. No entanto, a literatura demonstra que o peso dos frutos, apesar de ser um indicativo da quantidade e tamanho das sementes formadas, não assegura necessariamente a existência dos mesmos. Várias espécies vegetais, como a banana (*Musa* sp.) e o abacaxi (*Ananas comosus* L.), são partenocárpicas, conseguindo aumentar sua produção de fitohormônios para desenvolverem os frutos sem a necessidade do crescimento de embriões nestes para estimular a produção dos fitohormônios (ALVES, 1999). Não se sabe se isto ocorre com o girassol ou, pelo menos com os híbridos estudados aqui, porém o desenvolvimento dos capítulos protegidos sem a formação de aquênios ou com a formação de poucos aquênios, poderia explicar este resultado. Mais estudos a este respeito precisam ser conduzidos.

TABELA 12 - Peso médio (Kg) dos capítulos protegidos e não protegidos dos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (*Helianthus annuus* L.). Russas, CE, 2005.

Híbridos	N	Peso médio dos capítulos (Kg) ¹	
		Com Proteção	Sem Proteção
H250	36	0,507 ± 0,166 a	0,279 ± 0,097 b
H251	36	0,116 ± 0,040 ns	0,112 ± 0,033 ns
H360	36	0,120 ± 0,025 ns	0,115 ± 0,014 ns

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si a P < 0,05 pelo teste de T

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

5.3.2 - Peso de 1000 aquênios por inflorescência

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o peso de 1000 aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos para nenhum dos híbridos estudados (Tabela 13).

Esses resultados contradizem a literatura que preconiza não haver a formação de grãos em girassol sem a presença de insetos polinizadores, principalmente abelhas (MORETI, 1989; FREE, 1993; MORGADO et al., 2002). Como os estudos de biologia floral conduzidos na presente pesquisa não sugerem a possibilidade de autopolinização dos híbridos H250, H251 e H360 (ver item 5.1) e a literatura descarta a polinização pelo vento (FREE, 1993), deve ter havido a participação de algum agente polinizador dentro dos sacos nos capítulos protegidos, apesar dos cuidados com o ensacamento.

Os sacos de filó utilizados possuíam malha de 1,0 x 1,0 mm que, embora impedisse a penetração da grande maioria dos insetos presentes na área (*Apis mellifera*, *Xylocopa* spp., *Trigona spinipes*, *Melipona subnitida*, *Polybia* sp., etc.), permitiria a passagem de insetos pequenos como algumas espécies de formigas e trips. Mesmo assim, se esses insetos foram responsáveis pela polinização das flores nos capítulos protegidos, eles apresentaram índices de polinização similares ao obtido pelos capítulos não protegidos que receberam um número irrestrito de visitas de várias espécies de visitantes florais, inclusive das operárias das colônias de *Apis mellifera* introduzidas, que são consideradas pela literatura como os polinizadores mais eficientes do girassol.

Embora a literatura apresente casos de polinização por formigas e trips (FREE et al., 1976; SYED, 1979), esses são exceções e não há nenhum relato

desses insetos apresentarem qualquer importância significativa para a polinização da cultura do girassol. Desta forma, há a necessidade de estudos mais aprofundados para explicar os dados observados com os três híbridos no presente trabalho.

TABELA 13 - Peso médio (g) de 1000 aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (*Helianthus annuus* L.). Russas, CE, 2005.

Híbridos	N	Peso médio de 1000 aquênios (g) ¹	
		Com Proteção	Sem Proteção
H250	36	70,51 ± 7,96 ns	60,15 ± 6,98 ns
H251	36	31,33 ± 3,82 ns	36,74 ± 4,16 ns
H360	36	45,00 ± 4,70 ns	45,57 ± 4,70 ns

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

5.3.3 Peso total dos aquênios por inflorescência

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o peso total dos aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos para nenhum dos híbridos estudados (Tabela 14).

Como não houve diferenças significativas entre o peso dos capítulos e o peso de 1000 aquênios desses capítulos quando comparados aqueles protegidos e os não protegidos, dificilmente o peso total dos aquênios apresentaria alguma diferença significativa. Isto porque 1000 aquênios já representam de 63,8 a 85,7% do peso total dos aquênios obtidos por capítulo no presente trabalho.

A literatura não apresenta dados sobre peso total de aquênios por inflorescência para comparações.

TABELA 14 - Peso total (g) dos aquênios dos capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (*Helianthus annuus* L.) Russas, CE, 2005.

