

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal



Dissertação

**Variedades de Milho com Polinização Aberta da Epagri sob Efeito
do Espaçamento entre Linhas**

Nélio Luís Patzlaff

Araquari, 2019

Nélio Luís Patzlaff

**Variedades de Milho com Polinização Aberta da Epagri sob
Efeito do Espaçamento entre Linhas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador: Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins

Coorientadores: Dr. Miguelangelo Ziegler Arboitte
Dr. Alberto Höfs

Araquari, 2019

P294v Patzlaff, Nédio Luís
Variedades de milho com polinização aberta da
Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas /
Nédio Luís Patzlaff; orientador Carlos Eduardo
Nogueira Martins; coorientador Miguelangelo Ziegler
Arboitte; coorientador Alberto Höfs. -- Araquari,
2019.
63 f.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, Programa de Pós-
graduação em Produção e Sanidade Animal, Araquari,
2019.

1. Silagem de milho. 2. Massa verde. 3.
Potencial de conversão em leite. 4. Caracteres
agronômicos. 5. Estrutura da planta. I. Martins,
Carlos Eduardo Nogueira, II. Arboitte, Miguelangelo
Ziegler. III. Höfs, Alberto. IV. Instituto Federal
Catarinense. Programa de Pós-graduação em Produção e
Sanidade Animal. V. Título.

Nélio Luís Patzlaff

**Variedades de Milho com Polinização Aberta da Epagri sob
Efeito do Espaçamento entre Linhas**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 01/03/2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins (Orientador)
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria

Dr. Felipe Bermudez Pereira
**Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP**

Prof. Dr. Robilson Antônio Weber
**Doutor em Aquicultura pela Universidad de Santiago de
Compostela - Espanha**

Dedicatória

À minha filha Yasmin, por estar ao meu lado e ter tornado tudo mais leve nesse processo de aprendizagem e por ter aberto mão de tantos momentos plurais para possibilitar este, singular.

Agradecimentos

À Deus, por permitir minha existência e conduzir a caminhada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Nogueira Martins, por ter aceitado o desafio, e pelo seu empenho na orientação deste trabalho.

Aos coorientadores Prof. Dr. Miguelangelo Ziegler Arboitte e Dr. Alberto Höfs, pelas contribuições.

Ao Dr. Felipe Bermudez Pereira e ao Dr. Robilson Antônio Weber, por aceitarem participar da banca e pelas críticas que qualificaram o trabalho.

À minha família, pelo incentivo.

Aos meus pais, Nivo e Lia, pelo apoio desmedido desde o preparo da área, na semeadura, na condução do experimento e na confecção das silagens.

À minha esposa Mari Lucia, que não mediu esforços para me apoiar, auxiliando-me e incentivando-me em todas as etapas.

À empresa Brusplastic, por ceder os sacos para ensilagem.

À Epagri, por disponibilizar as sementes, viabilizar as análises bromatológicas e a orientação.

Ao Sr. Luiz Carlos Bergamo, gerente regional da Epagri de Concórdia, pelo apoio e incentivo.

Ao IFC por disponibilizar a área experimental.

Resumo

PATZLAFF, Nédio Luís. **Variedades de Milho com Polinização Aberta da Epagri sob Efeito do Espaçamento entre Linhas**. 2019. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2019.

Experimento que determinou caracteres agronômicos, avaliou produtividade e custo de produção de silagem e grãos, bem como qualidade de silagens das variedades de milho com polinização aberta (VPA) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com esquema fatorial 2x3: espaçamento entre linhas - EEL (0,7 m ou 0,8 m) e cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina ou SCS-156 Colorado), com 04 repetições (blocos). O estande final foi fixo (55.000 plantas.ha⁻¹). Os dados foram submetidos a testes de normalidade e análise de componentes principais, seguidos de análise de variância ou Kruskal-Wallis e teste de Tukey ou Wilcoxon para comparação das médias (p<0,05). O ciclo da cultivar Catarina até o florescimento masculino e ao ponto de corte para silagem foi mais longo. Fortuna apresentou maior participação de folhas na estrutura da planta. A cultivar Colorado teve menor altura de planta e de inserção da espiga. A maior produção massa verde e massa seca de silagem foi em Fortuna e Catarina. O extrato etéreo foi influenciado pelos dois fatores e, a FDN, pelo espaçamento. O potencial de conversão em leite por hectare foi menor na cultivar Colorado e o custo de produção de silagem foi maior nesta variedade. A maior produtividade de grãos foi na Catarina. O custo de produção de grãos foi influenciado pelos dois fatores. Por chegar antes ao ponto de ensilagem com produção, qualidade bromatológica e custos similares à Catarina, a cultivar mais indicada para produção de silagem é a Fortuna.

Palavras-chave: caracteres agronômicos; estrutura da planta; massa verde; silagem de milho; potencial de conversão em leite.

Abstract

PATZLAFF, Nédio Luís. **Maize Varieties with Open Pollination of Epagri under Effect of Line Spacing**. 2019. 63f. Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2019.

It was an experiment that determined agronomic characteristics, evaluated the productivity and the production costs of silage and grain, as well as the quality of silages of the varieties of corn with open pollination (VPA) of the Company of Agricultural Research and Rural Extension of Santa Catarina (Epagri). The experimental design was a completely randomized blocks design with a 2x3 factorial scheme: interline spacing - EEL (0.7 m or 0.8 m) and cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina or SCS-156 Colorado) with four replicates (blocks). The final booth was fixed (55,000 plants.ha⁻¹). The data were submitted to normality tests and principal components analysis, followed by analysis of variance or Kruskal-Wallis and Tukey or Wilcoxon test for comparison of means ($p < 0.05$). The cycle of the cultivar Catarina until the male flowering and until the cutting point for silage was longer. Fortuna showed greater leaf participation in the plant structure. Colorado cultivar had lower plant height and lower spike insertion height. The highest production of green mass and dry mass of silage was in Fortuna and Catarina. The ethereal extract was influenced by the two factors, and the NDF by the spacing. The potential of conversion into milk per hectare was lower in the Colorado cultivar and the cost of silage production was higher in this variety. The highest grain yield was in Catarina. The cost of grain production was influenced by both factors. Because reach before the point of silage with production, bromatological quality and costs similar to Catarina, the most suitable cultivar for silage production is Fortuna.

Keywords: agronomic characters; plant structure; green mass; corn silage; potential of conversion into milk.

Lista de Figuras

Figura 1	Resultado da análise de agrupamento das VPA da Epagri	31
Figura 2	Análise de componentes principais das VPA da Epagri ...	31
Figura 3	Produção de forragem das VPA da Epagri.....	35
Figura 4	Participação das partes na estrutura da planta com base na matéria verde	36
Figura 5	Participação das partes na estrutura da planta com base na matéria seca estimada	37

Lista de Tabelas

Tabela 1	Dias da emergência ao florescimento masculino (DEVT), graus-dia da emergência ao florescimento masculino (GDVT), dias da emergência ao ponto de corte para silagem (DEPCS) e graus-dia da emergência ao ponto de corte para silagem (GDPCS) de variedades de milho com polinização aberta da Epagri	32
Tabela 2	Médias dos principais caracteres agronômicos observados nas variedades de polinização aberta da Epagri.....	34
Tabela 3	Potencial de hidrogênio iônico (pH), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) e extrato etéreo (EE) das variedades de milho com polinização aberta da Epagri de acordo com o espaçamento entre linhas	40
Tabela 4	Potencial de conversão em leite com 4% de gordura (PCL), por hectare e por tonelada de massa seca das variedades de milho com polinização aberta da Epagri de acordo com o espaçamento entre linhas, possível a partir da energia líquida de produção	40
Tabela 5	Custo médio estimado de produção por kg massa seca das variedades de polinização aberta da Epagri	42
Tabela 6	Produtividade média e custo estimado de produção de grãos das variedades de polinização aberta da Epagri	43

Lista de Abreviaturas e Siglas

Cepaf	Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar
Cfa	Clima subtropical úmido
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de troca catiônica
DAE	Dias após a emergência
DEPCS	Dias da emergência ao ponto de corte para silagem
DEVT	Dias da emergência ao florescimento masculino
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
DMO	Digestibilidade da matéria orgânica
EE	Extrato etéreo
EEL	Espaçamento entre linhas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
GD	Graus-dia
GDPCS	Graus-dia da emergência ao ponto de corte para silagem
GDVT	Graus-dia da emergência ao florescimento masculino
IFC	Instituto Federal Catarinense
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ME	Massa específica
MO	Matéria orgânica
MS	Massa seca ou matéria seca
MV	Massa verde ou matéria verde
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PCL	Potencial de conversão em leite
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
PCS	Ponto de corte para silagem
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PMS	Peso de mil sementes
SMP	Índice Shoemaker, Mac lean e Pratt de pH de solo
TMP	Tamanho médio de partículas
UTM	Universal transversa de Mercator
VPA	Variedades de polinização aberta
W	Watt (s)

