

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

VISITANTES FLORAIS EM HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L.) NO
CERRADO MINEIRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LEANDRO FUZARO

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL

2017

LEANDRO FUZARO

VISITANTES FLORAIS EM HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L.) NO
CERRADO MINEIRO

Dissertação apresentada a Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Qualidade Ambiental – Mestrado,
área de concentração em Meio Ambiente e Qualidade
Ambiental, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Co-orientador

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F996v
2017 Fuzaro, Leandro, 1991-
Visitantes florais em híbridos de canola (*Brassica napus* L.) no
cerrado mineiro / Leandro Fuzaro. - 2017.
69 f. : il.

Orientadora: Vanessa Andaló Mendes de Carvalho.
Coorientador: Stephan Malfitano Carvalho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.
Inclui bibliografia.

1. Qualidade ambiental - Teses. 2. Abelha-europeia - Teses. 3. Colza
- Teses. 4. Canola - Teses. I. Carvalho, Vanessa Andaló Mendes de. II.
Carvalho, Stephan Malfitano. III. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. IV. Título.

CDU: 502.75

LEANDRO FUZARO

VISITANTES FLORAIS EM HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L.) NO
CERRADO MINEIRO

Dissertação apresentada a Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Qualidade Ambiental – Mestrado,
área de concentração em Meio Ambiente e Qualidade
Ambiental, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 23/02/ 2017.

Prof. Dra. Flávia Andrea Nery Silva

UFU

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho
(Co-orientador)

UFLA

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
(Orientadora)

UFU

Uberlândia – MG

FEVEREIRO – 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, provedor de tudo em minha vida e que me guia com braço forte em meio a todas as tribulações e faz em mim a sua vontade;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos;

A minha professora orientadora Prof.^a Dr.^a Vanessa Andaló Mendes de Carvalho, por se comprometer em me orientar em uma área incomum a de sua linha de pesquisa e fazer sempre o possível para me auxiliar, mesmo a alguns quilômetros de distância. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Stephan Malfitano de Carvalho, pelas orientações e pela idealização inicial do trabalho;

A minha família, incentivadora e sempre presente em todos os momentos de minha formação acadêmica, dando todo o suporte e amor necessário para que não desanimasse de meus objetivos;

A minha namorada Mikeli, pelo companheirismo, amizade e amor. Também pelos jargões “guerreiro” e “meus parabéns”, mesmo sem necessidade alguma durante todo o período do mestrado;

A minha irmã Karina, meu cunhado Marco, o Iago, minha princesinha Maria Clara, e a toda a minha comunidade Neocatecumenal, sem dúvida a minha segunda família, que me deu todo o suporte e apoio em Uberlândia;

A todos os alunos e professores do GEPCA (Grupo de Estudos e Pesquisa em Canola), em especial a Prof.^a Dr.^a Flavia Andrea Nery Silva e ao Prof. Carlos Machado dos Santos, pela disposição em ajudar e providenciar tudo o que foi necessário para a realização do trabalho, tanto em campo quanto em laboratório. Também aos técnicos do LASEM (Laboratório de Análise de Sementes) da UFU, Sara e Adílio, pelo apoio, auxílio em campo e durante as análises laboratoriais;

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho e me ajudaram a ter sucesso nessa etapa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Visitantes Florais em híbridos de canola (<i>Brassica napus</i> L.) no Cerrado Mineiro.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura da canola.....	3
2.2 A canola em baixas latitudes (tropicalização)	4
2.3 Aspectos botânicos e de cultivo.....	5
2.4 A importância da polinização na agricultura.....	8
2.5 A canola e a polinização.....	11
3 REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO 2: Diversidade de polinizadores em dois híbridos de canola no Cerrado Mineiro.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1 Aspectos gerais.....	23
2.2 Amostragem dos visitantes.....	25
2.3 Índices faunísticos.....	25
2.4 Análise de dados.....	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1 Amostragem de polinizadores.....	26
3.2 Frequência de polinizadores por dia.....	32
3.3 Frequência de polinizadores por hora.....	35
4 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

CAPITULO 3: Efeitos dos serviços de polinização na produção de sementes de canola no Cerrado Mineiro.....	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
1 INTRODUÇÃO.....	49
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1 Aspectos gerais.....	51
2.2 Tratamentos de polinização.....	52
2.3 Análise de dados.....	52
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A.....	62

RESUMO

FUZARO, LEANDRO. **Visitantes florais em dois híbridos de canola no Cerrado Mineiro**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

A canola (*Brassica napus* L.) é uma das oleaginosas mais importantes na agricultura mundial e uma das principais fontes de óleo vegetal comestível, além de ser uma importante fonte de energia renovável, por sua utilização na produção de biodiesel. Embora a canola seja considerada uma cultura autógama, é extremamente atrativa a abelhas e pode ser polinizada por elas durante as coletas de pólen e/ou néctar, resultando em siliquis com maior número de sementes e mais pesadas. Devido à escassez de trabalhos na região do Cerrado Mineiro acerca da diversidade de polinizadores e o efeito dos serviços de polinização na produtividade da canola, teve-se por objetivo identificar as espécies visitantes das flores de canola; determinar quais são os seus principais polinizadores e verificar se há incrementos de produtividade quando ocorre a polinização por abelhas, em dois híbridos comerciais de canola, Hyola 61 e Hyola 433. Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia, situado a 19°05'48''S, 48°21'05''W e a uma altitude de aproximadamente 800 m. Utilizou-se delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial com dois híbridos e dois tratamentos de polinização (aberta e fechada à visitação de insetos), e 10 repetições, totalizando 20 parcelas. O levantamento dos visitantes florais foi realizado nos meses de maio e junho de 2016, durante 10 dias de avaliação. As análises faunísticas das espécies coletadas foram realizadas com base em índices de frequência, constância, dominância, riqueza e diversidade. Para avaliar a polinização por abelhas na produção das sementes da canola, realizou-se experimento de exclusão de visitantes florais, sendo comparada a produtividade das siliquis formadas por flores abertas e fechadas à visitação de insetos, em ambos os híbridos. Foram coletados 2.294 indivíduos pertencentes a 19 espécies de abelhas de duas famílias (Apidae e Halictidae). A riqueza e a diversidade entre os híbridos foram semelhantes e as espécies *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), *Paratrigona lineata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae) e *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae), foram as mais abundantes e constantes nas lavouras em todos os dias de avaliações, sendo consideradas efetivos polinizadores da canola. Além disso, a livre visitação de insetos resultou em siliquis 25% e 18,8% mais pesadas e 22,5% e 20,6% mais sementes por siliquis em Hyola 61 e Hyola 433, respectivamente. Apesar de ser uma cultura ainda nova na região do triângulo mineiro, a canola demonstrou-se receptiva aos insetos locais, atraindo uma grande quantidade de visitantes florais, sendo três espécies (destas duas nativas) consideradas efetivas polinizadoras. Os incrementos de produtividade ressaltam a importância da proteção destes insetos e da conservação de áreas naturais próximas às lavouras, a fim de fornecer subsídios para a manutenção das populações e do serviço de polinização prestados por eles nas lavouras de canola.

Palavras-chave: Abelhas nativas. *Apis mellifera*. *Brassica napus*. Produtividade. Tropicalização da canola.

ABSTRACT

FUZARO, LEANDRO. **Flower visitors on two hybrids of canola in Cerrado Mineiro.** 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

The canola crop (*Brassica napus* L.) is one of the most important oilseeds in the world agriculture and one of the main sources of edible vegetable oil, besides being an important source of renewable energy, for its use in the biodiesel production. Although canola is considered a self-sustaining crop, is extremely attractive to bees and can be pollinated by them during collection of pollen and/or nectar, resulting in heavier silica with a larger number of seeds. Due to the few studies about the diversity of pollinators and the effect of pollination services on canola productivity in Cerrado Mineiro region, the objective was to identify the main visitors of canola flowers; determining, in two commercial hybrids of canola - Hyola 61 and Hyola 433, which are the main pollinators of the crop and verify if the productivity increases when occurs pollination by bees. The studies were conducted at the Experimental Farm Água Limpa of the Federal University of Uberlândia, located at 19°05'48 "S, 48°21'05"W and at an altitude of approximately 800 m. A completely randomized experimental plot design was used in the factorial scheme with two hybrids and two treatments of pollination (open and closed to visitation of insects), and 10 replications, totalizing 20 plots. The survey of floral visitors occurred during May and June of 2016, during 10 days. The faunistic analyzes of the collected species were performed based on frequency, constancy, dominance, richness and diversity indexes. To evaluate the pollination by bees in canola seeds production, an experiment was carried out to exclude floral visitors, comparing the productivity of the silique formed by open and closed flowers to insect visitation, in both hybrids. A total of 2,294 individuals belonging to 19 species of bees of two families (Apidae and Halictidae) were collected. The richness and diversity among the hybrids were similar and the species *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), *Paratrigona lineata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae) and *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae) were the most abundant and constant in the crops, being considered effective canola pollinators. In addition, the free visitation of insects resulted in 25% and 18.8% heavier siliques and 22.5% and 20.6% more seeds in Hyola 61 and Hyola 433, respectively. Despite being a still new crop in the Minas Gerais triangle region, canola was receptive to local insects, attracting a large number of floral visitors, with three species (two native ones) considered effective pollinators. Increases in productivity highlight the importance of protecting these insects and the conservation of natural areas close to crops, so that they provide subsidies for the maintenance of populations and the service of pollination provided by them in canola crops.

Keywords: Native bees. *Apis mellifera*. *Brassica napus*. Productivity. Tropicalization of canola.

CAPÍTULO 1

VISITANTES FLORAIS EM HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L.) NO CERRADO MINEIRO

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) é uma das oleaginosas mais importantes na agricultura mundial e uma das principais fontes de óleo vegetal comestível, além de ser uma importante fonte de energia renovável, por sua utilização na produção de biodiesel (TAN et al., 2009). Embora a canola seja considerada uma cultura autógoma, estudos anteriores comprovam que a presença de insetos polinizadores, especialmente *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), através de seu comportamento de forrageamento nas flores, podem elevar de forma significativa os índices de produtividade dessa cultura (MCGREGOR, 1976; DELAPLANE; MAYER, 2000; SABBAHI et al., 2005; ABROL, 2007).

Nos últimos anos, pesquisas com a cultura na região do Cerrado têm sido desenvolvidas, além da expansão do cultivo da região Sul do Brasil para o Sudoeste de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Em 2014, formou-se na Universidade Federal de Uberlândia, o GEPCA (Grupo de Estudos e Pesquisas em Canola), em parceria com a Embrapa Trigo, com o objetivo de centralizar os trabalhos com canola desenvolvidos na região central do país. Desde então, experimentos estão sendo conduzidos a fim de conhecer os principais obstáculos para o cultivo da canola no Cerrado e desenvolver novas estratégias para a viabilização do plantio da cultura na região, cujas características divergem muito da tradicional região produtora no país.

Inserido neste contexto e motivado pela escassez de pesquisas sobre a diversidade de polinizadores e o efeito dos serviços de polinização na produtividade da canola, teve-se por objetivo estudar a riqueza e a abundância de polinizadores da canola em dois híbridos Hyola 61 e Hyola 433, avaliando a diversidade de espécies entre horários de visitação e entre dias. Assim como, avaliar as diferenças de produtividade de plantas que tiveram flores com livre visita o de insetos e aquelas com flores privadas de poliniza o (controle negativo), considerando para avalia o os parâmetros número de sementes por síliquas, peso das síliquas e peso de mil sementes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da canola

A canola é uma planta oleaginosa, da família das brassicáceas, que foi desenvolvida por melhoramento genético convencional a partir de cultivares da colza, grão que apresenta teores elevados de ácido erúico e de glucosinolatos, considerados nocivos ao organismo animal (TOMM, 2007). A primeira variedade de canola foi desenvolvida no Canadá em 1974, denominada Tower, e passou a ser chamada de canola devido à derivação de “CANadian Oil Low Acid”, que significa Óleo Canadense de Baixo Teor Ácido, sendo estas plantas que contenham no máximo 2% de ácido erúico e 30 micromoles de glucosinolatos por grama de matéria seca na semente (EMBRAPA, 2011).

O óleo de canola é considerado o de melhor composição nutricional, apresentando altos níveis de ômega-3, vitamina E, gorduras monoinsaturadas e sendo o óleo com menor teor de gordura saturada em relação aos óleos de outras fontes vegetais. Estas vantagens contribuem para a saúde reduzindo os índices de triglicerídeos, radicais livres, gorduras de baixa densidade e controlando o colesterol de baixa densidade (TOMM, 2007). Além do setor alimentício, a canola pode ser utilizada na produção de biocombustível, produção de farelos para ração animal, estruturação e aeração de solos, rotação de culturas e diversificação de renda nas regiões tritícolas do Sul do Brasil (EMBRAPA, 2011).

O farelo de canola, fração sólida resultante do processo de extração de óleo, apresenta de 36 a 39% de proteína, um nível intermediário quando comparado com o farelo de girassol, que contém 30,2%, e o de soja, que contém entre 45% a 48% (DE MORI et al., 2014). O farelo de canola é uma fonte de proteína econômica para animais que não tenham altos níveis de requerimentos de energia e lisina. De acordo com Bertol e Mazzuco (1998), a inclusão de 20% de farelo de canola, em dieta de frangos de corte para as fases distintas da criação (inicial, crescimento e final) é recomendada.

No cenário mundial a canola destaca-se como a terceira oleaginosa mais cultivada, cobrindo uma área de cerca de 34 milhões de hectares em 2014. Os maiores produtores e consumidores mundiais de canola em grão encontram-se na União Europeia, com uma produção na safra 2013/2014 de 21,1 milhões de toneladas e de 24 milhões de toneladas para a safra de 2014/2015. O segundo maior produtor e consumidor é a China, com uma

produção de 14,5 milhões de toneladas na safra 2013/2014, e importação de grãos em torno de 5 milhões de toneladas para suprir o mercado interno (USDA, 2016).

No Brasil, o cultivo da canola iniciou-se na década de 80 (BARNI et al., 1985) e atualmente se cultiva apenas canola de primavera, da espécie *B. napus*, sendo uma opção empregada nos sistemas de rotação de culturas principalmente no sul do país (LUZ, 2011). O estado do Rio Grande do Sul é destaque na produção e em área plantada, com participação de 85,2% e 86,7%, respectivamente. Em seguida o Paraná com participação na produção de 14,8% e 13,3% de área plantada no país (CONAB, 2016). O seu cultivo insere-se perfeitamente ao sistema de rotação de culturas, juntamente com a soja, cultivo de verão, e antecedendo a semeadura de milho. Já no Sudoeste de Goiás e outras regiões do Centro-Oeste brasileiro, a cultura constitui alternativa para diversificação e geração de renda no período da segunda safra, também chamada de “safrinha” (TOMM, 2006a).

Além de ser uma opção de diversificação da propriedade rural, agregando valor, o plantio de canola favorece a redução de doenças e insetos-pragas que prejudicam a soja e o milho; permite a melhoria das características biológicas, químicas e físicas do solo; e representa uma boa opção de uso da terra evitando o pousio e consequentemente a proliferação de plantas daninhas e perda de nutrientes por erosão. Portanto, além de proporcionar efeitos benéficos para a agricultura, aperfeiçoa-se o aumento da geração de renda ao empreendimento rural (TOMM et al., 2009).

2.2 A canola em baixas latitudes (tropicalização)

O cultivo da canola está se expandindo da região Sul do Brasil para o Sudoeste de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, levando a um maior número de pesquisas para adaptação da cultura na região. A principal estratégia empregada no direcionamento dos esforços de tropicalização da canola tem sido priorizar a experimentação e o início do cultivo comercial em áreas com maior altitude (acima de 600 m) por dispor de temperaturas mais amenas (TOMM; RAPOSO, 2008; TOMM et al., 2008). Assim, busca-se compensar a menor latitude das novas áreas de experimentação para o início de cultivo de canola, localizadas cada vez mais próximas do equador, em relação às áreas onde o cultivo se encontra mais difundido no Brasil, limitando-se a altitudes de no mínimo 600 metros (TOMM, 2006b).

A possibilidade do cultivo de canola em parte dos milhares de hectares do Cerrado poderá tornar o Brasil um grande produtor mundial de canola, para atender à crescente demanda mundial de óleos vegetais (TOMM, 2006a). Além disso, a viabilização do cultivo da canola poderá desempenhar papel agrônômico e econômico de grande importância para os agricultores que pretendem diversificar sua produção durante o período da safra e entressafra (PANOZZO, 2012).

