

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA NÍVEL DOUTORADO

SANDRA MARA STRÖHER

**PRODUTIVIDADE, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PARÂMETROS
FERMENTATIVOS DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A
TESTES DE POLINIZAÇÃO**

Marechal Cândido Rondon

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA NÍVEL DOUTORADO

SANDRA MARA STRÖHER

**PRODUTIVIDADE, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PARÂMETROS
FERMENTATIVOS DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A
TESTES DE POLINIZAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, como exigência parcial para obtenção do título de doutora em zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Regina Conceição Garcia
Coorientador: Prof. Dr. Vagner de Alencar Arnaut de Toledo

Marechal Cândido Rondon

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Ströher, Sandra Mara
PRODUTIVIDADE, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PARÂMETROS
FERMENTATIVOS DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.)
SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO / Sandra Mara Ströher;
orientador(a), Regina Conceição Garcia; coorientador(a),
Vagner Vagner de Alencar Arnaut de Toledo, 2018.
104 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

1. Nutrição de Ruminantes. 2. Forragicultura e Pastagem.
3. Produção de grãos. 4. Polinização. I. Garcia, Regina
Conceição. II. Toledo, Vagner Vagner de Alencar Arnaut de .
III. Título.

SANDRA MARA STRÖHER

Produtividade, composição bromatológica e parâmetros fermentativos da silagem de canola (*Brassica napus L.*) submetida a testes de polinização

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura, APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientadora – Prof.^a Dr.^a Regina Conceição Garcia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Marechal Cândido Rondon



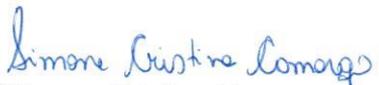
Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Marechal Cândido Rondon



Prof.^a Dr.^a Vanda Pietrowski
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Marechal Cândido Rondon



Prof. Dr. Emerson Dechechi Chambó
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)



Prof.^a Dr.^a Simone Cristina Camargo
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Marechal Cândido Rondon, 2 de agosto de 2018

Dedico

À minha mãe Nilva Teresinha Bach Ströher,
presente durante toda minha formação,
educadora dedicada, sempre me incentivando a
melhorar e superar meus limites. Amiga e
cúmplice nas conquistas e nas dificuldades
enfrentadas durante o curso. Ao meu pai
Inácio Calisto Ströher (*in memoriam*), que
mesmo com pouco estudo, sempre foi o maior
incentivador e exemplo, em vista da sua
honestidade, simplicidade e dedicação à
família. Mesmo ausente, está comigo sempre.

Às minhas sobrinhas Laysa Gabriela Spohr e Larissa Beatriz Spohr, que foram minhas companheiras em muitas madrugadas de estudos. Que me fizeram felizes simplesmente por trazer um pequeno sorriso nos momentos difíceis. Ao meu sobrinho Samuel Apolinário Ströher, que chegou antes do tempo, nos dando um grande susto e arrebatando meu coração. Com sua fofa doçura tem sido a alegria da família.

À minha irmã Deise Regina Ströher Spohr, que nos últimos anos tem sido uma grande amiga e conselheira. Ao meu irmão gêmeo Sandro Márcio Ströher, que mesmo mais distante pela correria da vida adulta, continua sendo um pedaço do mim, inexplicavelmente ligado a todas as minhas emoções.

Aos meus cunhados Edison Luis Spohr e Priscila Apolinário Ströher que sempre me apoiam e aconselham, acreditando no meu sucesso.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para alcançar meus objetivos e pelas novas oportunidades que tem me oferecido. Tú és uma fonte inesgotável de poder ilimitado, eficaz e acionado pela minha fé.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade da realização do doutorado.

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Doutora Regina Conceição Garcia agradeço a orientação, os ensinamentos, a paciência, a inestimável confiança, a compreensão e a generosidade.

Ao professor Doutor Vagner Vagner de Alencar Arnaut de Toledo pelo apoio prestado.

À professora Doutora Marcela Abbado Neres, que me acompanha desde o mestrado, pelos esclarecimentos e explicações, ideias, sugestões e paciência no decorrer das pesquisas.

Aos membros da banca examinadora, agradeço pelas ponderações apresentadas e pelas sugestões construtivas que muito colaboraram para a elaboração deste trabalho.

Ao secretário do PPZ, Paulo Henrique Morsh, pela paciência e dedicação prestadas.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia pelos ensinamentos transmitidos. Vossas colaborações tiveram grande relevância na minha formação.

Aos professores Doutor José Renato Stangarlin, Doutora Vanda Pietrowski e Doutor Claudio Yuji Tsutsumi, pela gentileza em prestar esclarecimentos sobre alguns temas específicos e relevantes para os estudos.

Ao GEPA – Grupo de Estudos e pesquisas em Abelhas, pelo auxílio prestado no experimento e nas análises, os quais representam uma fase fundamental para a conclusão deste material. Agradeço em especial aos colegas Alceu, Carlos, Douglas, Simone, Luanda, Bruna, Lucas, Larissa e Seliane; e, ainda, aos meus parceiros da Colômbia, Andrés e David pela dedicação, curiosidade e envolvimento. E, por fim, de maneira singular ao Renato, pessoa que se dedicou de forma intensa ao experimento, se tornando fundamental na fase de campo.

A toda minha família, em especial ao meu padastro Jorge, aos primos Juliana, Cleyton, Sofia e Laerte; aos tios Maria Ana, Osmarino e Elsa.

As minhas amigas e colegas de universidade Juliana, Maíza e Alexandra, pelas conversas, risadas e companhias. Às amigas de adolescência, Fabi, Tina, Tânia, Fabrícia e Fabi Faxina, que perto ou longe, me dedicaram carinho e atenção em muitos momentos.

Também agradeço imensamente aos professores Doutores Vandeir Francisco Guimarães, Marcia Echer, Patrícia Barcellos Costa, Paulo Sérgio Rabello de Oliveira e Vanda Pietrowski, pelo apoio, confiança e credibilidade na minha vitória! Agradeço, ainda, aos amáveis “amiguinhos” Heitor e Helena, que serão sempre lembrados com muita doçura.

Enfim, meus agradecimentos vão a todos aqueles que estiveram comigo durante esse período de grande esforço e crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigada!

*Hoje estou aqui
Não porque mereço, eu sei
Pois tu sabes por onde eu andei*

*Mas tu sabes também
Que o meu choro é sincero porém
Não tenho nada a oferecer, meu Senhor
Mas te dou a minha vida*

*É tudo que tenho
Recebe o meu nada*

RESUMO

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a produção, o perfil fermentativo e a composição nutricional da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização. Os experimentos tiveram duração de 17/06/2016 a 04/02/2017 e; de 17/06/2016 a 14/10/2016 e 17/05/2017 a 03/10/2017. No primeiro e segundo experimentos, os tratamentos foram constituídos pela combinação de três testes de polinização, definidos como: área coberta com gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera*, área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos – controle, com quatro repetições e cinco tempos de abertura (0, 30, 60, 90 e 120 dias), totalizando 60 unidades experimentais. Os objetivos foram de avaliar a composição bromatológica e; os parâmetros fermentativos e a composição microbiológica da silagem de canola (*B. napus*) submetida a testes de polinização. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. No terceiro experimento, verificou-se o efeito dos anos e das interações entre os anos agrícolas e os demais fatores estudados. Para as características da silagem, foram avaliados os teores de matéria seca, mineral e orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente ácido e em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido e em detergente neutro, lignina, celulose, hemicelulose, potencial hidrogeniônico, temperatura, umidade, atividade de água, capacidade fermentativa, carboidratos solúveis, nitrogênio amoniacal, quebra de estabilidade aeróbia, perda por efluentes e gases, perda total de matéria seca, recuperação da matéria seca, capacidade tampão, condutividade elétrica, massa específica e as bactérias ácido lácticas, enterobactérias e *Clostridium*. Para os parâmetros produtivos foi avaliado produção de matéria seca da planta por hectare e da siliqua, altura da planta, número de síliquas por planta, tamanho de siliqua, número de grãos por siliqua e por planta, peso médio de grãos, massa de mil grãos, germinação de grãos, teor de extrato etéreo dos grãos e produção por hectare. Os testes de polinização interferiram nos teores de extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em ácido, lignina, recuperação de matéria seca e quebra de estabilidade aeróbia e a canola apresenta características fermentativas recomendadas para o processo de ensilagem, apresenta componentes nutricionais elevados e dentro do recomendado para a alimentação de ruminantes. A presença de agentes polinizadores na canola acarretou aumento de 35,53% no número de síliquas por planta; 17,58% no número de grãos por siliqua e 41,19% na produção de sementes por hectare.

Palavras-chave: abelha, alimento concentrado, produção, valor nutricional.

PRODUCTIVITY, BROMATOLOGICAL COMPOSITION AND FERMENTATIVE PARAMETERS OF CANOLA SILAGE (*Brassica napus* L.) SUBMITTED TO POLLINATION TESTS

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of evaluating the production, fermented profile and nutritional production of canola silage (*Brassica napus*) submitted to different pollination testes. The experiments lasted from 06/17/2016 to 04/02/2017 and; from 06/17/2016 to 10/14/2016 and 05/17/2017 to 03/10/2017. In the first and second experiments, the blocks consisted of a combination of three pollinator tests, with a pollinated cage area with a colony of *apis mellifera*, a covered area with a pollinating cage without bees and a free demarcated area to visit control, with four replicates and five opening times (0, 30, 60, 90 and 120 days), totaling 60 experimental units. The objectives were to evaluate the bromatological and; Microbial fermentative and microbiological parameters of canola silage (*B. napus*) submitted to pollination tests. The experimental design was a randomized complete block design with no subdivided plots. In the experiment, we verified the effect of years and interactions between the years and the other factors studied. In dry matter, mineral and organic matter, crude protein, ethereal extract, acid detergent fiber and neutral detergent, nitrogen insoluble in acid detergent and neutral detergent, lignin, cellulose, hemicellulose, hydrogenation potential, temperature, humidity, water activity, fermentative capacity, soluble carbohydrates, ammoniacal nitrogen, breakdown of aerobic stability, loss of gases and effluents, total loss of dry matter, dry matter recovery, buffer capacity, electrical conductivity, mass acid bacteria enterobacteria and clostridium. The number of grains per plant weight, number of grains per weight, weight of one thousand grains, number of grains per weight and weight, plant weight, silica size, plant germination weight, grain extract content and production per hectare. The pollination testis interfered in the contents of ethereal extract, acid insoluble nitrogen, lignin, fracture resistance and breakage of aerobic stability and the canola has fermentative characteristics for the feeding process, nutritious and nutritious nutrition of ruminants. The presence of pollinating agents in sugarcane increased by 35.53% in the number of silica plants per plant; 17.58% in the number of grains per silica and 41.19% in the production of seeds per hectare.

Keywords: bee, concentrated food, production, nutritional value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

3 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

Figura 1. Dados meteorológicos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e velocidade vento ($m s^{-1}$) durante período experimental, 2016/2017.46

Figura 2. Teores de: A – matéria seca (MS), B - matéria mineral (MM) e C - matéria orgânica (MO) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização, em relação aos tempos de abertura.....51

Figura 3. Teores de: A – proteína bruta (PB) e B – extrato etéreo (EE) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.52

Figura 4. Teores de: A – fibra em detergente ácido (FDA) e B – nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....53

Figura 5. Teores de: A – fibra em detergente neutro (FDN) e B – nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....54

Figura 6. Teores de: A – lignina (LIG), B – celulose (CEL) e C – hemicelulose (HEM) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....55

4 PERFIL FERMENTATIVO E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

Figura 1. Dados meteorológicos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e velocidade vento ($m s^{-1}$) durante período experimental, 2016/2017.64

Figura 2. Valores de: A – potencial hidrogeniônico (pH) e B – temperatura ($^{\circ}C$) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....71

Figura 3. Valores de: A – massa específica (ME) e B – condutividade elétrica (CE) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.75

Figura 4. A – Teores de carboidratos solúveis (CHO's) e B – valor de capacidade fermentativa (%) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....77

Figura 5. Valores de: A – atividade de água (A_w) e B – umidade (%) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.78

Figura 6. Valores de perdas por: A – efluentes (kg ton^{-1} massa verde) e B – gases (% da MS), da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização..... 79

Figura 7. Valores de: A – perda total de matéria seca e B – recumeração de matéria seca, da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização..... 80

Figura 8. Valores de: A – bactérias ácido lácticas (BAL), B – enterobactérias (ENTERO) e C – Clostridium sp. (CLOS), da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização..... 81

5 PRODUÇÃO DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO – SAFRAS 2016 E 2017

Figura 2. Dados climáticos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e rajada de vento (m s^{-1}) durante período experimental, safra de 2016..... 90

Figura 3. Dados climáticos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e rajada de vento (m s^{-1}) durante período experimental, safra de 2017..... 91

LISTA DE TABELAS

3 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

Tabela 1. Teores de extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina (LIG) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.....49

4 PERFIL FERMENTATIVO E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

Tabela 1. Valores de recuperação de matéria seca (RMS) e capacidade tampão da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização. 70

Tabela 2. Quebra da estabilidade aeróbia através da temperatura (°C) da silagem de canola (*Brassica napus*) durante 144 horas de exposição ao oxigênio após a abertura dos silos, em diferentes tempos de armazenamento..... 73

Tabela 3. Quebra da estabilidade aeróbia através do Poder Hidrogeniônico (pH) da silagem de canola (*Brassica napus*) durante 144 horas de exposição ao oxigênio após a abertura dos silos, em diferentes tempos de armazenamento..... 74

5 PRODUÇÃO DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO – SAFRAS 2016 E 2017

Tabela 1. Valores médios de número de síliquas por planta (NSIP), número de grãos por síliqua (NGSI), número de grãos por planta (NGP), tamanho de síliqua (TSI), massa média dos grãos (MG) e massa de mil grãos (MMG) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil...95

Tabela 2. Valores médios da altura de planta (AP), produção de grãos por hectare (PGH), matéria seca da planta (MSP), matéria seca da síliqua (MSSI) e germinação de grãos ao 3° dia (GS3) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil..... 97

Tabela 3. Desdobramento da interação entre testes de polinização x safras dos valores médios de germinação de semente ao 7° dia (GS7) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil. 99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mg	Miligrama
g	Gramma
Kg	Quilograma
Ton	Tonelada
Mm	Milímetro
Cm	Centímetro
Dm	Decímetro
m	Metro
Km	Quilômetro
Há	Hectare
mL	Mililitro
L	Litro
S	Segundos
H	Horas
°	Graus
° C	Graus Celsius
pH	Potencial Hidrogeniônico
%	Porcentagem
R\$	Reais
mEq	Miliequivalente
μS	MicroSiemens
Rpm	Rotação por Minuto
cmol _c	Centimol de Carga
K ⁺	Potássio
Al	Alumínio
P	Fosforo
H+Al	Hidrogênio ligado ao Alumínio
NH ₃	Nitrogênio Amoniacal
CLA	Ácido Linoléico Conjugado
HCl	Ácido Clorídrico
NaOH	Hidróxido de Sósio

C.T.C	Capacidade de Troca de Cátions
W	West/Oeste
S	Sul
<i>Cfa</i>	Clima temperado, com verão ameno
<i>sp.</i>	Espécie
CT	Capacidade Tampão
SAS®	Statistical Analysis System
CV	Coeficiente de Variação
DMS	Diferença Mínima Significativa.
AGCA	Área Coberta com Gaiola de Polinização e uma Colônia de <i>Apis mellifera</i>
AGSA	Área Coberta com Gaiola de Polinização sem Abelhas
ALI	Área Demarcada Livre à Visitação de Insetos
PVC	Cano de Policloreto de Vinil
NDT	Nutrientes Digestíveis Total
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
NIDA	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido
NIDN	Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro
PB	Proteína Bruta
EE	Extrato Etéreo
LIG	Lignina
CEL	Celulose
HEM	Hemicelulose
MM	Matéria Mineral
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
MV	Massa Verde
CHO's	Carboidratos Solúveis
Aw	Atividade de Água
E	Produção de Efluente
UR	Umidade Relativa
G	Perda por Gases
ME	Massa Específica

CE	Condutividade Elétrica
RMS	Recuperação de Matéria Seca
PTMS	Perda total de matéria seca
Pab	Peso do Conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) da abertura
Pen	Peso do Conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) na ensilagem
PCab	Peso do Mini Silo Cheio na Abertura
PCen	Peso do Mini Silo Cheio na Ensilagem
MVfe	Massa Verde de Forragem Ensilada
MSen	Teor de Matéria Seca da Forragem Ensilada
MSab	Teor de Matéria Seca da Forragem na Abertura
BAL	Bactérias Ácido Láticas
ENTERO	Enterobactérias
CLOS	<i>Clostridium</i>
UFC	Unidade Formadora de Colônia
BDA	Batata Dextrose Ágar
NSIP	Número de Síliquas por Planta
NGSI	Número de Grãos por Síliqua
NGP	Número de Grãos por Planta
TSI	Tamanho de Síliqua
MG	Massa Média dos Grãos
MMG	Massa de Mil Grãos
AP	Altura de Planta
PGH	Produção de Grãos por Hectare
MSP	Matéria Seca da Planta
MSSI	Matéria Seca da Síliqua
GS3	Germinação de Grãos ao 3° dia
GS7	Germinação de Grãos ao 7° dia
F1	Primeiros Descendentes da Geração Parental
F2	Resultado da Autofecundação da Geração F1

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 A cultura da canola	20
2.1.1 Recomendações da cultura	22
2.2 A importância da Polinização para Culturas Agrícolas	24
2.2.1 <i>Apis mellifera</i> na cultura da Canola	26
2.2.2 Comportamento de colônias de <i>A. mellifera</i> submetida a intensividade de polinização	27
2.2.3 Uso de gaiolas de polinização	28
2.3 A Utilização da Canola na Alimentação Animal	29
2.3.1 Silagem e a importância do processo fermentativo	32
2.4 Referências Bibliográficas	33
3 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS</i> L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO	43
Resumo	43
Palavras-chave	43
Abstract	44
Keywords	44
3.1 Introdução	45
3.2 Material e Métodos	45
3.3 Resultados e Discussão	49
3.4 Conclusão	56
3.5 Referências Bibliográficas	56
4 PERFIL FERMENTATIVO E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS</i> L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO	60
Resumo	60
Palavras-chave	60
Abstract	61
Keywords	61
4.1 Introdução	62
4.2 Material e Métodos	63
4.3 Resultados e Discussão	69
4.4 Conclusão	82

4.5 Referências Bibliográficas	82
5 PRODUÇÃO DE CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS</i> L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO – SAFRAS 2016 E 2017	86
Resumo	86
Palavras-chave	86
Abstract	87
Keywords	87
5.1 Introdução	88
5.2 Material e Métodos	89
5.3 Resultados e Discussão	94
5.4 Conclusão	100
5.5 Referências Bibliográficas	100

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) é um híbrido que foi desenvolvido a partir do melhoramento genético de duas espécies da colza, por pesquisadores canadenses da Universidade de Manitoba em 1974. O objetivo do melhoramento foi reduzir o teor de ácido erúxico e glucosinolatos que são nocivos ao organismo animal (TOMM, 2000; FIGUEIREDO et al., 2003).

De acordo com OGTR (2011), o nome canola é utilizado para distinguir três espécies de *Brassica* sendo, *B. napus* ou variedade Argentina, *B. rapa* e *B. juncea*. Em 1978 a associação de colza do Canadá registrou esses cultivares com o nome de canola (OGTR, 2016).

A canola é uma planta auto compatível, ou seja, produz sementes tanto da autopolinização, bem como da polinização cruzada realizada pelo vento e pelos visitantes florais (TREU; EMBERLIN, 2000). Estudos tem demonstrado que a taxa de polinização cruzada depende dos cultivares, das condições ambientais e da presença de polinizadores, destacando-se as abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) (OGTR, 2016).

Blochtein et al. (2015), verificaram um aumento de 30% na produção de grãos de canola do cultivar Hyola 61, que receberam visitas de insetos polinizadores, enquanto que para a cultivar Hyola 420, o aumento foi de 17%. Rosa et al. (2010), observaram um aumento de 22% no rendimento de grãos da canola (Hyola 432) em áreas livres para visitas de insetos, comparado a áreas de automagia.

Mundialmente a canola está classificada como sendo a terceira oleaginosa mais produzida, perdendo apenas para a palma e a soja (CONAB, 2013; De MORI et al., 2014). Barbosa et al. (2008) observaram que a produção da canola está voltada principalmente para a obtenção de óleo comestível e óleo de biocombustível, destacando-se também sua utilização na alimentação animal, em formulação de ração na forma de farelo.

Além da produção de grãos compostos por alta qualidade de óleo, a planta de canola apresenta excelente composição nutricional, com teores de proteína bruta em torno de 12% a 14% e de nutrientes digestíveis totais de 55% a 60%. Porém, apesar de seu alto potencial nutritivo, pouco se sabe sobre o uso da planta inteira de canola como forrageira para alimentação de ruminantes (AGINFO, 2008).

Na Austrália, a canola vem sendo utilizada como fonte de nutrição para bovinos leiteiros, na forma de feno e silagem, bem como para pastejo (SCHROEDER, 2008), obtendo bons resultados na manutenção da produção leiteira em períodos de escassez (NORTH DAKOTA STATE UNIVERSITY, 2008). Assim, a ensilagem vem se tornando uma alternativa viável,

podendo ser utilizados outros alimentos além dos tradicionais, como a silagem de milho (SANTOS et al., 2014).

Conforme descrito por Mello; Teixeira (2017), o Brasil é o quinto maior país produtor de leite do mundo, atrás apenas dos EUA, Índia, União Europeia e China e, entre os principais países produtores de leite, o Brasil apresenta o maior rebanho leiteiro do cenário mundial, apesar da menor produtividade.

A atividade leiteira se faz presente em 5.564 municípios brasileiros (MELLO; TEIXEIRA, 2017) e de acordo com levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), no segundo trimestre de 2018, foram industrializados 5.452.432 mil litros de leite. Destes, 1.975.982 mil litros são provenientes do Sul do país, ou seja, 36,24% do leite brasileiro industrializado. O estado do Paraná fica responsável pela produção de 671,849 mil litros. A região Sul perde apenas para a região Sudeste, que industrializou 2.202.051 mil litros de leite (40,39% do total nacional) (IBGE, 2018).

Outro sistema de criação de destaque da região Sul é a apicultura, que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) existem 3.879 municípios brasileiros que atuam no setor como produtores de mel, caracterizando-se por pequenos agricultores que tendem a diversificar a renda, baseada geralmente na pecuária. Em 2017 foram produzidas 41,6 mil toneladas de mel e a região Sul foi a principal produtora, com 39,7% do total produzido no país, sendo que destes, 14,3% foi de responsabilidade do estado do Paraná, segundo colocado no ranking de produção (IBGE, 2017).

Outro fator importante é a estacionalidade das plantas forrageiras, que limita a produção pecuária leiteira na região Sul do Brasil e a falta de fontes de alimento para o setor de produção de mel durante o mesmo período. Assim, a canola se apresenta como uma opção para a resolução destas problemáticas, devido a possibilidade da cultura da para a produção de silagem de alta qualidade, visando a manutenção da produção leiteira em períodos de queda produtiva e qualitativa dos pastos, além de ser utilizada no período de floração para a alimentação das abelhas.

Neste sentido, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a produtividade, a composição bromatológica e parâmetros fermentativos da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da canola

A canola é uma planta herbácea anual, da família das Brassicaceae e pertencente ao gênero *Brassica*. Foi desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, na Universidade de Manitoba, por pesquisadores canadenses, que tinham como principal objetivo de reduzir o teor de glucosinolatos e ácido erúcido, que causavam preocupação em relação à saúde humana (OGTR, 2016).

O termo canola designa-se a cultivares que possuam 2% ou menos de ácido erúcido no óleo e valores de glucosinolatos na matéria seca da semente de 30 micromoles por grama ou menos (CARDOSO et al., 1996; CANOLA, 2010).

Por ser uma crucífera é muito empregada como cultura de rotação, devido ao fato de não ser hospedeira da maioria das doenças e pragas que ocorrem em espécies de gramíneas e leguminosas (TOMM et al., 2009), pois reduz a ocorrência de doenças nas culturas posteriores, como o trigo, aumentando a qualidade, a produtividade e minimizando os custos (TOMM, 2000). Outro ponto de interesse na canola está no fato de seu potencial melífero, devido a sua alta produção de recursos florais (pólen e néctar), que são extremamente atrativos para as abelhas (ALI et al., 2011).

Trata-se de uma planta que produz grãos ricos em óleo de excelente qualidade, com o hábito de crescimento indeterminado, sistema radicular pivotante e ramificação lateral significativa. O caule é herbáceo, ereto, com tamanho variável, possuindo folhas lanceoladas que abraçam parcialmente a haste. As flores, agrupadas em racemos, são pequenas, de coloração amarela. Possui frutos chamados de síliquas, com cerca de 6 cm de comprimento, sendo que seu comprimento, assim como o número de grãos, varia dependendo a cultivar (GARCÍA, 2007).

Existem no mercado vários genótipos de canola, porém um dos híbridos mais atuais é o Hyola 433, que possui ciclo curto e apresenta resistência poligênica a canela-preta (uma das principais doenças que acometem a cultura da canola, causada por um fungo chamado *Leptosphaeria maculans*), sendo indicado para solos de elevada fertilidade, além de necessitar de condições ambientais favoráveis. O período de emergência até o início da floração é de 58 a 67 dias e da emergência ao final da floração de 120 a 150 dias. A duração da floração é de 18

a 73 dias, sendo considerada uma planta precoce de altura média de 124 a 131 cm (TOMM et al., 2009).

A produção de canola está direcionada principalmente para obtenção de grãos, óleo comestível, óleo para biocombustível e produção de farelo para ração animal. Sendo a canola a terceira oleaginosa mais cultivada no mundo (14,59% da produção mundial de óleo), perde em produção de óleo apenas para a palma (34,96%) e soja (26,84%) (WITTER et al., 2014). Possui grande importância econômica, ocupando atualmente uma área de aproximadamente 34 milhões de hectares (USDA, 2016).

De acordo com dados da USDA (2016), os maiores produtores e consumidores de canola encontram-se na União Europeia (composta por 27 países), que apresentou uma produção de 22,2 milhões de toneladas e o Canadá encontra-se em segundo lugar, com uma produção de 13,4 milhões de toneladas, seguido da China (14,9 milhões de toneladas).

Historicamente, a produção de canola no Brasil teve início de 1974 no estado do Rio Grande do Sul, com o programa de melhoramento genético da canola para o desenvolvimento de uma variedade, realizado pela Embrapa Trigo. Essa variedade foi bastante utilizada até que um fungo causador da canela preta, dizimou as lavouras. Desde então, empresas privadas começaram a comercializar sementes híbridas no país (EMBRAPA, 2012).

No Brasil, a cultura da canola ainda é pouco conhecida, contudo observa-se um crescimento das áreas cultivadas (SEAB, 2011). As principais áreas produtoras na safra de 2016, segundo CONAB (2017) foram principalmente os estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, com participação de 87,1% e 12,9% e de 86,7% e 13,3% na produção e área plantada, respectivamente. Porém, a cultura já se expandiu para o Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Santa Catarina (BANDEIRA et al., 2013). O estado do Paraná foi o que mais se destacou, devido ao aumento de 67% da área cultivada, decorrente de programas de fomento com assistência técnica e produtores treinados e usando as recomendações da EMBRAPA TRIGO (TOMM et al., 2009).