Híbridos	N	Peso total dos aquênios (g) ¹	
		Com Proteção	Sem Proteção
H250	36	104,38 ± 18,24 ns	81,69 ± 14,79 ns
H251	36	43,46 ± 8,89 ns	44,63 ± 8,03 ns
H360	36	63,86 ± 11,01 ns	70,45 ± 9,38 ns

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

5.3.4 Número de aquênios por Inflorescência

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o número de aquênios por inflorescência entre os capítulos protegidos e não protegidos para nenhum dos híbridos estudados (Tabela 15). Como esse valor é obtido a partir do peso de 1000 aquênios, conforme explicado na apresentação da metodologia empregada, não se poderia esperar diferenças significativas entre o número total dos aquênios de capítulos protegidos e não protegidos, haja vista que isto não ocorreu para o peso de 1000 aquênios.

A literatura não apresenta dados sobre o número de aquênio por inflorescência para comparações, no entanto Rossi (1998) afirma que cada capítulo pode conter de 1000 a 1800 flores férteis, podendo obviamente vingar de 1000 a 1800 aquênios por inflorescência. No presente trabalho, obteve-se

uma média de 1167 (H251 sem proteção) a 1566 (H360 sem proteção) aquênios (Tabela 15), mostrando os excelentes índices de polinização obtidos no experimento para os capítulos sem restrições de visitação. Esses dados tornam mais intrigante ainda o resultado observado para os capítulos protegidos, considerando que os mesmos não diferiram daqueles sem proteção.

TABELA 15- Número médio de aquênios por inflorescência entre os capítulos protegidos e não protegidos nos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (*Helianthus annuus* L.) Russas, CE, 2005.

Híbridos	N	Número médio de aquênios ¹	
		Com Proteção	Sem Proteção
H250	36	1401,78 ± 135,06 ns	1291,43 ± 106,39 ns
H251	36	1306,26 ± 126,91 ns	1291,43 ± 159,63 ns
H360	36	1445,29 ± 255,78 ns	1566,43 ± 202,55 ns

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

5.4 Produtividade Total de Aquênios por hectare

A análise de variância (Anexo IV) mostrou a existência de diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a produtividade total dos híbridos estudados. Os híbridos H250 e H360 não diferiram entre si, mas apresentaram maior produtividade, diferindo significativamente ($F_{2,107} = 12,02$) do híbrido H251 (Tabela 16). Esses índices de produtividade observados no presente estudo foram superiores à média obtida no Brasil, que oscila entre 1800 e 2.000 kg/ha,

e aquela observada em todo o mundo, que fica entre 2.500 e 3.000 kg/ha (ROSSI, 1998; GIRASSOL,2005).

Esses dados reafirmam os excelentes índices de polinização obtidos no presente experimento.

TABELA 16 - Produtividade Total de Aquênios/ha (Kg) dos híbridos H250, H251 e H360, de girassol (*Helianthus annuus* L.) Fortaleza, CE, UFC, 2006.

Híbridos	Nº de Inflorescência	Produtividade Total de Aquênios/ha (Kg) ¹
H250	36	3.676,40 ± 665,55 a
H360	36	3.170,27 ± 422,10 a
H251	36	2.008,39 ± 361,35 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si a P<0,05 pelo teste de Tukey.

1. Intervalo de confiança com 95% de certeza ($\bar{X} \pm t \frac{\alpha S}{2 \sqrt{n}}$).

6 CONCLUSÕES

- Os híbridos de girassol H250, H251 e H360 apresentaram características semelhantes para os parâmetros de sua biologia floral estudados, tendo diferido apenas na profundidade da corola, porém sem afetar atratividade destes para as abelhas *Apis mellifera*;
- As abelhas *Apis mellifera* pastejam durante todo o dia nos híbridos de girassol H250, H251 e H360, concentrando a coleta de néctar no período da manhã e a de pólen no final da tarde;
- A produtividade de grãos dos híbridos de girassol H250, H251 e H360 cultivados sob irrigação no sertão cearense foi superior à média brasileira e equivalente à média mundial;
- A alta produtividade dos híbridos de girassol H250, H251 e H360 cultivados sob irrigação no sertão cearense leva à conclusão de que os polinizadores introduzidos na área para este fim, as abelhas *Apis mellifera*, mostraram-se eficientes na realização dos seus serviços de polinização.
- Os altos índices de produtividade observados tanto para as plantas com inflorescências protegidas quanto não protegidas nos híbridos de girassol H250, H251 e H360 demandam maiores investigações.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 10 ed. FNP, 2005. p. 346-348.

ALVES, J. E. **Estudo comparativo da eficiência de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava*)**. 82f. 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, sócios econômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: Embrapa – SPI. Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999. 585p.

CRUZ, D. O. **Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melípona subnitida Ducke*) na polinização do pimentão (*Capsicum annum L.*) sob cultivo protegido**. 55f. 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1983 226 p.

COMBUSTIVEL. Disponível em <http://www.biodieselecooleo.com.br/biodiesel/plantas/index.htm> >Acesso em: 20.out. 2005.