O principal investimento para o cultivo de canola em regiões onde tradicionalmente ainda não é cultivada está no ajuste regional, desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias de manejo da cultura, tendo em vista a ampla adaptação e plasticidade observada nos novos híbridos de alta qualidade e tecnologia que estão sendo empregados no Brasil (TOMM et al., 2008). Também é necessário que se gerem e aperfeiçoem recomendações técnicas derivadas de resultados de experimentos de épocas de semeadura para cada genótipo em cada região e de outras tecnologias de manejo da cultura, que são ferramentas decisivas para melhorar a rentabilidade e a segurança dos cultivos de canola, viabilizando a expansão da cultura (TOMM, 2006a).

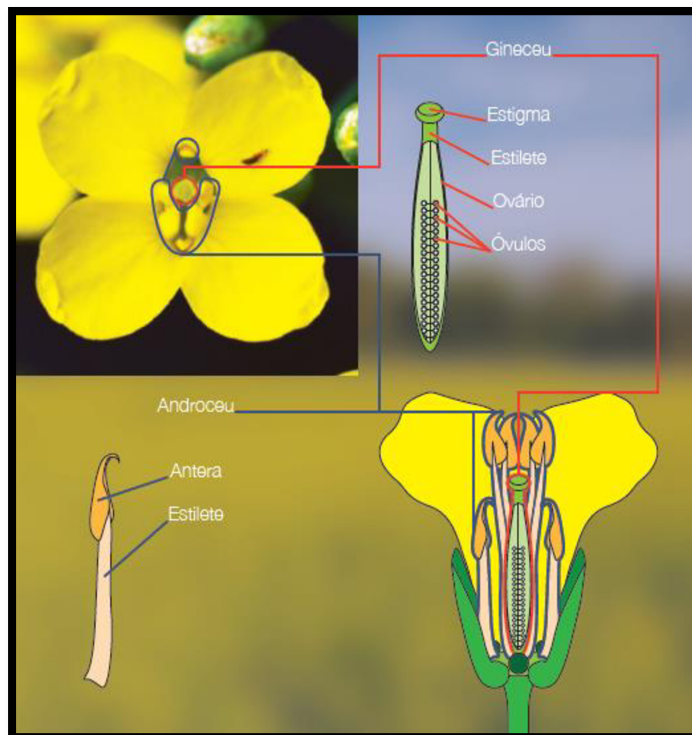
2.3 Aspectos botânicos e de cultivo

A canola é uma planta anual com hábito de crescimento indeterminado. Possui sistema radicular pivotante, com ramificação lateral significativa. O caule é herbáceo, ereto, com porte de 0,5 a 1,7 m. As folhas inferiores da planta são pecioladas e formam roseta. Após a elongação do caule, as folhas emitidas são lanceoladas e abraçam parcialmente a haste. Os frutos são síliquas com cerca de 6 cm de comprimento. No interior delas estão as sementes; o comprimento das síliquas, assim como o número de grãos, varia com a cultivar. As sementes são esféricas, com cerca de 2 mm de diâmetro e, uma vez maduras, têm coloração marrom (GARCIA, 2007). Os grãos de canola atualmente produzidos no Brasil possuem em torno de 24 a 27% de proteína e, em média, 38% de óleo (TOMM, 2007).

As flores de canola são hermafroditas, ou seja, apresentam órgãos femininos (gineceu) e masculinos (androceu). Possuem um pistilo e este apresenta três partes: ovário, o qual abriga os óvulos, sendo, em média, em número de 28 por flor; estilete, que é a porção mediana do pistilo; e estigma, que é a superfície que recebe os grãos de pólen.

Já o androceu é formado pelos estames (Figura 1). As flores de canola apresentam seis estames, sendo quatro longos e dois curtos. Cada estame é constituído por um filete que sustenta uma antera (Figura 1). As anteras contêm os grãos de pólen, os quais são acessíveis após a abertura da antera e constituem os gametas masculinos das plantas (WITTER *et al.*, 2014).

FIGURA 1 - Órgãos reprodutivos das flores da canola



Fonte: WITTER *et al.* (2014).

As flores de canola permanecem abertas de 12 a 96 horas, sendo que o período em que podem ser fertilizadas varia entre 4 a 24 horas. As cultivares com maior tempo de antese permanecem mais tempo receptivas. A cultivar Hyola 420 é a que apresentou menor tempo de antese (12h) entre as já estudadas, sendo que Hyola 61 (36h) e CTC-4 (entre 24 e 48h) apresentaram tempo intermediário e Hyola 432, o maior tempo (72h) (WITTER *et al.*, 2014). A canola é auto compatível e, dessa maneira, tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada resultam em frutos e sementes. É provável que as flores sejam mais susceptíveis à autopolinização durante o início da antese, quando as anteras estão viradas para o interior da flor e o estigma está abaixo delas, facilitando

que o pólen caia sobre o estigma. Já quando o estigma ultrapassa a altura das anteras não é possível que o pólen da própria flor caia sobre ele. A autopolinização realizada por um agente polinizador, como um inseto, ainda é possível, mas os pesquisadores supõem que esse seja um mecanismo que favorece a polinização cruzada (WITTER *et al.*, 2014).

O ciclo de vida da planta de canola é dividido em sete estádios principais: germinação (estádio 0), desenvolvimento foliar (estádio 1), desenvolvimento dos ramos laterais (estádio 2), alongamento do caule (estádio 3), emergência da inflorescência (estádio 4), florescimento (estádio 5), desenvolvimento das sementes (estádio 6) e maturação (estádio 7). O conhecimento dos estádios de desenvolvimento da planta em canola é importante para a tomada de decisões e manejo da cultura. No entanto, o início de cada estágio de desenvolvimento não é dependente do término da etapa anterior. Desde o início do florescimento, cada etapa de crescimento é determinada por meio da análise do caule principal de floração. O calendário e a ocorrência dos diferentes estádios de crescimento irão variar de acordo com as condições de crescimento, localização e variedade empregada no cultivo (THOMAS, 2003).

O cultivo de canola é realizado em latitudes de 35 a 55 graus, em clima temperado e em sistemas que permitem apenas um cultivo por ano. A maioria da canola produzida na Europa é do tipo invernal, semeada no outono, ficando as plantas cobertas por neve durante o inverno, e colhidas no verão do ano seguinte. Entretanto, geralmente, mesmo as condições ambientais mais frias do Brasil, no Rio Grande do Sul, em latitudes máximas de 30 graus Sul, não atendem o número de horas de frio requeridas por cultivares invernais. Assim, no Brasil somente se empregam cultivares de primavera (“spring canola”) da espécie *B. napus*. Não se empregam espécies de *Brassica rapa* L. (sinônimo *B. campestris* L.) e nem cultivares de *Brassica juncea* L. (mostarda), com conteúdo de ácido erúico e glucosinolatos que também atendem o padrão canola, pois o rendimento de grãos de *B. napus* tem sido superior nos ambientes onde se cultiva canola no Brasil (TOMM *et al.*, 2009).

A partir do ano 2000, evidenciou-se a ocorrência da canela-preta causada por fungo do gênero *Phoma*, mesmo grupo de patogenicidade também reportado na Austrália (FERNANDO *et al.*, 2003; TOMM, 2000). Por esta razão, em grande parte das áreas é extremamente necessário empregar híbridos com resistência genética à canela-preta, para evitar riscos de perder a lavoura (TOMM, 2000). O híbrido Hyola 61 foi o primeiro

registrado no Brasil com esta característica em 2006, e em sequência, foram registrados os híbridos Hyola 433 e Hyola 411, respectivamente em 2008 e 2009.

2.4 A importância da polinização na agricultura

O papel funcional dos serviços ecossistêmicos prestados por polinizadores é fundamental na manutenção da biodiversidade e da composição florística e a sua conservação é de valor incalculável, pois atua na base da cadeia alimentar dos biomas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Sem polinizadores muitas plantas não se reproduzem nem produzem sementes, e as populações que delas dependem também declinam. Cerca de 75% da alimentação humana depende direta ou indiretamente de plantas polinizadas ou beneficiadas pela polinização animal (KLEIN et al., 2007).

Na agricultura, a polinização é considerada um fator fundamental na produtividade de diversas culturas. Além do aumento no número de frutos, a polinização, também leva a um aumento no número e qualidade das sementes (teor de óleos), no tamanho, peso e qualidade do fruto (acidez, teor de açúcares e volume de suco) e na melhoria de seu formato (diminui os índices de deformação), encurtando o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformizando o amadurecimento dos frutos, o que diminui as perdas na colheita (WILLIAMS et al., 1991).

O valor da polinização foi estimado em US\$ 162 bilhões/ano (WITTER; TIRELLI, 2014). Nos Estados Unidos, por exemplo, o valor da polinização por insetos para as culturas que dependem diretamente de polinização, como maçãs, amêndoas e mirtilos, foi estimada em US\$ 15 bilhões (CALDERONE, 2012). Somente na América do Sul, o valor dos serviços de polinização foi estimado em 12,3 bilhões de dólares por ano (GALLAI et al., 2009; POTTS et al., 2010), enquanto no Brasil, apenas oito culturas dependentes de polinizadores, entre elas o melão (*Cucumis melo* L.), a maçã (*Malus domestica* B.), e o maracujá (*Passiflora edulis* S.), são responsáveis por US\$ 9,3 bilhões em exportações (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004, 2005).

Giannini et al. (2015) fizeram uma simulação do valor econômico dos polinizadores a partir da taxa de dependência das culturas agrícolas por polinizadores proposta por Gallai e Vaissière (2009) em culturas já listadas previamente por Klein et al. (2007). Esse valor foi obtido multiplicando-se essa taxa pelo valor de produção de cada

cultura estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Brasil no ano de 2011. Segundo os pesquisadores, para certas culturas, o valor econômico chegaria a alguns bilhões de reais, principalmente nas muito produtivas e altamente dependentes de polinização por insetos, como o cacau (*Theobroma cacao* L.). Eles salientam que, para a soja (*Glycine max* L.), o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e o cafeeiro (*Coffea arabica* L.), apesar da dependência moderada de polinização por insetos, o valor desse serviço também chegaria a bilhões devido ao alto valor da produção dessas culturas (WITTER; TIRELLI, 2014).

Dentre os agentes polinizadores, destacam-se os insetos pela eficiência e abundância na natureza. Aproximadamente 75% das culturas e 87,5% das plantas com flores dependem da polinização animal, e as abelhas são reconhecidas como os principais agentes nesse processo (KLEIN et al., 2007; OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011). Isso ocorre, pois, mesmo variando em tamanho, forma e nos hábitos de vida, todas as espécies de abelhas precisam visitar um grande número de flores diariamente para satisfazerem suas necessidades alimentares individuais, de suas crias ou das suas colônias (MICHENER, 2000). As visitas às flores feitas por outros animais são eventuais e a grande maioria não possui as flores como sua única fonte alimentar e/ou a visitam somente em momentos isolados (FREE, 1993; FREITAS, 1995).

Apis mellifera, é a principal espécie utilizada para a polinização de culturas agrícolas no mundo (FREE, 1993). É uma espécie generalista, amplamente distribuída, de fácil manejo (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012) e que, com seus serviços de polinização, movimentam 14,8 bilhões de dólares por ano nos Estados Unidos (MORSE; CALDERONE, 2000). Outras espécies também são utilizadas com sucesso para essa finalidade, como é o exemplo das mamangavas (*Bombus* Latreille, 1802 e *Xylocopa* Latreille, 1802) (Hymenoptera: Anthophoridae), das abelhas indígenas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836, *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) e de várias espécies de abelhas solitárias (*Amegilla chlorocyanea* Cockerell, 1914, *Megachile rotundata* Fabricius, 1787 e *Osmia lignaria* Say, 1837) (HEIN, 2009).

No Brasil, destaca-se a utilização de abelhas do gênero *Xylocopa* para o incremento da produção de cultivos comerciais de maracujá-amarelo (CAMILLO, 2003; YAMAMOTO et al., 2012; JUNQUEIRA et al., 2013), além de serem encontrados

diversos estudos sobre a importância de espécies nativas no incremento de diversos parâmetros de produção em cultivos comerciais (DELAPLANE; MAYER, 2000). Espécies da tribo Centridini são importantes visitantes florais em cultivos de maracujá-doce (GAGLIANONE et al., 2010) e polinizadores efetivos em acerola (VILHENA; AUGUSTO, 2007; VILHENA et al., 2011). *Exomalopsis analis*, Spinola 1853 (Hymenoptera: Apidae) foi considerada potencial espécie polinizadora em cultivos abertos de tomateiro (SANTOS, 2013).

Nos últimos anos, a preocupação com a conservação das abelhas tem crescido bastante devido ao declínio dos polinizadores e, conseqüentemente, da polinização em paisagens densamente ocupadas por atividades econômicas (ALLEN-WARDELL; BERNHARDT; BITNER, 1998; KEVAN; VIANA, 2003; WESTERKAMP; GOTTSBERGER, 2002). Os fatores que mais contribuem para a redução da diversidade de abelhas são a fragmentação de habitats, que tem sua origem nos desmatamentos; o uso de produtos fitossanitários em culturas agrícolas e a introdução de espécies capazes de competir com as abelhas nativas, principalmente pelos recursos florais (ALLEN-WARDELL; BERNHARDT; BITNER, 1998; KEARNS; INOUE; WASER, 1998; KEVAN; VIANA, 2003).

As áreas de vegetação natural são importantes para os polinizadores, pois é onde encontram locais adequados para construir seus ninhos e se reproduzirem e onde obtêm muitos dos recursos alimentares que precisam (MARQUES et al., 2015). Dessa forma, a conservação das áreas naturais contribui na sustentação da comunidade de polinizadores e conseqüentemente na otimização da produção advinda dos serviços de polinização oferecido por estes insetos (KREMEN et al., 2004).

Outro fator preocupante nas áreas agrícolas e arredores é o uso indiscriminado de produtos fitossanitários. Além dos efeitos de toxicidade aguda que levam à morte das abelhas, alguns inseticidas podem também provocar alterações comportamentais nos indivíduos, que, ao longo do tempo, acarretarão sérios prejuízos na manutenção da colônia (GOULSON et al, 2015; MALASPINA; SOUZA, 2008). Segundo Medrzycki et al. (2003), em algumas circunstâncias, o efeito de inseticidas nas abelhas não pode ser imediatamente notado, sendo necessárias avaliações empregando doses subletais, para que seja possível observar sua influência na sobrevivência, na fisiologia e no comportamento. Dessa forma, sugere-se que o agricultor siga as recomendações de evitar

o seu uso em locais de ninhos e em horários de atividade das abelhas (MARQUES et al., 2015).

Com esse declínio das populações de polinizadores, a busca de novas espécies de abelhas para os serviços de polinização iniciou-se em várias regiões do mundo, uma vez que a importação de espécies exóticas tem sofrido restrições regionais (VELTHUIS; VAN DOORN, 2006). No Brasil, os esforços para utilização de polinizadores nativos têm sido para as abelhas *Centris* spp., *Xylocopa* spp. e muitas espécies de Meliponini. É preciso buscar soluções para manter os polinizadores nas propriedades rurais e seus arredores, e que se mantenham paisagens que auxiliem polinizadores, forneçam a eles um local para nidificar, além de alimento e materiais para construção dos ninhos (WITTER; TIRELLI, 2014).

2.5 A canola e a polinização

A canola é uma planta autógama, com taxa de alogamia superior a 20%, melífera e é muito visitada por insetos polinizadores (TOMM et al., 2009). Estes são atraídos principalmente pelo néctar produzido por seus nectários florais, dois em cada par de estames longos e dois na parte interior dos estames curtos (FREE, 1993; MUSSURY; FERNANDES, 2000). Estes últimos secretam a maior quantidade de néctar, com concentrações elevadas de açúcares, e são facilmente acessíveis aos insetos durante todo o período de antese (WILLIAMS, 1980).

Apesar da maior taxa de autopolinização comparada à polinização cruzada em canola, estudos anteriores comprovam que a presença de insetos polinizadores, especialmente *A. mellifera*, aumenta não só a produção de sementes ((EISIKOWITCHE, 1981; KEVAN; EISIKOWITCHE, 1990; DELAPLANE; MAYER, 2000; WESTCOTT; NELSON, 2001), mas também a qualidade do óleo de canola e, assim, o valor de mercado da cultura (DURAN et al., 2010; ALI et al., 2011; BOMMARCO et al., 2012; JAUKER et al., 2012; WITTER; TIRELLI, 2014). Além disso, apesar da autogamia, mecanismos para ocorrência de alogamia foram encontrados a partir de estratégias reprodutivas utilizadas por esta espécie como, por exemplo, pólen abundante, néctar e odor. Esses mecanismos foram importantes para o melhoramento genético da espécie, favorecendo a ocorrência de características adaptativas (MUSSURY; FERNANDES, 2000).