A região Oeste do Paraná é a que mais vem investindo no cultivo da canola, sendo responsável por 37% da produção do estado. No entanto ainda é dependente de sementes importadas, de informações de manejo que vem sendo testado e desenvolvida pelos próprios produtores da região (OLIVEIRA, 2011).

Tal expansão, tanto no Paraná como nos demais estados, é motivada por vários fatores, dentre eles o retorno econômico que possibilita a venda de grãos com lucro semelhantes a soja, tornando viável tal produção (CEMBRANEL et al., 2015). Porém, apesar do crescimento verificado nos últimos tempos, a produção nacional não é suficiente para abastecer o consumo

fazendo com que a demanda incentive ainda mais a expansão das áreas de cultivo, fomentando assim as pesquisas com a canola no país (BANDEIRA et al., 2013).

No Brasil nas regiões Sul e Centro-Oeste muitos produtores têm colhido em torno de 24 sacas por ha ou o equivalente a 1.450 kg por ha com potencial para 2.000 kg ha. No Centro Sul, os preços recebidos pelos produtores de grão de canola, em 2016 foi de R\$ 70,59 por saca de 60 kg (CANOLA, 2016) e os custos de implantação ficaram em torno de R\$ 1.326,00 por ha (EMBRAPA, 2016).

O interesse comercial na cultura da canola está relacionado à qualidade nutricional e ao conteúdo do óleo de seus grãos (35% a 48%), além do seu elevado teor proteico, que varia em torno de 24% a 27% (TOMM, 2007).

No cultivo da canola, um dos principais fatores limitantes da produtividade brasileira está vinculado ao ataque de pragas, que podem causar danos econômicos em intensidades variadas, sendo capazes de ocasionar até perdas totais (NAKANO et al., 2002). Os pulgões (Aphididae) por exemplo, costumam infestar a cultura durante a floração, mas também podem ocorrer durante o estabelecimento da canola. O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), geralmente ataca as plantas do período de emergência até a fase de roseta e o pulgão *Brevicoryne brassicae* (ceroso das crucíferas) (Linnaeus, 1758) (Homoptera: Aphididae) ocorre em reboleiras ou infestações generalizadas, especialmente nas inflorescências, no período da alongação a maturação (TOMM, 2007).

Estes insetos alimentam-se da seiva da planta, causando danos da emergência até que os grãos estejam completamente formados (estádio de grão em massa) e seus prejuízos tem por consequência a diminuição de tamanho, número e peso de grãos, conseqüentemente a queda no rendimento final de grãos, além da transmissão de viroses e a diminuição do poder germinativo das sementes (BUTIGNOL; CORSEUIL, 1982; SALVADORI, 2000a, 2000b; SALVADORI; TONET, 2001).

2.1.1 Recomendações da cultura

A canola, quando bem manejada, consegue se adaptar a variadas condições edafoclimáticas, porém, possui maior facilidade de desenvolvimento em regiões que apresentam latitudes de 35° a 55° Sul, climas temperados de temperaturas amenas (TOMM et al., 2009). No Brasil, devido à localização geográfica e condições de clima tropical e subtropical, somente são utilizadas cultivares de primavera (“spring canola”) da espécie *Brassica napus* L. que possui baixa sensibilidade a fotoperíodo (TOMM et al., 2009).

Para que ocorra o desenvolvimento adequado da cultura, o valor ótimo de temperatura é de cerca de 20°C, com limites extremos entre 12 e 30°C (ROBERTSON et al., 2002; THOMAS, 2003). Tais condições climáticas de temperatura são encontradas na maior parte da Região Sul do Brasil, durante o período de outono, do inverno e no início da primavera, correspondendo ao período do ano em que se cultiva a canola no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Porém, no Sul do Brasil, é também durante este período do ano, que se observa elevado risco de ocorrência de geadas, que dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da cultura, afetam de forma negativa a canola, comprometendo o rendimento de grãos (TOMM et al., 2009). Entretanto, esta cultura sofre menor efeito da geada no rendimento dos grãos quando comparadas a outras espécies cultivadas no inverno.

A canola de primavera apresenta sensibilidade a geada quando se encontra no estágio de plântula, durante o florescimento e enchimento de grãos e a ocorrência de geadas no período de plântula é a mais preocupante, que se aliada a um teor elevado de umidade no solo, pode causar morte das plantas. (THOMAS, 2003; ROBERTSON et al., 2004; McCLINCHEY; KOTT, 2008).

Quando ocorre geada no período de florescimento, a consequência é o aborto das flores. A temperatura basal inferior para a canola, na qual cessa o crescimento das plantas, é de 5°C, mas de maneira geral, a morte de plântulas é verificada com geada de -3 e -4°C, principalmente no estágio cotiledonar. Neste estágio, a sensibilidade às baixas temperaturas é maior do que quando as plantas possuem três a quatro folhas (THOMAS, 2003).

Durante o enchimento de grãos, a geada pode causar retenção de clorofila nos grãos, formando grãos verdes, afetando de forma negativa a qualidade e a produção destes (JOHNSON-FLANAGAN et al., 1992; THOMAS, 2003; McCLINCHEY; KOTT, 2008), além de diminuir o número de grãos, em decorrência da redução da germinação dos grãos de pólen (JINLING, 1997).

Em relação ao solo, a canola pode adaptar-se a diversas classificações com aptidão agrícola, porém, seu melhor desenvolvimento ocorre em solos com pH entre 5,5 a 6,0 o que permite a melhor disponibilidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura (TOMM, 2007) e solos de textura média, de média a alta fertilidade e bem drenados (IRIARTE; VALETTI, 2008) e baixas quantidades de água são suficientes para que ocorra a expressão do potencial produtivo de grãos. Em geral, precipitações de cerca de 350 mm durante seu ciclo já são suficientes (THOMAS, 2003).

O período de floração da canola é mais sensível ao déficit hídrico. A escassez de água neste período, reduz os componentes de rendimentos dos grãos e o teor do óleo dos mesmos,

interferindo no tempo de floração e no número de sementes por siliqua, assim como a área foliar, e deste modo na quantidade de fotoassimilados. A disponibilidade hídrica no fim da floração e no início do enchimento de grãos, também tem reflexos no teor do óleo (THOMAS, 2003).

Durante o período de floração, temperaturas altas acima de 27°C são prejudiciais, principalmente se associadas ao déficit hídrico, pois reduzem a duração dessa fase e podem afetar a viabilidade do pólen e a receptividade das flores, resultando em redução de até 50% do rendimento de grãos, devido ao abortamento de síliquas (THOMAS, 2003) e, de acordo Nanda et al. (1995), temperaturas acima da mencionada, também diminuem a produção total de matéria seca e os componentes de rendimento dos grãos.

2.2 A importância da Polinização para Culturas Agrícolas

A polinização é fundamental na condução de muitas culturas agrícolas (SHEPHERD et al., 2003; MAYER, 2004). Proporciona de forma geral, o aumento da formação dos frutos e do teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos; encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e, ainda, uniformiza o amadurecimento dos frutos, reduzindo as perdas na colheita, contribuindo para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes produzidas (FREE, 1993). Desta forma, a baixa produtividade e deformidades encontradas nos frutos são decorrentes de uma polinização insuficiente, e não do uso insuficiente de insumos agroquímicos (IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

A polinização é definida como o processo pelo qual as células reprodutivas masculinas dos vegetais superiores presentes nos grãos de pólen, são transferidas das anteras das flores onde são produzidos para o receptor feminino (estigma) da mesma flor ou de outra flor da mesma planta ou de planta da mesma espécie. Dentre os agentes polinizadores estão o vento (anemofilia), a água (hidrofilia), a gravidade, os insetos (entomofilia), o homem e outros animais (zoofilia) (PECH et al., 2012).

Os insetos, entre os vários agentes polinizadores, apresentam para a maioria das plantas, alta eficiência tanto pelo seu número na natureza quanto por sua melhor adaptação às estruturas florais, que muitas vezes são complexas (NOGUEIRA-COUTO et al., 1990). Diversas culturas de interesse econômico, apresentam total dependência dos insetos para sua polinização, e sem os quais não ocorre produção de frutos (BIESMEIJER et al., 2006). A ausência de agentes polinizadores nas espécies vegetais limita a manutenção da variabilidade genética

(IMPERATRIZ-FONSECA, 2005) devido à maioria das plantas necessitarem de agentes polinizadores para realizar sua reprodução (FREITAS, 1995).

A interação observada entre as abelhas e plantas, garante aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, o que leva a uma importante adaptação evolutiva, com o aumento do vigor das espécies, possibilitando novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2006). As abelhas *A. mellifera*, como agentes entomófilos, contribuem na polinização de 73% a 80% das espécies vegetais cultivadas no mundo (FAO, 2015).

Nos EUA, muitos agricultores, buscando os benefícios causados pela polinização, estão adotando o uso de abelhas *A. mellifera* nas floradas de suas plantações e grande porcentagem de culturas agrícolas comerciais e espécies silvestres, que possuem dependência da polinização para a sua perpetuação vem sendo prejudicadas devido à redução de insetos polinizadores (PAOLETTI, 1999).

No Brasil, ainda que tais técnicas não estejam bem fundamentadas entre os apicultores e agricultores, nos últimos anos nota-se um crescimento no interesse dos produtores agrícolas no uso das abelhas *A. mellifera* para o aumento de produção (VIEIRA et al., 2002; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

A eficiência da *A. mellifera* na polinização de um grande número de espécies de plantas foi observada por diversos pesquisadores, que devido ao fato de ser uma espécie de manejo de criação conhecida, podem ser utilizadas de forma segura em trabalhos de polinização de diferentes culturas agrícolas (ABROL, 2007).

Assim, o serviço de polinização realizado pelas abelhas é considerado como o mais importante benefício fornecido para a humanidade, pois essa interação promove o aumento na produtividade de diversas culturas de interesse econômico (WITTER; BLOCHTEIN, 2003), como por exemplo: soja, variedade BRS 245 RR (CHIARI et al., 2005), laranja (TOLEDO et al., 2013), e a macieira, açazeiro, aceroleira, maracujazeiro, castanha do Brasil, café, morangueiro, tomateiro e a canola (KENNEDY et al., 2013).

Entretanto, a fragmentação dos habitats naturais dos insetos causada pelo desmatamento, ao aumento de monoculturas e o uso indiscriminado de agrotóxicos, principalmente pesticidas, que repelem e matam os insetos, nota-se uma diminuição das populações de polinizadores, em especial as abelhas silvestres, acarretando uma maior dependência das *A. mellifera* para a polinização para a maioria das plantas cultivadas (TOLEDO et al., 2013).

A presença de abelhas aumenta a porcentagem de frutificação e diminui a porcentagem de aborto de frutos, incrementa o peso dos frutos, proporcionando maiores rendimentos ao agricultor quando usa polinizadores nas suas culturas (NUNES-SILVA et al, 2016), assim, o volume de produção global de alimentos teria uma queda de 5 a 8% sem a presença de agentes polinizadores (AIZEN et al, 2009). No Brasil, em um estudo de revisão realizado por Giannini et al. (2014), onde foram revisados dados de 57 trabalhos que envolviam produção alimentar, descreveu-se que 85 culturas apresentaram algum grau de dependência por polinização animal, sendo que mais de um terço dessas culturas (30 culturas) apresentaram dependência essencial de polinizadores.

No Brasil, estudos vem mostrando que, apesar do uso comum de *Apis mellifera*, outras espécies de insetos das ordens Coleoptera, Diptera e Hymenoptera são potenciais polinizadores de culturas agrícolas (NUNES-SILVA et al., 2016). Desta forma, estudos que envolvam o papel dos polinizadores na agricultura brasileira demonstram que a produtividade de variadas culturas agrícolas apresentava índices produtivos abaixo do seu potencial máximo de produção devido inexistência ou baixa visitação de polinização, gerando, em média, perdas de 70% em algumas safras (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

2.2.1 *Apis mellifera* na cultura da Canola

A canola é considerada autofértil porém de extrema atratividade para alguns insetos devido aos seus recursos florais (pólen e néctar), o que acarreta um acréscimo de produtividade devido à visitação (DELAPLANE; MAYER, 2000), em especial às abelhas *A. mellifera*, considerada seu principal agente polinizador (ABROL, 2007).

Existe, portanto, um grau de dependência de agentes polinizadores em relação à produtividade, estando este associado a fatores como condições ambientais, diferenças entre cultivares, frequência de insetos e a efetividade do trabalho de polinização (MESQUIDA et al., 1988; FREE, 1993) e, para que ocorra incremento da produtividade de grãos de canola, é necessário que se conheça a fauna local e os polinizadores presentes nas áreas agrícolas.

De acordo com Delaplane; Mayer (2000) as flores de canola são intensamente visitadas por insetos, em especial *A. mellifera*. Estas apresentam comportamento potencializador de polinizar as flores dessa cultura (ROSA et al., 2008). Entender este comportamento é de extrema importância para o êxito da cultura e da apicultura, pois aumenta o entendimento da biologia da planta e seu conseqüente aumento de produtividade (THOMAZINI; THOMAZINI, 2002).

No Canadá, foi observado aumento de até 46% na produtividade de canola com a introdução de três colônias de *A. mellifera* por hectare (SABBAHI et al., 2005). No Brasil, foi constatado que a indução de polinização nos testes com livre visita de insetos em *Brassica napus* (Hyola 432) resultou em acréscimo de 22% na produção de grãos, em relação à autogamia (ROSA et al, 2010). As abelhas melíferas juntamente com outras espécies de abelhas resultam melhor polinização do que qualquer população sozinha de inseto (DeGRANDI-HOFFMAN; WATKINS, 2000).

Chambó et al. (2017) indicaram que as *A. mellifera*s podem contribuir no processo de polinização da cultura da canola. Em experimento realizado com canola, avaliando os híbridos Hyola 61 e Hyola 433, ficou comprovado que a polinização cruzada realizada por *A. mellifera* é eficiente para melhorar os índices produtivos da cultura (CHAMBO et al., 2014).

Manning; Boland (2000) verificaram que o número de vagens por planta diminuiu em até 16% em culturas localizadas a uma distância de 1.000 m do apiário. Pordel et al. (2007), relataram que os insetos polinizadores, em especial *A. mellifera*, mais abundantes na cultura da canola, poderiam aumentar o rendimento de grãos em 53%.

Araneda-Durán et al. (2010), evidenciaram em seu trabalho um aumento de produtividade de sementes em área de *B. napus* de 50,34% em áreas com livre acesso de agentes polinizadores quando comparadas a áreas de exclusão total.

Rosa et al. (2011), observaram que a polinização por insetos foi 35,64%, 54,87% e 40% maior quando avaliados número de siliques por planta, número de sementes por síliqua e peso médio das siliques, respectivamente, em relação à condição de autogamia.

Chambó et al. (2014), avaliando dois híbridos de canola (Hyola 61 e 433) observaram que 89% dos visitantes florais presentes nas culturas eram de abelhas *A. mellifera*. Assim, fica evidente que a polinização por abelhas, em especial a *A. mellifera* em cultura de canola, proporciona incremento na produtividade, melhorando o rendimento e contribuindo para a uniformidade e estabelecimento inicial das siliques (ABROL 2007; ABROL; SHANKAR 2012).

2.2.2 Comportamento de colônias de *A. mellifera* submetida a intensividade de polinização

A classe Insecta é a mais importante no processo de polinização de culturas agrícolas, e dentre estas, a ordem Hymenoptera é a que possui um maior número de exemplares, sendo as abelhas as mais importantes polinizadoras disponíveis na natureza (ROBINSON et al., 1989),

uma vez que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (KEVAN; PHILLIPS, 2001).

Porém, são muitos os fatores que agem direta ou indiretamente no processo de polinização por abelhas (SILVA et al., 2002), tais como, a atratividade e coloração das flores (MARTINS et al., 2005), presença de outros agentes polinizadores (VIEIRA et al., 2002; ALVES; FREITAS, 2006), número de colônias na área e o clima (ANTUNES et al., 2007; TEIXEIRA; ZAMPIERON, 2008) além da concentração de açúcares do néctar, que serve como atrativo para os agentes polinizadores e a disponibilidade desse néctar concentrado, que deve ser mantido ao longo do dia (MALERBO SOUZA et al., 2004).

Em estudos específicos com *A. mellifera* e seu potencial polinizador usa-se vários tipos de isolamento, com o objetivo de investigar a ação benéfica dos insetos e consequente aumento de produção de culturas (LORENZON, 1992). Devido a isso, testes de polinização em espécies vegetais de interesse econômico são bastante frequentes, isolando algumas parcelas (FREE, 1966; RUBIS et al, 1966; FREE, 1966; MORETI et al., 1988).

O procedimento mais usado é cobrir um certo número de plantas com gaiolas teladas, introduzindo nestas áreas, colônias, núcleos ou um número conhecido de abelhas, deixando outras áreas abertas como testemunha (MORETI et al, 1991).

Porém, de acordo com Free (1970), mesmo na comparação dos três tratamentos, a polinização não é inteiramente satisfatória, pois a concentração de abelhas no interior das gaiolas teladas, leva a uma maior inventividade de visitação das flores pela inexistência de outras fontes alimentares ou diminui o número de visitas pelo excesso de abelhas, causando competição. Outro fato citado por ele é que, nas parcelas descobertas ocorre a visita de outros insetos além da *A. mellifera*, podendo estes, serem mais eficientes que as abelhas em determinadas culturas.

2.2.3 Uso de gaiolas de polinização

Em avaliação do comportamento de abelhas *A. mellifera* na polinização de cebola em áreas com gaiolas de nylon e áreas livres, Lorenzoni (1992) observaram que a alta variação de produção das gaiolas está relacionada ao comportamento diferenciado de algumas colmeias que não se adaptaram as gaiolas.

De acordo com a literatura, o aprisionamento é um fator que causa alterações no comportamento de forrageamento das abelhas e o estresse causado pelo isolamento, interfere na produção de sementes por planta. Sabe-se também que o tipo do material de construção da

gaiola exerce influência positiva ou negativa sobre o comportamento das abelhas (FREE, 1970). A polinização realizada por abelhas melíferas foi satisfatória quando estas estavam aprisionadas em casa de vegetação de polietileno, tendo efeito inverso em casa de vegetação de fibra de vidro (FREE, 1970).

Moreti et al. (1991) citou experimento utilizando *A. mellifera* para teste de polinização em cultura de morango e cebola, onde foi verificado que o número e o peso dos frutos foram significativamente menores quando produzidos em gaiolas, e tais resultados foram atribuíram a atividade reduzida das abelhas, que se sentiram desencorajadas de forragear em ambientes isolados. Em outro trabalho, em experimento de polinização com *A. mellifera* observaram que em gaiolas, houve ausência de postura nos núcleos e as flores eram ignoradas pela maioria das campeiras, que permaneceram se debatendo nas paredes até morrer, além da alta defensividade e fuga das abelhas africanizadas em gaiolas.

Entretanto, resultados contrários também são apresentados na literatura. Camargo (2017) avaliando a cultura da canola, verificou aumento de 30,50% e 21,23% no número de siliquis por planta em gaiolas com *A. mellifera* e *A. mellifera* associada a *Tetragonisca angulata* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apoidea) quando comparadas as áreas com gaiolas sem a inclusão de abelhas.

2.3 A Utilização da Canola na Alimentação Animal

A canola é uma planta tradicionalmente cultivada para obtenção de óleo, por possuir baixo teor de gordura saturada. No processo de produção de óleo, as siliquis são colhidas e as sementes esmagadas e o resíduo resultante deste processo é usado como alimento de alta proteína para bovinos.

De acordo com o Johnston (2009), em um artigo a respeito da canola intitulado “Canola For Forage”, o uso de farelo de canola vem sendo amplamente utilizado e está bem documentado, porém, pouco se sabe sobre o uso de toda a cultura para alimentação animal.

A canola é uma planta forrageira e surpreendentemente, pode ser utilizada como forragem de pastejo e na produção de feno ou silagem, com alto valor nutritivo e de elevada palatabilidade. Vem sendo amplamente utilizada na Austrália, em especial quando os fatores climáticos não são favoráveis a alta produção de grãos de canola e a consequente produção de óleo de qualidade. Assim, os produtores reaproveitam a cultura como fonte alimentar para ruminantes, em especial bovinos de leite.

Como pastagem, a canola pode ser pastejada quando a altura do dossel estiver entre 6 a 8 cm de altura, e o gado deve ser removido mantendo aproximadamente um terço ou a metade da forragem. Quando se utiliza meios de conservação de forragem, alguns cuidados devem ser tomados, visto que a canola, devido ao seu alto teor de umidade e sua característica bioquímica, tende a ter componentes não desejáveis quando não manejada corretamente. Portanto, recomenda-se que produtores que utilizam a canola para alimentação de bovinos, devem ter sua dieta analisada para determinar o conteúdo de nutrientes, de micotoxinas, nitratos e enxofre, que podem ser prejudiciais à saúde dos animais (NDSU - Agriculture Communication, 2008).

Schroeder (2008) descreve que a canola pode acumular altos níveis de nitratos e que culturas que passaram por fontes de estresse ou tiveram altas aplicações de fertilizantes nitrogenados de cobertura geralmente possuem concentrações elevadas de nitrato. Porém o processo de ensilagem pode reduzir o teor de nitrato das forragens em 30 a 50%, tornando-a mais segura para alimentação dos ruminantes, pois culturas com baixos teores de açúcar solúvel apresentam um lento processo de fermentação, o que promove a degradação do nitrato durante a ensilagem (JOHNS; YAREMCIO, 2018).

Devido ao fato da canola possuir alta umidade, em torno de 75 a 80%, a NSDU - Agriculture Communication (2008) indica que se for utilizada para feno, o tempo de secagem suficiente é essencial para evitar a proliferação de fungos. Normalmente, as plantas de canola levam de quatro a seis dias para secar até níveis aceitáveis de umidade (16 a 18%) para o enfardamento. Após o corte tem tendência a escurecer na cor, no entanto, isso não deve afetar a palatabilidade. Quando cortado no estágio tardio até meados da fase de florescimento, o feno de canola é semelhante ao capim de alfafa, apresentando boa qualidade com teor de proteína bruta em torno de 15%, nutrientes digestíveis totais (NDT) 60,4% e fibra em detergente ácido (FDA) 35,8%. Se for cortado em um estágio posterior de desenvolvimento, quando as plantas estiverem completamente formadas e com siliquis cheias, com pouca ou nenhuma folha, o feno de canola tem média de proteína bruta 10%, NDT 49,8% e FDA 45,9%.

Para uso da canola como silagem, a redução a 65% de umidade é fundamental para evitar fermentação indesejável e excessiva lixiviação de efluentes. Alguns produtores tiveram sucesso na compactação de silos com camadas alternadas de canola e cereais cortados para silagem. Isso ajuda a reduzir a infiltração e oferece a opção de combinar as camadas durante a alimentação. O corte de canola para silagem no estágio de desenvolvimento inicial a médio de florescimento, fornece um alimento com média de 16% de proteína bruta, 56,3% de NDT e 36,8% de FDA (BOUCHARD, 2012).

Para a ensilagem, a canola deve ser cortada, picada e ensilada como outras culturas de cereais exceto pelo fato de seus caules serem secos e possuírem alto teor de umidade, levando, portanto, mais tempos para atingir o ponto ideal. Se a ensilagem ocorrer com mais de 45% de MS, pode levar a uma fermentação inadequada devido as pontas de caules secos. Se a ensilagem ocorrer com o material muito úmido, resultará em um odor desagradável e uma baixa palatabilidade, devido ao alto teor de proteína (MONJARDINO et al., 2008).

Johnston (2009) destaca que a adição de inoculantes bacterianos para a silagem de canola pode ser benéfica na ensilagem dessas culturas, que são pobres em carboidratos solúveis.

A inclusão de feno ou silagem de canola na alimentação dos animais deve ser limitada a 50 a 60% da dieta total com base na matéria seca, devendo ser introduzida lentamente nas dietas dos bovinos durante um período de 7 a 10 dias, para evitar que os animais rejeitem o alimento e reduzir a incidência de distúrbios digestivos (SCHROEDER, 2008).

As forragens conservadas são utilizadas nos diversos sistemas de produção animal. No período de estiagem ou durante o período de inverno, quando a forragem disponível nas pastagens não possibilita o fornecimento de todos os nutrientes essenciais ou limita seu crescimento devido ao clima, recomenda-se a prática de conservação de forragens, garantindo o valor adequado de nutrientes, tanto em proporção, como quantidades suficientes para atender as exigências dos animais (REIS et al., 2001; AMES, 2012).

Nestes períodos, as forrageiras anuais de inverno já apresentam queda na qualidade, enquanto as espécies de verão ainda não estão aptas ao pastejo, o que leva o produtor a recorrer por alternativas que minimizem as possíveis quedas de produção nos setores de bovinocultura que dependem do alimento volumoso.

As principais formas de conservação de forragens são a ensilagem e fenação. Os primeiros estudos sobre silagens de capins no Brasil foram desenvolvidos nas décadas de 60 e 70, tendo o capim elefante como a espécie mais estudada (PEREIRA; RIBEIRO, 2008) e atualmente, as pesquisas tem se voltado ao estudo de outras forragens como os capins de clima tropical (tanzânia, mombaça, braquiária brizantha, tifton 85 e coastcross), gramíneas de clima temperado (aveia, azevém e triticale), a cana-de-açúcar e os grãos de cereais.

As gramíneas tais como o milho e sorgo apresentam características favoráveis ao processo fermentativo, entretanto são silagens de alto custo de produção (EVANGELISTA et al., 2009). Assim, outras espécies podem ser utilizadas com alternativa na produção de silagens como cana de açúcar, milheto e os capins usados para pastejo como as forrageiras tropicais e temperadas. Porém, estas espécies apresentam limitações ao não atender todas as características desejáveis ao processo fermentativo adequado e limitam-se ao produto exclusivo da silagem.

2.3.1 Silagem e a importância do processo fermentativo

As forragens conservadas como silagem podem ter seu valor alimentício alterado em função dos procedimentos adotados na sua produção e armazenamento, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos ocorridos durante o processo, exercendo influência marcante na composição química, ingestão e digestibilidade da forragem (JOBIM et al., 2007). Sendo assim, a ensilagem é uma prática eficiente de armazenamento e conservação de alimentos (SOUZA et al., 2012) com elevados teores de umidade, visando minimizar as perdas e obter uma reserva de alimentos para a época da seca.

Entretanto, de acordo com Weirich (2015) o momento ideal de corte é um dos grandes desafios na confecção de silagens, pois quando as forrageiras apresentam teores adequados de MS para ensilagem e o valor nutricional é baixo. Quando a forragem é colhida no estágio de elevado valor nutricional os teores de MS são baixos, com isso eleva-se a produção de efluentes e, como consequência, lixiviam grandes quantidades de nutrientes que possuem grande potencial poluente. Esperar por teores mais elevados de MS para o corte da forrageira acarretará em elevação dos teores de fibra e lignina, reduzindo a disponibilidade de nutrientes, além das dificuldades de compactação da massa ensilada.

Desta forma, ao realizar o processo de ensilagem, o ideal é que as plantas forrageiras possuam teor de matéria seca (MS) em torno de 30% a 35%, carboidratos solúveis de 8% a 12%, pH entre 3,8 e 4,2 e baixo poder tampão (McDONALD et al., 1991).