Lista de Símbolos

Al	Alumínio
B	Boro
Ca	Cálcio
cm	Centímetro (s)
cmol(c).L ⁻¹	Centimol de carga por litro
Cu	Cobre
g	Gramas
H	Hidrogênio
ha	Hectare (s)
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
kg	Quilograma
kg MS.ha ⁻¹	Quilogramas de massa seca por hectare
kg MV.ha ⁻¹	Quilogramas de massa verde por hectare
kg.m ⁻³	Quilogramas por metro cúbico
km.h ⁻¹	Quilômetros por hora
L.ha ⁻¹	Litros por hectare
L.tonMS ⁻¹	Litros por tonelada de matéria seca
m	Metro
Mg	Magnésio
mg.dm ⁻³	Miligramas por decímetro cúbico
mg.L ⁻¹	Miligramas por litro
mL	Mililitros
mm	Milímetros
Mn	Manganês
Na	Sódio
P	Fósforo
ppm	Partes por milhão
R\$	Reais
V	Saturação de bases
V4	Estádio fenológico: 4 folhas totalmente expandidas
V8	Estádio fenológico: 8 folhas totalmente expandidas
VT	Estádio fenológico: florescimento masculino
Zn	Zinco
.ha ⁻¹	Por hectare
.kg ⁻¹	Por quilograma
.m ⁻²	Por metro quadrado
%	Por cento
%MS	Percentual na matéria seca
°C	Graus Celsius
®	Marca Registrada
±	Erro padrão

<
=

Menor que
Igual a

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE.....	13
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Geral.....	18
2.2	Específicos.....	18
3	TÍTULO DO ARTIGO.....	19
3.1	Resumo/Abstract.....	19
3.2	Introdução.....	21
3.3	Material e Métodos.....	24
3.4	Resultados e Discussão.....	30
3.5	Conclusões.....	45
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
5	REFERÊNCIAS.....	47
6	ANEXOS.....	54

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta da família Poaceae, de origem Mesoamericana, cuja domesticação iniciou-se a cerca de 5.000 anos. Sua dispersão pelas Américas possibilitou uma série de modificações adaptativas, conferindo alta variabilidade genética à espécie (TEIXEIRA & COSTA, 2010).

De acordo com CONAB (2019), a área plantada com milho, atualmente, é de 16,8 milhões de hectares no Brasil. As projeções da secretaria de política agrícola do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA), indicam que essa área pode chegar a 24,1 milhões de hectares nos próximos oito anos (BRASIL, 2017).

Os dados da Epagri/Cepa (2017) reportam uma área plantada, em Santa Catarina, de aproximadamente 400 mil hectares, com uma produção de 3,1 milhões de toneladas, o que equivale a uma produtividade média de grãos de 129 sacas.ha⁻¹.

Devido ao comportamento estacional das espécies forrageiras, existem dois vazios de pastagem conhecidos (de outono e de primavera), ambos na troca de pastagens, ocorrendo significativa redução na oferta de alimento. Bertagnon et al. (2014), além de reportarem essa dificuldade para sistemas produtivos no Sul do Brasil, atribuem ao período de troca de pastagens entre verão e inverno, também, significativa redução na qualidade da forragem, com efeitos negativos na produção das vacas. Para equilibrar a oferta de alimento nesses períodos, necessita-se preparar uma reserva forrageira, que pode ser feita na forma de feno, silagem de pré-secado ou, ainda, silagem de milho, entre outras opções. A praticidade, velocidade de crescimento e exequibilidade da utilização da cultura do milho para a produção de reserva forrageira na forma de silagem ou para a produção de grãos, tornou-o a principal cultura

na produção animal. “A área de milho silagem, que hoje equivale a cerca de 213 mil ha, tem crescido nos últimos anos, principalmente para suprir a produção de leite no estado, o que diminui a oferta de grãos e exerce pressão sobre os preços” (EPAGRI, 2016a, pág. 72)

De acordo com Pereira (2013), a ensilagem compreende o armazenamento da forragem em condições de anaerobiose, visando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático a partir de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis, o que leva à diminuição do pH. A qualidade do material conservado é afetada por inúmeros fatores: ponto de colheita, participação de grãos, brácteas e sabugo na estrutura da planta (Pereira, 2013), compactação (Deminicis et al., 2009), vedação (Henrique et al., 2002), ausência de infectantes - como o barro - no momento da ensilagem, etc.

Com a área plantada, cresceu também a adoção de novas ferramentas, a exemplo dos milhos híbridos e transgênicos. Segundo Pereira Filho & Borghi (2016), os transgênicos representaram 67,93% das cultivares na safra 2016/2017. Em razão dessa adoção ocorreram aumentos na produtividade, mas também significativa redução no número de variedades disponíveis nos últimos anos e aumento da concentração no mercado de sementes. Garcia (2012) já observou a redução do número de variedades de transgênicos ofertadas, que passou de 22 na safra 2010/2011 para 14 na safra 2011/2012. Konrad (2014) também registra redução no número de variedades superior ao número de variedades acrescentadas por ano, e assinalou, ainda, uma acelerada redução do número de empresas atuantes no setor de sementes. Desconsideradas as recentes fusões, quatro empresas controlam mais da metade (53%) do mercado mundial de sementes: Monsanto (26%), DuPont Pioneer (14%), Dow Agrosiences (7%) e Syngenta (6%) (KONRAD, 2014, p. 23).

Como efeito dessa concentração, os agricultores têm experimentado aumentos sucessivos no preço das sementes nos últimos anos, já que estão incorporados nos preços das sementes os chamados *royalties*, que representam o custo da “propriedade intelectual” das sementes registradas (GARCIA, 2012).

Ao discutir as garantias econômicas para as empresas produtoras de sementes, De Campos (2007, p. 72) aponta um conflito: “de um lado os povos buscam sua valorização; de outro, as empresas se utilizam de conhecimentos produzidos por todos para angariar vantagens como únicas proprietárias desse conhecimento e, por consequência, das criações, só serão possíveis a partir do que já havia sido produzido no coletivo”. O autor também alertou para o perigo da perda de autonomia dos agricultores, que pode ser agravado por mudanças na legislação que venham a exigir o pagamento de *royalties* sobre sementes salvas, o que obrigaria o agricultor a “contribuir” com as multinacionais.

Entretanto, de acordo com legislação atual, a prática de retenção de sementes não pode ser coibida, contanto que sejam para uso próprio (“sementes salvas”), haja vista a redação da Lei de Proteção de Cultivares, encontrada em Brasil (1997), que versa em seu Art. 10:

Não fere o direito de propriedade sobre a cultivar protegida aquele que:

I - reserva e planta sementes para uso próprio, em seu estabelecimento ou em estabelecimento de terceiros cuja posse detenha;

II - usa ou vende como alimento ou matéria-prima o produto obtido do seu plantio, exceto para fins reprodutivos;

III - utiliza a cultivar como fonte de variação no melhoramento genético ou na pesquisa científica;

IV - sendo pequeno produtor rural, multiplica sementes, para doação ou troca, exclusivamente para outros pequenos produtores rurais, no âmbito de programas de financiamento ou de apoio a pequenos produtores rurais, conduzidos por

órgãos públicos ou organizações não-governamentais, autorizados pelo Poder Público.

Apesar dessa garantia legal, os produtores em geral não fazem retenção de sementes de milho híbrido em razão da perda do vigor híbrido do material, que é conferido pela heterose, obtida através do cruzamento entre duas linhagens. Reis et al. (2011) e Bernini et al. (2013) afirmam que a heterose é um fenômeno importante nas estratégias de melhoramento, visto que pode melhorar as populações e determinadas características de interesse, com aumento de produtividade. No caso da cultura em questão, ao usar sementes “salvas” de um híbrido, o produtor estará perdendo esse vigor, acarretando numa significativa redução da produtividade na safra seguinte. Diante disso, é tecnicamente inviável para o produtor salvar sementes de híbridos de milho para semeadura no ano seguinte.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) dispõe, atualmente, de 03 (três) cultivares de milho de polinização aberta que permitem que o agricultor obtenha ou retenha sua própria semente, a baixo custo e sem perdas de produtividade, podendo reduzir sua dependência do mercado. Entretanto, não há dados recentes sobre alguns caracteres agronômicos e sobre o custo e a qualidade das silagens confeccionadas com essas cultivares, dificultando recomendações mais acertadas. Conhecer a composição bromatológica das silagens é necessário para avaliar em que sistemas produtivos e condições as cultivares podem ser recomendadas e os caracteres agronômicos ganham importância à medida que podem influenciar na escolha da cultivar consideradas as condições edafoclimáticas locais e as condições particulares da propriedade.

Segundo Wordell Filho & Chiaradia (2016), a redução do espaçamento entre linhas, com manutenção do estande, pode gerar incremento de produção de milho, pois esse arranjo diminui a competição intraespecífica (na linha, entre as plantas de interesse), pois haverá distanciamento entre as plantas na linha de plantio. Em contraponto, dificultam-se alguns tratos culturais, como controle de plantas daninhas e pragas, em razão da proximidade maior entre as linhas, que dificulta a entrada de máquinas para a mecanização desses processos. Para Wordell Filho & Chiaradia (2016), a configuração usual das plataformas de colheita permite ajustes entre 70 e 100 cm, o que limita ou exige adaptações para a aproximação entre linhas. Além disso, os dados de produção obtidos com variação do espaçamento entre linhas ainda são divergentes na literatura. Stacciarini et al. (2010) observaram influência nas características agronômicas e Rosales et al. (2008) encontraram diferenças na produtividade e na composição das silagens.