Em lavouras no Rio Grande do Sul a livre visita de insetos aumentou a produtividade em 17% na cultivar Hyola 420 e em aproximadamente 30% na cultivar Hyola 61 (BLOCHTEIN et al., 2014). Mussury e Fernandes (2000) constataram aumento de 31,88% no número de sementes formadas por planta sob condições naturais de polinização em relação à autogamia. Com relação ao peso médio de sementes, Williams et al. (1986) e Adegas e Nogueira-Couto (1992) constataram, respectivamente, aumento de 37,47% e 19,24% na produtividade de plantas com visitas de abelhas quando comparadas a outras com exclusão de insetos polinizadores.

Em culturas pouco dependentes de polinizadores, como a canola, a introdução de colônias de abelhas geralmente não é recomendada (CUNNINGHAM; FITZGIBBON; HERAR, 2002). Por outro lado, desde que as flores destes híbridos sejam atrativas aos polinizadores, a introdução de 3-5 colônias de *A. mellifera* ou 5-8 colônias de *Apis cerana* Fabricius, 1793, distribuídas uniformemente por hectare, pode ser ideal para o incremento da produção e maior conteúdo de óleo das sementes (ABROL, 2012). Com a introdução de 3 a 4 colônias por hectare, em comparação a áreas com ausência de insetos, Sabbahi et al. (2005) e Abrol (2007) registraram, respectivamente, 46% e 36,2% de aumento no peso das sementes de canola. Além disso, a presença dessas abelhas nos cultivos de canola pode ainda contribuir para o aumento da taxa de germinação das sementes, como evidenciado por Kevan e Eisikowitch (1990) em áreas de cultivo no Canadá.

Assim, o alto valor econômico atribuído às abelhas evidencia que os serviços de polinização em canola merecem mais investigações, pela escassez de conhecimentos sobre as exigências de polinização dos diversos híbridos comercializados no Brasil. Além disso, o benefício gerado pelas abelhas pode sofrer alterações em decorrência das condições climáticas e do híbrido empregado, o que indica mais uma vez a importância em se compreender os possíveis fatores que possam afetar o processo de polinização realizado por esses insetos (CHAMBÓ et al., 2014), como no Cerrado mineiro.

REFERÊNCIAS

- ABROL, D. P. Honeybees and rapeseed: a pollinator-plant interaction. **Advances in Botanical Research**, New York, v. 45, p. 337-367. 2007.
- ABROL, D. P. Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production. New York: **Springer**. 2012.
- ADEGAS, J. E. B.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var oleifera) in Brazil. **Apidologie**, v. 23, p. 203-209. 1992.
- ALI, M.; SAEEDS, S. A.; WHITTINGTON, A. In search of the best pollinators (*Brassica napus* L.) production in Pakistan. **Applied Entomology and Zoology**, v. 46, p. 353-361. 2011.
- ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, p. 8-17. 1998.
- BARNI, N. A. et al. Introduction and evaluation of rapeseed cultivars (*Brassica napus* L. var. oleifera Metzg.) in the state of Rio Grande do Sul. **Agron. Sulriograndense**, v. 21, n. 1, p. 21-54. 1985.
- BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. **Farelo de canola: uma alternativa proteica para alimentação de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998.
- BLOCHTEIN, B. et al. Comparative study of the floral biology and of the response of productivity to insect visitation in two rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 784- 794. 2014.
- BOMMARCO, R., MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. **Oecologia**, v. 169, n. 4, p. 1025-1032. 2012.
- CALDERONE, N. W. **Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992-2009**. 2012.
- CAMILLO, E. **Polinização de maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, 2003.
- CHAMBÓ, E. D. et al. Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) on two sowing dates. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p. 2087-2100, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Conjuntura mensal agosto de 2016: safra 2015/2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.br>>. Acesso em: 21 out. 2016.

- CUNNINGHAM, S.; FITZGIBBON, F.; HERAD, T. A. The future of pollinators for Australian agriculture. Australian: **Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 893-900. 2002.
- DE MORI, C.; TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. p. 36. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149.htm. Acesso em: 21 out. 2016.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI Publishing, 2000.
- DURÁN, X. A. et al. **Evaluation of yield component traits of honeybee- pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.)**. Chilean Journal of Agricultural Research, v. 70, p. 309-314. 2010.
- EISIKOWITCH, D. **Some aspects of pollination of oil seed rape (*Brassica napus* L.)**. Journal of Agricultural Science, v. 96, p. 321-326. 1981.
- EMBRAPA. **Definição e histórico da canola**. 2011. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm>. Acesso em: 27 ago. 2014.
- FERNANDO, W. G. D. et al. **First report of blackleg disease caused by *Leptosphaeria maculans* on canola in Brazil**. St. Paul: Plant Disease, v. 87, n. 3, p. 314, 2003.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press, 1993.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado) - University of Wales, Cardiff, Grã-Bretanha, 1995.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **A importância econômica da polinização**. Mensagem Doce, v. 80, p. 44-46. 2005.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Economic value of Brazilian cash crops and estimates of their pollination constraints. In: FAO report 02, Agreement FAO-FUSP. **Economic value of pollination and pollinators**. São Paulo, SP, Brazil. 2004. p xx-xx.
- GAGLIANONE, M. C. et al. **Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: O Maracujá-Doce (*Passiflora Alata* Curtis) como estudo de Caso na região sudeste do Brasil**. Australis: Oecologia, v. 14, p. 152–164. 2010.
- GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B. **Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline**. Ecological Economics, v. 68, p. 810-821. 2009.

- GALLAI, N.; VAISSIÈRE, B. E. **Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale**. Rome: FAO. 2009.
- GARCIA, E. R. **Manual de producion canola**. Puebla: Secretaria de Desarrollo Rural Del Estado de Puebla, 2007.
- GIANNINI, T. C. et al. **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil**. Journal of Economic Entomology. 2015.
- GOULSON, D. et al. **Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines**. Science, v. 347, p. 1435. 2015.
- HEIN, L. **The economic value of the pollination service, a review across scales**. The Open Ecology Journal, v. 2, p. 74-82. 2009.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 488 p.
- JAUKER, F. et al. **Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape**. Agricultural and Forest Entomology, v. 14, n. 1, p. 81-87. 2012.
- JUNQUEIRA, C. N. et al. **Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards**. Apidologie, v. 44, p. 729–737. 2013.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. **Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions**. Annual Review Ecology, Evolution and Systematics, n. 29, p. 83-112, 1998.
- KEVAN, G.; EISIKOWITH, D. **The effects of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv. O. A. C. Triton) of seed germination**. Euphytica, v. 45, p. 39-41. 1990.
- KEVAN, P. G.; VIANA, B. F. **The Global decline of Pollination Services**. Tropical Conservancy, n. 4, v. 4, p. 3-8, 2003.
- KLEIN, A. M. et al. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops**. Proceedings of the Royal Society, v. 274, p. 303–313. 2007.
- KREMEN, C. et al. **The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California**. Ecology Letters, v. 7, p. 1109-1119. 2004.
- LUZ, G. L. **Exigência térmica e produtividade de canola em diferentes épocas de semeadura em Santa Maria, RS**. 2011. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3940>. Acesso em: 24 out. 2016.
- MALASPINA, O.; SOUZA, T. F. Reflexos das aplicações de agrotóxicos nos campos de cultivo para a apicultura brasileira. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**

- APICULTURA E MELIPONICULTURA**, 2008, Belo Horizonte. Belo Horizonte: editora, 2008.
- MARQUES, M. F. et al. **Polinizadores na agricultura: ênfase em abelhas**. Rio de Janeiro: Funbio. 2015.
- MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: USDA, 1976. 411 p.
- MEDRZYCHI, P. et al. **Effects of imida-cloprid administered in sub-lethal doses on honey bee behaviour**. Bulletin of Insectology, v. 56, n. 1, p. 59-62, 2003.
- MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Washington, D.C: John Hopkins, 2000. 913 p.
- MORSE, R. A.; CALDERONE, N. W. **The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000**. Medina: A.I. Root Company, 2000. 15p.
- MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. **Studies of the floral biology and reproductive system of *Brassica napus* L. (Cruciferae)**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 43, p. 111-117. 2000.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. **How many flowering plants are pollinated by animals?** Oikos, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.
- PANOZZO, L. E. **Qualidade de sementes, características agronômicas e produtividade de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura e colheita em Viçosa-MG**. 2012. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Viçosa, MG, 2012.
- POTTS, S. G. et al. **Global pollinator declines: trends, impacts and drivers**. Trends Ecology Evolution, v. 25, p. 345-353, 2010.
- SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; MARCEAU, J. **Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Density on the Production of Canola (Cruciferae: Brassicaceae)**. Journal Economic Entomology, v. 98, p. 367-372, 2005.
- SANTOS, A. O. R. **Pollinators of *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) in open field**. 2013. 31 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.
- TAN, X. L. et al. **Cloning and analysis of hemoglobin gene in *Cyanobacterium* and transformation into *Brassica napus* (L.)**. Acta Agronomica Sinica, v.35, p.66-70, 2009.
- THOMAS, P. Canola grower's manual. **Winnipeg**: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx>. Acesso em: 24 out. 2016.

TOMM, G. O. **Canola**: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. Passo Fundo: Revista Plantio Direto, v. 15, n. 94, p. 4-8. 2006a.

TOMM, G. O. et al. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. html. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>. Acesso em: 24 out. 2016.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp65.htm>. Acesso em: 24 ago. 2016.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm> Acesso em: 24 out. 2016.

TOMM, G. O. **Canola**: planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce em importância no Brasil e no mundo. 2006b. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos_nutricionais.htm>. Acesso em: 24 out. 2016.

TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C. Tropicalização da canola. In: **SIMPÓSIO SOBRE INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE NA EMBRAPA**, 1., 2008, Brasília, DF, Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p.

TOMM, G.O. **Technological indicatives for canola productivity in Rio Grande do Sul**. 2007. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf>. Acesso em 24 out. 2016.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Economic Reserch Service**. Canola. 2016. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx>>. Acesso em: 24 out. 2016.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. **A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination**. Apidologie, v. 37, p. 421-451. 2006.

VILHENA, A. M. G. F. et al. **Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network**. Apidologie, v. 43, p. 51-62. 2011.

VILHENA, A.; AUGUSTO, S. **Polinizadores da Aceloreira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro**. Bioscience Journal. (Online), p. 14-23. 2007.

WESTCOTT, L.; NELSON, D. **Canola pollination: an update**. Bee World, v. 82, p. 115-129. 2011.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. The costly crop pollination crisis. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating Bees: the Conservation Link Between Agriculture and Nature** – MMA. Brasília, DF, 2002. p. xx-xx

WILLIAMS, I. H. **Oil-seed rape and beekeeping, particularly in Britain**. Bee World, v. 61, p. 141-153. 1980.

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.

WILLIAMS, I. H.; MARTIN, A. P.; WHITE, R. P. **The pollination requirements of oil-seed rape (*Brassica napus* L.)**. Journal of Agricultural Science, v. 106, p. 27-30. 1986.

WITTER, S.; TIRELLI, F. Polinizadores nativos presentes em lavouras de canola no Rio Grande do Sul. In: WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B. (Org.). **Abelhas na polinização de canola: benefícios ambientais e econômicos**. Porto Alegre: Edipucrs, 2014. p. 29-36.

YAMAMOTO, M. et al. **The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in central Brazil**. Apidologie, v. 43, p. 515–526. 2012.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDADE DE POLINIZADORES EM DOIS HÍBRIDOS DE CANOLA NO CERRADO MINEIRO

RESUMO

FUZARO, LEANDRO. **Diversidade de polinizadores em dois híbridos de canola no Cerrado Mineiro**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

A abundância e a riqueza de insetos polinizadores em flores de canola (*Brassica napus* L.) variam de acordo com a região e pouco se conhece sobre sua ocorrência na região do Cerrado Mineiro. Dessa forma, teve-se como objetivo verificar os visitantes florais/polinizadores em dois híbridos de canola, Hyola 61 (H61) e Hyola 433 (H433), na região do triângulo mineiro, em Uberlândia – MG. Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia, situada a 19°05'48''S, 48°21'05''W e altitude de 800 m. Utilizou-se delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados com dois híbridos e 10 repetições, totalizando 20 parcelas. O levantamento dos visitantes florais foi realizado nos meses de maio e junho de 2016, durante 10 dias, sendo coletados todos os polinizadores avistados nas parcelas durante 40 minutos (20 minutos destinados a cada parcela, duas por dia, uma de cada híbrido) de 7h00 às 10h00 e de 13h00 às 15h00, com intervalos de 20 minutos entre as horas. As análises faunísticas das espécies coletadas foram realizadas com base em índices de frequência, constância, dominância, riqueza e diversidade. Foram coletados 2.294 indivíduos pertencentes a 19 espécies de abelhas de duas famílias (Apidae e Halictidae). A riqueza de espécies encontrada entre os híbridos foi próxima (16 espécies em H61 e 17 espécies em H433), assim como o índice de diversidade (1,99 em H61 e 2,04 em H433). As espécies *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), *Paratrigona lineata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae) e *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae), foram as mais abundantes e constantes nas lavouras em todos os dias de avaliações, sendo consideradas como efetivos polinizadores da canola, para ambos os híbridos. Nesse sentido, é importante que ocorram esforços para a conservação de áreas naturais próximas das lavouras de cultivo a fim de fornecer recursos para permanência dos polinizadores na área, garantindo o serviço de polinização.

Palavras-chave: *Apis mellifera*. Abelhas nativas. *Brassica napus*. Índices faunísticos.

ABSTRACT

FUZARO, LEANDRO. **Diversity of pollinators in two hybrids of canola in Cerrado Mineiro**. 2017. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

The abundance and richness of pollinator insects in canola flowers (*Brassica napus* L.) change according to the region and little information is known about their occurrence in the Cerrado Mineiro region. The objective of this study was to verify floral visitors / pollinators in two hybrids of canola, Hyola 61 (H61) and Hyola 433 (H433), in the Minas Gerais triangle region, in Uberlândia - MG. The studies were conducted at the Água Limpa Experimental Farm of the Federal University of Uberlândia, located at 19°05'48 "S, 48°21'05"W and 800 m altitude. A completely randomized plot design with two hybrids and 10 replicates was used, totaling 20 plots. The survey of floral visitors occurred in May and June of 2016, during 10 days, all the pollinators sighted in the plots were collected during 40 minutes (20 minutes for each plot, two per day, one for each hybrid) From 7:00 a.m. to 10:00 a.m. and from 1:00 a.m. to 3:00 p.m., with breaks of 20 minutes between the hours. Faunal analyzes of the collected species were performed based on frequency, constancy, dominance, richness and diversity. A total of 2.294 individuals belonging to 19 species of bees of two families (Apidae and Halictidae) were collected. The species richness found among the hybrids was close (16 species in H61 and 17 species in H433), as well as the diversity index (1.99 in H61 and 2.04 in H433). The species *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), *Paratrigona lineata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae) and *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae) were the most abundant and constant in the crops during all the evaluated days, considered as effective pollinators of canola, for both hybrids. So, it is important that efforts are made to conserve natural areas close to crops in order to provide resources for the permanence of pollinators in the area, ensuring the pollination service.

Key words: *Apis mellifera*. Native bees. *Brassica napus*. Faunistic index.

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) planta da família das crucíferas, pertence ao gênero *Brassica*, e é resultante de um melhoramento genético da colza (EMBRAPA, 2011). É uma planta autógama, com taxa de alogamia superior a 20%, nectarífera e prolifera, é muito visitada por insetos polinizadores (TOMM et al., 2009). Estes são atraídos principalmente pelo néctar produzido por seus nectários florais, dois em cada par de estames longos e dois na parte interior dos estames curtos (FREE, 1993; MUSSURY; FERNANDES, 2000).

A abundância e riqueza de insetos polinizadores em flores de canola variam de acordo com a região, pertencendo principalmente às ordens Hymenoptera e Diptera (MORANDIN; WINSTON, 2005; SABBAHI et al., 2005; ALI et al., 2011; BOMMARCO et al., 2012; JAUKER et al., 2012; WITTER et al., 2014; GARRAT et al., 2014). Em lavouras de canola no Rio Grande do Sul, registraram-se insetos nativos de diversos grupos, predominantemente abelhas (Hymenoptera), moscas (Diptera) e besouros (Coleoptera) (WITTER; TIRELLI, 2014).