O tamanho médio de partícula, a compactação e vedação são variáveis de grande importância durante a ensilagem, pois partículas de tamanho elevado dificultam a compactação impedindo a expulsão do ar (oxigênio), fazendo com que a taxa respiratória e bactérias aeróbias permaneçam ativas por mais tempo provocando aumento da temperatura da massa e consumo de carboidratos solúveis, o mesmo ocorrendo com forragens em avançado estágio de maturidade (ITAVO; ITAVO, 2008).

A compactação ideal deve expulsar todo ar da massa ensilada, porém em caso de alto teor de umidade e compactação excessiva, pode haver aumento na produção de efluente, e consequente aumento nas perdas (ITAVO; ITAVO, 2008) e quando a confecção da silagem não é realizada com correta compactação e total vedação do silo, a entrada de ar é inevitável, e a fase de fermentação anaeróbica não é completada com sucesso, além de alterar a qualidade do valor nutritivo do material ensilado, devido à ocorrência de atividades de bactérias indesejáveis, fungos e leveduras.

Portanto, conforme descrito por Gonçalves (2011), o processo de fermentação do material ensilado passa por 4 fases, conhecidas como:

I. Fase aeróbica, a qual ocorre rápida redução da presença de oxigênio a fim de evitar a perda excessiva de matéria seca na forma de carboidratos ricos em energia;

II e III. “Lag fase” e fase de fermentação, onde consiste na ausência de O₂, com predominância das bactérias ácido-láticas heterofermentativas que consomem os carboidratos solúveis para produzir ácido lático e acético, que irão reduzir o pH de 6,0 para cerca de 4,8 e em seguida, ocorre predomínio das bactérias ácido-láticas homofermentativas, que transformam carboidratos solúveis em ácido lático, reduzindo rapidamente o pH;

IV. E por último, a fase de estabilização que se prolonga até a abertura do silo, mantendo o pH entre 3,8 e 4,2 e inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, a fim de preservar a qualidade da silagem.

Santos et al. (2012), descreve que Alimentos com baixos teores de MS favorecem o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, podendo ser divididas em sacarolíticas (*Clostridium butyricum*) que consomem açúcares e ácido lático e produzem ácido butírico; proteolíticas (*Clostridium sporogenes*) que degradam aminoácidos e geram como produto final amônia e aminas; e as sácaro-proteolíticas (*Clostridium perfringens*) que promovem o aumento da proteólise, e, conseqüentemente, do nitrogênio amoniacal, reduzindo o valor nutricional das silagens; apresentando elevada proliferação em alimentos que contenham teor de umidade acima de 72% e pH de 5,5 (McDONALD et al., 1991).

Outro fator importante no processo fermentativo, é a rápida estabilização do pH. Para que isso ocorra, é necessário que o material ensilado contenha quantidade adequada de carboidratos solúveis, favorecendo a proliferação dos microrganismos do gênero *Lactobacilo*, os quais produzem ácido lático (GUIM, 2002). Porém, silagens com elevados teores de umidade demoram para se estabilizar, permitindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis que consomem os carboidratos solúveis e os convertem em ácidos orgânicos de baixo poder ionizante, retardando a estabilização do pH em valores entre 3,6 e 4,2, e conseqüentemente reduzindo a fermentação láctica (NUSSIO et al., 2001).

2.4 Referências Bibliográficas

ABROL, D. P. Honeybees and rapeseed: a pollinator-plant interaction. **Advances in Botanical Research**. v.45, p.337-367. 2007.

ABROL, D. P.; SHANKAR, U. Pollination in oil crops: recent advances and future strategies, p. 221-267. In S. K. Gupta (ed.), **Technological innovations in major world oil crops**, vol. 2. Springer, New York, NY. 2012.

AGINFO - **For more information.** 2008. Agriculture Knowledge, Centre Saskatchewan Agriculture. Disponível em: <<http://www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=8733c510-d266-45ae-8904-f00b02a36b04>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2018.

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

ALI, M., S. SAEED, A. SAJJAD, e A. WHITTINGTON. In search of the best pollinators for canola (*Brassica napus* L.) production in Pakistan. **Appl. Entomol. Zool.** 46: 353–61, 2011.

ALVES, J.E.; FREITAS, B.M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.

AMES, L. P. **Sistemas de produção de feno de capim Tifton 85 no inverno.** p. 81, 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

ARANEDA-DURÁN, X.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. 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.

BANDEIRA, T. P.; CHAVARRIA, G.; TOMM, G. O. Desempenho agrônômico de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1332-1341, 2013.

BIESMEIJER, J. C. et al. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.

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. 44p.

BOUCHARD, K. **Canola As A Forage Crop.** Animal Nutritionist: Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/production/beef/canola-as-a-forage-crop.html>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

BUTIGNOL, C. A.; CORSEUIL, E. Efeitos de níveis populacionais de *Macrosiphum avenae* (Fabricius, 1775) localizado nas folhas ou espigas de trigo, em casa de vegetação (Homoptera:

Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 79-82, 1982.

CAMARGO, S. C. **Polinização em canola (*Brassica napus*) por *Apis mellifera* e *Tetragonisca angustula***. Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Zootecnia. 2017. 97 f.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Winnipeg, 2010. 38p.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Crop Production. 2016. Disponível em: <<https://www.canolacouncil.org/crop-production/>>. Acesso em: 28 de agosto de 2018.

CARDOSO, R. M. L.; OLIVEIRA, M. A. R.; LEITE, R. M. V. B. C.; BARBOSA, C. J.; BALBINO, L. C. **Doenças de canola no Paraná**. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28p.

CEMBRANEL, L. R.; KRÜGER, C. A. M. B.; OLIVESKI, F. E.; HENRIQUES, A. O. **Avaliação Técnica e econômica da cultura da canola em duas unidades de produção agrícola na região noroeste do Rio Grande do Sul**. XVI Jornada de Extensão. Relatório técnico-científico, 2015. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/4677>> . Acesso em 07 de janeiro de 2018.

CHAMBÓ, E. D.; DE OLIVEIRA, N.T.E.; GARCIA, R. C.; DUARTE-JÚNIOR, J. B.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C. and TOLEDO, V. A. A. Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by Africanized honeybees (Hymenoptera:Apidae) on two sowing dates. **An. Acad. Bras. Ciênc.** v. 86, p.2087–2100, 2014.

CHAMBÓ, E. D.; OLIVEIRA, N. T. E.; GARCIA, R. C.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; and TOLEDO, V. A. A. Statistical modeling of insect behavioral response to changes in weather conditions in *Brassica napus* L. **Arthropod. Plant. Interact.** v.1, p.1–9. 2017.

CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; ATTENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; KOTAKA, C. S.; SAKAGUTI, E. S. and MAGALAES, H. R. Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. merril). **Braz. Arch. Biol. Technol.** 48: 367–78. 2005.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura mensal da Canola**. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura mensal da Canola**. 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro 2018.

COUTO, R. H. N.; COUTO L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

DeMORI, C.; FERREIRA, P. E.P.; TOMM, G. O.; **Aspectos Econômicos e Conjunturais da Cultura da Canola no Mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 36 p.

DeGRANDI-HOFFMAN, G.; WATKINS, J. C. The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non-*Apis* bees on hybrid sunflower (*Helianthus annuus*) and its influence on cross pollination and seed. **Journal of Apicultural Research**. v.39, p.37-45. 2000.

DELAPLANE, K. S. MAYER, D. F. Crop pollination by bees. **CABI Publishing**, New York, NY. 2000.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mercado de cultivares – Sementes e mudas**. 2012. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/tema-mercado-de-cultivares/sobre-o-tema>> . Acesso em: 10 de fevereiro de 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da Canola**. 2016. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/index.html>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2018.

EVANGELISTA, A. R.; SIQUEIRA, G. R.; LIMA, J. A.; LOPES, J. and De REZENDE, A. V. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 1, p. 20-26, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**. Paris: OECD Publishing.

FIGUEIREDO, D.F.; MURAKAMI, E.A.; PEREIRA, S.A.M; FURLAN, C.A.; TORAL, B.L. F. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1321-1329, 2003.

FREE, J.B. Studies on the pollination of fruit trees by honey-bees. **Journal of the Royal Society**. v. 87, p.302-309,1962.

FREE, J. B. The pollination requirements of brood beans field beans (*Vicia faba*). **Journal Agriculture of Science**. Cambridge: v.66, n. 3, p. 395-7. 1966.

FREE, J. B. **Insect Polination of crops**. London: Academic Press, 1970. 544p.

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

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

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. **Polinização agrícola e sua importância no Brasil**. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D.; SARAIVA, A. M. Polinizadores no Brasil. Contribuição e Perspectivas Para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012, 488p.

GARCÍA, G. A. G. **Silagem de grão úmido de milho ou de polpa de citros para vacas leiteiras em pasto de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte. 52f. 2007.

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA V. L.; and SARAIVA. A. M. Crop pollinators in Brazil: A review of reported interactions. **Apidologie**. v. 46, p. 209–23, 2014.

GONÇALVES, J. A. G. **Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes**. 2011. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – Paraná.

GUIM, A. RUGGIERI, A. C. ANDRADE, P. MALHEIROS, E. B. Efeito de inoculante microbiano sobre consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente das silagens de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 24, n.6, p.1045-1053, 2002.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2005. **Conservação e uso de polinizadores no cenário mundial e no brasileiro**. In: 57a. Reunião Anual da SBPC, 2005, Fortaleza. Anais da 57a. Reunião Anual da SBPC, v. 57.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Movimento da apicultura no ano nos estabelecimentos agropecuários, por condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3295>>. Acesso em: 18 de setembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Trimestral do Leite**. 2018. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 20 de setembro de 2018.

IRIARTE, L. B.; VALETTI, O. E.; APPELLA, C. Descripción de la planta. Cultivo da Colza. Buenos Aires: **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária** – INTA, 2008. 156p.

ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F. Estratégias para o uso de subprodutos da agroindústria associados às silagens. In: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...C.C.**; CECATO, U.; CANTO, M. W. (orgs). Maringá:Masson, p.153-195. 2008.

JINLING, M. Pollen selection for cold resistance at flowering time in *Brassica napus*. **Cruciferae Newsletter**, v.19, p.85-86, 1997.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A. and SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

JOHNSON-FLANAGRAN, A. M.; HUIWEN, Z.; GENG, X.; BROWN, D. C. W.; NYKIFORUK, C. L.; SINGH, J. Frost, abscisic acid, and desiccation hasten embryo development in *Brassica napus*. **Plant Physiology**, v. 99, p. 700-706, 1992.

JOHNS, M. and YAREMCIO, B. Nitrate Risk in Forage Crops - Frequently Asked Questions. Ag - Info Centre, **Alberta Agriculture & Rural Development**. 2018. Disponível em: <[https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/faq8911](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/faq8911)>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

JOHNSTON, C. **Canola For Forage**. With potentially high feed costs could crops damaged by drought or frost provide an economical and nutritious winterfeed alternative. The Cattle Site, 2009. Disponível em: <<http://www.thebeefsite.com/articles/2115/canola-for-forage/>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

KENNEDY, C. M.; LONSDORF, E.; NEEL, M. C.; WILLIAM, N. M.; RICKETTS, T. H.; WINFREE, R.; BOMMARCO, R.; BRITAIN, C.; BURLEY, A. L.; CARIVEAU, D.; CARVALHEIRO, L. G.; CHACOFF, N. P.; CUNNINGHAM, S. A.; DANFORTH, B. N.; DUDENHOFFER, J.; ELLE, E.; GAINES, H. R.; GARIBALDI, L. A.; GRATTON, C.; HOLZCHUH, A.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; JHA, S.; KLEIN, A. M.; KREWENKA, K.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L.; NEAME, L. A.; OTIENO, M.; PARK, M.; POTTS, S.G.; RUNDLOF, M.; SAEZ, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TAKI, H.; VIANA, B. F.; WESTPHAL, C.; WILSON, J. K.; GREENLEAF, S. S.; KREMEN, C. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecol. Lett.** 16: 584–99. 2013.

KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**. v. 5, n.1. 2001. 8p.

LORENZON, M. C. A. **Polinização entomófila em *Allium cepa* L. para produção de sementes híbridas** (Dissertação de Mestrado). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 92 f.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; TOLEDO, V. A. A. Abelhas visitantes nas flores da jabutivabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2004.

MANNING, R.; BOLAND, J. A preliminary investigation into honey bee (*Apis mellifera*) pollination of canola (*Brassica napus* cv Karoo). **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.40, p.439-442. 2000.

MARTINS, E. A. C.; MACHADO, R. J. P.; LOPES, J. Atrativo para abelhas em campos de produção de sementes de girassol colorido híbrido. **Revista Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 489-494, 2005.

MAYER, C. Pollination services under different grazing intensities. **Journal International of Tropical Insect Science**. v. 24. p. 95-103. 2004.

McCLINCHEY, S. L.; KOTT, L. S. Production of mutants with high cold tolerance in spring canola (*Brassica napus*). **Euphytica**, v. 162, p. 51-67, 2008.

McDONALD, P. J, HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage** (2 Ed.) Mallow Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MELLO, I. L. C. e TEIXEIRA, R. M. A. Perfil das propriedades leiteiras pertencentes ao programa Curral Bonito município de Rio Pomba, MG. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 1, p. 19-30, 2017.

MESQUIDA, J.; MARILLEAU, J.; PHAM-DELEGUE, M. A study of rapeseed (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) flower nectar secretions. **Apidologie**, v. 19, p. 307-318, 1988.

MONJARDINO, M; REVEL, D.; PANNELL, D. J. The potential contribution of forage shrubs to economic returns and environmental management in Australian dryland agricultural systems. *Agricultural Systems*. Volume 103, p. 187-197, 2010.

MORETE, A. C. C. C.; MARCHINI, L. C.; REGITANO D'ARCE, M. A. B. Observações sobre polinização entomófila do gergilim (*Sesamum indicum* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Porto Alegre: v.17, n.1, p. 127-34. 1988.

MORETI, A. C. C. C.; MARCHINI, L. C.; SCHAMMASS, E. A. Comparação entre diferentes métodos de cobertura de plantas para impedir o acesso de abelhas às flores, em testes de polinização. **Boletim de Indústria Animal-Instituto de Zootecnia**. Nova Odessa, SP, v.48, n. 1, p.49-56. 1991.

NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VEDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. and OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**, Fealq. 920 p. 2002.

NANDA, P.; BHARGAVA, S. C.; RAWSON, H. M. Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and áreas em *Brassica campestris*, *B. Juncea*, *B. Napus* and *Carinata*. **Field Crops Research**, v. 42, p. 125-134, 1995.

NDSU - North Dakota State University – **Canola Possible Forge Crop for Livestock – Ag news from NDSU**. Saskatchewan Agriculture. Beef Cow Rations and Winter Feeding Guidelines. 2008.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; PEREIRA, J. M. S.; COUTO, L. A. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana). **Científica**, v.18, n.1, p.21-27, 1990.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; SILVA, C. I.; ROLDÃO, Y. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, pp 537–546, 2016.

NUSSIO, L. G.; SIMAS, J. M. C.; LIMA, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). **Anais... 2º Workshop sobre milho para silagem**. 1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, v. 1, p. 11-26.

OGTR - OFFICE OF THE GENE TECHNOLOGY REGULATOR. **Biology of *Brassica napus* L. (Canola)**. Australian: OGTR, 2011.

OGTR - Office of the Gene Technology Regulator. **The biology of *Brassica napus* L. (Canola) and *Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss. (Indian mustard)**. Austrália: Office of the Gene Technology Regulator. 2016.

OLIVEIRA, R. **Cultivo da Canola ganha novos campos no Paraná**. 2011. Paraná Online. Disponível em: <<http://www.paranaonline.com.br/canal/rural/news/304908/?noticia=cultivo+da+canola+ganha+novos+campos+no+parana>>. Acesso em: 18 de dezembro 2017.

PAOLETTI, M. G. Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes: practical use of invertebrates to assess sustainable land use. New York: M.G. **Paoletti, Elsevier**, 1999.

PECH, J. C., PURGATTO, E., BOUZAYEN, M., LATCHÉ, A. Ethylene and fruit ripening, **Ann. Plant Rev.**, vol. 44, pp. 275–304, 2012.

PEREIRA, A. C.; RIBEIRO, T. **A Qualidade na Produção Vinícola**. 2008. 63p. Monografia (Graduação em Administração) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília. 2008.

PORDEL, M. R., HATAMI, B.; MOBILI, M.; EBADI, R. Identification of insect pollinators of three different cultivars of winter canola and their effect on seed yield in Isfahan. **Journal Of Science And Technology Of Agriculture And Natural Resources**. v.10, p.413-426. 2007.

REIS R. A.; MOREIRA A. L.; PEDREIRA A. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...** Maringá. p. 1-39, 2001.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F.; CAWLEY, S.; POTTER, T. D.; BURTON, W.; WALTON, G. H.; THOMAS, G. Growth and yield differences between triazine-tolerant and non-triazine-tolerant cultivars of canola. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 643-651, 2002.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F.; BAMBACH, R. Response of canola and Indian mustard to sowing data in the grain belt of Worth-Eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 43-52, 2004.

ROBINSON, W. S., NOWOGRODZKI, R.; MORSE, R. A. The value of honeybees as pollinators of U.S. crops. *Am. Bee J.* 129: 411-423. 1989.

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, A. S.; BLOCHTEIN, B.; FERREIRA, N. R.; WITTER, S. *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potencial *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Southern Brazilian. **Brazilian Journal of Biology**. v.70, n. 4, p. 1075–1081. 2010.

RUBIS, D. D.; LEVIN, M. D.; MCGREGOR, S. E. Effects of Honey bee activity and cages on attributes of thin-hull and normal safflower lines. **Crop Science**. Madison: v. 6, n.1, p.11-4. 1966.

SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; MARCEAU, J. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Density on the Production of Canola (Cruciferae: Brassicaceae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 367-372. 2005.

SALVADORI, J. R. Pragas de trigo no Brasil. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D. da; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais - Departamento de Fitossanidade, 2000a. p. 155-167.

SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. In: CUNHA, G. R. da; BACALTCHUK, B. (Org.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul - Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000b. p. 267-287.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 52 p.

SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A. BEZERRA, H. F. Avaliação microbiológica de silagens. In SIMPÓSIO MARANHENSE DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES A PASTO. 2012, Chapadinha. **Anais...** Chapadinha, MA: SIMPRUPASTO, 2012. p.91-127.

SANTOS, N. W.; SANTOS, G. T. D.; SILVA-KAZAMA, D. C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v. 159, p. 37-45, 2014.

SCHROEDER, J. W. Canola can be a feed source if producers follow some common-sense precautions when introducing it to their livestock. **NDSU Agriculture Communication**. (701) 231-7663. 2008.

SEAB. SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. DERAL. 2011. **Comparativo de Área, Produção e Produtividade**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>>. Acesso: 21 de janeiro de 2018.

SHEPHERD M.; BUCHMANN S. L.; VAUGHAN M.; BLACK S. H. Pollinator conservation handbook. **The Xerces Society**, Portland, Oregon, 2003. 145p.

SILVA, J. D. **Análise de Alimentos: (Métodos Químicos e Biológicos)**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUZA, L. C.; ZAMBOM, M. A.; POZZA, M. S. S.; NERES, M. A.; RADIS, A. C.; BORSATTI, L.; CASTAGNARA, D. and GUNDT, S. Development of microorganisms during storage of wet rewey waste under aerobic and anaerobic conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 188-193, 2012.

TEIXEIRA, L. M. R.; ZAMPIERON, S. L. M. Estudo da fenologia, biologia floral do girassol (*Helianthus annuus*, Compositae) e visitantes florais associados, em diferentes estações do ano. **Ciência et Praxis**, v. 1, n. 1, p. 5-14, 2008.

THOMAS, P. **The grower's manual**. Winnipeg: **Canola Council of Canada**, 2003. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola_grower's_manual_contents> Acesso em: 19 de janeiro de 2018.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC). **Neotropical entomology**, v. 31, n. 1, p. 027-034, 2002.

TOLEDO, V. A. A.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; BAITALA, T. V.; COSTA-MAIA, F. M.; PEREIRA, H. L.; HALAK, A. L.; CHAMBÓ, E. D.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranja (Citrus sinensis L. Osbeck). **Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon**, v.12, n.4, out./dez., p.236-246, 2013.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32p.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p.

TREU, R. and EMBERLIN, J. Pollen dispersal in the crops maize (*Zea mays*), oil seed rape (*Brassica napus* ssp. oleifera), potatoes (*Solanum tuberosum*), sugar beet (*Beta vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*): Evidence from publications. A report for the soil association. Worcester: Soil Association. 2000.

USDA - United States Department of Agriculture. 2016. **Production, supply, and distribution (PS&D)**. disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/compositeViz>. Acesso em: 03 de março de 2018

VIEIRA, R. E.; KOTAKA, C. S.; MITSUI, M. H.; TANIGUCHI, A. P.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; TERADA, Y.; SOFIA, S. H.; COSTA, F. M. Biologia floral e polinização por abelhas em siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 857-861, 2002.

WEIRICH, D. 2015. 71f. **Uso de vácuo e inoculante na produção de silagem de capim-tifton 85**. Mestrado em Zootecnia (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2015.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.38. n.12, p.1399-1407. 2003.

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. 44p.

3 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o valor nutricional da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização. O experimento teve duração de 17 de junho de 2016 a 04 de fevereiro de 2017 e os tratamentos foram constituídos pela combinação de três testes de polinização, definidos como: área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera*, área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos – controle, com quatro repetições e cinco tempos de abertura (0, 30, 60, 90 e 120 dias), totalizando 60 unidades experimentais. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados os teores de matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, lignina, celulose e hemicelulose. Para a comparação das médias entre os testes de polinização sobre as variáveis analisadas, utilizou-se o teste de Tukey. Os efeitos de tempo de abertura foram analisados por meio de equações de regressão. A silagem de canola apresenta componentes nutricionais elevados, ficando estes dentro do recomendado para a alimentação de ruminantes. Os testes de polinização interferiram nos teores de extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em ácido e lignina. As demais variáveis avaliadas não sofreram interferência dos testes de polinização.

Palavras-chave: abelhas, alimentação de ruminantes, conservação de forragens, valor nutricional.

3 BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF CANOLA SILAGE (*Brassica napus* L.) SUBMITTED TO POLLINATION TESTS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the nutritional value of canola silage (*Brassica napus*) submitted to pollination tests. The experiment lasted from June 17, 2016 to February 4, 2017 and the treatments were constituted by the combination of three pollination tests, defined as: covered area and a pollinating cage with a colony of *Apis mellifera*, area covered with cage (0, 30, 60, 90 and 120 days), with a total of 60 experimental units. The experimental design was the one of randomized blocks with parcels subdivided in the time. The content of dry matter, mineral matter, organic matter, crude protein, ethereal extract, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, nitrogen insoluble in acid detergent, nitrogen insoluble in neutral detergent, lignin, cellulose and hemicellulose were evaluated. For the comparison of the means between the pollination tests on the variables analyzed, the Tukey test was used. The effects of opening time were analyzed by means of regression equations. The canola silage has high nutritional components, being these within the recommended one for the feeding of ruminants. The pollination tests interfered in the contents of ethereal extract, acid insoluble nitrogen and lignin. The other variables evaluated were not affected by pollination tests.

Keywords: bees, conservation of forages, feed of ruminants, nutritional value.

3.1 Introdução

Para manter a alta produtividade de ruminantes é necessária a utilização de forrageiras de alta qualidade, e que o mesmo possa reduzir os custos da alimentação concentrada (MOREIRA et al., 2001). Os pecuaristas do Brasil dispõem de uma ampla variedade de plantas forrageiras conservadas na forma de silagem, como por exemplo, milho, sorgo, cana-de-açúcar e capins de várias espécies para suplementação dos seus animais no período de escassez de pastagens.

O milho é cada vez mais recomendado para o processo de ensilagem, entre as várias plantas utilizadas, devido a suas características consideradas ideais para este processo, bem como por se tratar de uma cultura tradicional e de maior expressão no Brasil (OLIVEIRA et al., 2007). Entretanto, a canola apresenta valores nutricionais comparativos ao milho e a alfafa.

No Brasil, a silagem de canola não tem sido estudada, mas alguns trabalhos realizados na Austrália e no Canadá demonstraram que é possível produzir silagem de canola em quantidade e qualidade satisfatórias (SCHROEDER, 2008). Na Austrália, a canola vem sendo amplamente empregada na forma de feno e silagem, bem como para pastejo (SCHROEDER, 2008). Os produtores de leite do Canadá estão utilizando a canola como fonte alimentar para manter a produção em períodos de escassez (JOHNSTON, 2009).

Assim, o uso adequado de tecnologias garante a produção e o suprimento nutricional animal, em especial, o uso de silagem, feno e pré-secado, que preserva o valor nutricional da planta e pode ser fornecido em períodos de pastagem insuficiente ou durante o ano todo.

Algumas pesquisas vêm sendo realizadas no Brasil com o intuito de avaliar a produção da cultura quando submetida à polinização (CHAMBÓ et al., 2014; ROSA et al., 2010; WITTER et al., 2014; CAMARGO, 2017). Porém, não há informações sobre os componentes nutricionais da silagem de canola produzida no Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental, Setor de Cultivo Protegido e Controle Biológico, Prof. Dr. Mário César Lopes e Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Laboratório de Sementes, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE,

localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil, localizada nas coordenadas 54° 22' W longitude, latitude 24° 46'S e altitude de 420 m, durante o período de 17 de junho de 2016 a 04 de fevereiro de 2017.

De acordo com EMBRAPA (2006), o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico com textura argilosa (629,0 g kg⁻¹ de argila) e as características químicas evidenciadas pela análise do solo apresentou valores de P = 5,73 mg dm⁻³; K⁺ = 0,32 cmol_c dm⁻³; Al = 8,26 cmol_c dm⁻³; pH em água = 4,36; M.O. = 19,14 g dm⁻³; H+Al = 9,27 cmol_c dm⁻³ e C.T.C. = 15,38 cmol_c dm⁻³ na safra 2016. Na safra de 2017 os valores foram: P = 6,52 mg dm⁻³; K⁺ = 0,27 cmol_c dm⁻³; Al = 15,21 cmol_c dm⁻³, pH em água = 4,53; M. O. = 43,74 g dm⁻³; H+Al = 4,11 cmol_c dm⁻³; C.T.C. = 7,46 cmol_c dm⁻³.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tipo *Cfa*, subtropical (CAVIGLIONE et al., 2000), com média anual de precipitação entre 1600 e 1800 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 75%. A média anual de temperatura apresenta-se na faixa de 22 a 23°C.

Os dados climáticos ao longo do experimento foram obtidos junto à Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon, instalada na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, pertencente à UNIOESTE, situada a 24°31'59,80" de latitude Sul e 54°01'02,82" de longitude Oeste, a 400 m de altitude em relação ao nível do mar. Os valores médios mensais referentes à precipitação e temperatura (mínima, média e máxima), durante a semeadura e desenvolvimento da canola (*B. napus*) e períodos de conservação da silagem e aberturas dos silos são apresentadas nas Figura 1.