Nesse cenário, o objetivo do estudo foi determinar as características agronômicas e avaliar o potencial produtivo, o custo e a qualidade de silagens das variedades de milho de polinização aberta da Epagri sob influência do espaçamento entre linhas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar características agronômicas, potencial produtivo, custo e qualidade de silagens das variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob influência do espaçamento entre linhas.

2.2 Específicos

- Determinar altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro de espiga; dias calendário e graus-dia da emergência ao florescimento masculino e ao ponto de corte para silagem; e participação das partes na estrutura das plantas (folhas, colmo, brácteas e sabugo e grãos);

- Gerar dados sobre produção de massa verde e massa seca nos diferentes tratamentos;

- Obter dados sobre a qualidade químico-bromatológica (pH, PB, NDT, FDN, FDA, DIVMO e EE) das silagens em cada tratamento;

- Estimar o potencial de conversão da silagem em leite para cada tratamento;

- Estimar o custo de produção das silagens;

- Identificar a cultivar mais indicada para produção de silagem;

- Gerar dados sobre a produtividade de grãos nos tratamentos;

- Estimar o custo de produção de grãos.

3 TÍTULO DO ARTIGO

Variedades de Milho com Polinização Aberta da Epagri sob Efeito do Espaçamento entre Linhas

Revista Ciência Agronômica – Universidade Federal do Ceará (UFC): <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista>

Autores

Nédio Luís Patzlaff

Carlos Eduardo Nogueira Martins

Miguelangelo Ziegler Arboitte

Alberto Höfs

3.1 Resumo/Abstract

RESUMO – Experimento que determinou caracteres agronômicos, avaliou produtividade e custo de produção de silagem e grãos, bem como qualidade de silagens das variedades de milho com polinização aberta (VPA) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com esquema fatorial 2x3: espaçamento entre linhas – EEL (0,7 m ou 0,8 m) e cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina ou SCS-156 Colorado), com 04 repetições (blocos). O estande final foi fixo (55.000 plantas.ha⁻¹). Os dados foram submetidos a testes de normalidade e análise de componentes principais, seguidos de análise de variância ou Kruskal-Wallis e teste de Tukey ou Wilcoxon para comparação das médias (p<0,05). O ciclo da cultivar Catarina até o florescimento masculino e ao ponto de corte para silagem foi mais longo. Fortuna apresentou maior participação de folhas na

estrutura da planta. A cultivar Colorado teve menor altura de planta e de inserção da espiga. A maior produção massa verde e massa seca de silagem foi em Fortuna e Catarina. O extrato etéreo foi influenciado pelos dois fatores e, a FDN, pelo espaçamento. O potencial de conversão em leite por hectare foi menor na cultivar Colorado e o custo de produção de silagem foi maior nesta variedade. A maior produtividade de grãos foi na Catarina. O custo de produção de grãos foi influenciado pelos dois fatores. Por chegar antes ao ponto de ensilagem com produção, qualidade bromatológica e custos similares à Catarina, a cultivar mais indicada para produção de silagem é a Fortuna.

ABSTRACT - It was an experiment that determined agronomic characteristics, evaluated the productivity and the production costs of silage and grain, as well as the quality of silages of the varieties of corn with open pollination (VPA) of the Company of Agricultural Research and Rural Extension of Santa Catarina (Epagri). The experimental design was a completely randomized blocks design with a 2x3 factorial scheme: interline spacing - EEL (0.7 m or 0.8 m) and cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina or SCS-156 Colorado) with four replicates (blocks). The final booth was fixed (55,000 plants.ha⁻¹). The data were submitted to normality tests and principal components analysis, followed by analysis of variance or Kruskal-Wallis and Tukey or Wilcoxon test for comparison of means ($p < 0.05$). The cycle of the cultivar Catarina until the male flowering and until the cutting point for silage was longer. Fortuna showed greater leaf participation in the plant structure. Colorado cultivar had lower plant height and lower spike insertion height. The highest production of green mass and dry mass of silage was in Fortuna and Catarina. The ethereal extract was influenced by the two factors, and the NDF by

the spacing. The potential of conversion into milk per hectare was lower in the Colorado cultivar and the cost of silage production was higher in this variety. The highest grain yield was in Catarina. The cost of grain production was influenced by both factors. Because reach before the point of silage with production, bromatological quality and costs similar to Catarina, the most suitable cultivar for silage production is Fortuna.

3.2 Introdução

Dados da CONAB (2019) indicam que a área plantada com milho (*Zea mays* L.) no Brasil é de 16,8 milhões de hectares. As projeções da secretaria de política agrícola do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA), estimam que essa área pode chegar a 24,1 milhões de hectares nos próximos oito anos (BRASIL, 2017).

Epagri/Cepa (2017) reportam uma área plantada de aproximadamente 400 mil hectares em Santa Catarina, com uma produção de 3,1 milhões de toneladas, equivalente a uma produtividade média de grãos de 129 sacas.ha⁻¹.

De acordo com Bertagnon et al. (2014), na pecuária, existem vazios forrageiros no Sul do Brasil, inerentes ao comportamento estacional das espécies forrageiras, havendo significativa redução na quantidade e na qualidade da forragem oferecida aos animais, com efeitos negativos na produção. O uso da reserva forrageira pode equilibrar a oferta de alimento nesses períodos, podendo-se recorrer ao feno, silagem de pré-secado ou ainda, à silagem de milho, entre outras opções. Em razão da praticidade, velocidade de crescimento e exequibilidade, visando uso do milho para a produção de reserva forrageira na forma de silagem, esta tem sido a principal cultura

utilizada na produção animal. “A área de milho silagem, que hoje equivale a cerca de 213 mil ha, tem crescido nos últimos anos, principalmente para suprir a produção de leite no estado, o que diminui a oferta de grãos e exerce pressão sobre os preços” (EPAGRI, 2016a, pág. 72)

De acordo com Pereira (2013), a ensilagem compreende o armazenamento da forragem em condições de anaerobiose, visando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico a partir de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis, o que leva à diminuição do pH. A qualidade do material conservado é afetada por inúmeros fatores, como: ponto de colheita, participação de grãos, brácteas e sabugo na estrutura da planta (Pereira, 2013), compactação (Deminicis et al., 2009), vedação (Henrique et al., 2002), ausência de infectantes - como o barro - no momento da ensilagem, etc.

Com o aumento da área plantada, cresceu também a adoção de novas ferramentas tecnológicas, a exemplo dos milhos híbridos e transgênicos. Segundo Pereira Filho & Borghi (2016), os transgênicos representaram 67,93% das cultivares na safra 2016/2017. Em razão dessa adoção ocorreram aumentos consideráveis na produtividade, mas também significativa redução no número de variedades disponíveis nos últimos anos e aumento da concentração no mercado de sementes. Garcia (2012) já observou a redução do número de variedades de transgênicos ofertadas, que passou de 22 na safra 2010/2011 para 14 na safra 2011/2012. Konrad (2014) também percebeu redução no número de variedades superior ao número de variedades acrescentadas por ano, e assinalou uma acelerada redução do número de empresas atuantes no setor de sementes. Desconsideradas as recentes fusões, quatro empresas controlam mais da metade (53%) do mercado mundial de sementes: Monsanto

(26%), DuPont Pioneer (14%), Dow Agrosiences (7%) e Syngenta (6%) (KONRAD, 2014, p. 23).

Como efeito dessa concentração, podem ser apontados conflitos como: aumentos sucessivos no custo das sementes em razão da incorporação dos *royalties* aos preços (GARCIA, 2012); questionamento da propriedade intelectual, identificado por De Campos (2007, p. 72) visto que o melhoramento tradicional informal feito pelos agricultores por muitos anos não é contemplado/discutido.

Apesar da garantia posta pela Lei de Proteção de Cultivares, encontrada em Brasil (1997), os produtores em geral não fazem retenção de sementes de milho híbrido em razão da perda do vigor híbrido do material, que é conferido pela heterose, obtida através do cruzamento entre duas linhagens. De acordo com Reis et al. (2011) e Bernini et al. (2013), a heterose é um fenômeno importante nas estratégias de melhoramento, pois pode melhorar populações e características de interesse, aumentando a produtividade. Ao usar sementes “salvas” de um híbrido de milho, o produtor estará perdendo esse vigor, reduzindo significativamente a produtividade na safra seguinte, o que inviabiliza tecnicamente essa prática.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) dispõe, atualmente, de 03 (três) cultivares de milho de polinização aberta que permitem que o agricultor obtenha/retenha sua própria semente, a baixo custo e sem perdas de produtividade, podendo reduzir a dependência do mercado. Entretanto, não há dados recentes sobre alguns caracteres agronômicos e sobre o custo e a qualidade das silagens confeccionadas com essas cultivares, dificultando recomendações mais acertadas. Conhecer a composição bromatológica das silagens é necessário para avaliar em que sistemas produtivos e condições as cultivares podem ser recomendadas e os caracteres agronômicos

ganham importância à medida que podem influenciar na escolha da cultivar consideradas as condições edafoclimáticas locais e as condições particulares da propriedade.