As abelhas são reconhecidas como os principais agentes no processo de polinização (KLEIN et al., 2007; OLLERTON et al., 2011). Isso ocorre, pois, mesmo variando em tamanho, forma e nos hábitos de vida, todas as espécies de abelhas precisam visitar um grande número de flores diariamente para satisfazerem suas necessidades alimentares individuais, de suas crias ou das suas colônias (MICHENER, 2000). As visitas às flores feitas por outros animais são eventuais e a grande maioria não possui as flores como sua única fonte alimentar e/ou a visitam somente em momentos isolados (FREE, 1993; FREITAS, 1995).

A presença de abelhas nas flores de canola promove um aumento não só da quantidade de sementes produzidas, mas também na qualidade do óleo e, assim, do valor de mercado da cultura (DURAN et al., 2010; ALI et al., 2011; BOMMARCO et al., 2012; JAUKER et al., 2012; WITTER et al., 2015). A espécie *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae), abelha doméstica, é o mais conhecido polinizador de suas flores (ADEGAS; NOGUEIRA-COUTO, 1992; SMITH, 2002; KAMLER; JAS, 2003; SABBAHI et al., 2005; MUNAWAR et al., 2009; DURAN et al., 2010), porém outras espécies da família Apidae e das famílias Andrenidae, Halictidae e Megachilidae também

são reconhecidas como importantes polinizadores. (MORANDIN et al., 2007; ALI et al., 2011; JAUKER et al., 2012; GARRATT et al., 2014).

Para estabelecer estratégias para o incremento da produtividade de grãos de canola faz-se necessário o conhecimento da fauna regional de seus potenciais polinizadores. Apesar de existirem estudos na região sul do país, pouco se sabe sobre a diversidade destes insetos em regiões de baixas latitudes no país, em especial no Cerrado de Minas Gerais. Dessa forma, teve-se por objetivo identificar as principais espécies de visitantes florais da canola na região do Triângulo Mineiro em área de Cerrado, a fim de reconhecer a sua diversidade e propor estratégias para manutenção dos serviços de polinização e conservação das espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aspectos gerais

Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 1), situada a 19°05'48''S de latitude sul, 48°21'05''W de longitude oeste e a uma altitude de aproximadamente 800m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média, fase cerrado tropical subcaducifólio e relevo tipo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). O clima Aw, segundo a classificação de Köppen, é marcado por duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (ROSA et al., 1991). A fazenda apresenta 104 ha de área preservada, sendo formada por um complexo de vegetação que abrange cerrado sentido restrito, cerrado denso, vereda e mata de galeria e 151,72 ha de área com frutíferas e pastagem (NETO, 2008).

Utilizou-se delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados com dois híbridos e dez repetições, totalizando 20 parcelas (Apêndice 1). Cada parcela foi constituída de seis linhas de plantio com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,20 m entre linhas e densidade de 22-24 sementes m⁻¹. As parcelas foram separadas por 0,5 m, totalizando uma área experimental de 121 m². O experimento foi semeado no dia 02 de abril de 2016, após 55 dias houve início da floração e senescência após 97 dias.

FIGURA 1. Localização do cultivo experimental de canola (●) na Fazenda Água Limpa (19°05'17.6"S 48°21'26.1"W), em Uberlândia, Minas Gerais. Fonte: Google Earth, 2016.



Os híbridos utilizados neste experimento foram Hyola 61 (H61) e Hyola 433 (H433), híbridos que demonstraram melhor desempenho e adaptabilidade a região em estudos anteriores. O híbrido Hyola 61 possui resistência poligênica à canela-preta, excelente desempenho tanto sob deficiência hídrica como sob frios intensos. Tem ciclo médio de 123 a 155 dias da emergência a maturação e apresenta grande estabilidade de rendimento quando cultivado em condições variadas. Já Hyola 433 é um híbrido de ciclo curto (de 120 a 150 dias) indicado para os solos de elevada fertilidade. Este genótipo apresenta elevada exigência de condições ambientais favoráveis, especialmente solos de alta fertilidade, para expressar seu elevado potencial, sendo recomendado evitar a semeadura em ambientes com limitações de umidade e de fertilidade de solo (TOMM et al., 2009).

O experimento foi conduzido sem sistema de irrigação, sendo realizada manualmente, em um volume de 20 mm por parcela, uma vez por semana, até o estabelecimento completo das plantas. O manejo de plantas daninhas foi feito por meio de capinas manuais realizadas sempre que necessário, ao longo da condução do experimento. Devido à ausência de produtos autorizados para o controle de insetos-praga, principalmente de pulgões das espécies *Lipaphis pseudobrassicae* Davis, 1914 (Hemiptera: Aphididae) e o *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Hemiptera: Aphididae), foram utilizados três produtos fitossanitários com registro para culturas da mesma família da

canola (como *Brassica oleracea* L.), com uma aplicação de Deltametrina na dose de 0,75 g ha⁻¹ no dia 04 de junho, uma aplicação da mistura de Deltametrina na dose de 0,75 g ha⁻¹ com Tiametoxan na dose de 2,5 g ha⁻¹ no dia 15 de junho e uma aplicação de Organofosforado na dose de 7,5 g ha⁻¹ no dia 26 junho, anteriormente ao início das avaliações.

2.2 Amostragem dos visitantes

O levantamento dos visitantes florais foi realizado nos meses de maio e junho de 2016, período no qual, as médias de temperatura atingiram 21,4°C e a umidade relativa do ar 74,8%, segundo os dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

As coletas foram realizadas durante 10 dias de avaliação, sendo coletados todos os polinizadores avistados nas parcelas durante 40 minutos/hora (20 minutos destinados a cada parcela, 2 por dia, uma de cada híbrido) de 7h00 às 10h00 e de 13h00 às 15h00, com intervalos de 20 minutos entre as horas. Desta forma, todas as parcelas avaliadas obtiveram 2 horas e 20 minutos de observação entre os horários avaliados, totalizando quatro horas e quarenta minutos de avaliação por dia e 46 horas e 40 minutos de avaliação total, considerando os 10 dias de coleta.

Os indivíduos foram coletados com auxílio de frascos plásticos de 100 mL com tampa em rosca e rede entomológica. As espécies coletadas foram registradas e só liberadas ao fim das observações. Os indivíduos não identificados em campo foram sacrificados com acetato de etila e individualizados para posterior identificação em laboratório. Posteriormente, as abelhas foram montadas e conservadas em gavetas entomológicas para a identificação (TAURA; LAROCA, 2001).

2.3 Índices faunísticos

As análises faunísticas das espécies coletadas foram realizadas com base em índices de frequência, constância, dominância, riqueza e diversidade. Constância, frequência e dominância foram calculadas utilizando as equações propostas por Silveira-Neto et al. (1976). Em seguida, as espécies foram separadas em categorias de acordo com a classificação de Bodenheimer (1955) em: espécies constantes (W) - presente em mais

de 50% das coletas; espécies acessórias (Y) - presentes em 25-50% coletas; espécies acidentais (Z) - presentes em mais de 25% das coletas.

A riqueza (S) foi obtida pelo número total de espécies coletadas na comunidade, segundo Silveira Neto et al. (1976). O índice de diversidade foi medido pelo índice α , com base em Margalef (1972), que é a razão entre o número de espécies (S) e o número de indivíduos em uma comunidade (N).

2.4 Análise de dados

O teste de normalidade aplicado foi o teste de Anderson-Darling (AD) com significância de 5%, ou seja, AD com valor $p > 0,05$ tem distribuição normal, e o teste de homocedasticidade pelo teste de Levene, considerando-se também a referência de 5% para a significância. Utilizou-se a distribuição normal com teste “Z” para duas médias independentes e o teste de duas proporções, adotando-se como nível de rejeição alfa igual a 0,05 e o valor crítico de “Z” de alfa 1,96. Os procedimentos de análises foram feitos na ferramenta Action (2016) que utiliza o programa R (R Development Core Team, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amostragem de polinizadores

Em relação à amostragem dos polinizadores nos dois híbridos de canola, foram coletados 2.294 indivíduos pertencentes a 19 espécies de abelhas de duas famílias (Apidae e Halictidae). O número de indivíduos capturados no híbrido H61 foi inferior a H433, porém não houve diferença significativa entre as espécies dominantes, exceto para *Paratrigona lineata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae), encontrada com maior frequência em H433 (39,3%) do que em H61 (34,9%). Esta diferença pode ter sido ocasionada principalmente porque H433, caracterizado por ser um híbrido de ciclo rápido, estava com maior número de plantas em floração e consequentemente maior número de flores e recursos florais disponíveis aos polinizadores em relação à H61, híbrido de ciclo intermediário (Tabela 1).

A riqueza de espécies encontrada entre os híbridos foi semelhante (16 espécies em H61 e 17 espécies em H433). No entanto, não foram encontradas as espécies: *Tetragonista clavipes*, *Exomalopsis fulvofasciata* e *Augochloropsis* sp. 3 em H61 e *Ceratinini* sp. 1 e *Augochloropsis* sp. 3, em H433. Os índices de diversidade entre os híbridos foram próximos (1,99 em H61 e 2,04 em H433), estando estes entre 1,5 e 3,5 (Tabela 1), valores considerados normais segundo Margalef (1972). Valores abaixo de 1,5 são decorrentes da predominância de alguns grupos taxonômicos em detrimento da maioria e valores acima de 5,0 denotam grande riqueza biológica (BEGON et al., 1996).

A subfamília Halictinae, grupo de abelhas metálicas e polinizadoras generalistas (EICKWORT, 1969), foi a que apresentou a maior riqueza de espécies (9 espécies para ambos os híbridos). Porém, a constância das espécies amostradas foi considerada acidental (Z), ocorrendo em menos de 25% das coletas em ambos os híbridos, exceto para *Halictini* sp. 2, espécie considerada acessória (Y) segundo a classificação de Bodenheimer (1955), com frequência de coleta entre 25 e 50% (Tabela 1).

A subfamília Apinae, caracterizada por espécies de abelhas sociais e com estrutura transportadora de pólen (corbícula), foi a mais representativa contando com 95,4% (n= 1099) e 96,1% (n= 1482) das capturas totais nos híbridos H61 e H433, respectivamente, sendo *A. mellifera*, *P. lineata* e *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Apidae) as espécies mais constantes e dominantes em relação às demais, sendo consideradas polinizadoras efetivas em ambos os híbridos (Tabela 1).

A espécie *A. mellifera* (Figura 2a) é a principal espécie utilizada para a polinização de culturas agrícolas no mundo (FREE, 1993) e tem sido relatada como principal polinizadora da canola em estudos anteriores (ADEGAS; NOGEUIRA-COUTO, 1992; SMITH, 2002; KAMLER; JAS, 2003; MUNAWAR et al., 2009). No Rio Grande do Sul, por exemplo, a maior parte da polinização das flores de canola é realizada por este inseto, dado que esta é a espécie mais abundante nas flores (ROSA, 2011; HALINSKI, 2015; WITTER et al., 2014). Nesse estudo, a espécie foi dominante e constante em ambos os híbridos, porém apresentou frequência superior em H61 (40,28%). Em H433, a espécie apresentou a segunda maior frequência entre as espécies

TABELA 1. Espécies coletadas e análise faunística de polinizadores nos híbridos de canola Hyola 61 e Hyola 433, Uberlândia, MG.

Família	Subfamília	Tribo	Espécie	Hyola 61				Hyola 433				
				N	F (%)	C (%)	D	N	F (%)	C (%)	D	
Apidae	Apinae	Apini	<i>Apis mellifera</i>	464	40,28	W	D	581	37,68	W	D	
			<i>Paratrigona lineata</i>	403	34,98	W	D	606	39,30	W	D	
		Meliponini	<i>Trigona spinipes</i>	232	20,14	W	D	293	19,00	W	D	
			<i>Tetragonista clavipes</i>	0	0	-	-	2	0,13	Z	N	
	Xylocopinae		Exomalopsini	<i>Exomalopsis analis</i>	14	1,22	Y	N	16	1,04	Y	N
				<i>Exomalopsis fulvofasciata</i>	0	0	-	-	1	0,06	Z	N
		<i>Exomalopsis auropilosa</i>		4	0,35	Z	N	4	0,26	Z	N	
		Ceratinini	sp. 1	1	0,09	Z	N	0	0	-	-	
	sp. 2		1	0,09	Z	N	2	0,13	Z	N		
	Halictidae	Halictinae	Augochiorini	sp. 1	2	0,17	Z	N	1	0,06	Z	N
				sp. 2	3	0,26	Z	N	2	0,13	Z	N
				<i>Augochloropsis</i> sp. 3	1	0,09	Z	N	0	0	-	-
<i>Augochloropsis</i> sp. 4				1	0,09	Z	N	1	0,06	Z	N	
<i>Augochloropsis</i> sp. 5				0	0	-	-	1	0,06	Z	N	
<i>Augochloropsis</i> sp. 6				3	0,26	Z	N	2	0,13	Z	N	
Halictini				sp. 1	3	0,26	Z	N	2	0,13	Z	N
				sp. 2	15	1,30	Y	N	19	1,23	Y	N
TOTAL			1152	100			1542	100				
S			15				16					
ID			1,99				2,04					
1/S			6.67				6.25					

N: Número de indivíduos capturados; F: Frequência (%); S: Riqueza; ID: Índice de diversidade; C: Constância (W: Constante, Y: Acessória, Z: Acidental); D: Dominância (d: Dominante, n: Não-dominante)

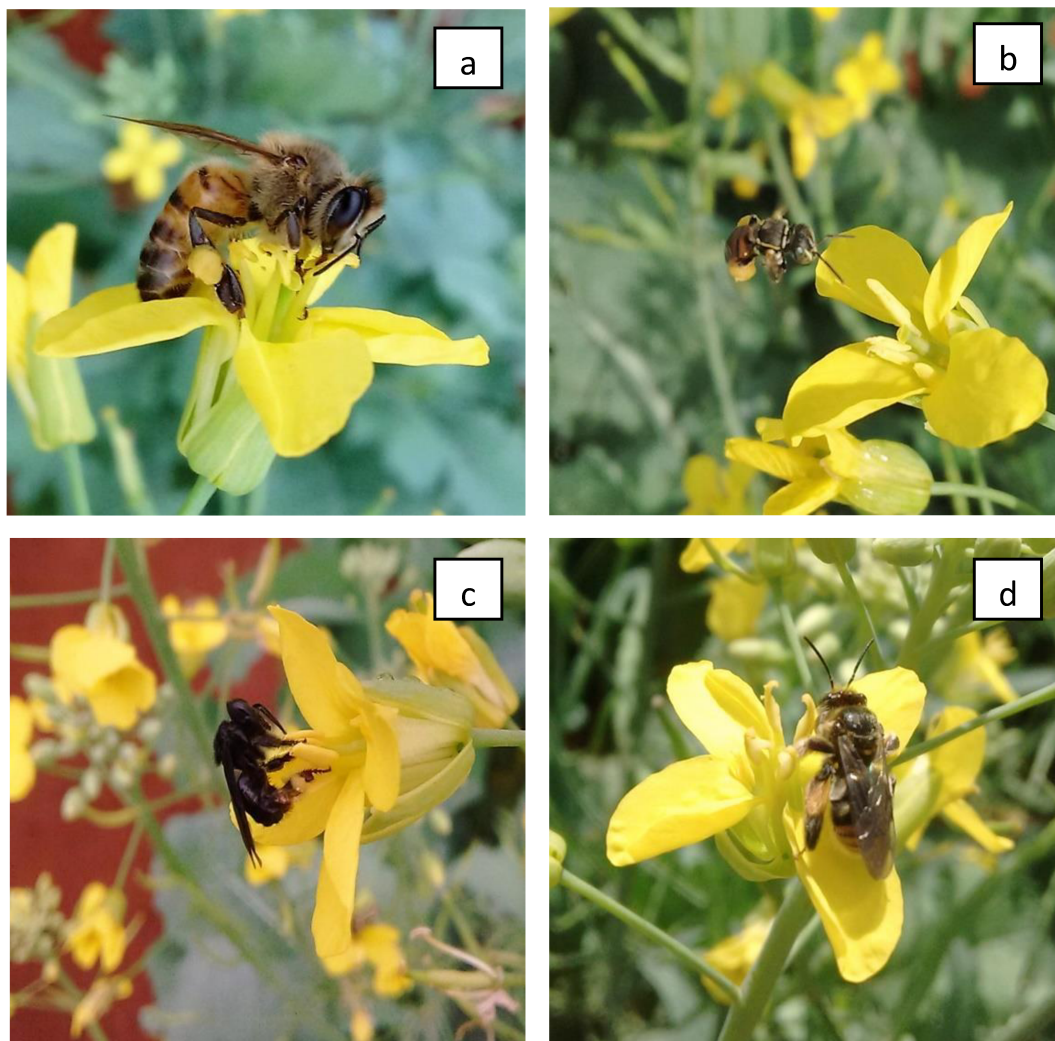
(37,68%), sendo a *P. lineata* a mais frequente na cultura (39,30%) (Tabela 1).