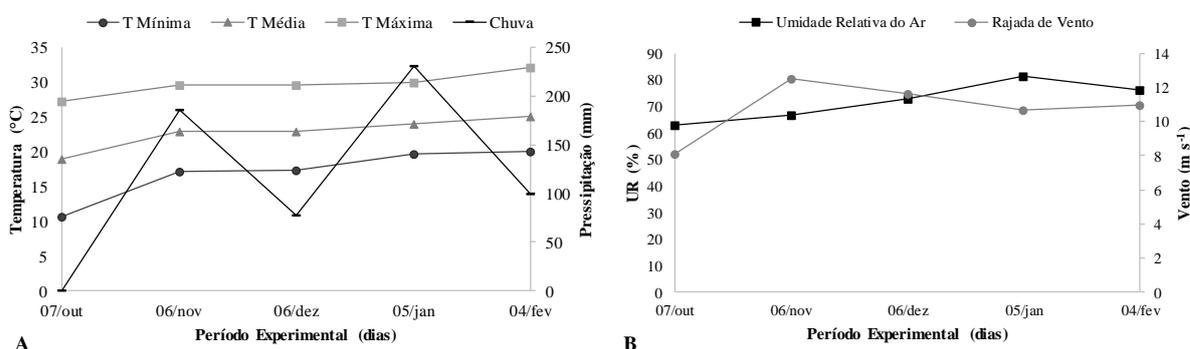


Figura 1. Dados meteorológicos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e velocidade vento (m s⁻¹) durante período experimental, 2016/2017.

Fonte: Estação Meteorológica, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, instalado na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

A canola (*B. napus*) foi semeada em 17 de junho de 2016, com o auxílio de uma semeadora de hortaliças, mantendo um espaçamento entre linhas de 0,45 cm, a uma profundidade de 1 a 2 cm e um número de plantas viáveis após o desbaste de 26 plantas por metro linear, utilizando o híbrido Hyola 433. O controle das plantas daninhas foi realizado com capina manual e adubação, com base nas interpretações da análise química do solo, de acordo com as recomendações sugeridas pela EMBRAPA (TOMM et al., 2009).

Os tratamentos utilizados foram três testes de polinização:

- 1 - Área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) - AGCA;
- 2 - Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas – AGSA;
- 3 - Área demarcada livre à visitação de insetos (controle) – ALI.

A emergência das plantas foi verificada a partir de quinze dias após a semeadura, no dia 02 de julho de 2016 e, cinquenta e cinco dias após a emergência (26/08/2016) foram montadas as gaiolas, quando havia em média, 10% de floração. As gaiolas de polinização foram confeccionadas com tela de nylon de malha 2x2 mm na cor branca, apoiadas por tubos de ¾ de polegada em PVC, com 4m de largura, 6m de comprimento e 2 m de altura na parte mais alta, perfazendo uma área útil de 24 m² (CHIARI et al., 2005).

No período inicial de florescimento, sessenta e um dias após a germinação (01/09/2016), os canteiros dispostos com gaiolas para o tratamento AGCA, receberam uma colônia de *Apis mellifera* africanizada, instalada em núcleo, com cinco quadros, sendo três com cria e dois com alimento e durante toda a floração, as colônias receberam, de forma individual, água potável e ½ L de xarope, com concentração de açúcar em torno de 50%, como complemento alimentar (FREE, 1993).

Entre os dias 16 a 18/09/2016 (76 a 78 dias após a emergência) foi observado a infestação de pulgão (*Brevicoryne brassicae*) (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), que ocorre em reboleiras ou em infestações generalizadas, em especial no período de inflorescências, da alongação das síliquas à maturação dos grãos (TOMM, 2007). Devido à presença das colmeias, no dia 22/09/2016 foi realizado o controle a partir do manejo biológico com soltura de joaninhas (*Hippodamia sp.*) (Guérin-Meneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) nos canteiros.

Noventa dias após a emergência, ou seja no dia 30/09/2016, as colônias de abelhas *A. mellifera* foram retiradas e as gaiolas desmontadas. No dia 07/10/2016 ocorreu o corte das plantas, de forma manual, quando estas apresentavam aproximadamente 20 a 30% de MS e a trituração das plantas com uma ensiladeira acoplada ao trator.

Foram utilizados silos de cano de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Na parte superior dos silos, foi adaptada uma válvula tipo Bunsen na tampa, visando à eliminação dos gases produzidos. No momento da ensilagem, uma camada de 0,5 kg de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo, separada por um tecido de algodão para escoamento de possíveis líquidos, evitando o contato da areia com a silagem. A compactação foi realizada com o auxílio de um bastão de madeira e as tampas foram lacradas com fita adesiva e não houve adição de inoculantes. Os silos experimentais foram armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas até o momento da abertura.

Os silos foram abertos para análises de acordo com os períodos de armazenamento, sendo estes: dia 0 (momento da ensilagem) e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. Assim, o delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com três tratamentos, quatro repetições e cinco tempos de abertura, totalizando 60 amostras, perfazendo 48 silos.

Na abertura dos silos experimentais, descartou-se uma camada de 5 cm do material ensilado, na porção superior e inferior dos silos e o material central foi homogeneizado, amostrado e encaminhado para o laboratório de Nutrição Animal. Para as análises bromatológicas, foram coletadas aproximadamente 300 g de amostra, acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar, sob temperatura de 55°C, por 72 horas e moídas em moinho faca do tipo Willey, com peneira de crivos de 1 mm, para as posteriores análises.

Foram avaliados os teores de matéria seca (MS) e de matéria mineral (MM), de acordo com o descrito por Silva; Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a fórmula: $MO = 100 - \% MM$.

Para a avaliação de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguiu-se a metodologia de acordo com AOAC (1990). Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme Van Soest (1994). As amostras provenientes das análises de FDN e FDA permitiram AS demais análises, a partir de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

A determinação da lignina foi realizada com o uso de ácido sulfúrico a 72%, conforme a metodologia proposta por Van Soest (1994). Os valores de celulose e hemicelulose seguiram as recomendações de Silva; Queiroz (2006), a partir da diferença entre valores de FDN, FDA e lignina.

Os dados referentes à comparação entre os tratamentos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os valores médios foram comparados entre si pelo teste de

Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os dados nos diferentes tempos foram avaliados por análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SAS®.

3.3 Resultados e Discussão

A silagem de canola apresentou valores nutricionais elevados, porém os testes de polinização interferiram ($p < 0,05$) somente sobre as variáveis extrato etéreo, NIDA e lignina (Tabela 1).

Os tratamentos com gaiola de polinização e uma colônia de *A. mellifera* e livre a visitação de insetos, apresentaram maiores teores de extrato etéreo (EE), com 12,57 e 13,09 g Kg^{-1} MS a mais que a área coberta com gaiola de polinização sem abelhas (Tabela 1). A maior produção de siliques, semestes e óleo em áreas visitadas por abelhas *A. mellifera*, pode ter influenciado para que valor de EE tenha sido superior nos tratamentos onde havia a presença de agentes polinizadores.

Tabela 1. Teores de extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina (LIG) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

Tratamentos	
	EE (g Kg^{-1} MS)
AGCA	50,78 A
AGSA	38,21 B
ALI	51,30 A
CV (%)	16,84
DMS	0,60
	NIDA (g Kg^{-1} MS)
AGCA	28,67 A
AGSA	25,23 B
ALI	26,95 Ab
CV (%)	11,26
DMS	0,23
	LIG (g Kg^{-1} MS)
AGCA	186,46 Ab
AGSA	183,37 B
ALI	192,86 A
CV (%)	5,86
DMS	0,84

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos. CV: Coeficiente de Variação e DMS: Diferença Mínima Significativa.

Várias fontes de lipídios na alimentação de ruminantes vêm sendo pesquisadas, como gordura animal e sementes oleaginosas, tais como algodão e soja (STERN; ILLG, 1991) e o uso de óleo em rações para ruminantes tem demonstrado efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução da concentração de amoníaco ruminal (NH_3), aumento na eficiência da síntese microbiana e aumento de ácido linoléico conjugado (CLA) no leite, que tem sido considerado um importante agente anticarcinogênico (LIN et al., 1995).

Para os teores de NIDA o tratamento com gaiola de polinização e uma colônia de *A. mellifera* foi significativo em relação ao tratamento com gaiola de polinização e sem *A. mellifera*. Para lignina, o tratamento livre à visitação de insetos obteve maiores valores em relação ao tratamento com gaiola de polinização sem *A. mellifera* (Tabela 1). Estes valores podem ter relação ao fato de a área vedada a visitação apresentar menor desempenho e senescência mais tardia, pois de acordo com Durán et al. (2010), locais com gaiolas de polinização, a tendência é que haja aumento da temperatura interna e redução da quantidade de radiação solar e diminuição da velocidade do vento, podendo afetar o desenvolvimento das plantas.

Para as demais variáveis avaliadas, não houve diferença estatística entre os tratamentos ($P > 0,05$) e, quando observado o comportamento das variáveis em relação aos tempos de abertura dos silos, nota-se que a grande maioria apresentou comportamento quadrático ou cúbico (Figuras de 2 a 6).

Os teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) apresentaram aumento no decorrer do período de fermentação, enquanto a matéria orgânica apresentou queda. A matéria seca no tempo 0, que se refere ao corte da forragem, estava em torno de 9,2%, tendo acréscimo para valores próximos a 9,5% aos 120 dias de abertura (Figura 2).

De acordo com Rotz; Muck (1994), o aumento no teor de matéria seca ao longo do tempo de armazenamento é favorável, pois indica a redução da umidade, sendo este um fator importante para a redução dos microrganismos do gênero *Clostridium*, os quais ocasionam a deterioração das silagens por meio da fermentação butírica.

Ainda, conforme McDonald et al. (1991), os teores de matéria seca preconizados devem estar entre 300 a 350 g kg^{-1} , para se evitar fermentações indesejáveis, pois, abaixo destes valores pode ocorrer aumento da população de bactérias do gênero *Clostridium*, que se desenvolvem melhor em silagens úmidas e de pH mais elevado.

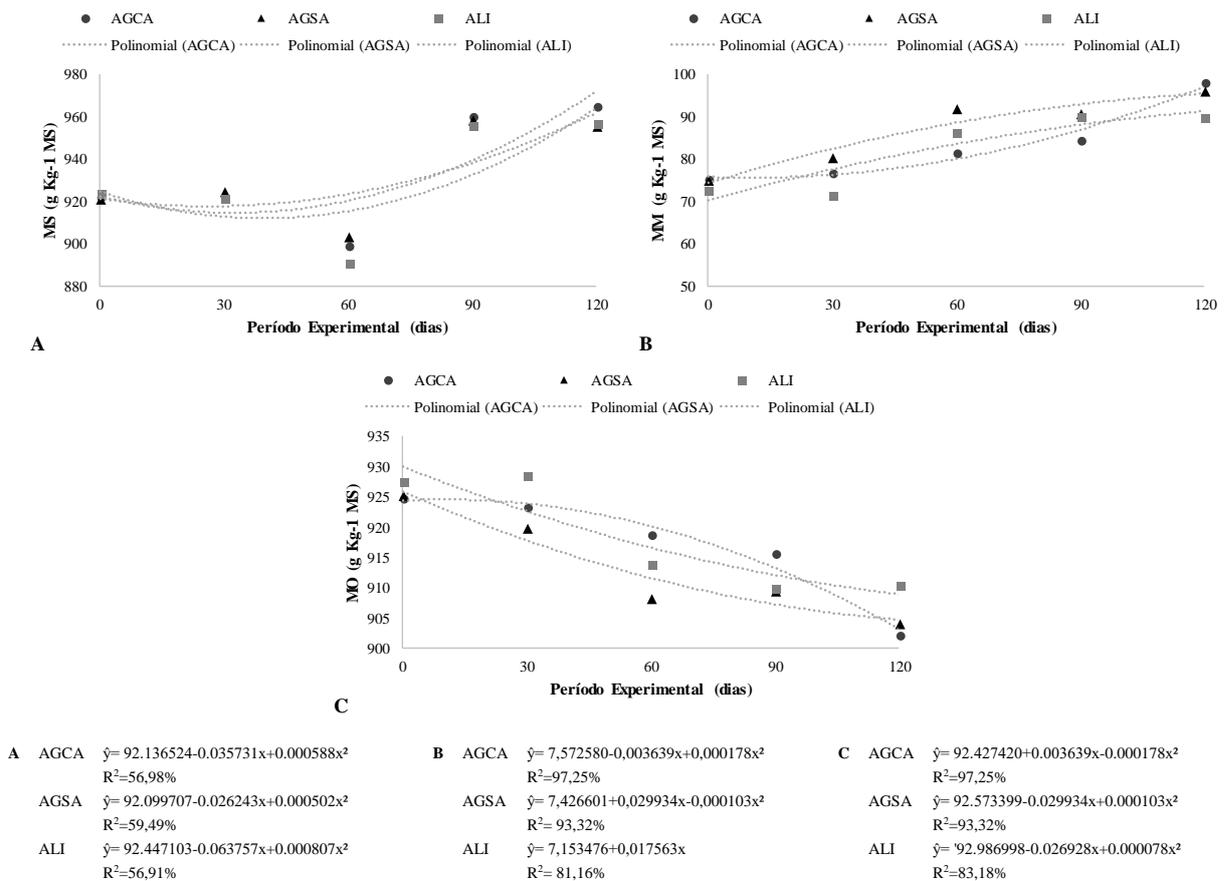


Figura 2. Teores de: A – matéria seca (MS), B - matéria mineral (MM) e C - matéria orgânica (MO) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização, em relação aos tempos de abertura.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Por outro lado, silagens com teor de matéria seca superior a 40% também podem apresentar baixa qualidade nutricional, pois são mais susceptíveis a danos por aquecimento e aparecimento de fungos, uma vez que a remoção de oxigênio é dificultada, por não permitir compactação adequada (Van Soest, 1994).

Para os teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), a silagem apresentou comportamento quadrático e cúbico, respectivamente (Figura 3), sendo semelhante para todos os tratamentos. A PB apresentou queda em seus valores com o decorrer do tempo de abertura, variando de 125 a 100 g Kg⁻¹ MS, com queda mais acentuada até os 30 dias, mais amena até 60 dias e teor mínimo aos 90 dias. O teor de EE apresentou ligeiro aumento aos 30 dias, com posterior queda aos 60 e 90 dias de abertura (Figura 3). Com relação ao tratamento com gaiola de polinização sem abelhas, observa-se que amostra da abertura já iniciou com valor inferior aos demais tratamentos, apresentando aumento após os 90 dias, superando o valor inicial.

Constata-se que, os valores médios encontrados neste estudo ficaram acima dos 70 g kg⁻¹ MS, teor mínimo que limita o consumo de matéria seca, devido à deficiência de proteína degradável no rúmen para atender o crescimento microbiano e a atividade fermentativa (VAN SOEST, 1994).

Gomes et al. (2006) e Ferreira et al. (2005) encontraram valores de PB variando de 3 a 7% para a silagem de sorgo e em torno de 8% no milho com espiga, portanto, valores inferiores aos observados neste experimento, que mantiveram um mínimo em torno dos 100 g Kg⁻¹ de PB na matéria seca.

Segundo Van Soest (1994), os teores de PB não apresentam variações significativas ao longo do processo fermentativo, muito embora as frações nitrogenadas possam apresentar alterações em diversas proporções.

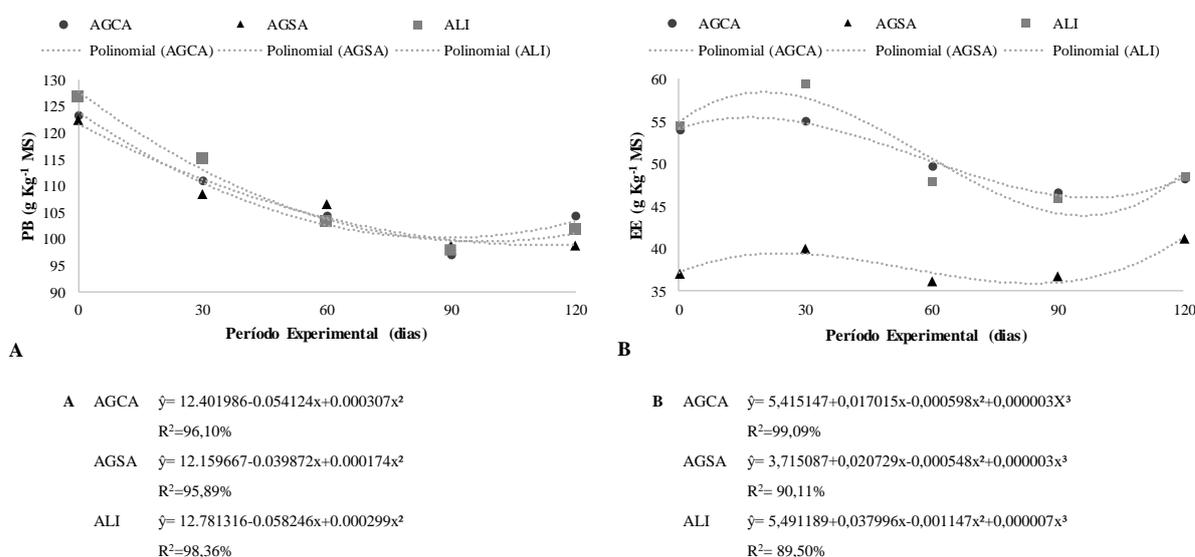


Figura 3. Teores de: A – proteína bruta (PB) e B – extrato etéreo (EE) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Desde que considerado no momento do balanceamento de dietas para ruminantes, o elevado conteúdo de EE das silagens é um fator positivo, pois os lipídeos constituem boa fonte de energia para esses animais. Ressalta-se, entretanto, que o teor total de EE na dieta, em especial de ácidos graxos insaturados não-protégidos da fermentação ruminal, deve ser controlado, pois teores superiores a 8% na dieta diminuem a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994). Além disso, o excesso de gordura na dieta também pode reduzir a ingestão de MS e a taxa passagem (NRC, 2001).

O comportamento quadrático, com elevação de teores por ocasião da abertura aos 60 dias foi observado para as variáveis FDA e FDN (Figuras 4 e 5), da mesma forma que ocorreu ligeiro acréscimo nos teores de NIDA nesse período, exceto para o tratamento com gaiola de polinização e uma colmeia de *A. mellifera*, que apresentou redução até 60 dias, e ligeiro acréscimo depois (Figuras 4).

Sabe-se que valores altos de NIDA podem interferir na produção de proteína microbiana e comprometer o aporte de aminoácidos no intestino delgado dos ruminantes, resultando em balanço negativo, mesmo com níveis adequados de PB nas dietas, por isso os valores de NIDA não devem ultrapassar 100 g kg^{-1} (EUCLIDES; MEDEIROS, 2003).

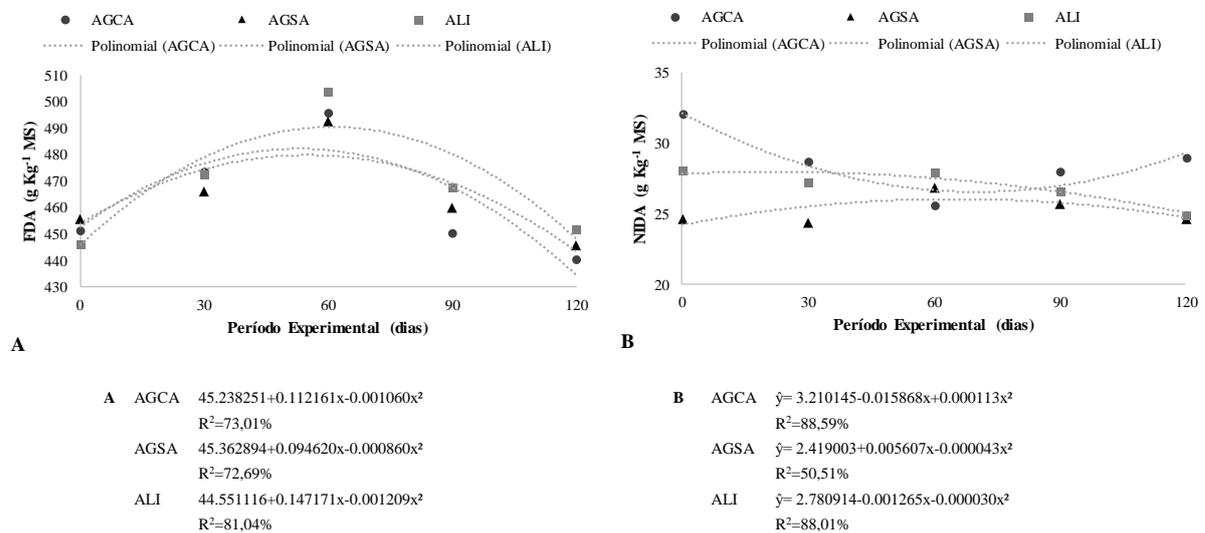


Figura 4. Teores de: A – fibra em detergente ácido (FDA) e B – nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Mello et al. (2006) obtiveram valores entre 22 e 34%, de FDA para silagem de milho de diferentes cultivares e Jacovetti (2012) obteve valores de FDA variando entre 25 e 28%, durante o processo fermentativo. Quando retirada as espigas, os valores de FDA variaram de 26 a 38%, sendo esses valores maiores que os observados para o milho integral em função da redução proporcional da quantidade de carboidratos não estruturais das espigas (FERREIRA et al., 2005). Os valores observados neste estudo ficaram acima dos encontrados na literatura para a silagem de miho.

Forragens com valores de FDA próximos de 30% possuem maiores níveis de consumo, enquanto que, com teores acima de 40%, são menos consumidas (HILL et al., 1996). Apesar

desta observação, o teor de FDN constitui o componente bromatológico do volumoso que possui mais estreita correlação com o consumo, sendo que, valores superiores a 550 a 600 g kg⁻¹ limitam o consumo de matéria seca, por causar efeito de enchimento do rúmen (VAN SOEST, 1994).

Quanto menor o teor de FDN na planta, maior é a disponibilidade de nutrientes no conteúdo celular, e a celulose e hemicelulose conseguem fermentar mais rapidamente no rúmen devido a menor lignificação (JACOVETTI, 2012). De acordo com o mesmo autor, a redução da fibra em detergente neutro durante o processo fermentativo ocorre devido à solubilização da hemicelulose, por meio dos micro-organismos hemicelulolíticos.

Para silagem de milho, os teores de FDN obtidos por Mello et al. (2006), variaram de 43 a 61%, conforme a cultivar utilizada, enquanto que na silagem de sorgo, os teores de FDN variaram de 43 a 65%, conforme o cultivar analisado (GOMES et al., 2006). Neste trabalho, os valores observados ficaram em torno de 64 a 66% nos momentos do corte e abertura, com ligeira elevação aos 60 dias (66 a 68%).

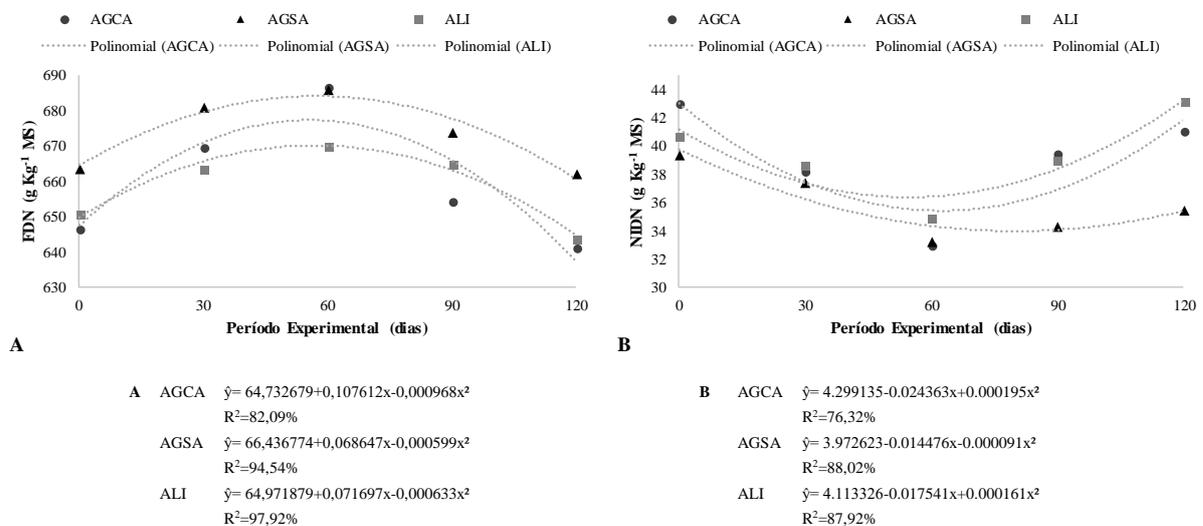


Figura 5. Teores de: A – fibra em detergente neutro (FDN) e B – nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Assim, o consumo de silagem é inversamente relacionado ao conteúdo de FDN. Mais especificamente, depende do conteúdo de parede celular indigestível. Essa fibra indigestível ocupa espaço no trato gastrointestinal, diminuindo a taxa de passagem e o consumo (ZANINE et al., 2006).

Diferenças nos teores na fração NIDA entre silagens de mesma cultura em distintos experimentos, são possíveis, pois a maturação da planta no momento da ensilagem, associada ao teor proteico e fibroso, refletem sobre as diferenças verificadas (MELLO et al., 2006).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido, é digestível, porém de lenta degradação no rúmen, enquanto o nitrogênio retido na forma de NIDA é praticamente indigestível e está geralmente associado à lignina e a outros compostos de difícil degradação. Assim, boa parte dos compostos nitrogenados dos volumosos encontra-se ligada à parede celular na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (VAN SOEST, 1994).

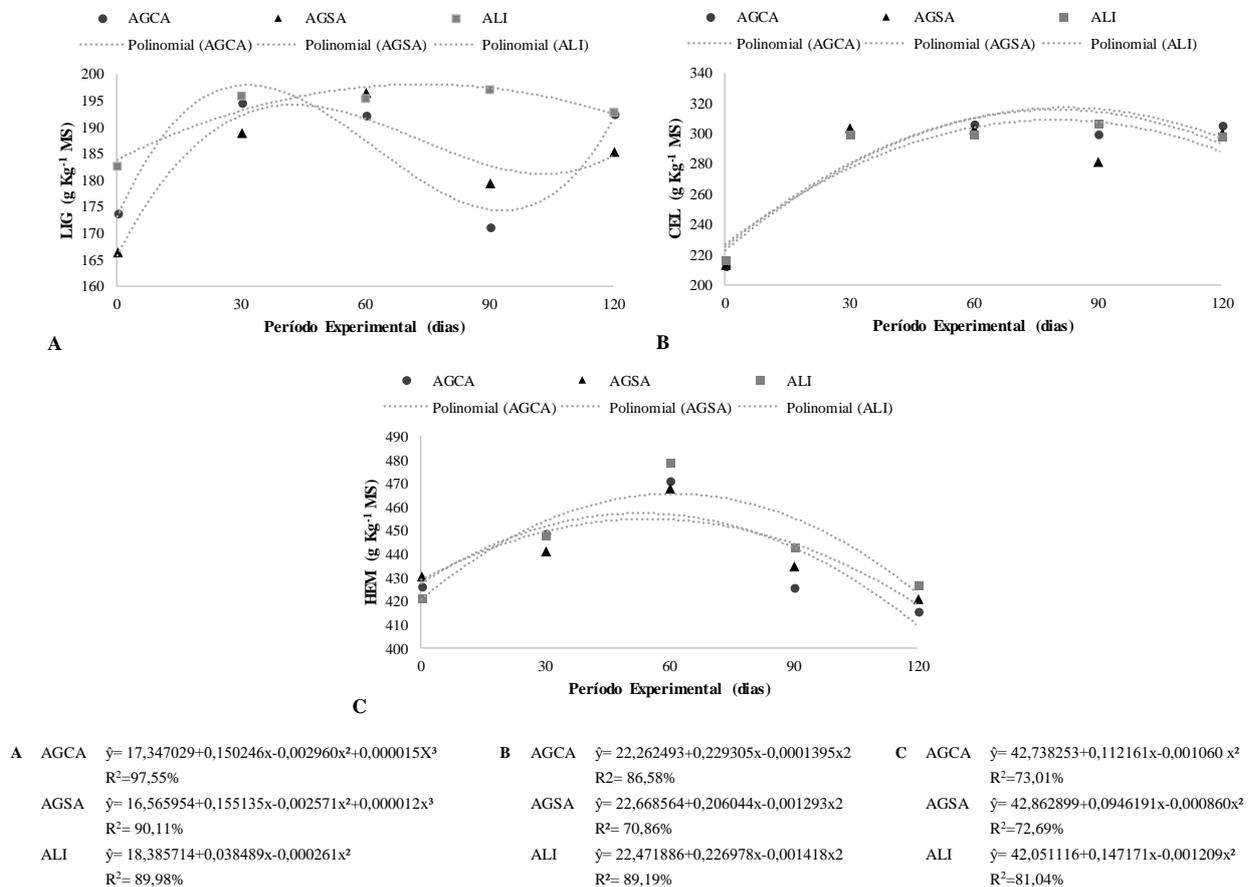


Figura 6. Teores de: A – lignina (LIG), B – celulose (CEL) e C – hemicelulose (HEM) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Para os valores de celulose e hemicelulose, o comportamento quadrático apresentou aumento a partir da ensilagem e redução a partir dos 60 dias de abertura. O tratamento ALI, para a variável lignina, apresentou semelhança as demais variáveis, porém os demais tratamentos

demonstraram comportamento irregular, com função cúbica ao longo do período avaliado (Figura 6).