Segundo Wordell Filho & Chiaradia (2016), a redução do espaçamento entre linhas, com manutenção do estande, pode gerar incremento de produção de milho, pois esse arranjo diminui a competição intraespecífica (entre as plantas de interesse), pois haverá distanciamento entre as plantas na linha de plantio. Em contraponto, dificultam-se alguns tratos culturais, como controle de plantas daninhas e pragas, em razão da proximidade maior entre as linhas, que dificulta a entrada de máquinas para a mecanização desses processos. Para Wordell Filho & Chiaradia (2016), a configuração usual das plataformas de colheita permite ajustes entre 70 e 100 cm, o que limita ou exige adaptações para a aproximação entre linhas. Além disso, os dados de produção obtidos com variação do espaçamento entre linhas ainda são divergentes na literatura. Stacciarini et al. (2010) observaram influência nas características agronômicas e Rosales et al. (2008) encontraram diferenças na produtividade e na composição das silagens.

Nesse cenário, o objetivo do estudo foi determinar as características agronômicas e avaliar o potencial produtivo, o custo e a qualidade de silagens das variedades de milho de polinização aberta da Epagri sob influência do espaçamento entre linhas.

3.3 Material e Métodos

Experimento implantado no Instituto Federal Catarinense (IFC), no campus localizado no município de Concórdia, nas coordenadas UTM 6990507m S (latitude) e 393205m O (longitude), no ano agrícola 2017/2018. De acordo com a classificação climática de Köppen &

Geiger (1936), o clima da região é classificado como temperado úmido com verão quente (Cfa). As normais climatológicas para o município correspondem a uma temperatura média anual de 19,2°C, precipitação pluviométrica média anual de 2.125 mm e insolação média anual de 2.284 horas (INMET, 2018).

A temperatura média no período do estudo foi de 23,87°C e a precipitação acumulada foi de 615 mm, ficando acima das normais climatológicas anuais; já a insolação acumulou 681 horas, situando-se próximo da média (EMBRAPA/CNPQA, 2018).

A pesquisa foi realizada em uma área com solo classificado como terra bruna/roxa estruturada, com as seguintes características: Argila = 44%; SMP = 6; pH = 5,8; P = 8,6 mg.L⁻¹; K = 195 mg.L⁻¹; MO = 3,7; Ca²⁺ = 8,2 cmol(c).L⁻¹; Mg²⁺ = 3,4 cmol(c).L⁻¹; Al³⁺ = 0 cmol(c).L⁻¹; H + Al = 3,6 cmol(c).L⁻¹; Na = 38 ppm; Enxofre = 7 mg.dm⁻³; Zn = 3,1 mg.dm⁻³; Mn = 29 mg.dm⁻³; Cu = 8,4 mg.dm⁻³; B = 0,4 mg.dm⁻³; CTC_{total} = 15,7; CTC_{efetiva} = 12,1; Saturação de bases (V) = 77,07%. O histórico de utilização da área onde foi implantado o experimento é de sucessão de culturas anuais de verão e inverno (milho e aveia). A aveia foi dessecada e “rolada” para acamar e servir como cobertura de solo. Foi realizada análise de solo, correção e adubação em toda área experimental, seguida de semeadura das parcelas, cada uma composta por 4 linhas de 5 m de comprimento, a qual foi realizada no dia 20 de outubro de 2017.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com esquema fatorial 2x3, sendo o primeiro fator o espaçamento entre linhas (0,7 m ou 0,8 m) e, o segundo, a cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina e SCS-156 Colorado), totalizando 06 tratamentos. Foram feitas 04 repetições (blocos), totalizando 24 parcelas. O estande final foi fixado em 55.000 plantas.ha⁻¹ para todos os tratamentos, conforme recomendado por Epagri (2016b). Para obtê-

lo, dobrou-se a densidade de sementeira, e realizou-se um raleio manual aos 05 dias após a emergência (DAE), conforme metodologia adotada por Castoldi et al. (2011).

O controle de plantas espontâneas foi feito de acordo com a necessidade, manualmente (34 dias após sementeira) e com roçadeira (48 dias após a sementeira). A correção e adubação de solo seguiram as recomendações do Novo Manual de Adubação e Calagem (2016), calculadas para uma expectativa de produção de grãos de 150 sacas.ha⁻¹. Usou-se, na adubação, 532 kg.ha⁻¹ da formulação 09-33-12 + 45 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) - adubação química mais adequada ao caso - na linha de plantio, logo após a sementeira, dentro de cada parcela. A dose de nitrogênio restante foi administrada na forma de ureia (240 kg.ha⁻¹), na linha de plantio, parcelada em duas aplicações: 50% quando as plantas atingiram o estágio fenológico V4 (4 folhas totalmente expandidas) e 50% em V8 (CQFS-RS/SC, 2016). Constatada a necessidade, foi realizado o controle de percevejos (*Dichelops spp.*) com aplicação do inseticida Karate Zeon 50S® (Lambda cialotrina), na dose de 300 mL.ha⁻¹, aos 35 dias após a sementeira.

O florescimento masculino (estádio VT) foi considerado segundo (Wordell Filho & Chiaradia, 2016, p. 28) quando, no mínimo, 50% das plantas da parcela emitiram o pendão. Os demais caracteres agrônômicos foram avaliados no ponto de corte para silagem (PCS) que, para efeito desta pesquisa, foi a chamada meia linha do leite, quando o grão está com textura leitosa à farinácea, entre os estádios R4 e R5, considerado o ponto ideal (MENDES et al., 2015).

As unidades amostrais foram 10 plantas do trecho mediano de cada linha central, totalizando 20 plantas por parcela. Dessa forma, descartou-se as duas linhas de bordadura e aproximadamente um metro em cada extremidade das linhas colhidas. A altura de planta

(cm) foi medida partindo do nível do solo até a ponta do pendão; a altura de inserção da primeira espiga (cm) partiu do nível do solo até a inserção desta; ambas com trena de metal. O diâmetro do colmo (mm) foi medido no primeiro internódio visível com paquímetro. O comprimento da espiga foi medido a partir da base (inserção das brácteas) até a ponta da mesma, excluindo-se o pedúnculo, com trena de metal. O diâmetro da espiga (cm) foi medido no ponto mediano de seu comprimento com paquímetro. A contagem dos dias da emergência ao estádio VT e ao PCS iniciou a partir da plena emergência das plântulas, bem como o cômputo dos graus-dia.

Após analisados os caracteres agronômicos, as unidades amostrais foram cortadas manualmente a uma altura de 0,30 m do solo e pesadas imediatamente para registro da produção de massa verde antes da ensilagem. A altura de corte levou em conta os trabalhos de Vasconcelos et al. (2005), Neumann et al. (2007), Oliveira et al. (2011) e Marquardt et al. (2017), e foi ajustada aos objetivos deste trabalho (conhecer potencial produtivo e qualidade), permitindo avaliação bromatológica sem deixar de colher quantidades significativas de massa seca. Na sequência, separou-se 05 (cinco) dessas plantas, aleatoriamente, para análise da participação de folhas, colmo, brácteas e sabugo e grãos na estrutura “ensilável” da planta, da seguinte maneira: pesou-se as cinco plantas, obtendo-se a massa verde total. Na sequência, as plantas foram fracionadas manualmente e as partes das cinco plantas foram pesadas, obtendo-se a massa verde de cada uma das partes das plantas. A participação de cada parte com base na matéria verde foi obtida pela seguinte fórmula:

$$P = (MVP / MVT) * 100$$

Em que:

P = Participação da parte na massa verde da planta (%)

MVP = Massa verde da parte (g)

MVT = Massa verde total (g)

A participação das partes na estrutura da planta com base na matéria seca foi realizada por meio de estimativa, diante da impossibilidade operacional de realizar a secagem dos materiais. Para isso, utilizou-se a média entre os teores de matéria seca para cada parte da planta nos estádios R4 e R5, obtidos por Oliveira et al. (2013) que trabalharam com estande próximo ao do nosso estudo ($57.500 \text{ plantas.ha}^{-1}$).

Em seguida, as unidades amostrais foram trituradas com forrageira estacionária até o tamanho médio de partículas (TMP) de 2 cm. A massa oriunda da moagem foi pesada e ensilada em saco plástico, específico para silagem, de 180 micras de espessura, e compactada manualmente até obter-se massa específica (ME) padronizada em 650 kg.m^{-3} de MV para todos os tratamentos¹. Para essa padronização, levou-se em conta a área da seção horizontal do saco de ensilagem e a quantidade de massa a ser ensilada, determinando-se assim, a altura a ser ocupada pela silagem no saco. O ar residual foi retirado com aspirador de pó. A massa restante deu origem a uma amostra de 500 g, que foi secada em forno micro-ondas conforme a metodologia descrita por Souza et al. (2002) para determinar o teor de matéria seca da massa antes da ensilagem. Após a ensilagem, os sacos plásticos foram armazenados em condições de campo (em galpão) e, passados 90 dias, foram levados até o laboratório de nutrição animal (LNA) da Epagri - Estação Experimental de Lages (SC) e abertos para a retirada de amostras de 3 kg. Utilizando metodologia descrita por Silva & Queiroz (2009), foram analisados: matéria seca (MS), potencial de hidrogênio iônico (pH), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade in vitro da matéria orgânica

1 De acordo com Pereira et al. (2015), o ar residual deixado no silo influencia na qualidade da silagem. Padronizando a ME através da compactação, anula-se esse efeito, controlando a variável.