Paratrigona lineata (Figura 2b) é uma espécie de abelha sem ferrão e, por isso, apresenta vantagens de manejo sobre as outras espécies, como a facilidade de domesticação, ninhos populosos e perenes, estratégias de recrutamento de operárias e forrageamento contínuo (HEARD, 1999). A espécie foi considerada um efetivo polinizador das flores de canola, com abundância próxima a de *A. mellifera*, além de permanecer por períodos mais longos nas flores que as demais espécies. O seu pequeno porte não foi um obstáculo para a polinização das flores de canola, como relatado em estudo para a cultura do girassol próximo ao local do experimento (CASTRO-MELO, 2014).

Trigona spinipes (Figura 2c), espécie abundante no cerrado brasileiro (SANTOS et al., 2004), foi a terceira espécie mais frequente e dominante na cultura (Tabela 1). Segundo Almeida e Laroca (1988), essa espécie apresenta algumas características que favorecem sua abundância em vários habitats, como a agressividade de suas campeiras, ninhos construídos em diferentes locais de difícil acesso, hábito generalista de coleta e colônias populosas. Entretanto, é considerada praga em diversas culturas por causar prejuízos durante a coleta de tecido vegetal utilizado na construção dos seus ninhos (GALLO et al., 2002). Apesar de ser observada coletando tecido vegetal em órgãos vegetativos da canola, a espécie não apresentou o comportamento de perfurar os seus botões florais.

Foram coletadas 10 espécies da subfamília Halictinae, sendo duas delas pertencentes à tribo Halictini e oito à tribo Augochlorini (Tabela 1). Dentre as abelhas da tribo Augochlorini, duas espécies não tiveram seus gêneros identificados e quatro pertencem ao gênero *Augochloropsis*, abelhas de coloração metálica, frequentemente em tons de verde. É considerado um grupo bastante diverso, com grande número de espécies no Brasil. As fêmeas constroem ninhos no solo, em agregações, muitas vezes a poucos centímetros de profundidade e o comportamento varia desde espécies solitárias até sociais (MICHENER; LANGE, 1959; COELHO, 2002). Nesse estudo, as espécies do gênero *Augochloropsis* foram consideradas espécies acidentais nas flores de canola, com frequência inferior a 0,5% (Tabela 1)

FIGURA 2. Principais polinizadores de *Brassica napus* em Uberlândia – MG. (a) *Apis mellifera* (b) *Paratrigona lineata* (c) *Trigona spinipes* (d) *Exomalopsis* sp.



As três espécies de *Exomalopsis* encontradas nas áreas de cultivo da canola (*E. analis*, *E. fulvofasciata* e *E. auropilosa*) ocorrem em grande parte do território brasileiro (SANTOS et al., 2014), inclusive em áreas abertas, com pequena cobertura florestal (GLAGLIANONE; CAMPOS, 2015). São abelhas de pequeno porte, com até 8 mm de comprimento. Constroem seus ninhos no solo e normalmente apresentam fundação solitária, porém várias fêmeas podem usar uma mesma entrada do túnel que leva às células (ZUCCHI, 1973; MICHENER, 2000). Seus ninhos ocorrem em agregações, o que resulta em maior abundância de abelhas em uma mesma área, quando comparado aos ninhos de espécies estritamente solitárias. No presente trabalho verificou-se que *E. analis* (Figura 2d) foi considerada uma espécie acessória (Y) em ambos os híbridos, estando

presente em 70% dos dias de coleta (Tabela 1). Isso indica que estas abelhas podem sobreviver em campos agrícolas, onde fazem seus ninhos no solo em meio ao plantio ou em áreas marginais. Por isso, conservar o solo nestas áreas e evitar o uso excessivo de produtos fitossanitários são medidas importantes para manter as populações destas abelhas (GLAGLIANONE; CAMPOS, 2015).

Após detectar quem são as abelhas polinizadoras efetivas em um determinado cultivo, deve-se considerar como aumentar a frequência de visitas destas espécies visando benefícios diretos na produtividade. Também é necessário avaliar o conhecimento disponível sobre a biologia das espécies a fim de melhorar as técnicas que favoreçam a presença de abelhas no cultivo (SANTOS, 2013), sendo que um dos principais aspectos a serem observados das espécies a serem manejadas é o seu hábito de nidificação (GARÓFALO et al., 2012).

Para a maioria das espécies que nidificam no solo, como *E. analis* e *P. lineata*, técnicas de manejo ainda são escassas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2006). Por outro lado, *A. mellifera*, além de sua ampla distribuição, é reconhecida por ser uma espécie versátil e de fácil manejo (KLEIN et al., 2007). Estudos com o objetivo de investigar a sua influência na produtividade da canola já foram realizados em diversas partes do mundo. No Canadá, Sabahhi et al. (2005) constataram aumento de 46% na produtividade com a introdução de três colônias de *A. mellifera* por hectare. No Rio Grande do Sul, na cidade de Três de Maio, estudos com o híbrido Hyola 432, mostraram que a *A. mellifera* pode aumentar até 70% a produtividade (ROSA; BLOCHTEIN, 2008), demonstrando ser um eficiente polinizador para a cultura.

No entanto, vale ressaltar que sendo uma espécie exótica, pode alterar a estrutura das interações entre as abelhas nativas e as plantas na comunidade natural (SANTOS et al., 2012) através da introdução de novos parasitas e doenças e competir com as espécies nativas por local de nidificação e fontes de recursos (SILVEIRA et al., 2006). Já o uso de espécies de abelhas nativas para a polinização da canola não só é benéfico para a produtividade da cultura, mas também auxilia a promover a conservação das populações de polinizadores nativos. Além disso, polinizadores alternativos podem garantir serviços de polinização se a disponibilidade de um ou mais polinizadores comuns da cultura alvo ficar comprometida (BLOCHTEIN et al., 2015).

O manejo de abelhas nativas deve ser executado com cautela, uma vez que estas encontram-se em processo acelerado de desaparecimento (LOPES et al., 2005). É necessário realizar um manejo responsável no qual exista um balanço entre os interesses comerciais (baseado principalmente na demanda por colônias para a polinização de cultivos) e a conservação das abelhas nativas (DEL SARTO et al., 2005), evitando que essa situação seja agravada. Assim, utilizando como exemplo as espécies de abelhas encontradas neste estudo, a solução mais adequada seria investir no desenvolvimento de técnicas de manejo de abelhas que nidificam no solo, buscando inseri-las em áreas naturais próximas as lavouras de canola.

3.2 Frequência de polinizadores por dia

As espécies *A. mellifera*, *P. lineata* e *T. spinipes* foram predominantemente às espécies mais abundantes e frequentes na cultura da canola nos 10 dias de avaliação. Em H61, a espécie *A. mellifera* foi a que apresentou o maior número de indivíduos coletados ($n = 464$), sendo mais frequente em seis dias de avaliação (Tabela 2). Já em H433, a espécie *P. lineata* foi a mais frequente entre a maioria dos dias e apresentou o maior número de indivíduos coletados ($n = 606$), juntamente com *A. mellifera* ($n = 581$), sem diferença significativa entre elas. A espécie *T. spinipes*, apresentou frequência semelhante nos dois híbridos (H61= 20,14% e H433 = 19%). Já as demais espécies apresentaram frequências menores que 8,41% por dia e representou 4,60% das coletas em H61 e 4,02% em H433 (Figura 3).

De um modo geral, as altas frequências encontradas para *A. mellifera* e *T. spinipes* já eram esperadas, visto que ambas são as espécies que estão entre as mais abundantes no cerrado brasileiro (PEDRO, 1992; MATEUS, 1998; CARVALHO; BEGO, 1995). Essas espécies de abelhas caracterizam-se por apresentar colônias muito populosas (CARVALHO, 1990; MARTINS, 1990; PEDRO, 1992; SOFIA, 1996) contendo de 5.000 a 180.000 indivíduos (LINDAUER; KERR, 1960). Sendo assim, apresentam alto potencial de recrutamento para forragear, contribuindo com um elevado número de abelhas visitando as flores (SAKAGAMI et al., 1967; KERR et al., 1967; CAMARGO, 1970; BOREHAM; ROUBIK, 1987). Já *P. lineata*, apesar de presente em baixas frequências em estudos anteriores com outras culturas implantadas na região do Cerrado,

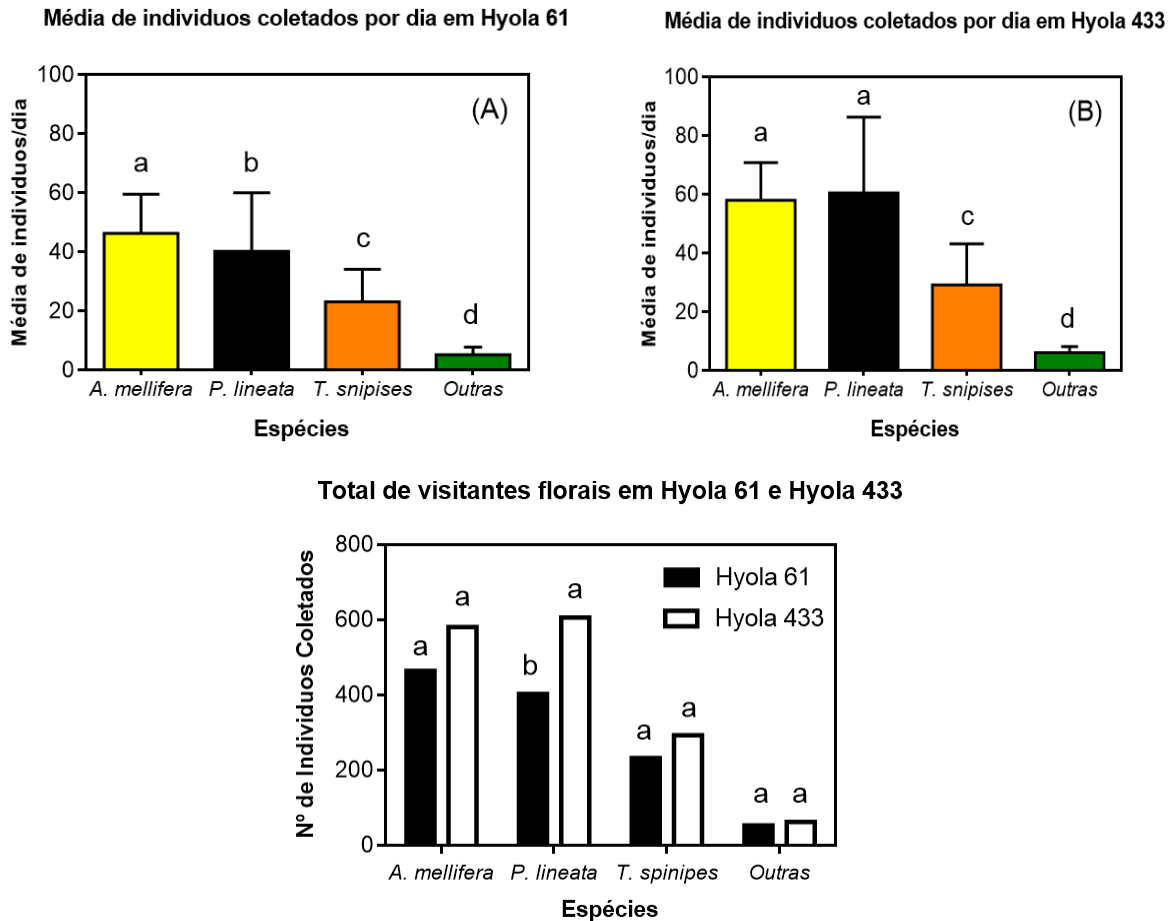
como o tomateiro, *Lycopersicon esculentum* (SANTOS, 2013) e o algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* (PIRES et al., 2006), ainda não havia sido observada em altas frequências e considerada como um polinizador efetivo, como pode-se reconhecer nesse estudo.

TABELA 2. Total de visitantes florais coletados nas flores de canola (*Brassica napus*) em 10 dias de avaliação, em Uberlândia, MG, em 2016.

Híbrido Hyola 61									Híbrido Hyola 433							
Dia	<i>A. mellifera</i>		<i>P. lineata</i>		<i>T. spinipes</i>		Outras		<i>A. mellifera</i>		<i>P. lineata</i>		<i>T. spinipes</i>		Outras	
	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)
1	50	51,02	19	19,39	22	22,45	7	7,14	73	57,94	19	15,08	26	20,63	8	6,35
2	65	56,03	24	20,69	19	16,38	8	6,90	74	51,39	46	31,94	17	11,81	7	4,86
3	61	50,41	32	26,45	23	19,01	5	4,13	59	40,14	43	29,25	42	28,57	3	2,04
4	48	32,21	63	42,28	33	22,15	5	3,36	69	37,91	74	40,66	31	17,03	8	4,40
5	38	41,76	16	17,58	34	37,36	3	3,30	65	44,83	29	20,00	45	31,03	6	4,14
6	31	27,68	40	35,71	37	33,04	4	3,57	48	28,92	68	40,96	42	25,30	8	4,82
7	22	20,56	59	55,14	17	15,89	9	8,41	36	19,35	103	55,38	39	20,97	8	4,30
8	43	34,96	39	31,71	33	26,83	8	6,50	62	33,88	79	43,17	35	19,13	7	3,83
9	52	54,74	35	36,84	6	6,32	2	2,11	50	39,37	65	51,18	8	6,30	4	3,15
10	54	38,57	76	54,29	8	5,71	2	1,43	45	33,09	80	58,82	8	5,88	3	2,21
Total	464 a		403 b		232 c		53 d		581 a		606 a		293 b		62 c	

*Letras minúsculas distinguem diferenças significativas entre os totais de indivíduos coletados para cada espécie. Utilizou-se o teste binomial para duas proporções com significância de 0,9

FIGURA 3. Média de indivíduos coletados das espécies *Apis mellifera*, *Paratrigona lineata* e *Trigona spinipes* e outras espécies em flores de canola (*Brassica napus*). (A) média de polinizadores capturados por dia em Hyola 61, (B) média de polinizadores capturados por dia em Hyola 433 e (C) total de polinizadores por espécies entre os dois híbridos.



*Letras minúsculas distinguem diferenças significativas entre os totais de indivíduos coletados para cada espécie. Utilizou-se o teste binomial para duas proporções com significância de 0,95.

3.2.2 Frequência de polinizadores por hora

Em ambos os híbridos se verificou atividade forrageira às 07h00min, porém com número reduzido de indivíduos. A atividade começou a se intensificar e aumentar a partir de 08h00min, culminando em um pico (máxima atividade de forrageio) em torno de 09h00min (H61 n = 280; H433 n = 337), com leve decréscimo às 10h00min. Durante o

período matutino a espécie *A. mellifera* foi a mais abundante na cultura, com frequência superior a 50,3% em todos os horários (Tabela 3 e Figura 4). No período vespertino, o número total de indivíduos continuou a decrescer até às 15h00min (H61: n = 102; H433: n = 156). Neste período, *P. lineata* foi a espécie mais abundante, com frequência superior a 59,9% entre 13h00min e 15h00min, último horário de coleta (Tabela 3 e Figura 4).

As flores da canola secretam grande quantidade de néctar e são muito atrativas para *A. mellifera* e outros insetos polinizadores. (FREE 1993, DELAPLANE; MAYER, 2000). Nesse estudo, os polinizadores apresentaram um comportamento de coleta de pólen e néctar semelhantes, coletando preferencialmente néctar pela manhã e pólen à tarde, com exceção da *T. spinipes* que no período da tarde coletou apenas fibras vegetais do caule (Tabela 3). A preferência pela coleta de néctar pela manhã, pode estar relacionada à maior disponibilidade deste recurso após a abertura das flores, no início da manhã.

As características corporais e limitações fisiológicas dos visitantes florais podem gerar padrões de visitação por dependência de fatores como luminosidade e temperatura (RAMALHO et al., 1991). *Apis mellifera* foi a principal espécie coletada às 7h00, horário com temperaturas mais baixas. Esse resultado pode ter ocorrido devido à capacidade de manter a temperatura corporal alta, o que lhes garante o acesso às flores muito cedo, além de promover uma grande vantagem na competição por recursos florais em relação às abelhas nativas (PIRANI; CORTOPASSI-LAURINO, 1993). Nos primeiros horários de coleta, as frequências das espécies nativas foram relativamente baixas.