Balsalobre et al. (2003) explicam que a hemicelulose, apesar de apresentar maior degradabilidade, é bastante afetada pela lignina, enquanto Martins et al. (2003), apontam que teores de celulose em torno de 35% na silagem de sorgo possibilitam melhores taxas de consumo e digestibilidade das frações fibrosas. Sendo a lignina indigestível, esta pode limitar a extensão da digestão dos demais componentes da parede celular, dependendo de sua concentração e composição estrutural (JUMG, 1989).

3.4 Conclusão

A silagem de canola apresenta componentes nutricionais elevados, ficando estes dentro do recomendado para a alimentação de ruminantes.

Os testes de polinização interferiram nos teores de extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em ácido (NIDA) e lignina. As demais variáveis avaliadas não sofreram interferência dos testes de polinização.

3.5 Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Arlington, p. 1117, 1990.

BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M.; et al. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1747-1762, 2003.

CAMARGO, S. C. **Polinização em canola (*Brassica napus*) por *Apis mellifera* e *Tetragonisca angustula***. Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Zootecnia. 2017. 97 f.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

CHAMBÓ, E. D.; DE OLIVEIRA, N.T.E.; GARCIA, R. C.; DUARTE-JÚNIOR, J. B.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C. and TOLEDO, V. A. A. Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by Africanized honeybees (Hymenoptera:Apidae) on two sowing dates. **An. Acad. Bras. Ciênc**. v. 86, p.2087–2100, 2014.

CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; ATTENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; KOTAKA, C. S.; SAKAGUTI, E. S. e MAGALHAES, H. R.. Floral

biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. merrill). **Brazilian Archives of Biology Technology**, v. 48, p. 367–78. 2005.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. Evaluation of yield component traits of honeybee- pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.). **Chil. J. Agric. Research**, v. 70, p.309–14. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC. p. 43, 2003. (Documentos. EMBRAPA-CNPQC, 139).

FERREIRA, G. D. G.; BARRIERE, I.; EMILE, J. C.; JOBIM, C.C.; LEFEVE, B.. Valor nutritivo de plantas de milho (*Zea mays* L.) sem espigas. *Acta Sci. Animal Sci.* Maringa, v. 27, n.4, p. 433-438, oct./dec., 2005.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**, London, 1993. 684p.

GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. D.; NEIVA, J. N. M.; CANDIDO, M. J. D.. Comportamento agrônomico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n.2, p. 221-227, 2006.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; WEST, J. W.; et al. **Tifton 85 bermudagrass utilization in beef dairy, and hay production**. In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*. Juiz de Fora: Embrapa Cnpq; p.139-50, 1996.

JACOVETI, R. 2012. 46F. **Uso de milho como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos**. Mestrado em ciência animal (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal de Goiás: escola de veterinária e zootecnia. Goiania, 2012.

JOHNSTON, C. **Canola For Forage**. With potentially high feed costs could crops damaged by drought or frost provide an economical and nutritious winterfeed alternative. The Cattle Site, 2009. Disponível em: < <http://www.thebeefsite.com/articles/2115/canola-for-forage/>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

LIN, H.; BOYSLON, T. D.; CHANG, M. J.; LUEDECKE, L. O. and SCHULZ, T. D. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.11, p.2358-2365, 1995.

MARTINS, R. G. R.; GONCALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. e BORGES, A. L. C. C. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.346-349, 2003.

McDONALD, P. J, HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage** (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; QUEIROZ, A. C.; MIRANDA, E. N.; MAGALHÃES, A. L. R.; De DAVID, D. B.; SARMENTO, J. L. R. Composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal das silagens de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1523-1534, 2006.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de capim coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1089-1098, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.ed. Washington, DC: **National Academy Press**, 1989. 157p.

OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; REIS, F. A.; SILVA, G. A.; ROSA FILHO, S. N.; SOUZA, J. J. R.; MOREIRA, F. M.; PEREIRA, J. A. P.; FIRMINO, W. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007, vol. 1, p. 45-50.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; FERREIRA, N. R.; WITTER, S. *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potencial *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Southern Brazilian. **Brazilian Journal of Biology**. v.70, n. 4, p. 1075–1081. 2010.

ROTZ, C. A., MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage, quality, evaluation, and utilization**. p. 828- 868, 1994.

SCHROEDER, J. W. **Canola can be a feed source if producers follow some common-sense precautions when introducing it to their livestock**. NDSU Agriculture Communication. (701) 231-7663. 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, p.235, 2006.

STERN, M. D.; ILLG, D. J. Empleo de soya integral e la alimentación de ruminantes. **Soya Not.**, v.20, p.277-14-20, 1991.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32p.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.

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. 44p.

ZANINE, A. M.; MACEDO, J. G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.7, n.4, p.1-12, 2006.

4 PERFIL FERMENTATIVO E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA SILAGEM DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a avaliação dos parâmetros fermentativos e a composição microbiológica da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização. O experimento foi conduzido de 17 de junho de 2016 a 04 de fevereiro de 2017 e os tratamentos foram constituídos pela combinação de três testes de polinização, definidos como: área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera*, área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos – controle, com quatro repetições e cinco tempos de abertura (0, 30, 60, 90 e 120 dias), totalizando 60 unidades experimentais, distribuídos em 48 silos. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados potencial hidrogeniônico, temperatura, umidade, atividade de água, capacidade fermentativa, carboidratos solúveis, quebra de estabilidade aeróbia, perda por efluentes e gases, perda total de matéria seca, recuperação de matéria seca, capacidade tampão, condutividade elétrica, massa específica e as bactérias ácido lácticas, enterobactérias e *clostridium*. Os testes de polinização avaliados influenciaram a recuperação de matéria seca, sendo que o tratamento área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* foi aproximadamente 14,90% superior em relação a área livre e; a quebra da estabilidade aeróbia, que aos 60 e 90 dias, as 96 e 120 horas após a abertura do silo foram diferentes dos demais períodos. Para as demais variáveis, não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados e a canola apresenta características fermentativas recomendadas para o processo de ensilagem.

Palavras-chave: Apis, bactérias, fermentação, qualidade da silagem.

4 FERMENTAL PROFILE AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF CANOLA SILAGE (*Brassica napus* L.) SUBMITTED TO POLLINATION TESTS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the fermentation parameters and the microbiological composition of the canola silage (*Brassica napus*) submitted to pollination tests. The experiment was conducted from June 17, 2016 to February 4, 2017 and the treatments were constituted by the combination of three pollination tests, defined as: indoor area and a pollination cage with a colony of *Apis mellifera*, cage covered area (0, 30, 60, 90 and 120 days), totaling 60 experimental units, distributed in 48 silos. The experimental design was the one of randomized blocks with parcels subdivided in the time. Hydrogen ion potential, temperature, moisture, water activity, fermentative capacity, soluble carbohydrates, aerobic stability loss, loss of effluents and gases, total dry matter loss, dry matter recovery, buffer capacity, the lactic acid bacteria, enterobacteria and clostridium. The pollination tests evaluated influenced the dry matter recovery, with the treatment area covered with pollination cage and a colony of *Apis mellifera* was approximately 14.90% higher in relation to the free area and; the breakage of aerobic stability, that at 60 and 90 days, the 96 and 120 hours after the opening of the silo were different from the other periods. For the other variables, there was no statistical difference between the evaluated treatments and the canola presented fermentative characteristics recommended for the ensiling process.

Keywords: Apis, bacteria, fermentation, silage quality.

4.1 Introdução

A canola (*Brassica napus*) é uma cultura que apresenta valores nutricionais comparativos ao milho e a alfafa e vem sendo usada na Austrália na forma de feno e silagem, bem como para pastejo. Estudos realizados no Canadá demonstram que a silagem de canola pode ser produzida em quantidade e qualidade satisfatórias (SCHROEDER, 2008).

O processo de ensilagem é uma técnica que visa à preservação de forragens em condições anaeróbias, por meio de processo fermentativo, onde ocorre a proliferação de microrganismos desejáveis e indesejáveis.

As bactérias ácido-láticas em condições de anaerobiose consomem açúcares e produzem ácido lático, reduzindo rapidamente o pH, tornando-se desejáveis no processo de ensilagem (JOBIM; GONÇALVES, 2003). Esse gênero de bactérias podem ser heterofermentativas, as quais produzem ácido lático e acético, ocasionando em perdas de até 24% de matéria seca; ou homofermentativas, que produzem apenas ácido lático no processo fermentativo e, conseqüentemente, minimizam as perdas de matéria seca (McDONALD, 1981; ROTZ; MUCK, 1994).

As bactérias do gênero *Clostridium* são anaeróbias facultativas e são responsáveis pela fermentação butírica, por meio do consumo de açúcares, ácido lático e aminoácidos, produzindo ácido butírico e aminas. Este tipo de fermentação acarreta elevadas perdas de matéria seca, redução da palatabilidade e da estabilidade aeróbia (ROTZ; MUCK, 1994), tornando-se indesejável para as silagens.

Quando a massa ensilada não é compactada de forma adequada, o oxigênio presente vai prolongar a fase aeróbia do processo fermentativo pelo maior fluxo de oxigênio nas camadas, aumentando o consumo de carboidratos solúveis, que servem de substrato para as bactérias homofermentativas e heterofermentativas, atuantes nas fases subsequentes. Ao mesmo tempo a presença de porosidade na massa ensilada acarretará em perdas não só no processo fermentativo, mas também após a abertura do silo, devido ao maior desenvolvimento de fungos e leveduras, reduzindo assim o período de estabilidade aeróbia, aumentando a temperatura e pH, e promovendo perdas do valor nutritivo da forragem conservada (SILVA et al., 2014).

A estabilidade aeróbia é outro fator importante para a qualidade das silagens, sendo esta determinada como o tempo após a abertura do silo em que a temperatura da silagem eleva-se 2°C acima da temperatura ambiente (KUNG Jr. et al., 2003) ou ao aumento de 0,5 no pH da silagem (WEINBERG et al., 2009). Assim, a qualidade da silagem pode ser relacionada tanto

à composição microbiológica presente como a sua estabilidade aeróbia, devido aos maiores teores de carboidratos solúveis e ácido láctico (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

Diante destes fatos, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros fermentativos e a composição microbiológica da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental, Setor de Cultivo Protegido e Controle Biológico, Prof. Dr. Mário César Lopes e Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Laboratório de Sementes, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil, localizada nas coordenadas 54° 22' W longitude, latitude 24° 46'S e altitude de 420 m, durante o período de 17 de junho de 2016 a 04 de fevereiro de 2017.

De acordo com EMBRAPA (2006), o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico com textura argilosa (629,0 g kg⁻¹ de argila) e as características químicas evidenciadas pela análise do solo apresentou valores de P = 5,73 mg dm⁻³; K⁺ = 0,32 cmol_c dm⁻³; Al = 8,26 cmol_c dm⁻³; pH em água = 4,36; M.O. = 19,14 g dm⁻³; H+Al = 9,27 cmol_c dm⁻³ e C.T.C. = 15,38 cmol_c dm⁻³ na safra 2016. Na safra de 2017 os valores foram: P = 6,52 mg dm⁻³; K⁺ = 0,27 cmol_c dm⁻³; Al = 15,21 cmol_c dm⁻³, pH em água = 4,53; M. O. = 43,74 g dm⁻³; H+Al = 4,11 cmol_c dm⁻³; C.T.C. = 7,46 cmol_c dm⁻³.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tipo *Cfa*, subtropical (CAVIGLIONE et al., 2000), com média anual de precipitação entre 1600 e 1800 mm e umidade relativa do ar entre 70 e 75%. A média anual de temperatura apresenta-se na faixa de 22 a 23°C.

Os dados climáticos ao longo do experimento foram obtidos junto à Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon, instalada na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, pertencente à UNIOESTE, situada a 24°31'59,80" de latitude Sul e 54°01'02,82" de longitude Oeste, a 400 m de altitude em relação ao nível do mar. Os valores médios mensais referentes à precipitação e temperatura (mínima, média e máxima), durante a semeadura e desenvolvimento da canola (*B. napus*) e períodos de conservação da silagem e aberturas dos silos são apresentadas nas Figura 1.

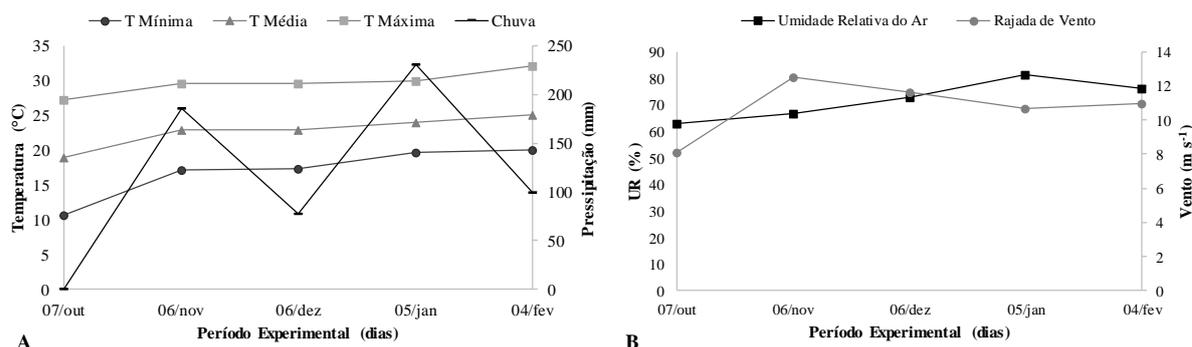


Figura 1. Dados meteorológicos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e velocidade vento ($m s^{-1}$) durante período experimental, 2016/2017.

Fonte: Estação Meteorológica, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, instalado na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

A canola (*B. napus*) foi semeada em 17 de junho de 2016, com o auxílio de uma semeadora de hortaliças, mantendo um espaçamento entre linhas de 0,45 cm, a uma profundidade de 1 a 2 cm e um número de plantas viáveis após o desbaste de 26 plantas m^{-1} linear, utilizando o híbrido Hyola 433. O controle das plantas daninhas foi realizado com capina manual e adubação, com base nas interpretações da análise química do solo, de acordo com as recomendações sugeridas pela EMBRAPA (TOMM et al., 2009).

Os tratamentos utilizados foram três testes de polinização:

- 1 - Área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) - AGCA;
- 2 - Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas - AGSA;
- 3 - Área demarcada livre à visitação de insetos (controle) - ALI.

A emergência das plantas foi verificada quinze dias após a semeadura, a partir do dia 02 de julho de 2016 e, cinquenta e cinco dias após a emergência (26/08/2016) foram montadas as gaiolas, quando havia em média, 10% de floração. As gaiolas de polinização foram confeccionadas com tela de nylon de malha 2x2 mm na cor branca, apoiadas por tubos de $\frac{3}{4}$ de polegada em PVC, com 4m de largura, 6 m de comprimento e 2 m de altura na parte mais alta, perfazendo uma área útil aproximada de 24 m^2 (CHIARI et al., 2005).

No período inicial de florescimento, sessenta e um dias após a semeadura (01/09/2016), os canteiros dispostos com gaiolas para o tratamento área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera* (AGCA), receberam uma colônia de *Apis mellifera* africanizada, instalada em núcleo, com cinco quadros, sendo três com cria e dois com alimento e durante toda a floração, as colônias receberam, de forma individual, água potável e $\frac{1}{2}$ L de

xarope, com concentração de açúcar em torno de 50%, como complemento alimentar (FREE, 1993).

Entre os dias 16 a 18/09/2016 (76 a 78 dias após a emergência) foi observado a infestação de pulgão (*Brevicoryne brassicae*) (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), que ocorre em reboleiras ou em infestações generalizadas, em especial no período de inflorescências, da alongação das siliques à maturação dos grãos (TOMM, 2007). Devido à presença das colmeias, no dia 22/09/2016 foi realizado o controle a partir do manejo biológico com soltura de joaninhas (*Hippodamia sp.*) (Guérin-Meneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) nos canteiros.

Noventa dias após a emergência, no dia 30/09/2016, as colônias de abelhas *A. mellifera* foram retiradas e as gaiolas desmontadas. No dia 07/10/2016, 104 dias após a emergência, ocorreu o corte das plantas, de forma manual, quando estas apresentavam aproximadamente 20 a 30% de MS e a trituração das plantas com uma ensiladeira acoplada ao trator.

Foram utilizados silos de cano de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Na parte superior dos silos, foi adaptada uma válvula tipo Bunsen na tampa, visando à eliminação dos gases produzidos. No momento da ensilagem, uma camada de 0,5 kg de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo, separada por um tecido de algodão para escoamento de possíveis líquidos, evitando o contato da areia com a silagem. A compactação foi realizada com o auxílio de um bastão de madeira e as tampas foram lacradas com fita adesiva e não houve adição de inoculantes. Os silos experimentais foram armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas até o momento da abertura.

Os silos foram abertos para análises de acordo com os períodos de armazenamento, sendo estes: dia 0 (momento da ensilagem) e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. Assim, o delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com três tratamentos, quatro repetições e cinco tempos de abertura, totalizando 60 amostras (48 silos).

Na abertura dos silos experimentais, descartou-se uma camada de 5 cm do material ensilado, na porção superior e inferior dos silos e o material central foi homogeneizado, amostrado e encaminhado aos laboratórios de Microbiologia.

No momento das aberturas dos silos, foram realizadas as avaliações de temperatura e do potencial hidrogeniônico (pH). A temperatura foi mensurada com o auxílio de termômetro infravermelho de mira a laser e termômetro do tipo espeto (INCOTERM 6132). O pH foi mensurado com o auxílio de um peagâmetro digital (TE C-5, TECNAL), adicionando 100 mL de água destilada em 10 g de amostra, permanecendo em repouso por uma hora antes da leitura

de acordo com a metodologia descrita por Cherney; Cherney (2003). A partir destes dados, pode-se observar a quebra da estabilidade aeróbia da silagem.

A avaliação da capacidade tampão (CT) pesou-se 15 g de silagem e adicionou-se 250 mL de água destilada. Então realizou-se a titulação para pH 3,0 com HCl (0,1 N) e, posteriormente, titulado com NaOH (0,1 N) para pH 6,0. Seguiu-se a metodologia descrita por Playne; McDonald (1966), expressa a CT em mEq de base requerida para elevar o pH de 4,0 para 6,0 para cada 100 gramas de matéria seca.

A determinação da condutividade elétrica utilizou-se da metodologia proposta por Kraus et al. (1997). O método é realizado com base na mensuração indireta da quantidade de líquido liberado pelo rompimento de células, resultando na avaliação dos eletrólitos dispersos na solução, oriundos do conteúdo celular extravasado, com valor expresso em microSiemens ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Para a extração dos carboidratos solúveis foram utilizadas 3 repetições de cada amostra. Destas repetições foram transferidos 200 mg para um frasco erlenmeyer de 250 mL e adicionado 200 mL de água destilada; os frascos com as amostras em água foram colocados em incubadora com mesa de agitação orbital (200 rpm), à temperatura ambiente, durante uma hora para a solubilização dos açúcares. A extração dos açúcares foi feita por meio do método de Dubois et al. (1956), que após a secagem, preparação da amostra e extração dos açúcares em água, foi colocada uma alíquota de 0,5 mL da solução em tubo de ensaio e adicionado 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico. Após o resfriamento, foi feita leve agitação e em seguida a leitura em espectrofotômetro a 490 nm.

A atividade de água (A_w) e a umidade das amostras (%) foram calculadas seguindo a equação proposta por Greenhill (1964) e citado por McDonald et al. (1991). Assim, para a determinação da atividade de água em forragens, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$A_w = 1 - c/m$$

Onde:

c é uma constante, determinada pela somatória dos pesos das moléculas e dos íons no suco da planta e,

m é a umidade da amostra expressa em g de água/kg de MS da forragem.

Para a canola, adotou-se como constante de 0,03. Igarasi (2002) sugeriu que gramíneas tropicais deveriam apresentar valor c maior que plantas de clima temperado, possivelmente pela

menor concentração de cátions trocáveis na planta. McDonald *et al.* (1991) sugerem valores de c de 0,03 a 0,05 para alfafa e trevo.

Para umidade das amostras, foi utilizado a equação:

$$\text{Umidade (\%)} = 100 - \text{MS}$$

Onde:

MS refere-se ao teor de matéria seca da amostra no momento da avaliação.

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto silo e areia, antes e depois da ensilagem, em relação à quantidade de matéria verde ensilada, por meio da equação descrita por Schmidt (2006), conforme fórmula:

$$E = \frac{(\text{Pab} - \text{Pen}) \times 1000}{(\text{MVfe})}$$

Onde:

E= Produção de efluente (kg/t de massa verde).

Pab= Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) da abertura (kg).

Pen= Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) na ensilagem (kg).

MVfe= Massa verde de forragem ensilada (kg).

A perda por gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontando o peso do conjunto silo e areia seca, conforme a equação descrita por Schmidt (2006):

$$G = \frac{[(\text{PCen} - \text{Pen}) * \text{MSen}] - [(\text{PCab} - \text{Pen}) * \text{MSab}]}{[(\text{PCen} - \text{Pen}) * \text{MSen}]}$$

Onde:

G=Perda por gases (%MS).

PCen=Peso do mini silo cheio na ensilagem (kg).

Pen=Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia seca + tecido) na ensilagem (kg).

MSen= Teor de matéria seca da forragem ensilada (%MS).

PCab= Peso do mini silo cheio na abertura (kg).

MSab=Teor de matéria seca da forragem na abertura (%MS).

A perda total de matéria seca foi estimada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontando o peso do conjunto silo e areia seca na ensilagem, e do conjunto silo e areia úmida na abertura, conforme Schmidt (2006) com a equação descrita a seguir:

$$PTMS = \frac{[(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pab) * MSab]}{[(PCen - Pen) * MSen]} \times 100$$

Onde:

PTMS=Perda total de matéria seca (%).

PCen=Peso do mini silo cheio na ensilagem (kg).

Pen=Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia seca + tecido) na ensilagem (kg).

MSen= Teor de matéria seca da forragem ensilada (%MS).

PCab= Peso do mini silo cheio na abertura (kg).

Pab = Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) na abertura (kg).

MSab=Teor de matéria seca da forragem na abertura (%MS).

A determinação da massa específica, que é a razão entre a massa de uma quantidade da substância e o volume por ela ocupado, utilizou-se da equação descrita por Ruppel et al. (1995), que segue:

$$ME = \frac{\text{Massa ensilada}}{\text{área do minisilo}}$$

1000

Nas análises microbiológicas, as populações microbianas foram determinadas a partir de técnicas de cultura, de acordo com Silva et al. (1997). Adicionou-se 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra, mantendo-se em agitação e a partir desta solução foi pipetado 1 mL em sucessivas diluições de 10^{-1} a 10^{-5} , utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada estéril. Posteriormente, a partir dos extratos diluídos, realizou-se semeadura nas placas utilizando 0,1 mL de inóculo por placa semeado em superfície e 1 mL para placas semeadas em profundidade.

Para a avaliação de fungos e leveduras, as amostras foram semeadas em superfície, em Batata Dextrose Ágar (BDA) em pH 3,5, acidificado com ácido tartárico a 10% e adicionado pentabiótico para inibir o crescimento de bactérias (BRACKETT; SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas em $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 7 dias. Os microrganismos isolados foram identificados quanto ao gênero pelas características microscópicas, por meio da esporulação das colônias de fungos, realizando o preparo das lâminas para observação em microscópio (ZEISS – PRIMO STAR).

Os dados referentes à comparação entre os tratamentos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os tempos avaliados por análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SAS®.

4.3 Resultados e Discussão

O processo fermentativo da silagem da canola foi influenciado pelos testes de polinização somente para a variável recuperação de matéria seca (Tabela 1). Os tratamentos definidos como área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* e área coberta com gaiola de polinização sem abelhas, não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém, houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre o tratamento com polinização exclusiva de apis (AGCA) em relação à área livre (ALI), com aproximadamente 14,90% a mais de recuperação.

Tal fato é considerado o ideal, pois de acordo Jobim et al. (2007), elevados valores de RMS significa que as perdas totais de matéria seca foram baixas. Estas perdas em menor proporção podem ter sido ocasionadas por uma maior densidade ou melhor compactação, favorecendo rápidas condições de anaerobiose para o material ensilado.

O poder tampão é definido como a capacidade da massa de forrageira em resistir às alterações de pH (JOBIM et al., 2007). A resistência à alteração do pH durante o processo de fermentação é devido à capacidade de tamponamento da planta, a qual é característica de cada forrageira e se altera com os seus estádios de maturação (MOISIO; HEIKONEN, 1994). Desta forma, quanto maior o poder tampão maior será a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH da silagem, mais longo será o processo fermentativo, maior o consumo de carboidratos solúveis e maiores serão as perdas.

Tabela 1. Valores de recuperação de matéria seca (RMS) e capacidade tampão da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida a testes de polinização.

Tratamentos		RMS (Índice de Recuperação de MS)	
AGCA		108,05	a
AGSA		104,14	ab
ALI		91,96	b
CV (%)		17,70	
DMS		15,42	
		Capacidade Tampão (meq NaOH 100g⁻¹ MS)	
AGCA		16,09	a
AGSA		14,58	a
ALI		14,71	a
CV (%)		17,34	
DMS		5,69	

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e exclusão de insetos; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos. CV: Coeficiente de Variação e DMS: Diferença Mínima Significativa.

De acordo com Cherney; Cherney (2003), quando a massa a ser ensilada apresenta alto poder tampão a velocidade de queda do pH é lenta, aumentando as perdas durante o processo de ensilagem que por consequência reduz a qualidade do material final.

Conforme descrito por McDonald et al. (1991), uma planta ideal para ser ensilada, deve apresentar baixo poder tampão e segundo Van Soest (1994), a qualidade da silagem pode ser influenciada pelo processo fermentativo da massa, influenciados por diversos parâmetros como teores de nitrogênio amoniacal, poder tampão e carboidratos solúveis. Estes parâmetros podem ocasionar redução do valor nutritivo da silagem devido aos processos de respiração, fermentação aeróbia, processos de decomposição ou perdas por efluentes.