(DIVMO), e extrato etéreo (EE). O parâmetro nutrientes digestíveis totais (NDT), expresso no laudo do laboratório, foi obtido por meio da equação proposta por Cappelle et al. (2001) para silagens sem aditivos:

$$NDT = -11,9095 + 1,1369 \text{ DIVMO}$$

Em que:

NDT = Nutrientes digestíveis totais (%)

FDN = Fibra em detergente neutro (%)

DIVMO = Digestibilidade da matéria orgânica (%)

A partir dos resultados das análises bromatológicas das cultivares, foi estimado potencial de conversão das silagens em leite, a partir da energia líquida, de acordo com as equações propostas e programa disponibilizado por NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (2001) para bovinos de leite, consideradas as seguintes informações: raça da vaca-Jersey; peso vivo-450 kg; idade-60 meses; dias de prenhez-100; dias em leite-122; leite com 4% de gordura e 3% de proteína verdadeira.

Realizou-se, ainda, a estimativa da produtividade de grãos, no ponto de maturidade fisiológica, colhendo-se as espigas de 10 plantas remanescentes por parcela, escolhidas de forma aleatória. A debulha foi realizada manualmente e os grãos das 10 espigas foram pesados para registro do peso inicial. Procedeu-se estimativa da umidade dos grãos utilizando forno micro-ondas, segundo a metodologia proposta por Valentini et al. (1998), com 100 g de grãos de cada parcela, subdivididos em quatro sub amostras de 25 g, na potência de 420 W, e para as pesagens, utilizou-se balança digital (precisão 0,1 g). De posse dos teores de umidade de cada parcela, os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

Quanto ao tratamento estatístico, foi realizada análise exploratória dos dados com o teste de normalidade Shapiro-Wilk, análise de componentes principais e de agrupamento.

Posteriormente, os dados com distribuição normal foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey; os testes de Kruskal-Wallis e de comparação de médias pelo método de Wilcoxon foram realizados para os dados não-paramétricos (ANEXO G). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa R (R Development Core Team, 2018) e o nível de significância adotado foi de 5%.

3.4 Resultados e Discussão

Os dados seguiram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk com 5% de significância, exceto para: DEVT (dias da emergência ao florescimento masculino), GDVT (graus-dia da emergência ao florescimento masculino), DEPCS (dias da emergência ao ponto de corte para silagem), GDPCS (graus-dia da emergência ao ponto de corte para silagem), produção de MS (massa seca), pH (potencial de hidrogênio iônico) e Leite.tonMS⁻¹ (litros de leite por tonelada de massa seca).

A análise de agrupamento apresentou a formação de dois grupos distintos, sendo que as cultivares Fortuna e Catarina apresentaram respostas similares, diferentes da cultivar Colorado (figura 1). De acordo com Bertolini et al. (2009) pode-se atribuir, especialmente à divergência genética, as diferenças que são observadas no desempenho da cultura do milho, sendo que cada cultivar pode responder de maneira diferenciada.

Na análise de componentes principais (figura 2), observou-se que seis variáveis, divididas em dois grupos, explicam mais de 50% da variação dos dados. Também pode ser observada a correlação positiva entre DIVMO e NDT, e correlação negativa entre participação de brácteas e sabugo e pH.

Figura 1: Resultado da análise de agrupamento das VPA da Epagri

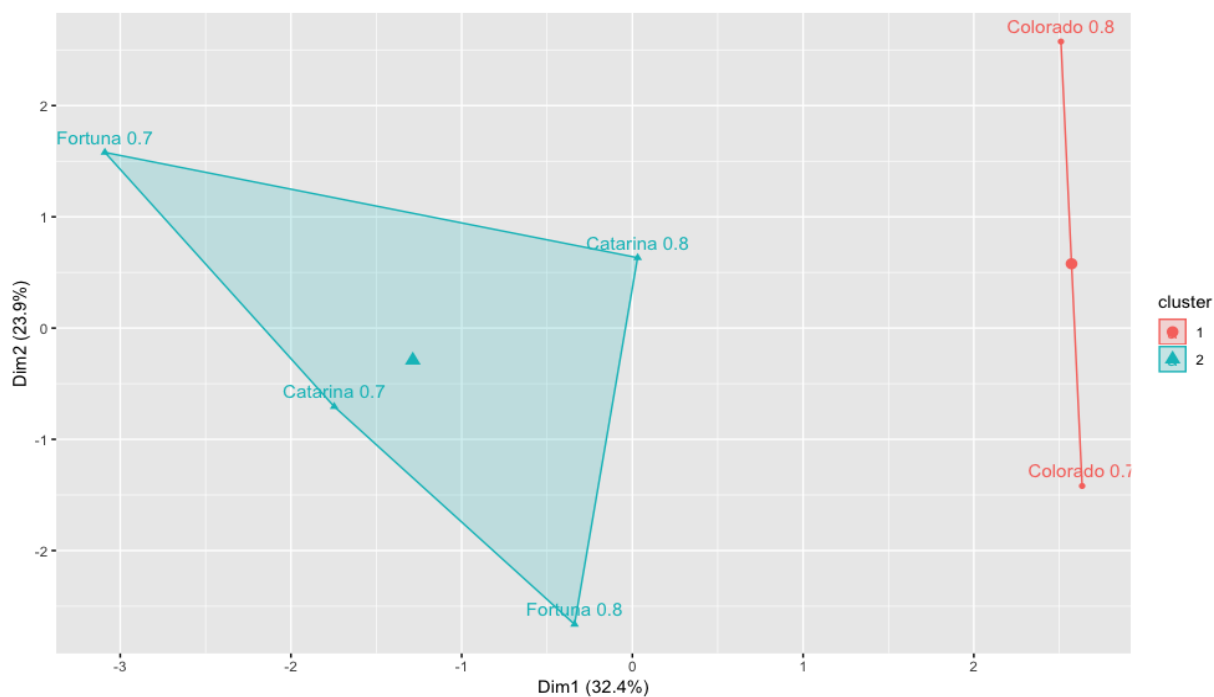
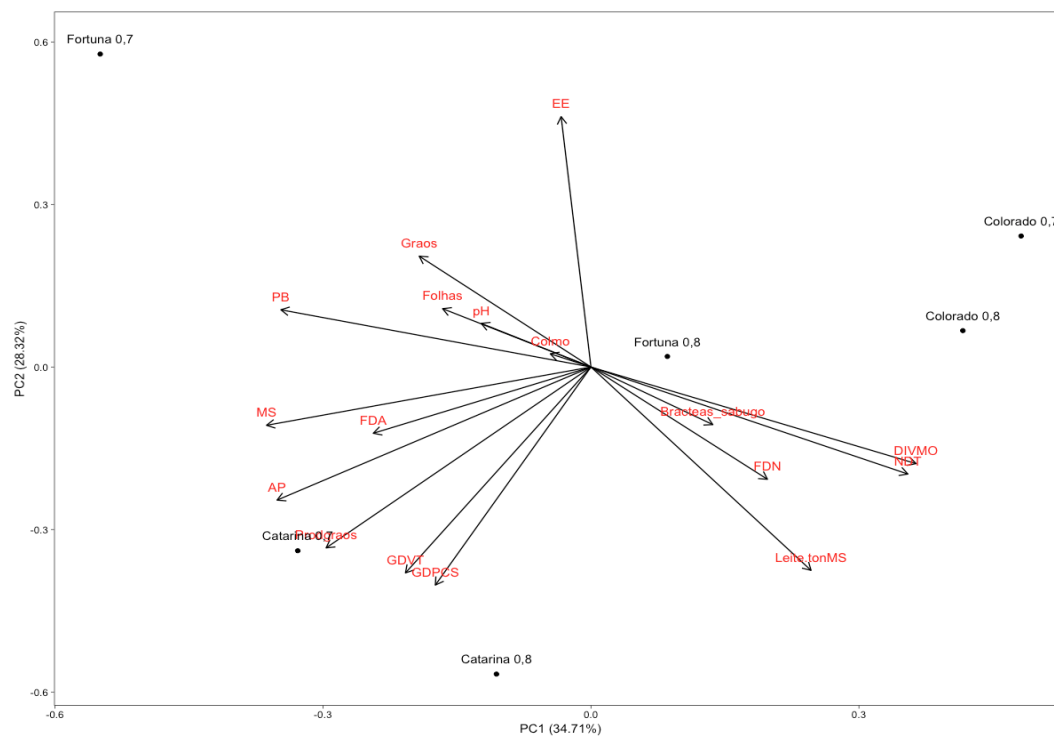


Figura 2: Análise de componentes principais das VPA da Epagri



No gráfico de ordenação resultante da análise de componentes principais (figura 2), ângulos menores de 90 graus entre as setas indicam correlação positiva e ângulos maiores de 90 graus indicam correlação negativa entre as variáveis. Já os ângulos de 90 graus indicam inexistência de correlação entre as variáveis. O comprimento das setas indica a importância da variável para a variação total dos dados, onde se observa que a participação de colmo na estrutura da planta (baseado na MS) e pH tiveram menor peso. Quanto à disposição das variáveis no gráfico, observamos que houve uma distinção estatística na formação dos grupos, pois há quatro tratamentos do lado esquerdo do gráfico, enquanto há somente dois do lado direito, o que demonstra que há separação entre os grupos.