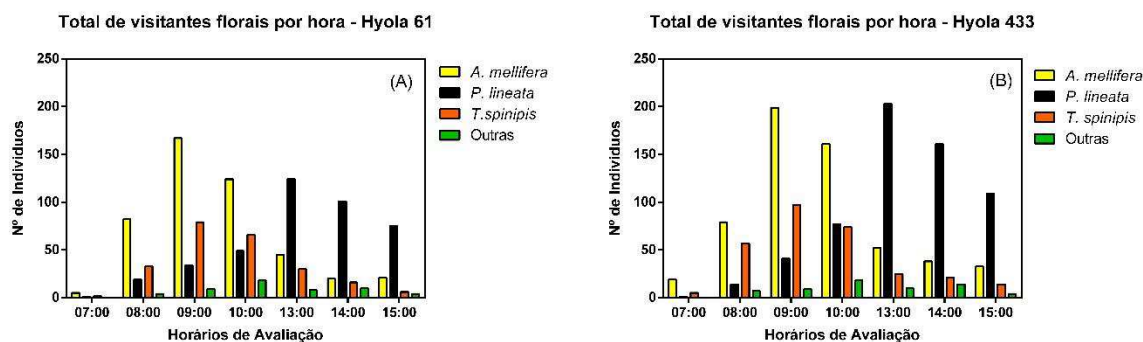
Além das restrições fisiológicas, esses padrões de visitação também podem ser moldados pela competição (ROUBIK, 1978; PYKE, 1984). *Apis mellifera*, além de ser abundante, apresenta uma maior capacidade competitiva na exploração de recursos (SCHAFFER et al. 1983; ROUBIK et al., 1986; PEDRO; CAMARGO, 1991; WILMS et al., 1996), e pode influenciar a visitação de outras espécies. *Paratrigona lineata*, por ser uma espécie pequena em relação às demais e pouco agressiva com as demais espécies, não influenciou a visitação de outras abelhas.

TABELA 3. Número de polinizadores coletados por hora nas flores de canola, *Brassica napus*, em Uberlândia, MG.

Horário	Híbrido Hyola 61 (Número de indivíduos)				Híbrido Hyola 433 (Número de indivíduos)			
	<i>A. mellifera</i>	<i>P. lineata</i>	<i>T. spinipes</i>	Demais espécies	<i>A. mellifera</i>	<i>P. lineata</i>	<i>T. spinipes</i>	Demais espécies
07h00	5 a	1 b	2 ab	0 c	19 a	1 b	5 b	0 c
08h00	82 a	19 b	33 c	4 d	79 a	14 b	57 c	7 b
09h00	167 a	34 b	79 c	9 d	199 a	41 b	97 c	9 d
10h00	124 a	49 b	66 b	18 c	161 a	77 b	74 b	18 c
13h00	45 a	124 b	30 a	8 c	52 a	203 b	25 c	10 d
14h00	20 a	101 b	16 a	10 c	38 a	161 b	21 c	14 c
15h00	21 a	75 b	6 c	4 c	33 a	109 b	14 c	4 d

*Totais seguidos de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste binomial para duas proporções (significância de 0,95) para o número de indivíduos coletados por espécie em cada hora.

FIGURA 4. Visitantes florais coletados por horários de avaliação (de 7h00min às 15h00min) em canola, *Brassica napus*, em Uberlândia, MG. Híbridos (A) Hyola 61 e (B) Hyola 433



No presente estudo, observou-se uma baixa sobreposição temporal de nichos entre as duas principais espécies polinizadoras da cultura, sendo a *A. mellifera* mais abundante pela manhã (H61: n = 378; H433: n = 458) e *P. lineata* pela tarde (H61: n = 300; H433 n = 473). Já a espécie *T. spinipes*, por coletar recursos florais apenas no período da manhã competiu direta e indiretamente com a *A. mellifera*, apresentando picos de frequências em horário semelhantes (Tabela 3 e Figura 4).

Os hábitos temporais alternados entre *A. mellifera* e *P. lineata* podem ser considerados vantajosos para a polinização, já que em ambos os períodos (manhã e tarde) as flores foram frequentadas densamente por polinizadores, apresentando altas taxas de visitação diárias e maior probabilidade de ser fecundada por polinização cruzada. Além disso, a cultura também se demonstrou favorável e atrativa aos insetos locais, já que ofereceu recursos florais a serem explorados durante grande parte do dia.

4 CONCLUSÕES

As principais espécies visitantes de canola no Cerrado Mineiro foram *A. mellifera*, *P. lineata* e *T. spinipes*, em ambos os híbridos avaliados, sendo consideradas como potenciais polinizadores dessa cultura na região. *Apis mellifera* e *T. spinipes* foram mais frequentes no período da manhã e *P. lineata* no período da tarde. Os híbridos diferiram entre si principalmente no número de indivíduos coletados, sendo H433 mais atrativo que H61 durante o período de avaliado.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, P. **Some comments on measuring niche overlap**. New York: Ecology, v. 61, p. 44-49. 1980.
- ACTION. Disponível em: <www.portalaaction.com.br>. Acesso em 26 out. 2016.
- ADEGAS, J. E. B.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. **Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var *oleifera*) in Brazil**. Apidologie, v. 23, p. 203-209. 1992.
- ALI, M. et al. **In search of the best pollinators for canola (*Brassica napus* L.) production in Pakistan**. Applied Entomology and Zoology, v. 46, n. 3, p. 353-361. 2011.
- ALMEIDA, M. C.; LAROCA, S. ***Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relação tróficas em áreas restritas**. Curitiba: Acta Biológica Paranaense, v. 17, n. 1/4, p. 67-108. 1998.
- AYRES, M. et al. BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007, 364 p.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação Agrícola. FUNESP, 1989, 247 p.
- BEGON, M.; HAPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. Ecology: individuals, populations and communities. 3. ed. Oxford: **Blackwell Science**, 1996. 1068p.
- BLOCHTEIN, B.; WITTER, S.; HALINSKI, R. Plano de manejo para polinização da cultura da canola: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. Rio de Janeiro: **Funbio**, 2015. 611p.
- BODENHEIMER, F. S. Précis d'écologie animal. Paris: **Payot**, 1955. 315p.
- BOHERAM, M. M.; ROUBIK, D. W. **Population change and control of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae)**. Bull: Entomological Society of America, n. 33, p. 34-39, 1987.
- BOMMARCO, R.; MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. 2012. **Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape**. Oecologia, v. 169, n. 4, p. 1025-1032. 2012.
- CAMARGO, J. M. F. **Ninhos e biologia de algumas espécies de meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) da região de Porto Velho, território de Rondônia, Brasil**. Revista de Biologia Tropical, n. 16, v. 2, p. 207-239, 1970.

- CARVALHO, A. M. C. Estudo das interações entre a apifauna e a flora apícola em vegetação de cerrado, Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado. Univ. de São Paulo, FFCLRP-USP, SP, 1990, 125p.
- CARVALHO, A. M. C.; BEGO, L. R. **Seasonality of dominant species of bees in the Panga Ecological Reserve, Cerrado, Uberlândia, MG.** Na. Soc. Entomol. Brasil, n. 24, v. 2, p. 327-329, 1995.
- CASTRO-MELO, A. L. S. Efeito dos serviços de polinização na produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2014.
- COELHO, B. W. T. **The biology of the primitively eusocial *Augochloropsis iris* (Schrottky, 1902) (Hymenoptera, Halictidae).** Insectes Sociaux, v. 49, p. 181-190. 2002.
- DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. **Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as Pollinator of Greenhouse Tomatoes.** Journal of Economic Entomology, v. 98, p. 260-266. 2005.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. Crop pollination by bees. New York: **CABI Publishing**. 2000.
- EICKWORT, G. C. A. **Comparative morphological study and generic revision of the Augochlorine bees (Hymenoptera: Halictidae).** University Kansas Science Bull, v. 48, p. 325-524. 1969.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Definição e Histórico da Canola. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm>>. Acesso em: 26 out. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.
- FREE, J. B. Insect pollination of crops. New York: **Academic Press**, 1993. 544 p.
- FREITAS, B. M. *The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.).* Tese de Doutorado - Grã-Bretanha: University of Wales, Cardiff, 1995. 197p.
- GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. Piracicaba: **FEALQ**, 2002. 920 p.
- GARÓFALO, C. A. et al. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização do Brasil. In. IMPERATRIZ-FONSECA V.L. et al. (Orgs). Polinizadores

no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e recursos naturais. São Paulo: **Edusp**, p. 183-202. 2012.

GARRATT, M. P. D. et al. **The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services**. Biological Conservation, v. 169, p. 128–135. 2014.

GLAGLIANONE, M. C.; CAMPOS, L. A. O. Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro. Rio de Janeiro: **Funbio**. 2015.

HALINSKI, R.; DORNELES, A. L.; BLOCHTEIN, B. **Bee assemblage in habitats associated with *Brassica napus* L.** Revista Brasileira de Entomologia (Impresso), v. 59, p. 222-228, 2015.

HEARD, T. A. **The role of stingless bees in crop pollination**. Annual Review of Entomology, v. 44, p. 183-206. 1999.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., SARAIVA, A. M., JONG, D. (Eds). Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto: **Holos Editora**. 2006.

JAUKER, F. **Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape**. Agricultural and Forest Entomology, v. 14, n. 1, p. 81-87. 2012.

KAMLER, F; JAŠ, S. **Influence of pollination by honeybee on seed yield on selected cultivars of winter rape**. Journal of Apicultural Science, v.47, n.2, p.119-125. 2003.

KERR, W. E. et al. Observações sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). **Atas do Simpósio sobre a biota Amazônica**. n. 5, p. 255-309. 1967.

KLEIN, A. et al. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London Series**. Biological Sciences, v. 274, p. 303–313. 2007.

KLEIN, A. M. et al. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops**. Proceedings of the Royal Society, v. 274, p. 303–313. 2007.

LINDAUER, M.; KERR, W. E. **Communication between the workers of stingless bees**. Bee Word, n. 41, p. 29-41, 65-71, 1960.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. **Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível**. Agriculturas, v. 2, p. 7-9. 2005.

MARGALEF, R. **Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity**. New Haven: Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, v. 14, p. 211-235, 1972.

- MARTINS, C. F. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). Tese de doutorado. Univ. de São Paulo, Instituto de Biociências, SP, 1990. 159p.
- MATEUS, S. Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do Cerrado da Estação Ecológica de Jataí- Luiz Antônio- SP. Dissertação de Mestrado. Univ. de São Paulo, FFCLRP-USP, SP, 1998, 159p.
- MICHENER, C. D. The bees of the world. Washington: **John Hopkins**, 2000. 913p.
- MICHENER, C. D.; LANGE, R. B. **Observations on the behavior of Brazilian halictid bees (Hymenoptera, Apoidea) IV. *Augochloropsis*, with notes on extralimital forms.** American Museum Novitates, v. 1924, p. 1-41. 1959.
- MORANDIN, L. A.; WINSTON, M. L. **Wild bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola.** Ecological Applications, v. 15, p. 871-881. 2005.
- MUNAWAR, M. S. et al. **Pollination by Honeybee (*Apis mellifera*) Increases Seed Setting and Yield in Black Seed (*Nigella sativa*).** International Journal of Agriculture & Biology, v. 11, p. 611–615. 2009.
- MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. **Studies of the floral biology and reproductive system of *Brassica napus* L. (Cruciferae).** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 43, p. 111-117. 2000.
- NETO, P.L. Levantamento planimétrico nº 36.243, Prefeitura de Uberlândia, Minas Gerais. 2008.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. **How many flowering plants are pollinated by animals?** Oikos, v. 120, n. 3, p. 321–326. 2011.
- PEDRO, S. R. M. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajurú, NE do Estado de São Paulo): composição fenologia e visita às flores.** Dissertação de Mestrado. Univ. de São Paulo, FFCLRP-USP, SP, 1992, 200p.
- PEDRO, S. R.; CAMARGO, J. M. F. **Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil.** Paris: Apidologie, v. 22, p. 397-415, 1991.
- PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. Flores e abelhas em São Paulo. São Paulo: **EDUSP/FAPESP**, 1993. 192 p.
- PIRES, C. S. S. et al. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp.), em diferentes regiões do Brasil.** Boletim de Pesquisa e

Desenvolvimento nº 148, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2006.

PYKE, G. H. **Optimal foraging theory**: A critical review. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 15, p. 523-575. 1984.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2015. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em 26 out. 2016.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIOVANNINI, A. K. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Brasília/Barueri: CNPq/Ed. Manole Ltda., p. 225-252. 1991.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B. Efeito polinizador de *Apis mellifera* na produtividade de sementes de *Brassica napus* L., em Três de Maio, RS. Porto Alegre: **Anais IX Salão de Iniciação Científica e III Mostra de Pós-Graduação da PUCR**. 2008.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; LIMA, D. K. **Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil**. Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.), v. 68, p. 255–259. 2011.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. **Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG)**. Uberlândia, Brasil: Sociedade & Natureza, v. 3, p 91-108. 1991.

ROUBIK, D. W. et al. **Sporadic food competition with the African honeybee: projected impact on Neotropical social bees**. Winchelsea, Inglaterra: Journal of Tropical Ecology, v. 2, p. 97-111, 1986.

ROUBIK, D.W. **Competitive interactions between neotropical pollinators and Africanized honey bees**. Science, v. 201, n. 4360, p. 1030-1032. 1978.

SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; MARCEAU, J. **Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Cruciferae: Brassicaceae)**. Journal Economic Entomology, v. 98, p. 367-372, 2005.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. M. **Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report**. Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Series 6, v. 16, p. 253-291, 1967.

SANTOS, A. O. R. Pollinators of *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) in open field. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. 31 p.

- SANTOS, A. O. R.; BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. **Potential pollinators of tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality.** Journal of Economic Entomology, v. 107, p. 987-994. 2014.
- SANTOS, F. M.; CARVALHO, C. A. L.; SILVA, R. F. **Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia.** Acta Amazônica, v. 34, n. 2, p. 31-328. 2004.
- SANTOS, G. M. M. et al. **Invasive Africanized honeybees change the structure of native pollination networks in Brazil.** Biological Invasions, v. 14, p. 2369-2378. 2012.
- SCHAFFER, W. M. et al. **Competition for nectar between introduced honeybees and native North American bees and ants.** New York: Ecology, v. 64, p. 564-577, 1983.
- SILVEIRA, F. A. et al. Taxonomic constraints for the conservation and sustainable use of wild pollinators – the Brazilian wild bees. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSERCA, V. L. (Eds). Pollination Bees: The conservation link between agriculture and nature. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, v. 2, p. 47-56. 2006.
- SILVEIRA-NETO, S. et al. Manual de ecologia de insetos. São Paulo, Brasil: **Agronômica Ceres**, 1976. 420 p.
- SMITH, W. Honey bees on canola. **New South Wales Agriculture**, Department of Primary Industries, Orange, New South Wales, Australia. 2002.
- SOFIA, S. H. As abelhas e suas visitas às flores em duas áreas urbanas. Tese de Doutorado. UNESP- Rio Claro, SP. 1996, 236p.
- TAURA, H. M.; LAROCA, S. **A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea).** Curitiba: Acta Biológica Paranaense, v. 30, p. 35 -137. 2001.
- TOMM, G. O. et al. Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2009, 27 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.htm>. Acesso em 26 out. 2016.
- TOMM, G. O. et al. Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2009. 41 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>. Acesso em: 24 out. 2016.
- TRIOLA. M. F. Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: **LCT**, 7. ed., 1999, 410 p.

WILMS, W.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; ENGELS, W. **Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest.** Tübingen, Alemanha: Studies on the Neotropical Fauna Environmental, v. 31, p. 137- 151, 1996

WITTER, S. et al. **The bee community and its relationship to canola seed production in homogenous agricultural areas.** Journal of Pollination Ecology, v. 12, n. 3, p. 15-21. 2014.

WITTER, S.; TIRELLI, F. Polinizadores nativos presentes em lavouras de canola no Rio Grande do Sul. In: WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B. (Org.). **Abelhas na polinização de canola – benefícios ambientais e econômicos.** Porto Alegre: Edipucrs, p. 29-36. 2014.

ZUCCHI, R. Aspectos bionômicas de *Exomalopsis aureopilosa* e *Bombus atratus* incluindo considerações sobre a evolução do comportamento social (Hymenoptera-Apoidea). Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto - SP. 1973. 172p.

CAPÍTULO 3

EFEITOS DOS SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE CANOLA NO CERRADO MINEIRO.