Segundo Bergamaschine et al. (2006), as gramíneas forrageiras tropicais não apresentam teores adequados de MS, carboidratos solúveis e valores de poder tampão que proporcionem eficiente processo fermentativo, levando à perdas decorrentes da fermentação secundária, do efluente produzido e de deteriorações aeróbias, constituindo entraves na produção de silagens de gramíneas tropicais. Sendo assim, além do manejo adequado, a planta deve ser colhida com teor de umidade ideal para a ocorrência de compactação ótima da massa ensilada e manutenção dos nutrientes, bem como o teor de carboidratos solúveis suficiente para promover adequada fermentação láctica (PEREIRA et al., 2008).

Neres et al. (2014), avaliando silagem de capim-tifton 85, observaram uma média de poder tampão de 28 meq 100 g⁻¹ MS, valor bem acima do encontrado neste experimento, com médias de 14,58, 14,71 e 16,09 meq 100 g⁻¹ MS para os tratamentos área coberta e uma gaiola

de polinização com uma colônia de *A. mellifera*, área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos, respectivamente (Tabela 1); Valores estes considerados altos, se comparado a capacidade tampão do milho (4,12, 4,20 e 4,15 meq 100 g⁻¹ MS aos 30, 60 e 120 dias, respectivamente), planta considerada ideal para ensilagem, porém mais baixos que de forrageiras tropicais.

Em relação ao padrão fermentativo da silagem no decorrer dos tempos de abertura, houve redução do pH, com comportamento quadrático. No momento do corte da canola, o pH estava alto, com médias próximas a 6,0. Entretanto, apresentou redução a partir dos 30 dias de fermentação. Ao final do experimento (aos 120 dias de abertura), a média de pH se encontrava próximo a 3,5 valor considerado ótimo para silagem de boa qualidade (Figura 2).

Segundo Paiva (1976), valores de pH entre 3,6 e 3,8 classificam as silagens como sendo de excelente qualidade. Assim, no processo de ensilagem, o princípio de conservação da forragem deve-se à produção de ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, a partir de açúcares solúveis, que promove a redução do pH da massa ensilada e, conseqüentemente, a inibição de microorganismos deletérios indesejáveis (ZANETTE, 2010).

A temperatura da silagem no momento exato da ensilagem e das aberturas apresentou comportamento quadrático, com valores mais elevados a 30 e 120 dias (Figura 2). Tal fato pode estar relacionado ao processo fermentativo e, em especial, a temperatura ambiente, com extremos de 31,8 e 33,2°C, aos 30 e 120 dias, respectivamente (Tabela 2).

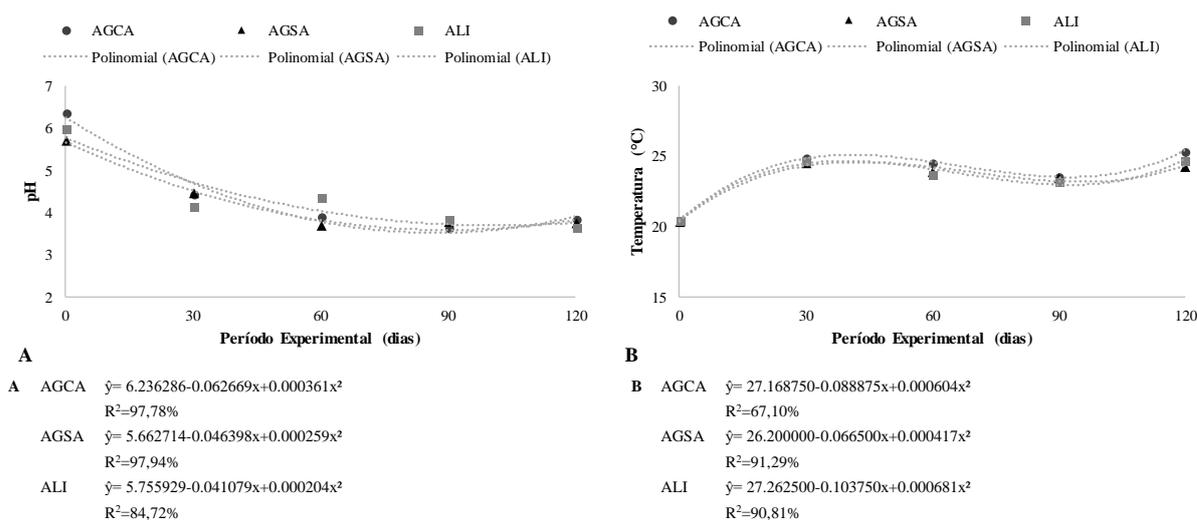


Figura 2. Valores de: A – potencial hidrogeniônico (pH) e B – temperatura (°C) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

As leveduras são os primeiros micro-organismos a atuarem após a exposição ao oxigênio e estas consomem apenas compostos solúveis (açúcares e produtos da fermentação) enquanto os fungos filamentosos degradam uma ampla variedade de nutrientes, inclusive carboidratos estruturais, como os fungos do gênero *Penicillium* (McDONALD et al. 1991).

Silagens com elevados teores de umidade são mais propensas a desenvolver fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, apresentam maior resistência à redução do pH (McDONALD et al., 1991).

Segundo os mesmos autores, a produção e acúmulo de ácido láctico no processo da ensilagem são os responsáveis direto pelo abaixamento do pH, sendo esse ácido, o principal responsável pela conservação da silagem.

Jacovetti (2012), avaliando silagem de milho e comparando-a com outras silagens de gramíneas tradicionais, encontrou valores de pH médio de 3,24; 4,17; 4,12; 4,09 e 4,20 aos 30 dias de abertura; de 3,18; 4,20; 4,20; 4,20 e 4,06 aos 60 dias de abertura e de 2,97; 4,28; 4,15; 4,12 e 4,26 aos 120 dias de abertura, para as silagens de cana-de açúcar, milho, milho inteiro, milho sem espiga e sorgo, respectivamente.

A temperatura e o pH estão relacionados a quebra de estabilidade aeróbia, fator que representa a preservação da silagem e a inibição do crescimento de microrganismos após a abertura do silo (McDONALD et al. 1991).

Desta forma, a deterioração aeróbia das silagens é indesejável por estar associada à grande perda de nutrientes, resultando em baixo consumo e até mesmo em rejeição completa desse alimento pelos animais (McDONALD et al. 1991).

A quebra da estabilidade aeróbia se inicia quando a temperatura da silagem ultrapassa 2°C em relação a temperatura ambiente (DRIEHUIS et al., 2001) e quando ocorre um aumento do pH de 0,5 unidades durante o período de avaliação (WEINBERG et al., 2008).

Assim, podemos observar que houve quebra da estabilidade aeróbia da silagem, para todos os tratamentos, em relação à temperatura após 48 horas de exposição ao oxigênio aos 60 dias de abertura dos silos (Tabela 2) e após 144 horas de exposição ao oxigênio aos 30 dias de abertura dos silos para o potencial hidrogeniônico (Tabela 3). Para os demais tempos de abertura e períodos de exposição ao oxigênio, não observou-se quebra de estabilidade aeróbia, demonstrando a qualidade fermentativa e alimentar da silagem de canola.

Tabela 2. Quebra da estabilidade aeróbia através da temperatura (°C) da silagem de canola (*Brassica napus*) durante 144 horas de exposição ao oxigênio após a abertura dos silos, em diferentes tempos de armazenamento.

Tratamentos	Tempos de Abertura (dias)						
	Corte						
	Temperatura Ambiente						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
	25,8	27,0	30,4	31,3	27,9	24,9	20,6
	Temperatura Silagem						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	25,50	25,25	26,00	27,27	25,75	23,50	23,75*
AGSA	26,00	24,00	26,00	26,75	25,50	23,25	23,75*
ALI	25,50	24,00	26,00	26,75	25,50	23,50	24,00*
	30 dias						
	Temperatura Ambiente						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
	31,8	27,5	30,8	30,4	22,6	27,4	25,0
	Temperatura Silagem						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	25,02	25,20	24,50	27,15	24,00	23,72	23,17
AGSA	25,07	24,50	24,20	27,12	24,00	23,65	23,32
ALI	25,42	24,77	24,07	27,12	23,92	23,75	23,27
	60 dias						
	Temperatura Ambiente						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
	24,9	22,7	21,4	27,0	27,3	28,6	30,1
	Temperatura Silagem						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	24,45	24,42	25,30*	25,97	25,72	25,42	26,15
AGSA	24,12	24,02	24,97*	25,50	25,27	25,35	26,27
ALI	24,32	24,05	24,92*	25,40	25,25	25,00	25,60
	90 dias						
	Temperatura Ambiente						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
	30,1	32,1	32,2	31,0	30,4	31,1	30,5
	Temperatura Silagem						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	26,62	26,42	26,72	26,72	26,67	26,75	26,80
AGSA	26,67	26,40	26,47	26,55	26,60	26,70	26,42
ALI	26,80	26,57	26,70	26,70	26,72	26,82	26,60
	120 dias						
	Temperatura Ambiente						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
	33,2	34,8	31,9	28,0	25,5	30,2	26,8
	Temperatura Silagem						
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	24,12	25,82	25,95	24,85	24,32	24,70	24,15
AGSA	25,05	26,02	25,65	24,95	25,40	24,32	24,30
ALI	24,35	26,07	25,60	24,92	24,12	24,57	24,20

*Quebra de estabilidade aeróbia; AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e exclusão de insetos; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos; H: horas.

Tabela 3. Quebra da estabilidade aeróbia através do Poder Hidrogeniônico (pH) da silagem de canola (*Brassica napus*) durante 144 horas de exposição ao oxigênio após a abertura dos silos, em diferentes tempos de armazenamento.

Potencial Hidrogeniônico							
Tratamentos	Tempos de Abertura (dias)						
Corte							
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	6,35	6,81	6,68	6,30	5,73	6,00	6,19
AGSA	5,70	6,06	6,44	6,43	6,07	5,82	5,37
ALI	5,99	6,34	6,22	6,07	6,43	5,67	5,82
30 dias							
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	4,42	4,73	4,32	4,28	4,50	3,49	4,49*
AGSA	4,46	4,51	4,34	4,47	4,17	3,58	4,58*
ALI	4,13	4,18	4,18	4,17	4,47	3,93	4,53*
60 dias							
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	3,89	3,89	4,10	3,78	3,80	4,10	4,41
AGSA	3,69	3,70	3,72	3,55	4,32*	3,72	3,61
ALI	4,36	4,29	4,31	4,32	3,55	4,69*	4,61
90 dias							
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	3,62	3,49	3,36	3,61	3,71	3,74	3,67
AGSA	3,77	3,58	3,78	3,71	3,80	4,33*	3,74
ALI	3,84	3,93	3,79	3,80	3,71	3,98	3,77
120 dias							
	0 H	24 H	48 H	72 H	96 H	120 H	144 H
AGCA	3,83	3,77	3,89	4,12	3,75	3,85	3,77
AGSA	3,74	3,87	3,99	3,98	3,76	3,88	3,87
ALI	3,63	3,80	3,75	3,76	3,98	3,79	3,81

*Quebra de estabilidade aeróbia; AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos; H: horas.

A massa específica teve comportamento quadrático para os tratamentos dispostos com gaiolas (AGCA e AGSA) e linear crescente para o tratamento livre (Figura 3).

A massa específica é a razão entre a massa de uma quantidade da substância e o volume por ela ocupado. Apesar de parecer representar a mesma variável, seus valores são diferentes e, conforme descrito por Jobim et al. (2007), apesar do termo *densidade* ser adotado internacionalmente, é indevidamente usado para definir a massa específica (kg de MV ou MS m⁻³) de uma silagem armazenada, pois a densidade de um corpo é a relação entre as massas específicas do corpo e de um líquido padrão (água) sob as mesmas condições.

A massa específica é fator determinante na qualidade final volumoso e, entre vários fatores, é determinada pelo tamanho médio de corte aplicado na planta forrageira utilizada, ou seja, o tamanho médio de partículas influencia a porosidade da massa forrageira colocada no silo (PAZIANI, 2004) e a resistência da planta à compactação. Desta forma, quanto maior a

massa específica, menor tende ser o tamanho médio de partícula e melhor o processo de compactação.

Conforme descrito por Jobim et al. (2007) a condutividade elétrica em silagens vem amplamente sendo usada, porém, esta mensuração não expressa especificamente quais os íons que estão presentes em determinada amostra, mas pode contribuir para a mensuração das perdas de conteúdo intracelular oriundos do processamento na ensilagem.

Neste experimento, os tratamentos apresentaram comportamento quadrático, com aumento no valor de condutividade elétrica (CE) até os 90 dias de abertura e posterior queda (Figura 3). Nota-se que após a ensilagem, a massa foi perdendo conteúdo celular por extravasamento de uma forma crescente. Aos 120 dias, os valores médios ficaram em torno dos $1300 \mu\text{S cm}^{-1}$. Uma vez que esta variável vem sendo determinada, pode contribuir para as estimativas de perdas de conteúdo celular durante o processo de ensilagem. Recomenda-se, porém, que as medidas sejam realizadas em amostras antes e após a ensilagem, garantindo um valor de referência antes do processo e evitando inferências sobre os valores da CE na silagem. Apesar disso, os efeitos dos produtos da fermentação sobre a condutividade elétrica ainda não estão devidamente esclarecidos (JOBIM et al., 2007).

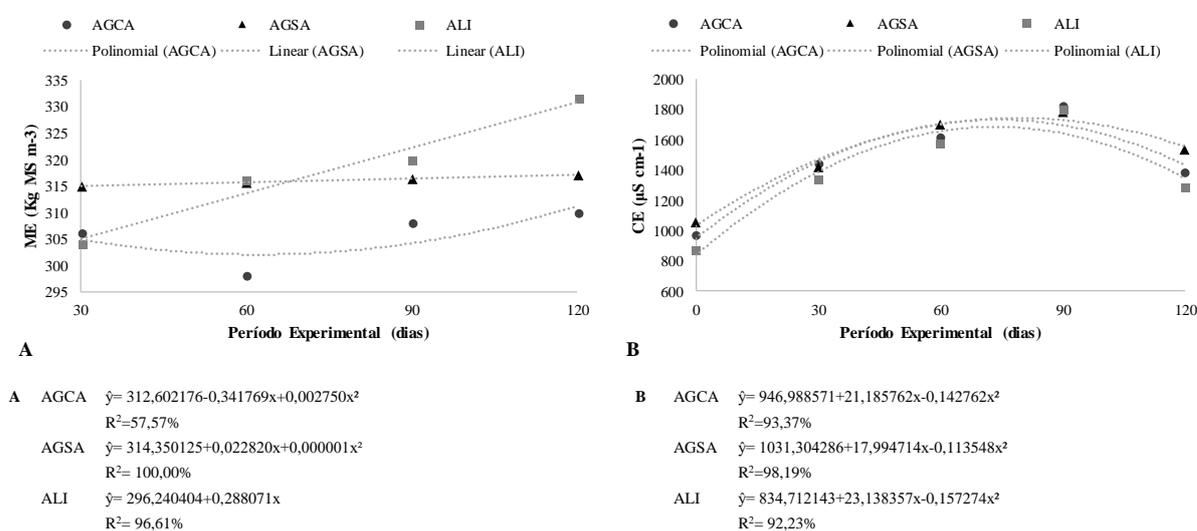


Figura 3. Valores de: A – massa específica (ME) e B – condutividade elétrica (CE) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Segundo Van Soest (1994) os teores de poder tampão, nitrogênio amoniacal e carboidratos solúveis estão entre os principais parâmetros que determinam a qualidade fermentativa da silagem.

Quando observado os teores de carboidratos solúveis McDonald et al. (1991) descrevem que para se obter silagem de alta qualidade as plantas devem possuir teores de carboidratos solúveis de 8 a 12% da matéria seca e, de acordo com Guim et al. (1995), valores abaixo de 80 g kg⁻¹ são considerados baixos e comumente encontrados em forrageiras tropicais. Como observado na Figura 4, os tratamentos área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *A. mellifera* e área coberta com gaiola de polinização sem abelhas apresentavam valores acima de 8% quando ensiladas, situação ideal para uma ótima fermentação láctica e redução de pH.

Silagens com elevados teores de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos (como o ácido láctico) são as mais susceptíveis à deterioração, como por exemplo silagem de milho. Quando os procedimentos iniciais de ensilagem como tamanho de partícula e compactação da forragem não são feitos de forma adequada a fermentação não ocorre de forma desejada e o material ensilado se deteriora (CASTRO et al., 2006).

Assim, de acordo com Jacovetti (2012), a produção de silagem visa preservar a forragem em condições de anaerobiose, por meio de processo fermentativo, no qual os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos, reduzindo o pH e evitando mudanças no valor nutritivo da planta pela inibição da ação de micro-organismos deteriorantes.

A capacidade fermentativa é a relação existente entre os carboidratos solúveis e o poder tampão das forragens. Como a canola apresentou bons valores de carboidratos e baixa a capacidade tampão, esta variável se mostra excelente como alimento para ensilagem.

Segundo Oude Elferink (1999) forragens com a capacidade fermentativa inferior a 35, são consideradas insuficientes para produção de silagens lácticas. Neste trabalho, os valores médios encontrados estão acima dos 90% para todos os tratamentos e em todos os tempos de abertura (Figura 4).

Os dados acompanham a variável atividade de água, sendo que a produção e acúmulo de ácido láctico no processo da ensilagem são os responsáveis diretos pelo abaixamento do pH, tornando assim, o principal responsável pela conservação da silagem (OUDE ELFERINK, 1999).

Silagens com elevados teores de umidade são mais propensas a desenvolver fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, apresentam maior resistência ao abaixamento do pH (McDONALD et al., 1991).

Segundo McDonald et al. (1991), a produção e acúmulo de ácido láctico no processo da ensilagem são os responsáveis direto pelo abaixamento do pH, tornando assim, o principal responsável pela conservação da silagem e, de acordo com o descrito por Ditchfield (2000), o

termo atividade da água (A_w) foi criado para denominar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar os alimentos. Assim, A_w é a medida da concentração de solutos em água e seus efeitos sobre a atividade química da água.

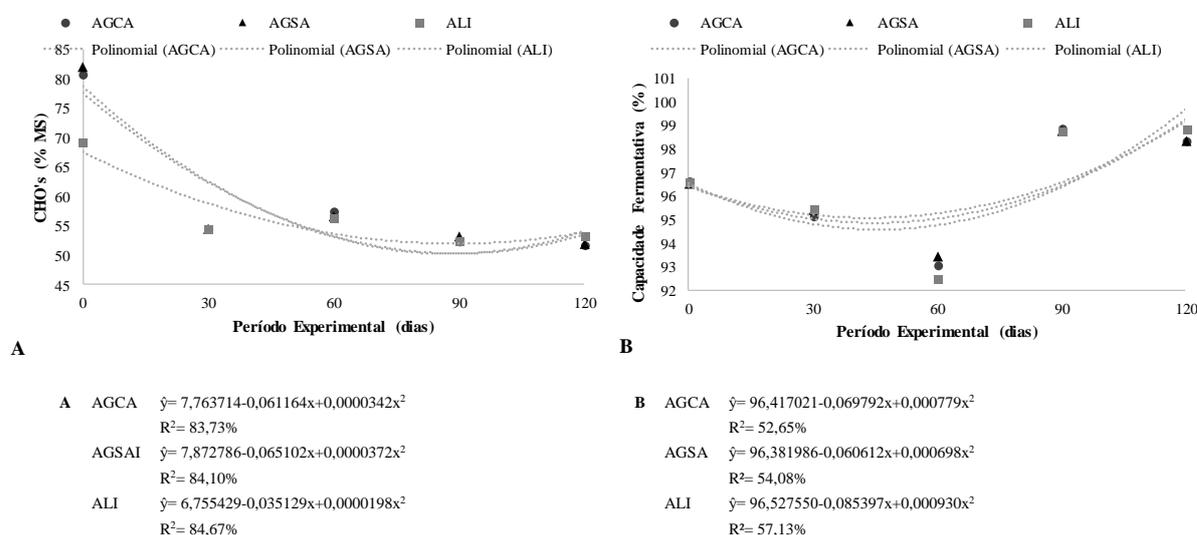


Figura 4. A – Teores de carboidratos solúveis (CHO's) e B – valor de capacidade fermentativa (%) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Desta forma, o valor da atividade de água indica o nível de água em sua forma livre nos materiais e é expresso na escala de 0 a 1,0 A_w . Considera-se o valor 0 (zero) para materiais livres de água e 1,0 para a água em sua forma líquida. Portanto, a atividade de água pura é 1,0 e tende a diminuir com o aumento na concentração de solutos na amostra (JOBIM et al., 2007).

De acordo com Lindgren (1999), a redução na A_w pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido lácticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens; porém, no Brasil, são poucos os trabalhos que têm contemplado a avaliação da atividade de água em materiais ensilados.

De forma geral, os microrganismos são fundamentais no processo de fermentação de silagens e têm sua atividade largamente afetada pela A_w , sendo que o desenvolvimento da maioria das bactérias e fungos (bolores) está restrito a valores de A_w acima de 0,90 (JOBIM, 2007), o que foi encontrado neste estudo para todos os valores e em todos os tratamentos e tempos de abertura. Segundo McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com A_w abaixo de 0,94, enquanto que as bactérias ácido lácticas são menos sensíveis

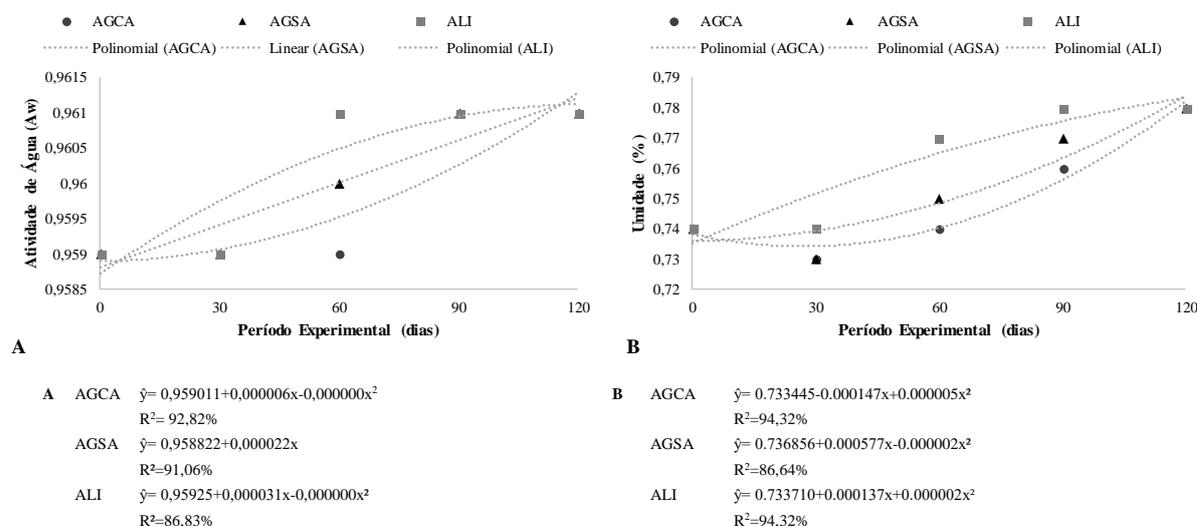


Figura 5. Valores de: A – atividade de água (A_w) e B – umidade (%) da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Segundo Pedroso (2003), as perdas por efluentes obtidas em silagem de cana com diferentes aditivos foram da ordem de 20 kg por tonelada de matéria verde. Em estudo realizado por Jacovetti (2012), a silagem de cana atingiu valores de até 200 kg ton^{-1} MV e as demais silagens variaram de 2 a 50 kg ton^{-1} MV.

A perda por efluentes e gases apresentou comportamento cúbico como apresentado na Figura 6. A produção excessiva de efluente ao longo do processo fermentativo é responsável pela elevação dos componentes fibrosos, principalmente em função da lixiviação dos compostos solúveis em água (VAN SOEST, 1994) e, de acordo com Loures et al. (2005), silagens com menores teores de MS apresentam maiores perdas por efluentes, efeito esse observado pelos autores em silagens de capim-tanzânia com diferentes graus de emurhecimento.

Jacovetti (2012), avaliando silagem de milho e comparando-a com outras plantas forrageiras, observou perda por efluentes de 4,52; 5,0 e 5,25 kg ton^{-1} MV aos 30, 60 e 120 dias de abertura, respectivamente. Para o milho, os valores foram de 1,15, 1,35 e 1,65 kg ton^{-1} MV., valores bem baixos quando comparados à cana-de-açúcar, que demonstrou valores de 19,21, 21,33 e 2,83 kg ton^{-1} MV., aos 30, 60 e 120 dias respectivamente.

Carnevalli et al. (2010), descreveram que as perdas por efluentes observadas na cana-de-açúcar são devidas ao baixo teor de matéria seca, sendo elevadas mesmo quando aditivadas com material seco, porém não higroscópicos. Os valores encontrados neste trabalho aos 90 e

120 dias estão em torno dos 9 kg ton⁻¹ MV, valores acima que do milho, considerado ideal, mas abaixo da cana, que é usualmente utilizada da silagem.

A perda por gases demonstrou comportamento cúbico para área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos e quadrático para o tratamento área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *A. mellifera* (Figura 6). Conforme Jacovetti (2012), a produção de gás durante o processo de ensilagem é decorrente de fermentações secundárias, exercidas por enterobactérias, bactérias do gênero *Clostridium* e microorganismos aeróbicos, que normalmente crescem em meios com pH mais elevados.

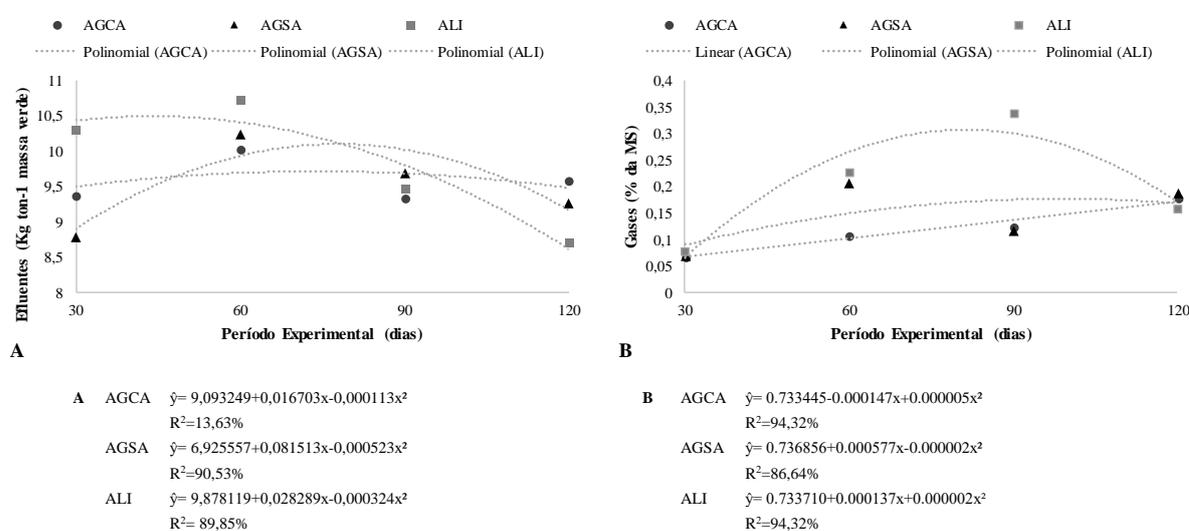


Figura 6. Valores de perdas por: A – efluentes (kg ton⁻¹ massa verde) e B – gases (% da MS), da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Para o milho, a perda por gases foi de 0,99, 1,84 e 0,54 kg ton⁻¹ MV (JACOVETTI, 2012), valores bem maiores que os observados, que permaneceram todos abaixo de 0,5% MS (Figura 7).