O tempo da emergência ao florescimento masculino (VT) e ao PCS foi de 70 e 101 dias, respectivamente, para o SCS-154 Fortuna e SCS-156 Colorado; para o SCS-155 Catarina, foram 73 e 105 dias, respectivamente (tabela 1). Não houve diferença entre espaçamentos.

Tabela 1 - Dias da emergência ao florescimento masculino (DEVT), graus-dia da emergência ao florescimento masculino (GDVT), dias da emergência ao ponto de corte para silagem (DEPCS) e graus-dia da emergência ao ponto de corte para silagem (GDPCS) de variedades de milho com polinização aberta da Epagri.

Variedade (espaçamento entre linhas)	DEVT	GDVT	DEPCS	GDPCS
Fortuna (0,7 m)	70,25±0,63 ^a	853,03±8,82 ^a	101±0 ^a	1.291,35±0 ^a
Fortuna (0,8 m)	69,75±0,25 ^a	846,16±3,69 ^a	101±0 ^a	1.291,35±0 ^a
Catarina (0,7 m)	72,50±0,29 ^b	884,85±4,33 ^b	105±0 ^b	1.342,35±0 ^b
Catarina(0,8 m)	73,00±0,00 ^b	892,35±0,00 ^b	105±0 ^b	1.342,35±0 ^b
Colorado (0,7 m)	69,75±0,25 ^a	846,16±3,69 ^a	101±0 ^a	1.291,35±0 ^a
Colorado (0,8 m)	69,75±0,25 ^a	846,16± 3,69 ^a	101±0 ^a	1.291,35±0 ^a
CV (%)	2,15	2,51	1,88	1,88

Nas colunas, dados seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon a 5%.

De acordo com Pereira et al. (2018), o estágio VT ocorre aos 76, 76 e 74 dias para as cultivares Fortuna, Catarina e Colorado, respectivamente, em estudo conduzido nos municípios catarinenses de Chapecó, Papanduva e Campos Novos. Em estudo conduzido por Bermudez et al. (2016), concluiu-se que o ambiente de Papanduva teve mais influência sobre as variedades quando comparado à Chapecó e Campos Novos. Os dados do INMET (2018) registram, para Campos Novos, temperatura média anual de 16,7°C, precipitação média anual de 2.094 mm e insolação de 2.233 horas, situação semelhante à de Papanduva. Desse modo, pode-se dizer que as condições climáticas de Concórdia permitiram que todas as variedades encurtassem seu ciclo, chegando antes ao florescimento. Além disso, diferentes épocas de semeadura podem resultar em variações nesses períodos, ainda que para a mesma variedade e mesmo local de cultivo, pois lavouras implantadas mais tardiamente são expostas a temperaturas médias mais altas.

Para Oliveira et al. (1994), o método de graus-dia (GD) permite avaliar o ciclo do milho com maior precisão, visto que a cultura é termossensível, ou seja, necessita determinada quantidade de calor para completar cada fase do seu ciclo de desenvolvimento. Considerando os dados da estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves de Concórdia para o período do estudo, e utilizando o método de cálculo proposto por Oliveira et al. (1994), as variedades Fortuna e Colorado acumularam, respectivamente, 849,6 e 846,16 GD até o estágio VT; e 1.291,35 GD, ambas, até o PCS. A variedade Catarina necessitou 888,6 GD até o VT e 1.342,35 GD até o PCS, diferindo ($p < 0,05$) das outras nesse aspecto. As diferenças entre os genótipos podem estar relacionados com a variabilidade existente na cultura do milho (NOAL et al., 2016).

Os dados obtidos sobre altura de planta diferem, para mais, quando comparados aos apresentados por Pereira et al. (2018) e Epagri (2018). Convém ressaltar que nos estudos citados, os autores mediram a altura de planta até o início do pendão, diferente da nossa metodologia que fez essa medida até a ponta do mesmo, o que explica a diferença. A inserção da primeira espiga foi mais alta quando comparado às duas pesquisas anteriormente citadas, para Fortuna (3-9 cm) e para a Catarina (12-15 cm); já na cultivar Colorado, ocorreu o inverso (1,33 m contra 1,35 m a 1,38 m).

A cultivar Colorado teve menor altura de planta ($p < 0,01$) e de inserção da espiga ($p = 0,006$). O diâmetro de espiga, na cultivar Catarina, foi significativamente maior quando se reduziu o espaçamento entre linhas e, conseqüentemente, aumentou-se a distância entre as plantas na linha. Nas demais cultivares, embora sem diferença estatisticamente significativa, o diâmetro da espiga apresentou tendência à aumento ao aproximar o EEL, fato que pode ser entendido como uma resposta das variedades à melhor distribuição espacial das plantas (menor competição intraespecífica). Na tabela 2, encontram-se os principais caracteres agrônômicos das VPA da Epagri.

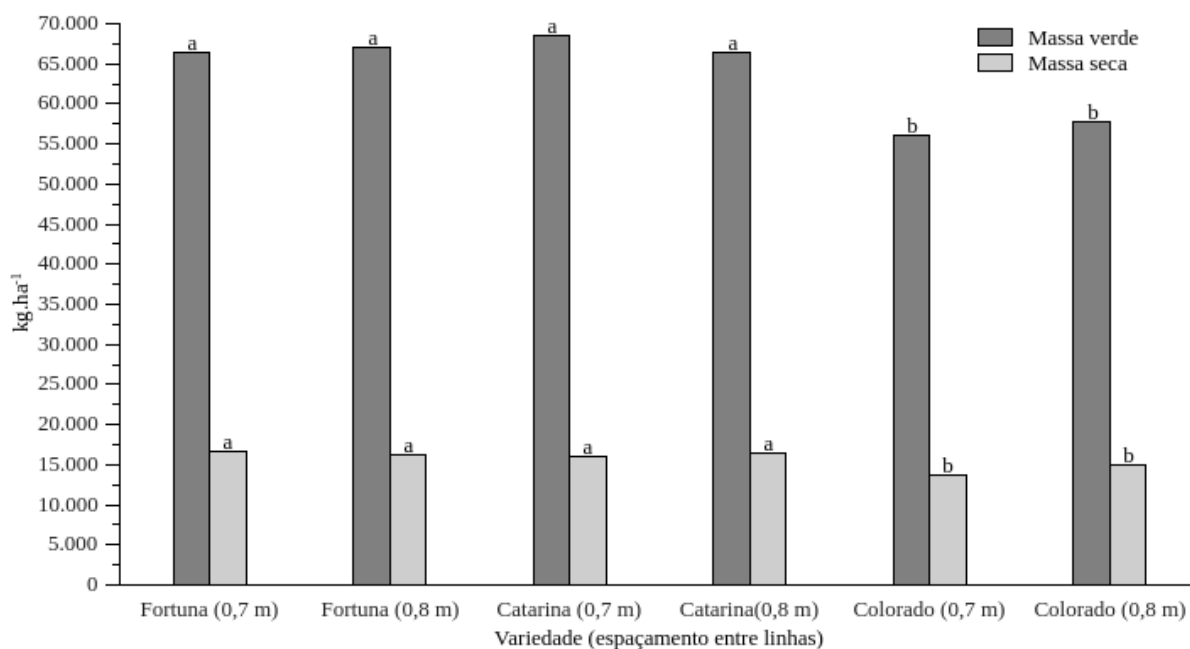
Tabela 2 - Médias dos principais caracteres agrônômicos observados nas variedades de polinização aberta da Epagri

Variedade (espaçamento entre linhas)	Altura de planta(cm)	Altura de inserção da espiga(cm)	Diâmetro do colmo(mm)	Comprimento da espiga(cm)	Diâmetro da espiga(cm)
Fortuna (0,7 m)	300,0 ^{ab}	146,1 ^a	28,81 ^a	28,51 ^a	6,39 ^b
Fortuna (0,8 m)	293,1 ^b	144,7 ^a	29,54 ^a	28,35 ^a	6,31 ^{ab}
Catarina (0,7 m)	310,0 ^a	153,9 ^a	29,24 ^a	29,65 ^a	6,69 ^a
Catarina(0,8 m)	310,4 ^a	150,9 ^a	27,91 ^a	29,41 ^a	6,38 ^b
Colorado (0,7 m)	277,4 ^c	133,0 ^b	28,53 ^a	27,81 ^a	6,15 ^b
Colorado (0,8 m)	274,9 ^c	133,7 ^b	27,41 ^a	28,67 ^a	6,12 ^b
CV(%)	7,31	9,27	8,11	4,73	6,64

Nas colunas, dados seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; (n=80)

Em termos de produtividade de massa (figura 3), a cultivar SCS-154 Fortuna produziu, em média, $66.687,50 \pm 1.492,73$ kg MV.ha⁻¹ e $16.412,5 \pm 567,76$ kg MS.ha⁻¹. A SCS-155 Catarina, $67.409,38 \pm 1.528,87$ kg MV.ha⁻¹ e $16.295,5 \pm 481,91$ kg MS.ha⁻¹. Já a SCS-156 Colorado apresentou produção significativamente menor, com $56.890,625 \pm 732,09$ kg MV.ha⁻¹ ($p < 0,001$) e $14.347,25 \pm 262,75$ kg MS.ha⁻¹ ($p < 0,025$), e mostrou-se sensível ao adensamento entre linhas, quando analisada isoladamente para comparar espaçamentos, com produção de MS 7,85% menor ($p < 0,01$) no EEL 0,7 m.