RESUMO

FUZARO, LEANDRO. **Efeitos dos serviços de polinização na produção de sementes de canola no Cerrado Mineiro**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

Embora a canola (*Brassica napus* L.) seja considerada uma cultura autógoma, estudos anteriores comprovam que a presença de insetos polinizadores, especialmente *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), melhora a produção de sementes. Com os recentes esforços para a introdução da cultura em regiões de baixas latitudes do Brasil (tropicalização), pouco se sabe sobre a influência dos polinizadores, em lavouras no Cerrado mineiro. Teve-se por objetivo avaliar a influência de insetos polinizadores em alguns aspectos agronômicos da canola em dois híbridos comerciais, Hyola 61 e Hyola 433, no triângulo mineiro. Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia. Para avaliar a polinização por abelhas na produção das sementes da canola, realizou-se experimento de exclusão de visitantes florais, sendo comparada a produtividade em quatro tratamentos: (a) autogamia em Hyola 61 e (b) autogamia em Hyola 433; nesses tratamentos cobriu-se os ramos com tecido de malha fina (*voil*) durante todo o período de floração, privando-os da visitação de insetos; (c) polinização aberta Hyola 61 e (d) polinização aberta Hyola 433, com acesso livre dos insetos. Para cada tratamento foram realizadas 10 repetições, com 8 plantas em cada uma delas. As flores que ficaram disponíveis para polinização apresentaram siliquis 25% e 18,8% mais pesadas e 22,5% e 20,6% mais sementes por siliquis em Hyola 61 e Hyola 433, respectivamente, do que aquelas ensacadas, sem polinização. Entretanto, não houve diferença entre o peso de mil sementes para os tratamentos com e sem polinização, em ambos os híbridos. Entre os híbridos, Hyola 61 apresentou siliquis e sementes mais pesadas que Hyola 433, em ambos os tratamentos de polinização, porém menor número de sementes por siliquis. Os resultados apresentados evidenciaram que o processo de polinização cruzada, favorecido por insetos visitantes florais, no Cerrado mineiro afeta positivamente aspectos agronômicos utilizados para avaliação de produtividade em canola. Sugere-se a conservação de áreas naturais próximas as lavouras e aprimoramento de técnicas de manejo direcionado para as principais espécies polinizadoras, visando à manutenção do serviço de polinização e incrementos de produtividade.

Palavras-chave: *Brassica napus*. Tropicalização. Produtividade.

ABSTRACT

FUZARO, LEANDRO. **Effects of pollination services on the production of canola seeds in Cerrado Mineiro**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

Although canola (*Brassica napus* L.) is considered a self-sustaining crop, previous studies have shown that the presence of pollinating insects, especially *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), increases seed production. With the recent efforts to introduce culture in low latitude regions of Brazil (tropicalization), just a few is known about the influence of pollinators on crops in the Cerrado of Minas Gerais. The objective of this study was to evaluate the influence of pollinating insects on the canola productivity in different commercial hybrids, Hyola 61 and Hyola 433, in the Minas Gerais triangle. The studies were conducted at the Água Limpa Experimental Farm of the Federal University of Uberlândia. To evaluate pollination by bees in the production of canola seeds, an experiment was carried out to exclude floral visitors, comparing production in four treatments: (a) autogamy in Hyola 61 and (b) autogamy in Hyola 433; In these treatments the branches were covered with fine-mesh (voil) through the flowering period, depriving them of insect visitation; (C) Hyola 61 open pollination and (d) Hyola 433 open pollination with insect free access. For each treatment, 10 replications were performed, with 8 plants in each of them. Flowers that were available for pollination had 25% and 18.8% heavier silica and 22.5% and 20.6% more seeds per silica in Hyola 61 and Hyola 433, respectively, than those bagged without pollination. However, there was no difference between the weight of one thousand seeds in treatments with and without pollination in both hybrids. Among hybrids, Hyola 61 presented heavier silicas and heavier seeds than Hyola 433, in both pollination treatments, but fewer seeds per silica. The results showed that the cross-pollination process, favored by floral visiting insects in the Cerrado Mineiro is efficient for raising productivity in canola. It is suggested the conservation of natural areas close to the crops and improvement of management techniques directed to the main pollinating species, maintaining the pollination service and increasing productivity.

Keywords: *Brassica napus*. Tropicalization. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) é uma planta oleaginosa, da família das brassicáceas, que foi desenvolvida por melhoramento genético convencional a partir da colza, que teve seus teores de ácido erúico e de glucosinolatos (substâncias antinutricionais) reduzidos, levando a produção de um óleo de excelente qualidade para a alimentação humana e também para o uso bioenergético (TOMM, 2007).

No cenário mundial a canola destaca-se como a terceira oleaginosa mais cultivada, cobrindo uma área de cerca de 34 milhões de hectares em 2014 (USDA, 2013), sendo superada apenas pela palma e pela soja (DE MORI et al., 2014). Os maiores produtores e consumidores mundiais de canola em grão encontram-se na União Europeia, com uma produção na safra 2013/2014 de 21,1 milhões de toneladas e de 24 milhões de toneladas previstas para a safra de 2014/2015. O consumo foi de 24 milhões de toneladas em 2013/2014 e a importação de grãos de 3,4 milhões de toneladas. O segundo maior produtor e consumidor é a China, com uma produção de 14,5 milhões de toneladas na safra 2013/2014, e importação de grãos em torno de 5 milhões de toneladas para suprir o mercado interno (USDA, 2016).

No Brasil, o cultivo da canola iniciou-se na década de 80 (BARNI et al., 1985) e atualmente se cultiva apenas canola de primavera, da espécie *B. napus* var. *oleífera*, uma opção empregada nos sistemas de rotação de culturas principalmente no sul do país (LUZ, 2011). O estado de Rio Grande do Sul é destaque na produção e em área plantada, com participação de 85,2% e 86,7%, respectivamente. Em seguida o Paraná com participação na produção de 14,8% e 13,3% de área plantada no país (CONAB, 2016). O seu cultivo insere-se perfeitamente ao sistema de rotação de culturas, juntamente com a soja, cultivo de verão, e antecedendo a semeadura de milho (TOMM, 2009).

Embora seja uma planta adaptada a regiões frias, com cultivo concentrado em regiões de clima temperado (latitudes entre 35 e 55 graus) (TOMM, 2009), recentes esforços e pesquisas estão sendo realizadas para a introdução e adaptação da cultura em regiões mais quentes e de menores latitudes (tropicalização), desde que com altitude máxima de 600 m, como no Sudoeste de Goiás (GO), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul. Experimentos e cultivos comerciais em GO e MG demonstraram que a canola é uma cultura com grande potencial para contribuir com a expansão do agronegócio

brasileiro, por se adequar perfeitamente como cultura de safrinha nos sistemas de produção de grãos da região Centro-Oeste do país (TOMM, 2003; TOMM et al., 2004, 2005). Além disso, esta cultura se adapta em regiões consideradas adversas para o desenvolvimento de outras culturas (RIZZATTIAVILA et al., 2007).

Mesmo sendo uma cultura autógoma, estudos anteriores comprovam que a presença de insetos polinizadores, especialmente *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), aumentam não só a produtividade de sementes (EISIKOWITCHE, 1981; KEVAN; EISIKOWITCHE, 1990; DELAPLANE; MAYER, 2000; WESTCOTT; NELSON, 2001), mas também a qualidade do óleo e, assim, o valor de mercado da cultura (DURAN et al., 2010; ALI et al., 2011; BOMMARCO et al., 2012; JAUKER et al., 2012; WITTER et al., 2014). Além disso, apesar da autogamia, mecanismos para ocorrência de alogamia foram encontrados a partir de estratégias reprodutivas utilizadas por esta espécie como, por exemplo, pólen abundante, néctar e aroma. Esses mecanismos foram importantes para o melhoramento genético da espécie, favorecendo a ocorrência de características mais adaptativas (MUSSURY; FERNANDES, 2000).

Em experimento realizado no Canadá, Sabahhi et al. (2005) mostraram uma melhoria do rendimento de grãos de 46 % na presença de três colmeias de abelhas por hectare, em comparação a lavouras com a ausência de colmeias. Manning e Boland (2000), em estudo conduzido na Austrália, observaram que o número de síliquas/planta diminuiu com o aumento da distância entre apiários. No Brasil, Mussury e Fernandes (2000) demonstraram um aumento de 31,9% de grãos/ planta em condições de polinização naturais quando comparado às condições de autogamia. Blotchtein et al. (2014), em lavouras no Rio Grande do Sul, verificaram que a livre visita de insetos aumentou a produtividade em 17 % no cultivar Hyola 420 e em aproximadamente 30 % no cultivar Hyola 61.

Tendo em vista a importância da cultura da canola e os recentes esforços de sua expansão para regiões de baixas latitudes no Brasil, há a necessidade de se aprimorar o conhecimento acerca da influência do serviço de polinização na produtividade de sementes de canola, visando à otimização da sua produção. Diante disso, teve-se como objetivo avaliar influência de insetos polinizadores na em alguns aspectos agrônômicos da cultura, em diferentes híbridos comerciais, Hyola 61 e Hyola 433, no cerrado mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aspectos Gerais

Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia, situado a 19°05'48''S de latitude sul, 48°21'05''W de longitude oeste e a uma altitude de aproximadamente 800m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média, fase cerrado tropical subcaducifólio e relevo tipo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). O clima Aw, segundo a classificação de Köppen, é marcado por duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (ROSA et al., 1991). A fazenda apresenta 104 ha de área preservada, sendo formada por um complexo de vegetação que abrange cerrado sentido restrito, cerrado denso, vereda e mata de galeria e 151,72 ha de área com frutíferas e pastagem (NETO, 2008).

Utilizou-se delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial com dois híbridos e dois tratamentos de polinização (aberta e fechada à visitação de insetos), e dez repetições, totalizando 20 parcelas (Apêndice 1). Cada parcela foi constituída de seis linhas de plantio com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,20 m entre linhas e densidade de 18 sementes m⁻¹. As parcelas foram separadas por 0,5 m, totalizando uma área experimental de 121 m². O experimento foi semeado no dia 02 de abril de 2016, tendo ambos os híbridos com flores após 55 dias e senescência após 97 dias.

Os híbridos utilizados neste experimento foram Hyola 61 e Hyola 433. O híbrido Hyola 61 possui resistência poligênica à canela-preta, excelente desempenho tanto sob deficiência hídrica como sob frios intensos. Com características de ciclo médio de 123 a 155 dias da emergência a maturação e apresenta grande estabilidade de rendimento quando cultivado em condições variadas. Já Hyola 433 é um híbrido de ciclo curto indicado para os solos de elevada fertilidade. (TOMM et al., 2009).

O experimento foi conduzido com irrigação, sendo realizada manualmente, em um volume de 20 mm por bloco, uma vez por semana. O manejo de plantas daninhas foi feito por meio de capinas manuais realizadas sempre que necessário, ao longo da condução do experimento. Para o controle de insetos-praga, principalmente de pulgões

das espécies *Lipaphis pseudobrassicae* Davis, 1914 (Hemiptera: Aphididae) e o *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Hemiptera: Aphididae), foram realizadas duas aplicações de Decis 25 EC[®], nos dias 04 e 15 de junho e uma aplicação de Acefato Nortox[®] no dia 26 junho, anteriormente ao início das avaliações.

2.2 Tratamentos de polinização

Para avaliar a polinização por abelhas na produção das sementes da canola, realizou-se um experimento de exclusão de visitantes florais, sendo comparada a produtividade em quatro tratamentos: (a) autogamia em Hyola 61 e (b) autogamia em Hyola 433, cobrindo-se os ramos com tecido de malha fina durante todo o período de floração, privando-os da visitação de insetos (controle negativo); (c) polinização aberta Hyola 61 e (d) polinização aberta Hyola 433, com acesso livre dos insetos. Para cada tratamento foram realizadas 10 repetições, com 8 plantas em cada uma delas.

Após o amadurecimento das siliquas, os ramos marcados foram colhidos e levados para análises em laboratório, avaliando os seguintes aspectos agronômicos: (1) peso das siliquas ($n = 1000$ siliquas/tratamento); (2) número de sementes/siliquas ($n = 1000$ siliquas/tratamento); (3) peso total das sementes obtido de 10 siliquas/ramo ($n = 100$ ramos/tratamento).

2.3 Análise de dados

A normalidade dos resíduos, homogeneidade de variâncias e aditividade dos blocos foram verificados respectivamente pelos testes de Shapiro Wilk, Levene e Tukey, para cada variável. Após o atendimento das pressuposições foi aplicado a análise de variância (ANOVA) e se detectada diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todos os testes foram executados a 5% de significância. As análises foram executadas pelo software SPSS e Sisvar[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando avaliada a influência da polinização verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem a presença de polinizadores, polinização aberta (PA) e autogamia (AT), respectivamente, para ambos os híbridos, quanto as seguintes características avaliadas: peso médio das siliquas e número médio de sementes/siliquas. As flores que ficaram disponíveis para visitação apresentaram siliquas 25% e 18,8% mais pesadas e 22,5% e 20,6% mais sementes por siliquas em Hyola 61 e Hyola 433, respectivamente, do que aquelas ensacadas, sem polinização cruzada (Tabela 1).

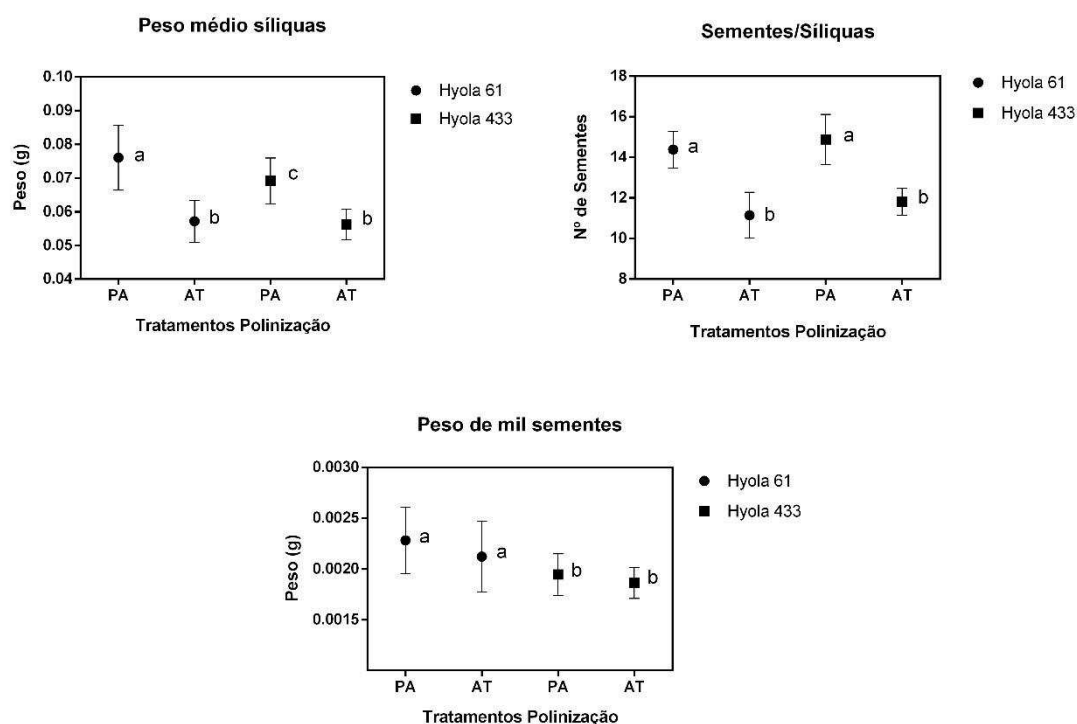
Registros de aumento na taxa de produtividade de sementes/siliquas de canola também foram verificados por Sabahhi et al. (2005), em estudos realizados no Canadá e por Rosa e Blochtein (2008) no Rio Grande do Sul, onde afirmam que áreas com livre visitação de insetos foram beneficiadas em até 26,67% e 26,45% mais sementes/siliquas, respectivamente. Com relação ao peso médio de sementes, Williams et al. (1986) e Adegas e Nogueira-Couto (1992) constataram, respectivamente, aumento de 37,47% e 19,24% na produtividade de plantas de canola com visitas de *A. mellifera* quando comparadas a outras com exclusão de insetos. Neste estudo, não houve diferenças entre o peso de mil sementes para os tratamentos de polinização (PA e AT), em ambos os híbridos. No entanto, Hyola 61 apresentou sementes mais pesadas que Hyola 433 (Tabela 1 e Figura 2).

TABELA 1. Peso médio de siliquas (g), número médio de sementes/siliquas e peso de mil sementes (g) dos híbridos Hyola 61 e Hyola 433 com e sem polinização cruzada.