As perdas totais foram semelhante às perdas por gases, com o tratamento livre à visitação de insetos demonstrando maiores valores aos 90 dias de abertura. De acordo com estudo realizado por Jacovetti (2012), as perdas totais na cana-de-açúcar foram superiores, variando de 8 a 32%, enquanto nas demais forrageiras variaram de 0,9 a 8,5%. O sorgo e o milheto apresentaram perdas entre 2,5 a 7%, maiores que os tratamentos de milho com variação de 0,9 a 4%.

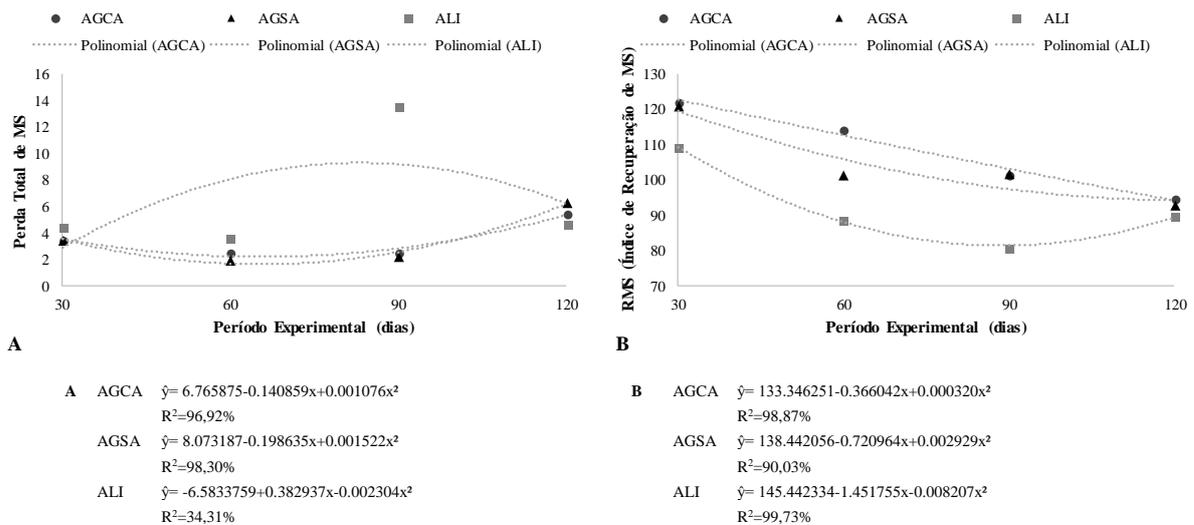


Figura 7. Valores de: A – perda total de matéria seca e B – recuperação de matéria seca, da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Os maiores valores de perdas totais estão relacionados aos menores valores de MS da silagem, que de acordo com Zanine et al. (2006), pequenas elevações do teor de MS com adição de farelo de trigo, material absorvente, são suficientes para aumentar a recuperação de MS.

Jacovetti (2012) observou perdas totais de MS na ordem de 2,16, 3,20 e 2,21 para o milho, aos 30, 60 e 120 dias de abertura. Quando avaliado as outras alternativas para silagem, o mesmo autor obteve médias de 27,72, 30,25 e 8,16 para a cana-de-açúcar; 5,03, 6,06 e 5,66 para o milho e 8,57, 6,54 e 7,03 para o sorgo, aos 30, 60 e 120 dias, respectivamente.

Observa-se que para os tratamentos área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera* e área coberta com gaiola de polinização sem abelhas, os valores encontrados neste trabalho ficam muito próximos aos encontrado para o milho, em especial aos 60 e 90 dias (Figura 7), sendo médias bem mais baixas que as observadas para outras plantas forrageiras.

As bactérias ácido-láticas, em condições de anaerobiose, consomem açúcares e produzem ácido lático, reduzindo rapidamente o pH, tornando-se desejáveis no processo de ensilagem (JOBIM; GONÇALVES, 2003). Neste experimento, houve um crescimento rápido destas bactérias aos 30 dias de abertura (figura 8), fato este que está de acordo com os dados de CHO's (figura 4).

As bactérias do gênero *Clostridium* apresentaram elevadas médias, com um “boom” de crescimento aos 60 dias. Tal valor pode estar relacionado a Aw, que aos 60 dias apresentou maiores valores e ao pH, que estava próximo aos 4,5 (figura 4). As bactérias do gênero

Clostridium são anaeróbias facultativas, fazem fermentação butírica por meio do consumo de açúcares, ácido lático e aminoácidos e fazem produção de ácido butírico e aminas, acarretando em elevadas perdas de matéria seca, redução da palatabilidade e da estabilidade aeróbia (ROTZ; MUCK, 1994), tornando-se indesejável para as silagens.

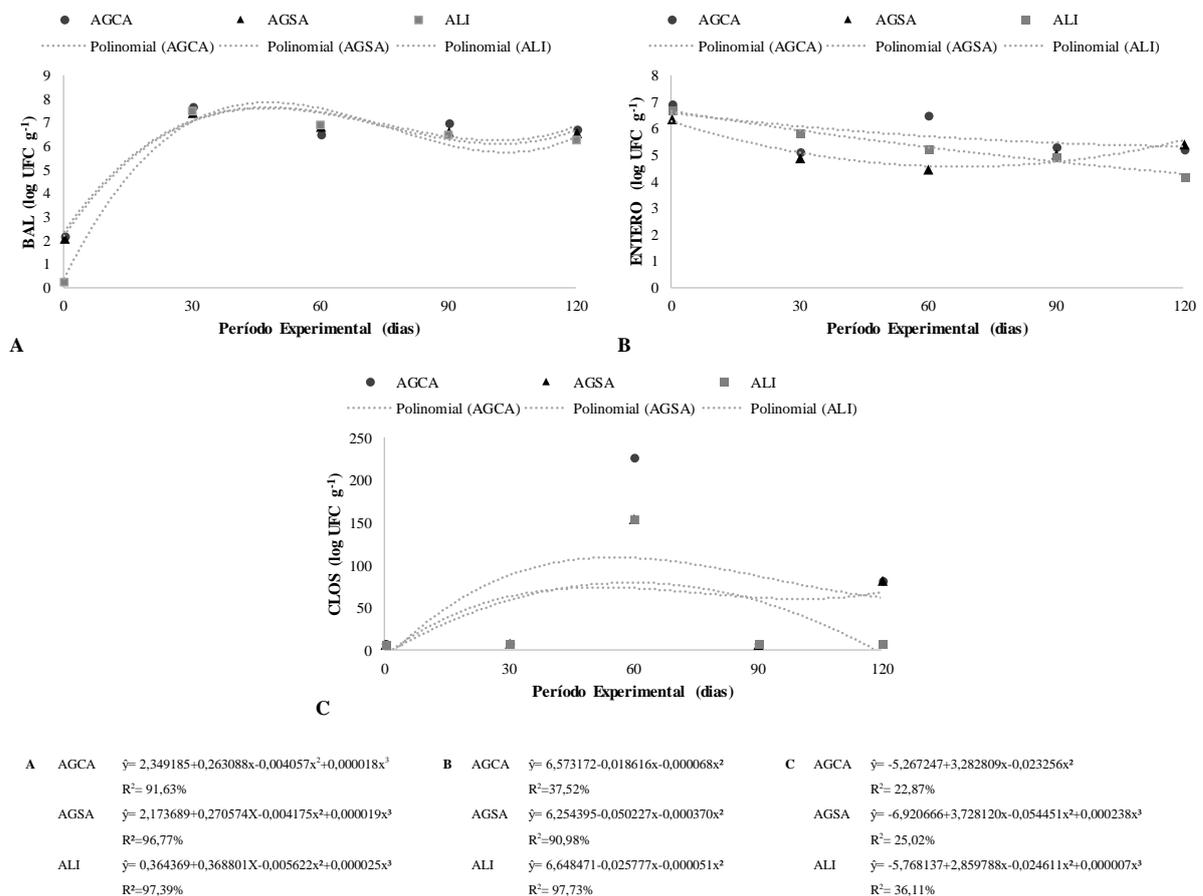


Figura 8. Valores de: A – bactérias ácido láticas (BAL), B – enterobactérias (ENTERO) e C – *Clostridium* sp. (CLOS), da silagem de canola (*Brassica napus*) submetida à testes de polinização.

AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Segundo McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com Aw abaixo de 0,94, enquanto que as bactérias ácido láticas são menos sensíveis e, embora a contagem e identificação da população microbiana em forragens conservadas seja extremamente dinâmica, está sofre influência das condições edafo-climáticas e de manejo da cultura no processo de ensilagem. Porém, a identificação da presença de microrganismos em conjunto com a determinação dos produtos da fermentação, são fatores fundamentais na avaliação da qualidade de forragens conservadas (JOBIM et al., 2007).

4.4 Conclusão

Os testes de polinização influenciaram a recuperação de matéria seca, sendo que o tratamento área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* foi aproximadamente 14,90% superior em relação a área livre e; interferiram na quebra da estabilidade aeróbia aos 60 e 90 dias, onde os tratamentos área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos, apresentaram quebra de estabilidade aeróbia aos as 96 e 120 horas após a abertura do silo. Para as demais variáveis avaliadas, não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados.

A canola apresenta características fermentativas recomendadas para o processo de ensilagem. Apesar do crescimento de *Clostridium*, as variáveis pH e capacidade tampão foram fundamentais para que ocorresse fermentação lacteal desejada e uma silagem de característica visual e odorífera agradável.

4.5 Referências Bibliográficas

- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, G.; MATOS, L. R.; FREITAS, F. M. C.. Perfil fermentativo de silagem de cana de açúcar aditivada com casca de soja. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Salvador: sbz, 2010 V. 47, p. 1-3.
- CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 1, p. 358-371, 2006.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.
- CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. p.141-198, 2003.
- CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; ATTENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; KOTAKA, C. S.; SAKAGUTI, E. S. and MAGALAES, H. R. Floral

biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. merril). **Braz. Arch. Biol. Technol.** 48: 367–78. 2005.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 195p., 2000.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science.** v. 56, p. 330-343, 2001.

DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A and SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**, London, 1993. 684p.

GUIM, A. RUGGIERI, A. C. ANDRADE, P. MALHEIROS, E. B. Efeito de inoculante microbiano sobre consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente das silagens de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 24, n.6, p.1045-1053, 1995.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** 151p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 151p., 2002.

JACOVETTI, R. **Uso de milho como silagem comparado a gramíneas tradicionais [manuscrito] : aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos /** Reginaldo Jacovetti. 2012. 45f.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens.** Jaboticabal: Funep, p. 1-26, 2003.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A. e SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

KRAUS, T.J.; KOEGER, R.G.; STRAUB, R.J. and SHINNERS, K. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. In: **Asae Annual International Meeting**, 1997, Minneapolis: ASAE, 1997. 12p.

KUNG JR., L.; TAYLOR, C. C.; LYNCH, M. P. and NEYLON, J. M. The effects of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.1, p.336–343, 2003.

LINDGREN, S. Can HACCP Principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7. Uppsala, 1999. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.51-66.

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; PEDROSO, A. de F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. de.. Composição bromatologica e produção de efluente de silagens de capim-tanzania sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.

McDONALD, P. J, HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage** (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.

NERES, M. A.; HERMES, P. R.; AMES, J. P.; et al. Use of additives and pre-wilting in Tifton 85 bermudagrass silage production. **Ciências e Agrotecnologia**. v. 38, n. 1, p. 85-93, 2014.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHUIS, F.; KROONEMAN, J. and SPOELSTRA, S. F. *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12., 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1999. p.266-267.

PAIVA, J. A. J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PAZIANI, S. F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim tanzânia**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 208p., 2004.

PEDROSO, A. de F.. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade da silagem de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Tese (doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2003 120 p.

PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; OLIVEIRA, A. S. Produção e utilização de silagem de capim no Brasil. Eds. PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M.; et al. In: **IV SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**. p. 249-278, 2008.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.17, p.264-268, 1966.

ROTZ, C. A., MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage, quality, evaluation, and utilization**. p. 828- 868, 1994.

RUPPEL, K. A.; PITT, R. E.; CHASE, L. E. and GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.141-153, 1995.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

SCHROEDER, J. W. **Canola can be a feed source if producers follow some common-sense precautions when introducing it to their livestock**. NDSU Agriculture Communication. (701) 231-7663. 2008.

SILVA, M. S. J.; JOBIM, C. C.; NASCIMENTO, W. G.; FERREIRA, G. D. G.; OLIVEIRA, M. R. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo grande. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. v. 15, n. 2, p. 381-393, 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32p.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; SOLOMON, R. The quality of commercial wheat silages in Israel. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 2, p. 638-644, 2009.

ZANETTE, P. M. **Efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano na silagem de milho sobre perdas, valor nutricional, desempenho e eficiência econômica de novilhos confinados**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. de J.; PEREIRA, O. G., ALMEIDA, J. C. C. de. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação de matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 6, p.803-809, 2006.

5 PRODUÇÃO DE CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMETIDA A TESTES DE POLINIZAÇÃO – SAFRAS 2016 E 2017

RESUMO

A canola (*Brassica napus*) é uma planta oleaginosa de grande interesse comercial devido ao seu alto teor de óleo de seus grãos. Diante deste fato, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros de produtividade da canola (*B. napus*), híbrido 433, submetida à diferentes testes de polinização durante as safras 2016 e 2017. O experimento teve duração de 17 de junho de 2016 a 14 de outubro de 2016 e 17 de maio de 2017 a 03 de outubro de 2017. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três testes de polinização, definidos como: área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *Apis mellifera*, área coberta com gaiola de polinização sem abelhas e área demarcada livre à visitação de insetos – controle, com quatro repetições e o delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados. As variáveis analisadas foram produção de matéria seca da planta por há e da siliqua por ha, altura da planta, número de síliquas por planta, tamanho de siliqua, número de grãos por siliqua e por planta, peso médio de grãos, massa de mil grãos, germinação de grãos e produção por ha. Os dados foram submetidos à análise conjunta dos dois anos agrícolas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando o programa SAS[®]. Todas as variáveis avaliadas sofreram interferência dos tratamentos ou da safra. A produção de canola é influenciada por agentes polinizadores, sendo as variáveis produtivas avaliadas influenciadas pelos testes de polinização. A presença de agentes polinizadores na canola acarretou aumento de 35,53% no número de síliquas por planta; 17,58% no número de grãos por siliqua e 41,19% na produção de sementes por hectare.

Palavras-chave: abelhas, grãos, Hyola 433, produtividade.

5 PRODUCTION OF CANOLA (*Brassica napus* L.) SUBMITTED TO POLLINATION TESTS - CROP 2016 AND 2017

ABSTRACT

Canola (*Brassica napus*) is an oleaginous plant of great commercial interest due to its high oil content of its grains. The objective of this work was to evaluate the productivity parameters of canola (*B. napus*), hybrid 433, submitted to different pollination tests during the 2016 and 2017 harvests. The experiment lasted from June 17, 2016 to October 14, 2016 and May 17, 2017 to October 3, 2017. The treatments were constituted by the combination of three pollinator tests, defined as: covered area and a pollinating cage with a colony of *Apis mellifera*, area covered with pollinating cage without bees and free demarcated area to the visitation of insects - control, with four replications and the experimental design was the one of randomized blocks. The variables analyzed were dry matter production of the plant per ha and silica per ha, plant height, number of silicas per plant, silica size, number of grains per silica and per plant, average weight of grains, mass of one thousand grains, grain germination and yield per hectare. The data were submitted to the joint analysis of the two agricultural years. The averages were compared by the Tukey test, at a 5% probability using the SAS® program. All evaluated variables were affected by treatments or harvest. The production of canola is influenced by pollinating agents, and the productive variables evaluated are influenced by pollination tests. The presence of pollinating agents in canola resulted in a 35.53% increase in the number of silica plants per plant; 17.58% in the number of grains per silica and 41.19% in the production of seeds per hectare.

Keywords: bees, grains, Hyola 433, productivity.

5.1 Introdução

A canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) é uma planta anual, da família da Brassicaceae que foi desenvolvido a partir do melhoramento genético por pesquisadores canadenses, objetivando a redução do teor de glucosinolatos e ácido erúcido que são considerados nocivos ao organismo animal (FIGUEIREDO et al., 2003; TOMM, 2000). Assim, o termo canola designa aos cultivares possuidores de 2% ou menos de ácido erúcido no óleo e valores de glucosinolatos na matéria seca da semente de 30 micromoles por grama ou menos (CANOLA, 2010; CARDOSO et al., 1996).

Os maiores produtores e consumidores de canola encontram-se na União Europeia (composta por 27 países) (WITTER et al., 2014). No Brasil, as principais áreas produtoras na safra de 2016, foram os estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, com participação de 12,9% e 13,3% de área plantada no país, respectivamente (CONAB, 2017). O Paraná apresentou um aumento de 67% na área plantada, decorrente de programas de fomento com assistência técnica, agrônomos e produtores treinados usando recomendações da EMBRAPA TRIGO (TOMM et al., 2009). A região Oeste do Paraná é a que mais vem investindo no cultivo da canola, sendo responsável por 37% da produção do estado (OLIVEIRA, 2011).

É a terceira oleaginosa mais cultivada no mundo, responsável por 14,59% da produção mundial de óleo), perdendo em produção de óleo apenas para a palma (34,96%) e soja (26,84%) (WITTER et al., 2014) e seu interesse comercial está relacionado à qualidade nutricional e ao conteúdo do óleo de seus grãos que vai de 35% a 48% e pela produção de biodiesel. Possui perfil lipídico composto por uma pequena quantidade de gorduras saturadas (7%) e elevado teor de ácidos graxos essenciais (11%) (REDA; CARNEIRO, 2007), sendo indicado por médicos e nutricionistas devido a sua composição de ácidos graxos atender interesses de dietas mais saudáveis (TOMM, 2000).

Destaca-se também pelo seu elevado teor proteico dos grãos que varia em torno de 24% a 27% (TOMM, 2007), bem como pelo farelo de canola, seu coproduto que vem sendo utilizado na formulação de rações para alimentação animal (BARBOSA et al., 2008).

No Brasil, devido à localização geográfica e latitudes de 6° a 30° e às condições de clima tropical e subtropical, somente são utilizadas cultivares de primavera (“spring canola”) da espécie *Brassica napus* L. que possui baixa sensibilidade a fotoperíodo (TOMM et al., 2009).

Existem no mercado vários genótipos de canola, contudo um dos híbridos mais atuais é o Hyola 433, que apresenta resistência a canela preta (TOMM et al., 2009) e ciclo curto, indicado para solos com elevada fertilidade, além de necessitar de condições ambientais

favoráveis, ou seja, temperaturas médias de 20°C, com limites extremos entre 12 e 30°C (ROBERTSON et al., 2002; THOMAS, 2003), apresentando sensibilidade a geada quando se encontra no estágio de plântula, durante o florescimento e enchimento de grãos (ROBERTSON et al., 2004; McCLINCHEY; KOTT, 2008).

Durante o período de floração, temperaturas acima de 27°C, são prejudiciais, principalmente associadas ao déficit hídrico, pois reduzem a duração dessa fase, podendo afetar a viabilidade do pólen e a receptividade das flores, resultando em redução de até 50% no rendimento de grãos, devido ao abortamento de síliquas (THOMAS, 2003). Durante o final da floração e enchimento dos grãos, a baixa disponibilidade hídrica também causa reflexos negativos no teor do óleo (THOMAS, 2003) além de temperaturas moderadamente altas reduzirem a duração das etapas de fixação e enchimento de grãos (STONE, 1994). Outro fato importante, é o ataque de pragas, que podem causar danos econômicos em intensidades variadas, sendo capazes de ocasionar até perdas totais (NAKANO et al., 2002).

A canola é considerada autofértil, porém estudos demonstram que a presença das abelhas *A. mellifera* durante a floração, aumenta a produção de grãos (ROSA et al., 2010; CHAMBÓ et al., 2014; BLOCHTEIN et al., 2014), contribuindo com a polinização de 73% a 80% das espécies vegetais cultivadas no mundo (FAO, 2011).

Diante destes fatos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros de produtividade da canola (*Brassica napus* L.), híbrido 433, submetida à diferentes testes de polinização durante as safras 2016 e 2017.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Experimental, Setor de Cultivo Protegido e Controle Biológico, Prof. Dr. Mário César Lopes e Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Laboratório de Sementes, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil, localizada nas coordenadas 54° 22' W longitude, latitude 24° 46'S e altitude de 420 m, durante o período de 17 de junho de 2016 a 14 de outubro de 2016 e 17 de maio de 2017 a 03 de outubro de 2017.

De acordo com EMBRAPA (2006) o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico com textura argilosa (629,0 g kg⁻¹ de argila) e as características químicas após o resultado da análise do solo evidenciou valores de P = 5,73 mg dm⁻³; K⁺ = 0,32 cmol_c dm⁻³; Al = 8,26 cmol_c dm⁻³; pH em água = 4,36; M.O. = 19,14 g dm⁻³; H+Al = 9,27 cmol_c

dm^{-3} ; C.T.C. = $15,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na safra 2016. Na safra 2017 os valores foram: $\text{P} = 6,52 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,27 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 15,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, pH em água = 4,53; M. O. = $43,74 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{H}+\text{Al} = 4,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; C.T.C. = $7,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tipo *Cfa*, subtropical (CAVIGLIONE et al., 2000) com média anual de precipitação de entre 1600 e 1800mm e umidade relativa do ar entre 70 e 75%. A média anual de temperatura apresenta-se na faixa de 22 a 23°C.

Os dados climáticos ao longo do período experimental foram obtidos junto a Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Candido Rondon, instalada na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, pertencente a UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil, situada a $24^{\circ}31'59,80''$ de latitude Sul e $54^{\circ}01'02,82''$ de longitude Oeste, a 400 m de altitude em relação ao nível do mar. Os valores médios mensais referentes à precipitação e temperatura (mínima, média e máxima) durante a semeadura e desenvolvimento da Canola (*Brassica napus*) e período de conservação da silagem e decorrentes aberturas são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram três testes de polinização:

Os tratamentos utilizados foram três testes de polinização:

- 1 - Área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) - AGCA;
- 2 - Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas - AGSA;
- 3 - Área demarcada livre à visitação de insetos (controle) - ALI.

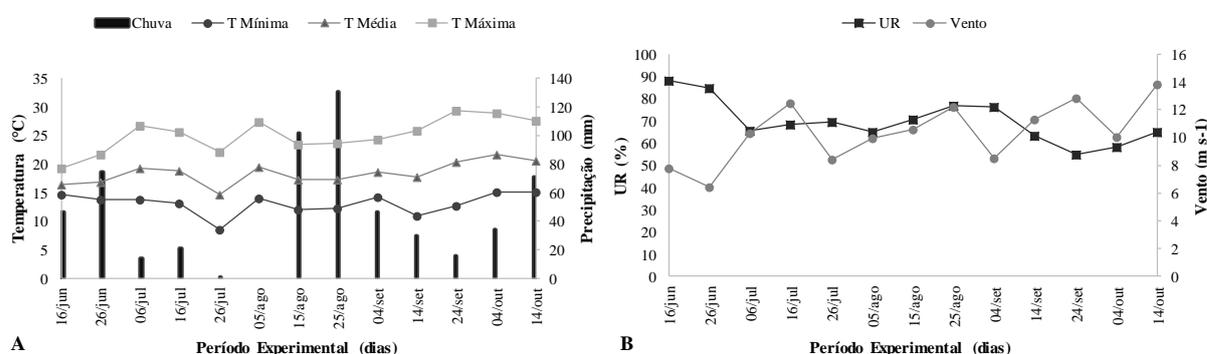


Figura 1. Dados climáticos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e rajada de vento (m s^{-1}) durante período experimental, safra de 2016.

Fonte: Estação Meteorológica, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, instalado na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

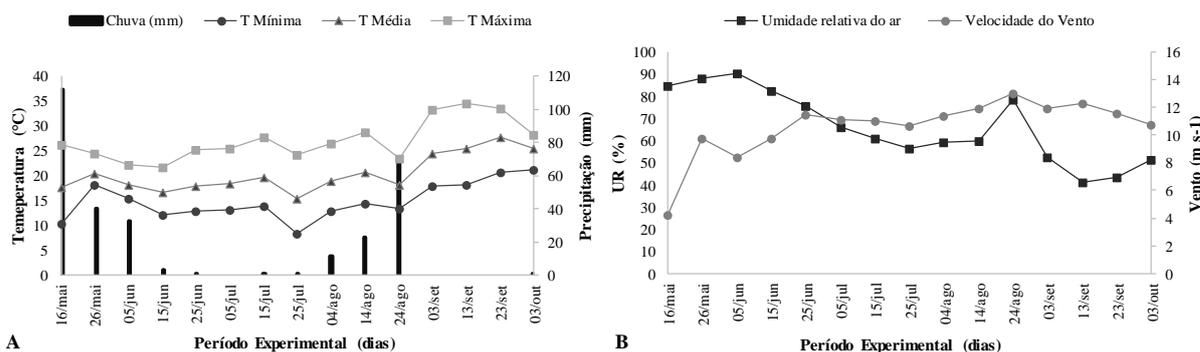


Figura 2. Dados climáticos de A - temperatura (máxima, média e mínima) e precipitação (mm); B - umidade relativa do ar (% média) e rajada de vento (m s^{-1}) durante período experimental, safra de 2017.

Fonte: Estação Meteorológica, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, instalado na Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos Pessoa, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

5.2.1 Experimento Safra 2016

A canola (*Brassica napus*) foi semeada em 17/06/2016, com o auxílio de uma semeadora de hortaliças, com espaçamento entre linhas de 0,45 cm e mantendo um número de plantas viáveis após o desbaste de 26 plantas por metro linear, utilizando o híbrido Hyola 433. O controle das plantas daninhas foi realizado com capina manual e adubação baseou-se nas interpretações da análise química do solo de acordo com as recomendações sugeridas pela EMBRAPA (TOMM et al., 2009).

A emergência das plantas foi verificada quinze dias após a semeadura, a partir do dia 02 de julho de 2016 e, cinquenta e cinco dias após a emergência (26/08/2016) foram montadas as gaiolas, quando havia em média, 10% de floração. As gaiolas de polinização foram confeccionadas com tela de nylon de malha 2x2 mm na cor branca, apoiadas por tubos de $\frac{3}{4}$ de polegada em PVC, com 4 m de largura, 6 m de comprimento e 2 m de altura na parte mais alta, perfazendo uma área aproximada 24 m^2 (CHIARI et al., 2005).

No período inicial de florescimento, sessenta e um dias após a semeadura (01/09/2016), os canteiros dispostos com gaiolas para o tratamento área coberta e uma gaiola de polinização com uma colônia de *A. mellifera* (AGCA), receberam uma colônia de *Apis mellifera* africanizada, instalada em núcleo, com cinco quadros, sendo três com cria e dois com alimento e durante toda a floração, as colônias receberam, de forma individual, água potável e $\frac{1}{2}$ L de xarope, com concentração de açúcar em torno de 50%, como complemento alimentar (FREE, 1993).