Figura 3: Produção de forragem das VPA da Epagri



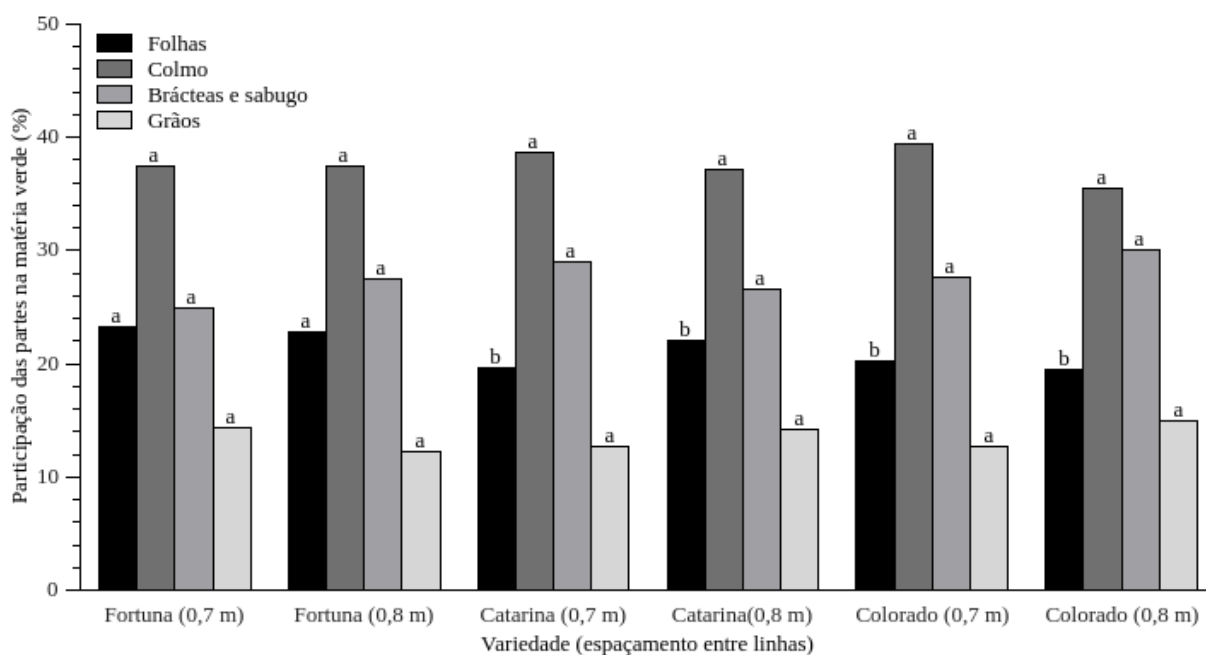
Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (MV) e pelo teste de Wilcoxon (MS) a 5%.

Domingues et al. (2013) testaram 23 híbridos comerciais no Mato Grosso e encontraram uma produtividade média de MV de 22.460 kg.ha⁻¹. Os autores atribuíram a baixa produção às características do solo e às condições climáticas. Já em nosso estudo,

tanto o solo como clima foram favoráveis à cultura. Os valores de produção de massa verde e massa seca de forragem obtidos para todas as cultivares são semelhantes aos encontrados por Pinto et al. (2010) comparando 12 cultivares comerciais para silagem, e podem ser considerados satisfatórios quando comparados aos híbridos disponíveis no mercado. Dessa forma, podem ser uma importante opção de reserva forrageira para pequenos e médios produtores, especialmente os familiares e aqueles que estejam na produção orgânica ou em transição.

Com relação à participação das partes na estrutura da planta (figura 4), observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) na participação de folhas na SCS-154 Fortuna, com base na MV, quando comparado às outras variedades.

Figura 4: Participação das partes na estrutura da planta com base na matéria verde

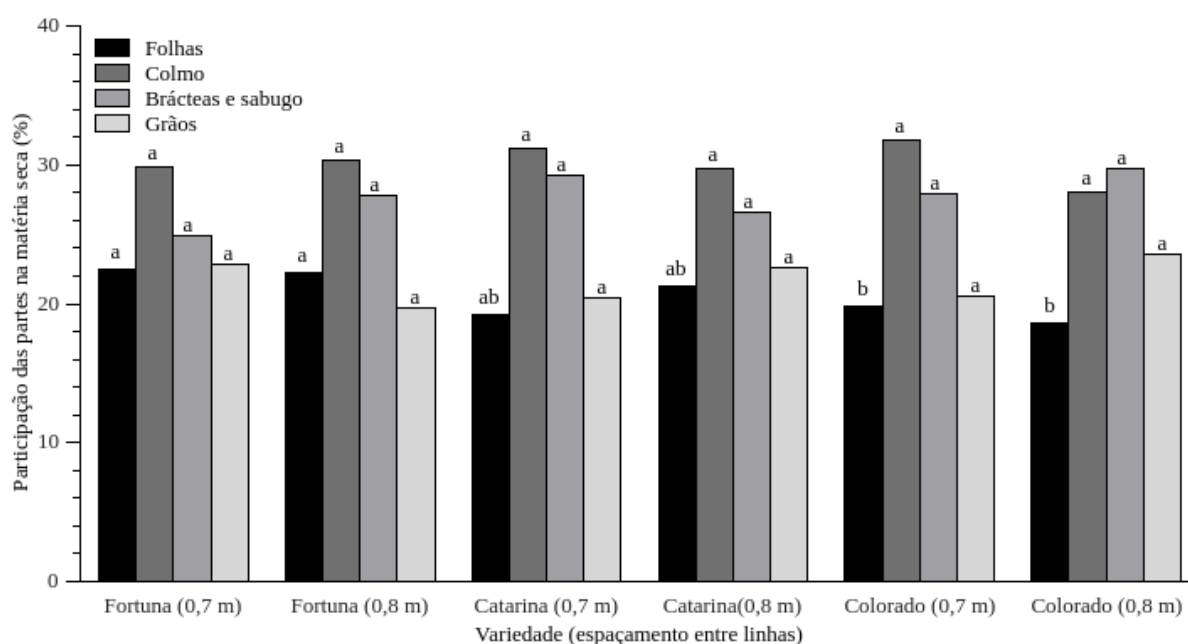


Colunas da mesma cor com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Essa maior participação de folhas pode explicar, em parte, a produção de massa verde obtida por essa cultivar, pois de acordo com Gomes et al. (2011) é na folha que ocorre o processo fotossintético (conversão de energia luminosa em energia química). Ronquim et al. (2003) registraram que menor capacidade fotossintética resulta em menor acúmulo de biomassa. Já para Stacciarini et al. (2010) a capacidade fotossintética está mais relacionada à arquitetura da planta, sendo maior em variedades com folhas eretas.

A participação de folhas com base na matéria seca estimada foi influenciada pela cultivar ($p < 0,05$), mas não pelo espaçamento. Na participação das demais partes não houve diferenças significativas (figura 5).

Figura 5: Participação das partes na estrutura da planta com base na matéria seca estimada



Colunas da mesma cor com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Mendes et al. (2015), ressaltam que a relação de participação dos componentes de planta assume um papel importante para confecção de silagens com qualidade. Os autores avaliaram a participação das partes com base na matéria seca, encontrando variações de acordo com a época de semeadura, variedade e ponto de corte, concluindo que o ponto de grãos farináceos duros é onde ocorre menor influência da época de semeadura e onde há maior participação de grãos na fitomassa. É o efeito esperado, já que a planta destina seus fotoassimilados para o grão na fase final de desenvolvimento, mas não se pode correlacionar este aspecto, isolado, à uma melhor qualidade de silagem.

Na análise bromatológica considerando todos os tratamentos, o extrato etéreo foi o único componente que diferiu ($p < 0,07$) entre as cultivares, sendo menor na cultivar Catarina.

Na sequência, comparou-se as médias da composição bromatológica das silagens considerando as variedades dentro de cada espaçamento e diferentes espaçamentos para a mesma variedade (tabela 3). Nessa análise, o extrato etéreo (EE) também foi influenciado pela cultivar no EEL 0,7 m, sendo menor na cultivar Catarina. Entretanto, no EEL 0,8 m, não houve diferenças entre variedades para este componente. Na comparação entre espaçamentos para a mesma variedade, a cultivar Fortuna acumulou menos EE em EEL 0,8 m, o que pode estar relacionado à menor participação de grãos na estrutura da planta quando comparado ao Fortuna em EEL de 0,7 m. Os valores de EE estão próximos dos encontrados por Marquardt et al. (2017) em híbrido comercial, avaliando diferentes alturas de corte.