Tratamento	Peso médio de siliquas (g)	Número médio de sementes/siliqua	Peso de mil sementes (g)
Hyola 61 PA	0,076 ± 0,009 a	14,376 ± 0,894 a	2,28 ± 0,32 a
Hyola 61 AT	0,057 ± 0,006 c	11,146 ± 1,133 b	2,12 ± 0,35 a
Hyola 433 PA	0,069 ± 0,006 b	14,88 ± 1,235 a	1,94 ± 0,20 b
Hyola 433 AT	0,056 ± 0,004 c	11,81 ± 0,659 b	1,86 ± 0,15 b

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). M ± Desvio padrão (M). PA = polinização aberta; AT = autogamia.

FIGURA 2. Peso médio de siliquas (g), número de sementes por siliquas, peso de mil sementes (g), para os híbridos Hyola 61 e Hyola 433.



*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). PA = Polinização aberta e AT = Autopolinização.

Houve diferença significativa entre os tratamentos de híbridos em relação ao peso médio das siliquis. Hyola 61 apresentou siliquis mais pesadas, demonstrando ter respondido melhor quanto a essa característica, sendo mais afetado pela PA que o Hyola 433. Já no AT estes não apresentaram diferenças significativas (H61: $AT = 0,057 \pm 0,006$ e H433: $AT = 0,056 \pm 0,004$).

Segundo Gavloski (2012), o efeito sobre o rendimento de grãos depende não só da densidade de polinizadores no campo, mas também das condições atmosféricas durante o período de floração e da variedade de canola. O híbrido Hyola 61 é caracterizado por apresentar grande estabilidade no rendimento quando cultivado em condições ambientais variadas; já Hyola 433 é caracterizado por elevadas exigências de condições ambientais favoráveis, especialmente solos de alta fertilidade, para expressar seu elevado potencial (TOMM et al., 2009). Além disso, a disponibilidade de recursos e do ambiente presumivelmente determinam o potencial de crescimento de genótipos específicos, bem como o número de flores produzidas por planta (WIENS, 1984).

Estudos realizados por Hrchorovitch et al. (2014) no Paraná, demonstraram que híbridos de *B. napus* variam os seus índices de produtividade ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de acordo com a época em que são cultivados, visto que as variáveis climáticas sofrem influências acentuadas em função do ano. Neste mesmo estudo, o Hyola 433 apresentou maior produtividade em 4 das 6 épocas avaliadas em relação ao Hyola 61, porém demonstrou-se menos estável em condições desfavoráveis a ambos os híbridos. Dessa forma, é possível que a época de semeadura tenha influenciado os aspectos agrônômicos analisados neste estudo, visto que ambos foram cultivados no mesmo dia.

Após verificar-se quais são as abelhas polinizadoras efetivas em um determinado cultivo, deve-se visar o aumento da frequência de visitas destas espécies a fim de se obter benefícios diretos para o aumento de produtividade. O serviço de polinização promovido por *A. mellifera* tem sido utilizado, através de manejo direcionado, para incrementar a produção de diversas culturas (KREMEN, 2008). No Canadá, Sabbahi et al. (2005) constataram aumento de 46% na produtividade de canola com a introdução de três colônias de *A. mellifera* por hectare. No Rio Grande do Sul, de acordo com Rosa et al. (2010), a indução de polinização nos testes com livre visita de insetos em *B. napus* (Hyola 432) resultou em acréscimo de 22% na produção de grãos, em relação à autogamia.

Além do aumento de produtividade de sementes há também ganhos na produtividade de recursos produzidos pelas abelhas, já que as lavouras de canola oferecem grandes quantidades de recursos florais (pólen e néctar). Além disso, pela sua natureza, a apicultura é uma atividade conservadora das espécies, sendo uma das poucas atividades agropecuárias que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico, porque gera renda para o agricultor; o social, porque ocupa mão-de-obra familiar no campo e o ecológico, porque não se desmata para criar abelhas (ALCOFORADO-FILHO; GONÇALVEZ, 2000). Assim, é desejável, que apicultores e produtores de canola estreitem relações e estabeleçam consórcios, pois ambos se beneficiam.

Outro fator que garante os serviços de polinização fornecidos pelas abelhas à cultura da canola e beneficiam a sua produtividade é a proteção de áreas naturais (próximas as lavouras). Os habitats naturais são necessários para as abelhas, não só para obtenção de recursos alimentares, mas também como locais para nidificação e reprodução (STEFFAN-DEWENTER; TSCHANRTKE, 1999; CHACOFF; AIEZEN, 2006; KNIGHTK et al., 2009). Atualmente, a relação entre a quantidade (BOMMARCO et al., 2012) e/ou a distância das áreas naturais e a presença de abelhas (riqueza e abundância) no rendimento das culturas foi reconhecido em diversos estudos no mundo e no Brasil (RICKETTS, 2004; KLEIJN; VAN LANGEVELDE, 2006; SCHULP et al., 2014).

Halinski (2015), em experimentos no Rio Grande do Sul, constatou que a produtividade de grãos de canola decresce a medida que as lavouras se localizam mais distante dos remanescentes florestais. A produção média de grãos a 25 m das áreas naturais variou entre 3.368 e 4.656 kg/ha, enquanto que a 175 m a variação foi de 2.044 a 3.956 kg/ha. Já a 325 m o intervalo de produtividade foi de 1.508 a 3.432 kg/ha. Esta constatação é importante para alertar o setor envolvido com a produção da cultura (BLOCHTEIN et al., 2015), dado que as lavouras de canola no sul do Brasil são cercadas por áreas homogêneas, dominadas por terras agrícolas e com escassos remanescentes de áreas naturais (WITTER et al., 2014). Como resultado a esta paisagem, há perda de ambientes favoráveis aos polinizadores e consequentemente a sua permanência na área. Dessa forma, é importante manter os remanescentes florestais próximas às lavouras, permitindo que os polinizadores possam efetuar o serviço de polinização e elevem a produção de grãos e valor econômico associado a este.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciaram que o processo de autopolinização em canola é menos eficiente quando comparado ao processo de polinização cruzada. As flores que receberam a livre visitação polinizadores, produziram siliquas mais pesadas e com maior número de sementes produzidas em relação às flores ensacadas, privadas de visitas. Entre os híbridos, Hyola 61 apresentou siliquas e sementes mais pesadas que Hyola 433, em ambos os tratamentos de polinização, porém menor número de sementes por siliquas.

REFERÊNCIAS

- ACTION. Disponível em www.portalaction.com.br. Acesso em: 29/11/2016.
- ADEGAS, J. E. B.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. **Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) in Brazil**. *Apidologie*, v. 23, p. 203-209. 1992.
- ALCOFORADO-FILHO, F. G.; GONÇALVES, J. C. Flora apícola e mel orgânico. In: VILELA, S. L. de O.; ALCOFORADO FILHO, F. G. (Org.). **Cadeia produtiva do mel no estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Mio-Norte, p. 48-59. 2000.
- ALI, M. et al. **In search of the best pollinators for canola (*Brassica napus* L.) production in Pakistan**. *Applied Entomology and Zoology*, v. 46, n. 3, p. 353-361. 2011.
- AYRES, M. et al. BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: **CNPq**, 2007, 364 p.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. Experimentação agrícola. **FUNESP**, 1989, 247 p.
- BARNI, N. A. et al. **Introduction and evaluation of rapeseed cultivars (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.) in the state of Rio Grande do Sul**. *Agronomia Sulriograndense*, v. 21, n. 1, p. 21-54. 1985.
- BLOCHTEIN, B.; WITTER, S.; HALINSKI, R. Plano de manejo para polinização da cultura da canola: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. Rio de Janeiro: **Funbio**, 2015. 611p.
- BOMMARCO, R., MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. **E. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape**. *Oecologia*, v. 169, n. 4, p. 1025-1032. 2012.
- CASTRO-MELO, A. L. S. Efeito dos serviços de polinização na produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia. 2014.
- CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A. **Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest**. *Journal of Applied Ecology*, v. 43, p. 18-27. 2006.
- DE MORI, C.; TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2014. p. 36. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149.htm>. Acesso em: 26 out. 2016.

- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. Crop pollination by bees. New York: **CABI Publishing**, p. 344. 2000.
- DURÁN, X. A. et al. **Evaluation of yield component traits of honeybee- pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.)**. Chilean Journal of Agricultural Research, v. 70, p. 309-314. 2010.
- EISIKOWITCH, D. **Some aspects of pollination of oil seed rape (*Brassica napus* L.)**. Journal of Agricultural Science, v. 96, p. 321-326. 1981.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Rio de Janeiro: Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2.ed., 2006. 306p.
- GAVLOSKI, J. Bees on canola – What are the benefits? Manitoba: **Manitoba Agriculture**, Food & Rural Initiatives, 2012. 3 p. Disponível em: <<http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/insects/pdf/beesoncanolafactsheet.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2013.
- HALINSKI, R.; DORNELES, A. L.; BLOCHTEIN, B. **Bee assemblage in habitats associated with *Brassica napus* L.** Revista Brasileira de Entomologia (Impresso), v. 59, p. 222-228, 2015.
- JAUKER, F. et al. **Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape**. Agricultural and Forest Entomology, v. 14, n. 1, p. 81-87. 2012.
- KEVAN, G.; EISIKOWITH, D. **The effects of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv. O. A. C. Triton) of seed germination**. Euphytica, v. 45, p. 39-41. 1990.
- KLEIJN, D.; VAN LANGEVELDEB, F. **Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes**. Basic and Applied Ecology, v.7, p.201-214. 2006.
- KNIGHT, M. E. et al. **Bumblebee nest density and the scale of available forage in arable landscapes**. Insect Conservation Diversity, v. 2, n. 2, p. 116–124. 2009.
- KREMEN, C. Crop pollination services from wild bees. In: JAMES, R. R.; PITTS-SINGER, T. (Ed.). **Bee pollination in agricultural ecosystems**. Oxford, UK: Oxford University Press, p. 10-26. 2008.
- LUZ, G. L. Exigência térmica e produtividade de canola em diferentes épocas de semeadura em santa maria RS. 2011. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3940>. Acesso em: 24 out. 2016.
- MANNING, R.; BOLAND, J. **A preliminary investigation into honey bee (*Apis mellifera*) pollination of canola (*Brassica napus* cv. Karoo) in Western Australia**.

East Melbourne: Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 40, n. 3, p. 439-442, 2000.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. **Studies of the floral biology and reproductive system of *Brassica napus* L. (Cruciferae)**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 43, p. 111-117. 2000.

NETO, P. L. Levantamento planimétrico nº 36.243, Prefeitura de Uberlândia, Minas Gerais. 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2015. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em mai. 2015.

RICKETTS, T. H. **Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops**. Conservation Biology, v. 18, p. 1262– 1271. 2004.

RIZZATTI AVILA, M. et al. **Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola**. Revista Brasileira de Sementes, v. 29, n. 1, p. 98- 106, 2007.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B. Efeito polinizador de *Apis mellifera* na produtividade de sementes de *Brassica napus* L., em Três de Maio, RS. Porto Alegre: **Anais IX Salão de Iniciação Científica e III Mostra de Pós-Graduação da PUCR**. 2008.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. **Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG)**. Sociedade & Natureza, v. 3, p. 91-108. 1991.

SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; MARCEAU, J. **Influence of honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) density on the production of canola (*Cruciferae: Brassicaceae*)**. Journal Economic Entomology, v. 98, p. 367-372, 2005.

SCHULP, C.J.E.; LAUTENBACH, S.; VERBURG, P.H. **Quantifying and mapping ecosystem services: Demand and supply of pollination in the European Union**, Ecological Indicators, v.36, p.131-141, 2014.

STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. **Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set**. Oecologia, v. 121, n. 3, p. 432–440. 1999.

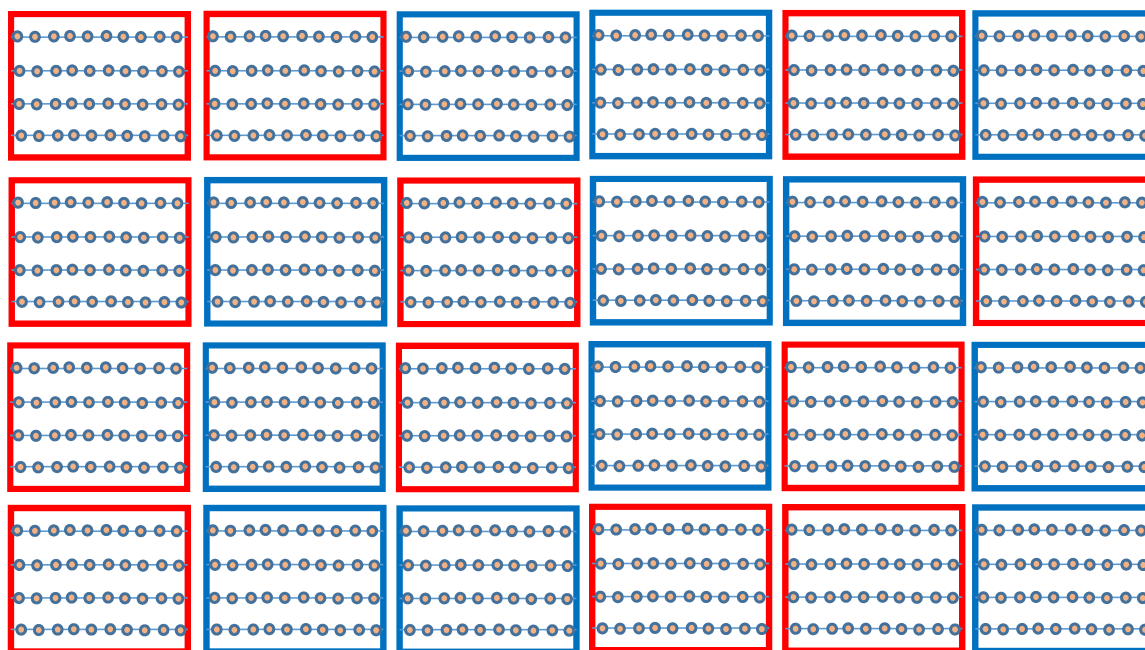
TOMM, G. O. Manual para cultivo de canola: indicações para cultivo de canola no Rio Grande do Sul. Santa Rosa: **Camera Alimentos**, 2003. 22p.

TOMM, G. O. et al. Desempenho de genótipos de canola em Goiás, em 2004. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2004. 11p. (Comunicado Técnico Online, 118). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co118.htm>. Acesso em: 10/10/2013.

TOMM, G. O. Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2005. 21p. (Embrapa Trigo. Boletim de

- Pesquisa e Desenvolvimento Online, 26). Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>. Acesso em: 19/10/2013.
- TOMM, G. O. et al. Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2009. 41 p. html. Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>. Acesso em: 24 out. 2016.
- TOMM, G. O. Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2009, 27 p. Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.htm>. Acesso em 26 out. 2016.
- TRIOLA, M. F. Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: **LCT**, 7. ed., 1999, 410 p.
- USDA. Economic Research Service. Canola. 2013. Disponível em:
<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx#.Ufkbju68a_g>. Acesso em: 20 mai. 2013.
- USDA. Economic Reserch Service. Canola. 2016. Disponível em:
<<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- WESTCOTT, L.; NELSON, D. **Canola pollination: an update**. Bee World, v. 82, p. 115-129. 2011.
- WIENS D. **Ovule survivorship, brood size, life history, breeding systems, and reproductive success in plants**. Oecologia, v. 64, p. 47-53. 1984.
- WILLIAMS, I. H.; MARTIN, A. P.; WHITE, R. P. **The pollination requirements of oil-seed rape (*Brassica napus* L.)**. Journal of Agricultural Science, v. 106, p. 27-30. 1986.
- WITTER, S. et al. **The bee community and its relationship to canola seed production in homogenous agricultural areas**. Journal of Pollination Ecology, v. 12, n. 3, p. 15-21. 2014.
- WITTER, S.; TIRELLI, F. Polinizadores nativos presentes em lavouras de canola no Rio Grande do Sul. In: WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B. (Org.). Abelhas na polinização de canola – benefícios ambientais e econômicos. Porto Alegre: **Edipucrs**, p. 29-36. 2014.

APÊNDICE A - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL



■ Hyola 61
■ Hyola 433

- Área total de 121 m² com 24 parcelas;
- Parcelas constituídas de seis linhas de plantio com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,20 m entre linhas;
- As parcelas foram separadas por 0,5 m;
- Densidade de 22-24 sementes m⁻¹;
- O experimento foi semeado no dia 02 de abril de 2016;
- Após 55 dias houve início da floração e senescência após 97 dias.
- Por não completarem o ciclo de desenvolvimento, 4 parcelas (2 de cada híbrido) foram excluídas do experimento, sendo este realizado então com 20 parcelas.