Entre os dias 16 a 18/09/2016 (76 a 78 dias após a emergência) foi observado a infestação de pulgão (*Brevicoryne brassicae*) (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), que

ocorre em reboleiras ou em infestações generalizadas, em especial no período de inflorescências, da alongação das síliquas à maturação dos grãos (TOMM, 2007). Devido à presença das colmeias, no dia 22/09/2016 foi realizado o controle a partir do manejo biológico com soltura de joaninhas (*Hippodamia sp.*) (Guérin-Meneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) nos canteiros.

Noventa dias após a emergência (30/09/2016), as colônias de abelhas *A. mellifera* foram retiradas e as gaiolas desmontadas para a maturação final da cultura. A colheita foi feita manualmente quando aproximadamente 50% das plantas se encontravam no estágio fenológico G5, ou seja, apresentavam alteração na coloração dos grãos de verde para marrom ou preto, com 104 dias após a emergência (14/10/2016). As plantas colhidas foram submetidas à secagem ao sol durante 10 dias.

5.2.2 Experimento Safra 2017

A semeadura canola (*Brassica napus*) ocorreu em 17/05/2017, com o auxílio de uma semeadora de hortaliças, com espaçamento entre linhas de 0,45 cm e mantendo um número de plantas viáveis após o desbaste de 26 plantas por metro linear, utilizando o híbrido Hyola 433. O controle das plantas daninhas foi realizado com capina manual e adubação baseou-se nas interpretações da análise química do solo de acordo com as recomendações sugeridas pela EMBRAPA (TOMM et al., 2009).

A emergência foi observada no dia 01/06/2017, após 15 dias da semeadura. Setenta e um dias após a emergência foram montadas as gaiolas (11/08/2017), quando havia em média, 10% de floração. As gaiolas de polinização foram confeccionadas com tela de nylon de malha 2x2 mm de cor branca, apoiadas por tubos de $\frac{3}{4}$ de polegada em PVC, com medições de 4 m de largura, 6 m de comprimento e 2 m de altura na parte mais alta, perfazendo uma área aproximada de 24m² (CHIARI et al., 2005).

Após setenta e cinco dias da emergência (15/08/2017), no período inicial de florescimento, os canteiros dispostos com gaiolas para o tratamento de área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *A. mellifera* (AGCA), receberam um núcleo de *A. mellifera* africanizada, com cinco quadros, sendo três com cria e dois com alimento e, durante toda a floração, tais colônias receberam, de forma individual, água potável e $\frac{1}{2}$ L de xarope com concentração de açúcar em torno de 50% como complemento alimentar (FREE, 1993). No dia 21/09/2017, ou seja, 112 dias após a emergência, os núcleos de *A. mellifera* foram retirados e as

gaiolas desmoantadas, ao término do período de florescimento, com aproximadamente 5% restante de florada, com o intuito de permitir o total desenvolvimento vegetativo das plantas.

Durante os dias 17 a 19/07/2017 (dezesseis a dezoito dias após a emergência), foram registradas baixas temperaturas, causando queimaduras por geada em um canteiro experimental. Foram registradas altas temperaturas ao final de agosto e durante o mês de setembro, permanecendo acima da média recomendada tanto pela cultura quanto pelas abelhas (tratamento). Durante os meses de junho e julho a cultura sofreu uma grave estiagem, acarretando crescimento e maturação desigual nos canteiros. Devido a baixa precipitação pluviométrica, houve atraso na adubação nitrogenada, com o intuito de diminuir perdas por volatilização.

A colheita foi realizada manualmente quando aproximadamente 50% das plantas se encontravam no estágio fenológico G5, ou seja, apresentavam alteração na coloração dos grãos de verde para marrom ou preto, com 125 dias após o início da emergência da cultura (03/10/2017). As plantas colhidas foram submetidas à secagem ao sol durante 10 dias.

5.2.3 Variáveis Analisadas

Para a produção de matéria seca da planta por ha e da síliqua ha^{-1} , foram colhidas ao acaso, 10 plantas por canteiro, pesadas e secadas em estufa de ventilação forçada de ar, a $55^{\circ}C$ por 72 horas.

Para número de síliquis por planta, tamanho de síliqua, número de grãos por síliqua, número de grãos por planta (estimado) e peso médio de grãos, foram colhidas ao acaso, 10 plantas por canteiro, contadas número de síliquis total por planta e, retiradas 12 síliquis por planta, sendo 4 da parte inferior, 4 da parte mediana e 4 da parte superior de cada planta. Estas síliquis foram secas em estufa de ventilação forçada de ar, a $55^{\circ}C$ por 72 horas, medidas, abertas, contado o número de grãos e pesadas.

A determinação da massa de mil grãos e germinação de grãos foi realizada seguindo as metodologias descritas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A altura de plantas foi medida da superfície do solo ao ápice da planta, utilizando-se uma régua graduada e calculando a média de dez plantas da área útil. Para avaliar a produção por ha, foi calculado a produção em m^2 a partir da quantidade de plantas colhidas por metro linear, e extrapolado para produção por ha.

Os dados foram submetidos à análise conjunta dos dois anos agrícolas, uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual de cada ano não foi superior a sete, para verificar se houve efeito dos anos e das interações entre o ano agrícola e os demais fatores estudados (BANZATTO; KRONKA, 1989). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando o programa SAS[®].

5.3 Resultados e Discussão

Em relação aos testes de polinização, nota-se que para seis parâmetros observados, os tratamentos com a presença de agentes polinizadores (área coberta com gaiola de polinização e uma colônia de *A. mellifera* e área demarcada livre a visitação de insetos - AGCA e ALI) foram estatisticamente ($P < 0,05$) maiores se comparados ao tratamento definido como área coberta com gaiola de polinização sem abelhas (AGSA).

Para número de siliquas por planta (NSIP) o tratamento ALI demonstrou maiores médias em relação ao tratamento AGSA, com 124 siliquas a mais por planta, e o tratamento AGCA não diferiu entre os demais (Tabela 01). Rosa et al. (2011) verificaram um aumento no número de siliquas por planta de 35,64% em áreas com polinização de insetos. Neste trabalho, observou-se um aumento de 35,53% e 21,87% para os tratamentos ALI e AGCA, que apresentavam visitação por insetos, em comparação a área AGSA.

Wintter et al. (2014) descreve que a produção de siliquas é influenciada por agentes vetores de pólen, como o vento e insetos, em especial a *A. mellifera*, sendo assim, as abelhas como agentes visitantes da cultura da canola durante o período de floração, promovem um aumento quantitativo na produção de sementes e na qualidade de óleo nelas presentes (WITTER et al., 2014).

Chambó et al. (2017) em pesquisa realizada com as variedades de canola Hyola 433 e 61, observaram que as abelhas *A. mellifera* foram os visitantes florais mais abundantes nas culturas, com 89% de visitação dentre os demais insetos.

A massa média dos grãos (MG) foi maior ($P < 0,05$) para o tratamento ALI, em comparação aos tratamentos AGSA e AGCA, respectivamente, que não diferiram entre si. A massa de mil grãos (MMG), não diferiu entre ALI e AGSA ($P < 0,05$) que apresentaram maiores valores médios que tratamento AGCA (Tabela 01).

Melgarejo Arrúa (2016) avaliando características agronômicas de híbridos de canola no mesmo município deste estudo, obteve para massa de mil grãos (MMG) a média de 3,6 para o

Hyola 433, média acima das observadas neste estudo, que variaram de 2,39 a 2,78 g conforme os tratamentos submetidos (Tabela 01). Krüger et al. (2011) obtiveram médias de 3,4 e 3,8 g, durante as safras avaliadas.

Tabela 1. Valores médios de número de síliquas por planta (NSIP), número de grãos por síliqua (NGSI), número de grãos por planta (NGP), tamanho de síliqua (TSI), massa média dos grãos (MG) e massa de mil grãos (MMG) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil.

	NSIP		NGSI		NGP		TSI		MG		MMG	
	(un)		(un)		(un)		(cm)		(g)		(g)	
Safra												
2016	337	A	17,1	A	5676	A	5,11	A	0,0013	B	1,76	B
2017	237	B	16,7	A	4024	B	5,07	A	0,0026	A	2,28	A
Tratamento												
AGCA	288	ab	17,6	a	5098	b	5,33	a	0,0018	b	1,77	B
AGSA	225	b	15,0	b	3372	c	4,76	b	0,0017	b	2,07	A
ALI	349	a	18,2	a	6079	A	5,18	a	0,0024	a	2,23	A
CV (%)	17,78		6,28		7,59		5,63		18,92		11,72	
DMS	0,76		0,84		0,96		0,66		0,68		0,84	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Em relação aos valores encontrados para número de grãos por síliqua (NGSI) e tamanho de síliqua (TSI), os tratamentos ALI e AGCA foram similares entre si ao teste de Tukey a 5% ($P > 0,05$), ficando o tratamento AGSA, com média de 2,6 e 8,2 grãos por síliqua a menos em comparação aos tratamentos AGCA e ALI. Para o tamanho de síliqua o mesmo tratamento apresentou média de 4,76 cm, sendo inferior aos demais tratamentos (Tabela 01), e de acordo com Garcia (2007), a síliqua possui cerca de 5 a 7 cm de comprimento. Ressalta-se portanto, que para as duas variáveis as áreas com acesso de agentes polinizadores apresentaram melhores resultados em relação a área de exclusão de insetos.

Melgarejo (2016) avaliando características agrônômicas da canola cultivada no oeste paranaense, obteve um número médio de grãos por síliqua de 17,9, estando de acordo com os encontrados neste experimento que variaram de 15,0 a 18,2 conforme os tratamentos submetidos (Tabela 01).

Para a variável número de grãos por planta (NGP), as médias notadas são de 6079, 5098 e 3372 para ALI, AGCA e AGSA, diferindo estatisticamente entre si ($P > 0,05$). Assim, os tratamentos ALI e AGCA apresentaram 2707 e 1726 grãos por planta a mais que o tratamento AGSA (Tabela 01).

Durante a safra de 2016, os valores médios obtidos para número de síliquis por planta (NSIP) e número de grãos por planta (NGP) foi maior em comparação à safra de 2017, apresentando valores de 337 (NSIP) e 5676 (NSP), respectivamente (Tabela 01).

A baixa produção em 2016 se deve provavelmente, em virtude da maior competição entre as plantas por água no solo e nutrientes, já que na safra de 2017 houve um acúmulo total de precipitação pluviométrica de 293,38 mm durante todo o período experimental, diferentemente de 2016, onde o acumulado total foi de 586,6 mm.

Krüger et al. (2011) afirma que para a canola, as variáveis número de síliquis por planta e número de grãos por planta apresentam alta correlação direta e positiva com a produtividade de grãos. Assim, o efeito direto que o número de síliquis por planta exerce sobre o número de grãos por síliqua é o responsável direto pela associação entre este par de características, que define a produção final da cultura (COIMBRA et al., 2004).

De acordo com Gan et al. (2004), para a cultura da canola é de extrema importância o número de flores que irão se transformar em síliquis, pois estes frutos que determinarão a produção de grãos de canola. Estas síliquis, que se abrem quando secas (deiscentes), possuem geralmente de 14 a 15 sementes e diâmetro inferior a 2 mm e peso inferior a 6 mg (RODRIGUES et al., 2010).

Tomm (2007), define que a cultura da canola exige uma demanda hídrica em média de 500 mm para seu desempenho e produção e que o período de floração da canola é mais sensível ao déficit hídrico. Na ocorrência de escassez de água durante esse período, nota-se redução dos componentes de rendimentos dos grãos e o teor do óleo dos mesmos.

A menor massa de mil grãos obtida neste trabalho demonstra que o híbrido Hyola 433 apresenta uma menor capacidade produtiva quando condições de clima são adversas.

Para a variável massa média dos grãos (MMG), a média encontrada na safra de 2017 foi superior à de 2016, sendo os valores médios encontrados de 0,0135 e 0,0262 kg em 2016 e 2017, respectivamente. Nota-se que na safra de 2017 a MG foi 47,33% maior que a safra de 2016 (Tabela 01). Este fato pode ser explicado devido ao ataque de pulgão *Brevicoryne brassicae* (ceroso das crucíferas), que ocorre em reboleiras ou infestações generalizadas, especialmente nas inflorescências, no período da elongação a maturação (TOMM, 2007).

Sabe-se que tanto pulgões jovens (nínfas) como adultos alimentam-se da seiva, causando danos diretos desde a emergência até que os grãos estejam completamente formados (grão em massa), e conseqüentemente interferindo no rendimento de grãos, pela diminuição do tamanho, número e peso dos grãos e do poder germinativo de sementes (SALVADORI, 2000a, 2000b; SALVADORI; TONET, 2001).

Quando observada a altura de planta (AP) e matéria seca da planta (MSP), nota-se que as médias da safra 2016 foram estatisticamente maiores ($P > 0,05$) que da safra referente ao ano de 2017. Na safra de 2016 a média de AP ficou acima de um metro (111 cm) o que não ocorreu em 2017, com 0,95 m, altura abaixo do descrito por Tomm (2007) para o híbrido utilizado. A MSP foi de 77g Kg⁻¹ menor em 2017 (Tabela 02). De acordo com Tomm et al. (2009), o Hyola 433 é um híbrido de ciclo curto, com ciclo de 120 a 150 dias com altura média de 124 a 131cm.

Melgarejo (2016) avaliando as características agronômicas da canola no oeste do Paraná, obteve para o híbrido Hyola 61, uma altura de 139 cm, resultados diferentes encontrados pelo mesmo autor em 2014, avaliando o mesmo híbrido, mas em Santa Maria, RS, uma altura de 118 cm (MELGAREJO et al., 2014). O mesmo autor em 2013, avaliando diferentes épocas de semeadura, obteve valores de altura de planta de 136 cm para o Hyola 61, e de 131cm para o híbrido Hyola 433, valores médios de altura de planta acima do verificado neste estudo.

Tabela 2. Valores médios da altura de planta (AP), produção de grãos por hectare (PGH), matéria seca da planta (MSP), matéria seca da siliqua (MSSI) e germinação de grãos ao 3° dia (GS3) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil.

	AP (cm)	PGH (Kg ha ⁻¹)	MSP (g Kg ⁻¹)	MSSI (g Kg ⁻¹)	GS3 (%)
Safra					
2016	111,0 A	682,0 B	290,0 A	294,0 A	42,6 B
2017	0,950 B	1284,0 A	213,0 B	294,0 A	70,7 A
Tratamento					
AGCA	106,5 a	937,0 B	241,0 a	290,0 a	59,5 a
AGSA	103,4 ab	745,0 B	252,0 a	291,0 a	49,6 a
ALI	0,991 b	1267,0 A	262,0 a	301,0 a	60,8 a
CV (%)	2,31	21,57	9,97	6,12	26,08
DMS	0,84	0,76	0,03	0,53	0,46

Médias seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Tal fato pode estar relacionado ao fato da Hyola 433 possuir menor capacidade de suportar déficit hídrico (TOMM et al., 2009) e de acordo com os dados climáticos (Figura 1 e 2) limitou o pleno desenvolvimento da cultura.

Para as variáveis produção de grãos por hectare (PSH) e germinação de semente ao 3° dia (GS3), a safra de 2017 apresentou melhores resultados, com quase o dobro de produção de sementes (602 Kg ha⁻¹) e 28,1% a mais na apresentação de germinação aos 3 dias de teste (Tabela 02).

Em experimento utilizando o Hyola 433 no município de Marechal Cândido Rondon, se obteve uma média de produção de 1058 kg ha⁻¹ (MELGAREJO et al., 2014). Neste estudo, se atingiu a produção de 682,0 kg ha⁻¹ e 1284,0kg ha⁻¹ para as safras 2016 e 2017, respectivamente, ou seja, 602,0 kg ha⁻¹ a menos (Tabela 02).

Um incremento na produção de sementes de canola vem sendo descrita quando a cultura é polinizada por abelhas (SABBAHI et al., 2005; ARANEDA-DURÁN et al., 2010; ROSA et al., 2011).

Com relação aos tratamentos, é notório a importância de agentes polinizadores para o bom desempenho produtivo da canola. De maneira geral, os tratamentos onde a visitação de agentes polinizadores era possibilitada, apresentaram valores de produção de sementes hectare⁻¹ superiores, sendo a média apresentada de 1267,0; 937,0 e 745,0 kg ha⁻¹, para os tratamentos ALI, AGCA e AGSA, respectivamente.

Sabbahi et al. (2005), avaliando a influência da densidade de abelhas melíferas sobre a produção de canola, descreveram melhoria na produtividade de sementes de 46% na presença de três colônias por hectare em relação à área ausente de polinizadores.

Conforme Blochtein et al. (2014), a produção da canola pode aumentar em torno de 30% quando recebe a visitação de insetos polinizadores, sendo estes atraídos pelo néctar produzido nos nectários florais desta cultura (FREE, 1993; MUSSURY; FERNANDES, 2000) e, as abelhas como agentes visitantes da cultura da canola durante o período de floração, promovem um aumento quantitativo na produção de grãos e também na qualidade de óleo nelas presentes (BLOCHTEIN, et al., 2015).

A germinação de grãos faz parte dos testes de vigor e são componentes essenciais de um programa de controle de qualidade dos mesmos. Estes podem ajudar na tomada de decisões internas das empresas produtoras de grãos em relação ao seu valor comercial, em especial a decisão de armazená-la ou vendê-la num curto espaço de tempo (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

De acordo com Tomm et al. (2009) os híbridos de canola apresentam elevada qualidade fisiológica e vigor das sementes, além da queda em potencial destas características na geração F2. O potencial de germinação e o vigor das sementes salvas, que representam a qualidade desta semente é influenciada por vários fatores, em especial nas condições em que as plantas foram cultivadas, as características específicas de cada híbrido e a época de semeadura.

O tratamento ALI apresentou uma média de 0,991 m para altura de planta (AP), enquanto os tratamentos AGCA e AGSA ficaram acima de 1 m de altura, sendo que o tratamento com polinização por Apis (AGCA) foi superior ao ALI e o tratamento AGSA não

diferiu dos demais pelo teste de Tukey a 5% ($P < 0,05$). Diferentemente dos valores encontrados para produção de grãos por hectare (PGH), onde o tratamento ALI foi estatisticamente superior ($126,7 \text{ Kg ha}^{-1}$) aos demais (Tabela 02).

A matéria seca da siliqua (MSSI) não diferiu entre os anos agrícolas nem em relação aos tratamentos avaliados ($P < 0,05$) (Tabela 02).

Para as variáveis matéria seca da planta (MSP) e germinação de grão ao 3º dia (GG3) não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos no qual a canola foi submetida (Tabela 02)

Rosseto et al. (1998), avaliando os teores de matéria seca de parte aérea e da siliqua da canola em diferentes períodos de colheita, obteve valores médios de $176,2$ a $105,8 \text{ g Kg}^{-1}$ e $64,3$ a $31,4 \text{ g Kg}^{-1}$ para parte aérea e siliqua, respectivamente, de acordo com os períodos de colheita. O mesmo autor conclui que a maior produção de matéria seca da parte aérea das plantas de canola foi obtida aos 112 dias da sementeira, e das sementes, aos 126 dias.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre testes de polinização x safras dos valores médios de germinação de semente ao 7º dia (GS7) da canola (*Brassica napus*) submetida a diferentes testes de polinização, durante as safras de 2016 e 2017, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil.

Tratamentos	GS7 (%)			
	2016		2017	
	Média	Letras	Média	Letras
AGCA	59,5	Bb	91,4	Aa
AGSA	64,1	Bb	87,6	Aa
ALI	68,1	Ab	92,9	Aa
CV (%)	5,97		3,56	
DMS	0,71		0,98	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$ AGCA: Área coberta com gaiola de polinização e uma colmeia de *Apis mellifera*; AGSA: Área coberta com gaiola de polinização sem abelhas; ALI: Área demarcada livre à visitação de insetos.

Para germinação dos grãos ao 7º dia (GG7), houve interação significativa ($P > 0,05$). Assim, na safra 2016 o tratamento ALI foi superior aos demais, apresentando 68,1% de germinação. Tal fato não ocorreu na safra de 2017, onde os tratamentos não apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$), porém a safra de 2017 foi maior em todos os tratamentos submetidos (Tabela 03).

De acordo com Lobato et al. (2005) os grãos da geração F1 dos híbridos apresentam qualidade fisiológica superior em relação às da geração F2, quanto à capacidade de germinação e posterior definição de estande.

Devido a esta diminuição na viabilidade germinativa da semente de canola, Smith et al. (2010) relatam em seu estudo de comparação entre híbridos de canola e geração F2, que o uso

do grão F2 como semente na cultura da canola ainda não é rentável pelo fato dos grãos salvos apresentarem relativa perda de vigor.

5.4 Conclusão

A produção de canola é influenciada por agentes polinizadores, sendo as variáveis produtivas avaliadas influenciadas pelos testes de polinização. A presença de agentes polinizadores na canola acarretou aumento de 35,53% no número de siliques por planta; 17,58% no número de grãos por síliqua e 41,19% na produção de sementes por hectare.

5.5 Referências Bibliográficas

ARANEDA-DURÁN, X.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. 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.

BANZATTO, D. A. and KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**, 4ª ed. Funep, Jaboticabal, SP. 2006.

BARBOSA, M. Z. NOGUEIRA, S.; FREITAS, M. S. Agricultura de alimentos X de energia: impacto nas cotações internacionais. Análise e indicadores do agronegócio. São Paulo: **Instituto de Economia Agrícola**, SP, v.3, n.1. 2008.

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. 44p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Winnipeg, 2010. 38p.

CARDOSO, R. M. L.; OLIVEIRA, M. A. R.; LEITE, R. M. V. B. C.; BARBOSA, C. J.; BALBINO, L. C. **Doenças de canola no Paraná**. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28p.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

CHAMBÓ, E. D.; DE OLIVEIRA, N.T.E.; GARCIA, R. C.; DUARTE-JÚNIOR, J. B.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C. and TOLEDO, V. A. A. Pollination of rapeseed (*Brassica*

napus) by Africanized honeybees (Hymenoptera:Apidae) on two sowing dates. **An. Acad. Bras. Ciênc.** v. 86, p.2087–2100, 2014.

CHAMBÓ, E. D.; OLIVEIRA, N. T. E.; GARCIA, R. C.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; and TOLEDO, V. A. A. Statistical modeling of insect behavioral response to changes in weather conditions in *Brassica napus* L. Arthropod. **Plant. Interact.** v.1, p.1–9. 2017.

CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; ATENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; KOTAKA, C. S.; SAKAGUTI, E. S. and MAGALAES, H. R. Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. merril). **Braz. Arch. Biol. Technol.** 48: 367–78. 2005.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; MEROTTO JÚNIOR, A. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura mensal da Canola.** 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boetim_graos_junho_2017.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Resumén del mercado de semillas oleaginosas,** 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MINITORING/Oilcrops/Documents/Food_outlook_oilseeds/FO_SPA_NOV11.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

FIGUEIREDO, D. F.; MURAKAMI, E. A.; PEREIRA, S. A. M; FURLAN, C. A.; TORAL, B. L. F. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1321-1329, 2003.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**, London, 1993. 684p.

GAN, Y., ANGADI, S. V.; CUTFORTH, H.; POTTS, D.; ANGADI, V. V. and McDONALD, C. L. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. **Can. J. Plant Sci.** 84: 697-704. 2004.

GARCÍA, G. A. G. **Silagem de grão úmido de milho ou de polpa de citros para vacas leiteiras em pasto de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).** 2007. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte. 52f. 2007.

KRÜGER, C. A. M. B., Arranjo de plantas e seus efeitos na produtividade de grãos e teor de óleo em canola.Tese(doutorado)-Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.89 f. 2011.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999.

LOBATO, P. N.; PINHO, R. G. V.; PINHO, É. V. R. V.; RAMALHO, M. A. P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de híbridos Duplos de milho utilizando a geração F1 e F2 de híbridos Simples. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Lavras, v. 4, n. 1, p.54-64, set. 2005.

McCLINCHEY, S. L.; KOTT, L. S. Production of mutants with high cold tolerance in spring canola (*Brassica napus*). **Euphytica**, v. 162, p. 51-67, 2008.

MELGAREJO ARRÚA, M. A.; DUARTE JR., J.; COSTAS, A. C. T.; MEZZALIRA, E. J.; PIVAS, A. L.; SANTIN, A. Características agronômicas e teor de óleo da canola em função da época de semeadura. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.9, p.934-938, 2014.

MELGAREJO ARRÚA, M. A. 2016. 46f. **Características agronômicas e teor de óleo de diferentes genótipos de canola semeados em diferentes épocas e densidades**. Doutorado em Agronomia (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual do Paraná. Marechal Cândido Rondon. 2016.

MUSSURY, R. M., and FERNANDES, W. D. Studies of the floral biology and reproductive system of *Brassica napus* L. (Cruciferae). **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 43, p.0-0. 2000.

NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VEDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. and OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**, Fealq. 920 p. 2002.

OLIVEIRA, R. **Cultivo da Canola ganha novos campos no Paraná**. 2011. Paraná Online. Disponível em: <<http://www.paranaonline.com.br/canal/rural/news/304908/?noticia=cultivo+da+canola+ganha+novos+campos+no+parana>>. Acesso em: 18 de dezembro 2017.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: Aplicações e Implicações. *Revista Analytica*, v.10, n.27, p.60- 67, 2007.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F.; CAWLEY, S.; POTTER, T. D.; BURTON, W.; WALTON, G. H.; THOMAS, G. Growth and yield differences between triazine-tolerant and non-triazine-tolerant cultivars of canola. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 643-651, 2002.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F.; BAMBACH, R. Response of canola and Indian mustard to sowing data in the grain belt of Worth-Eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 43-52, 2004.

RODRIGUES, M. Â.; FERREIRA, I.; ARROBAS, M. Ensaio com cultivares de colza de inverno, doses de azoto e profundidades de sementeira em Trás-os-montes. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.27-39, 2010.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; FERREIRA, N. R.; WITTER, S. *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potencial *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Southern Brazilian. **Brazilian Journal of Biology**. v.70, n. 4, p. 1075-1081. 2010.

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.

ROSSETO, C. A.V; NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Efeito da adubação potássica e da época de colheita na produtividade de canola. **R. Bras. Ci. Solo**, 22:87-94, 1998.

SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D.; MARCEAU, J. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Density on the Production of Canola (Cruciferae:Brassicaceae). **Journal of Economic Entomology.**, v. 98, n. 2, p. 367-372. 2005.

SALVADORI, J. R. Pragas de trigo no Brasil. In: GUEDES, J. C., COSTA, I. D. da; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais - Departamento de Fitossanidade, 2000a. p. 155-167.

SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. In: CUNHA, G. R. da; BACALTCHUK, B. (Org.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul - Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000b. p. 267-287.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 52 p.

SMITH, E. G.; FAVRET, M. L.; CLAYTON, G. W.; BLACKSHAW, R. E.; BRANDT, S.; JOHNSON, E. N.; HARKER, K. N.; O'DONOVAN, J. T.; KUTCHER, R.; VERA, C. A rentabilidade de semear a geração F2 de canola híbrida. *Agronomy Journal*, Canadá, v. 102, n. 2, p.598-605, 2010.

STONE, P. The Effects of Heat Stress on Cereal Yield and Quality. **Crop Responses and Adaptations to Temperature Stress**, v. 35, p. 243-292, 1994.

THOMAS, P. **The grower's manual**. Winnipeg: **Canola Council of Canada**, 2003. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/crop-productioncanola_grower's_manual_contents> Acesso em: 19 de janeiro de 2018.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32p.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p.

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. 44p