CORBET, S.A; UNWIN, D. M; PREYS – JONES, O.E. Humidity, nectar and insect visits to flowers, with special reference to *Crataegus*, *Tilia* and *Echium*. **Ecological Entomology**, v. 4, p. 9 -22, 1997a.

CORBET, S.A; WILLMER, P. G; BEAMENT, J. W. L; UNWIN, D. M; PREYS – JONES, O.E. Post – secretory determinants of sugar concentration in nectar. **Plant Cell and Environment**, v.2, p.293 - 308, 1979b.

CORBET, S.A; WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J.L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v.72, n.2, p. 47-59, 1991.

COUTO,R.H.N. As abelhas na manutenção da biodiversidade e geração de renda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12.1998. Salvador/BA. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 101-105.

COUTO, R.H.N. Plantas e Abelhas, uma parceria em crise? Encontro sobre Abelhas,5. 2002. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2002. p. 87 - 94.

DEGRANDHI – HOFFMAN.G; TERRY, I; HUBER, R.T. Incorporating fruit set estimates with thrips management to create a decision support system for apples. **Hortscience**, v.20, p. 571-574, 1988.

CULTURA DO GIRASSOL. Disponível em:http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/producao_agricola/girassol/cultura_girassol.htm. >Acesso em: 20.out. 2005.

EBDA INCENTIVA. Disponível em: http://www.agecom.ba.gov.br/exibe_noticia.asp?cod_noticia=12456 >Acesso em: 20.out. 2005.

EMBRAPA. **Girassol no Brasil**. 1 ed, Paraná: Embrapa, 2005. 641p.

FAO. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=FoodQuality&language=ES> >Acesso em: 20.out. 2005.

FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. Lavras: ed. UFLA, 2005. 664p.

FREE, J.B; WILLIAMS, I.H. Insect pollination of *Anacardium occidentale* L., *Mangifera indica* L., *Blighia sapida* Koenig and *Persea Americana* Mill. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.53, p.125-139, 1976.

FREE, J.B; WILLIAMS, I.H. The pollination of crops by bees. **Proceedings...** Bucharest: Apimondia Publishing House, 1977. p.15.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2 ed. London: Academic Press, 1993. 684p.

FREITAS, B.M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World**, v. 75, n.4, p. 168-177,1994.

FREITAS, B.M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 197 f.1995. Tese (PhD em Abelhas e Polinização). University of Wales, Cardiff, Reino Unido, 1995.

FREITAS, B.M.; PAXTON, B.M. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319 – 326, 1996.

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

FREITAS, B.M. A Importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. Encontro sobre Abelhas,3,1998b. Ribeirão Preto, SP, **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998. p.10 – 20.

FREITAS, B. M. Polinização em fruteiras tropicais. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13. 2000. Florianópolis/SC. **Anais...** Curitiba: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000.

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

GARCIA, R.C; RESENDE, F.V; MARCOS, A.A. Estudo da polinização do melão (*Cucumis melo*) por *Apis mellifera*, em estufa. Encontro sobre Abelhas, 3, 1998, Ribeirão Preto, SP, **Anais...**Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998. p. 284.

MCGREGOR, S. E. **Insect Pollination of cultivated crop plants**. Agriculture Research Service United States Department of Agriculture. Washigton: D. C, 1976. 399p.

MORSE, R. A. e HOOPER, T. **Enciclopédia Ilustrada de Apicultura**. 1 ed. Lisboa: Europa – América, 1986. 256p.

MORGADO, L.N; CARVALHO, C.F. Estudo da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em um agrossistema de girassol (*Helianthus annuus* L.) na região de lavras – Minas Gerais. Encontro sobre Abelhas,4, 2000, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2000. p.296.

O GIRASSOL. Disponível em < <http://www.agrobyte.com.br/girassol.htm>. >. Acesso em: 20.out. 2005.

OLIVEIRA FILHO,J.H. **Avaliação de um modelo de colméia racional para abelha mamangava (*Xylocopa* spp.): aceitação, biologia reprodutiva e uso para polinização.** 65f. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

PAIVA, G.J; TERADA, Y; TOLEDO, V.A.A. Behavior of *Apis mellifera* L. Africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.). and evaluation of *Apis mellifera* L . colony inside covered area of sunflower. **Acta Scientiarum.** Maringá, v. 24, n.4, p. 851- 855, 2002.

PAIVA, G.J; TERADA, Y; TOLEDO, V.A.A. Seed production and fermentation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in three pollination systems. **Acta Scientiarum.** Maringá, v. 25, n.2, p. 223 -227, 2003.

PERCIVAL, M.S. The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. **New Phytologist**, v. 54, p. 353-368, 1955.

PERFIL BÁSICO MUNICIPAL: Disponível em http://www.iplance.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2004_PDF/Fortaleza.pdf>Acesso em: 20.out. 2005.

PERFIL BÁSICO MUNICIPAL: Disponível em http://www.iplance.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2004_PDF/Russas.pdf>Acesso em: 20.out. 2005.

ROSSI, R.O. **Girassol**. 1 ed. Curitiba: ed. Tecnoagro.1998. 333p.

SANTOS, I.A. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. Encontro sobre Abelhas,3, 1998. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998. p.101 – 106.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. Encontro sobre Abelhas,4, 2000. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2000. p.131 – 141.

SILVA, S.R; SOUSA, F.F.H; MALERBO-SOUSA. Estudos preliminares sobre polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill). Encontro sobre Abelhas, 3, 1998. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998. p.284.

SILVA, M. S. **Efeito do número de visitas da abelha jandaíra (*Melípona subnitida ducke*) na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em casa de vegetação.** 51f. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SILVA, M. S; FREITAS,B.M; SILVA, L.A; CRUZ, D.O; BOMFIM, I.G.A. Biologia Floral do pimentão (*Capsicum annuum* L) e a utilização da abelha jandaíra (*Melípona subnitida ducke*) como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n.3, p. 386 - 390, 2005.

SOUSA. R. M. **Polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) por abelhas melíferas (*Apis mellifera*): Requerimentos da cultura e manejo das colônias.** 103f. 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SYED, R.A. Studies on oil palm pollination by insects. **Bulletin of Entomology Research**. v. 69, p. 213 – 224, 1979.

VIANA, B.F; KLEINERT, A.M.P. Relação abelha- flor nas dunas litorâneas de abate, Salvador, Bahia. Encontro sobre Abelhas, 4,2000. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2000. p.304.

WESTERKAMP, C. Kell Blossoms: Bee flowers with adaptations against bees. **Flora**. n. 192, p. 125 -132, 1997.

WESTERKAMP, C. Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**. v.34, n. 203, p. 66-68, 2004.

WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, v.72, n.4, p. 170 -180, 1991.

WINSTON, M. L. **The Biology of the honey bee**. Harvard University Press: 1987. 281p.

ANEXOS

Anexo I Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da profundidade da corola de flores de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Fortaleza, CE, UFC, 2006.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios
		Profundidade da Corola
Híbridos	2	0,0122*
Resíduo	12	0,0217
CV(%)		2,85

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo II Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) do número de abelhas visitando a inflorescência (NA), coletando néctar (CN) e visitando flores na fase feminina (VFF); número de flores visitadas por minuto (NFM); predominância de flores na fase feminina (PF) nas inflorescências de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005.

FV	GL	Quadrados Médios				
		NA	CN	VFF ¹	NFM	PF ¹
Híbridos (A)	2	16,62**	4,49**	0,0002ns	0,94ns	29,8ns
RES (a)	9	1,16	0,85	0,0003	2,55	93,33
CV (a)		34,63	44,11	1,77	9,98	9,16
Horário (B)	5	1,92**	7,41**	0,0002ns	1,65ns	31,28ns
AXB	10	0,39ns	0,32ns	0,0002ns	2,71ns	37,72ns
RES (b)	45	0,31	0,28	0,0003	3,41	20,15
CV (b)		17,76	25,55	1,87	11,55	4,25

1- Dados originais transformados pela equação $y=(X+1)^{1/2}$

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo III Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) do número de abelhas coletando néctar (CN), visitando flores na fase masculina (VFM); visitando flores nas fases masculina e feminina (VFMF) e predominância de flores na fase masculina (PM) de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005.

FV	GL	Quadrado Médio			
		CP	VFM	VFMF ¹	PM
Híbridos(A)	2	6,65**	0,20**	0,0548**	69,1ns
RES(a)	9	0,23	0,10	0,0176	496,06
CV(a)		47,95	45,83	11,78	40,45
Horário/ H250	5	6,14**	0,0753**	0,0126**	428,54ns
Horário / H251	5	21,38**	0,0283ns	0,0014ns	126,67ns
Horário / H360	5	78,95**	0,0203ns	0,0011ns	583,54*
Res(b)	45	0,30	0,0209	0,0028	188,28
CV(b)		55,05	20,92	4,78	24,82

1- Dados originais transformados pela equação $y=(X+1)^{1/2}$

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Anexo IV Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da Produtividade Total de Aquênios/ha de girassol (*Helianthus annuus* L.) em diferentes híbridos. Russas, CE, 2005.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios
		Produtividade Total de Aquênios/ha
Híbridos	2	26330040.2 **
Resíduo	105	2189810.6
CV(%)		50,13

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)