O pH não foi influenciado pelos tratamentos. Nos casos em que o pH é numericamente menor, é possível que a maior disponibilidade de carboidratos para fermentação tenha possibilitado maior qualidade

de fermentação e, conseqüentemente, redução mais efetiva do pH. Todos os tratamentos apresentaram pH abaixo de 4,5, valor considerado ideal para conservação da silagem (ABDUL RAHMAN et al., 2017). De acordo com Thierry et al. (2011), as bactérias associadas à deterioração da silagem crescem principalmente quando o pH está entre 4 e 4,5. Valores de pH abaixo de 4 indicam que o processo fermentativo foi satisfatório (QUEIROZ et al., 2012).

Comparou-se, também, as médias dos espaçamentos sendo que, nessa análise, somente a FDN foi influenciada pelo EEL ($p < 0,1$), ficando mais alta no EEL 0,8 m. Os valores de FDN encontrados foram semelhantes aos relatados por Marquardt et al. (2017), porém, não é recomendado comparar valores de diferentes trabalhos devido à diversidade de procedimentos existentes para a determinação. Geralmente, a FDN é relacionada com menor digestibilidade. No nosso estudo isso não foi a regra, já que valores maiores de FDN não refletiram, necessariamente, em uma DIVMO menor, constatação que, novamente, converge com a de Marquardt et al. (2017), que observou que a digestibilidade não aumentou com a redução da lignina, ao elevar a altura de corte. É mais consensual, na literatura, que a FDN reduz o consumo em ruminantes. Para Oliveira et al. (2011), o efeito do teor de FDN sobre consumo, digestibilidade e desempenho animal depende da fonte utilizada.

Na comparação entre os seis tratamentos, o potencial de conversão em leite (tabela 4) não foi afetado pelo espaçamento, e o PCL por hectare foi afetado pela cultivar, sendo menor na Colorado ($p = 0,05$).

Tabela 3 - Potencial de hidrogênio iônico (pH), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e extrato etéreo (EE) das variedades de milho com polinização aberta da Epagri de acordo com o espaçamento entre linhas

Variável	SCS 154	SCS 155	SCS 156	Média no EEL	SCS 154	SCS 155	SCS 156	Média no EEL	C.V.(%)
	Fortuna	Catarina	Colorado		Fortuna	Catarina	Colorado		
-----Espaçamento entre linhas 0,7 m-----				-----Espaçamento entre linhas 0,8 m-----					
pH	3,68±0,01 ^{aA}	3,69±0,05 ^{aA}	3,59±0,03 ^{aA}	3,66±0,02 ^{ns}	3,58±0,03 ^{aA}	3,60±0,03 ^{aA}	3,71±0,05 ^{aA}	3,63±0,03 ^{ns}	1,90
PB (%MS)	9,05±0,19 ^{aA}	8,98±0,18 ^{aA}	8,55±0,22 ^{aA}	8,86±0,12 ^{ns}	8,45±0,36 ^{aA}	8,60±0,27 ^{aA}	8,58±0,32 ^{aA}	8,54±0,16 ^{ns}	6,69
NDT (%MS)	59,63±1,25 ^{aA}	60,45±1,11 ^{aA}	62,20±1,73 ^{aA}	60,76±0,79 ^{ns}	61,75±2,10 ^{aA}	62,53±0,74 ^{aA}	62,65±1,21 ^{aA}	62,31±0,77 ^{ns}	5,06
FDN (%MS)	54,03±0,83 ^{aA}	55,05±0,44 ^{aA}	54,35±1,08 ^{aA}	54,48±0,45*	55,55±0,69 ^{aA}	55,33±0,97 ^{aA}	56,53±0,8 ^{aA}	55,80±0,45*	3,08
FDA (%MS)	29,03±0,83 ^{aA}	28,78±0,41 ^{aA}	27,25±0,74 ^{aA}	28,35±0,43 ^{ns}	29,35±0,74 ^{aA}	29,10±0,68 ^{aA}	28,73±0,61 ^{aA}	29,06±0,36 ^{ns}	4,97
DIVMO (%MS)	62,45±1,29 ^{aA}	63,18±1,13 ^{aA}	65,00±1,75 ^{aA}	63,54±0,81 ^{ns}	64,45±2,06 ^{aA}	65,18±0,77 ^{aA}	65,45±1,10 ^{aA}	65,03±0,75 ^{ns}	4,82
EE (%MS)	2,15±0,06 ^{aA}	1,78±0,07 ^{bA}	1,97±0,06 ^{abA}	1,96±0,06 ^{ns}	1,88±0,09 ^{aB}	1,71±0,03 ^{aA}	1,95±0,17 ^{aA}	1,85±0,06 ^{ns}	9,66

Letras minúsculas: comparação entre variedades para o mesmo espaçamento; letras maiúsculas: comparação entre espaçamentos para a mesma variedade; ^{ns*}: comparação entre as médias dos espaçamentos (ns: não significativo; *significativo com p<0,1); na linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (pH) e pelo teste de Tukey (demais dados) a 5%.

Tabela 4 - Potencial de conversão em leite com 4% de gordura (PCL), por hectare e por tonelada de massa seca das variedades de milho com polinização aberta da Epagri de acordo com o espaçamento entre linhas, possível a partir da energia líquida de produção

Variável	SCS 154 Fortuna	SCS 155 Catarina	SCS 156 Colorado	SCS 154 Fortuna	SCS 155 Catarina	SCS 156 Colorado	CV (%)
	-----Espaçamento entre linhas 0,7 m-----			-----Espaçamento entre linhas 0,8 m-----			
PCL (L.ha ⁻¹)	23.899±2.336 ^{aA12}	23.925±881 ^{aA1}	20.409±633 ^{aA2}	23.898±872 ^{aA12}	24.882±1.155 ^{aA1}	22.419±311 ^{aB2}	11,24
PCL (L.tonMS ⁻¹)	1.4201±61 ^{aA1}	1.490±11,8 ^{aA1}	1.482±22,6 ^{aA1}	1.482±11,6 ^{aA1}	1.506±1,99 ^{aA1}	1.501±5,7 ^{aA1}	3,82

Letras minúsculas: comparação entre variedades para o mesmo espaçamento; letras maiúsculas: comparação entre espaçamentos para a mesma variedade; números: comparação entre os seis tratamentos. Médias seguidas por letras ou números iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (PCL.ha⁻¹) e pelo teste de Wilcoxon (PCL.tonMS) a 5%. Cálculos feitos no programa NRC Dairy Cattle (2001).

Ao isolar a análise por variedade e por espaçamento, também encontrou-se diferença significativamente maior na produção por área para o Colorado em 0,8 m de EEL, quando comparado à ele mesmo em EEL 0,7 m. Tal fato deve-se à menor produção de matéria seca para esta variedade no EEL 0,7 m. O PCL por tonelada de matéria seca não foi afetado pelos tratamentos.

De Oliveira et al. (2011) encontraram PCL de 17.522 L.ha⁻¹ e 1.303 L.tonMS⁻¹ ao comparar o potencial médio de silagens produzidas com cinco híbridos comerciais de milho em diferentes alturas de corte. A comparação desses dados evidencia o importante potencial produtivo das variedades testadas no nosso experimento.

Os custos de produção por kg de MS de silagem foram estimados com base em dados obtidos durante o estudo e considerando as seguintes informações: uma análise de solo; dessecação (faixa de 12 m) e rolagem da cobertura (concomitante ao plantio); necessidade de sementes por hectare de acordo com o peso de mil sementes - PMS (0,334 kg, 0,421 kg e 0,397 kg para Fortuna, Catarina e Colorado, respectivamente), a um custo de R\$ 6,00.kg⁻¹; operação de semeadura com semeadora adubadora de três linhas à velocidade de 03 km.h⁻¹; adubação de base concomitante ao plantio, nas quantidades descritas na metodologia e, para ureia, duas operações de aplicação a 09 km.h⁻¹ e largura efetiva de 8 m; um controle de invasoras com a mistura dos herbicidas seletivos Sanson®+Callisto®, usando meia dose de cada um, conforme recomendado por Höfs (2017); um controle de insetos com o produto descrito na metodologia; velocidade considerada para aplicação dos produtos fitossanitários e colheita de 04 km.h⁻¹; compactação por 3 horas.ha⁻¹; custo da hora máquina de R\$ 85,00 para aplicação de produtos fitossanitários e compactação, e R\$ 100,00 para as demais operações

(colheita e semeadura)²; custo de lona a R\$ 1,82.m⁻²; custo dos produtos fitossanitários com base em CONAB (2018).

Embora algumas operações como semeadura e colheita tenham custo um pouco mais elevado no EEL 0,7 m, em razão do maior número de linhas por hectare, o custo de produção final foi influenciado pela cultivar e não pelo espaçamento. A cultivar Colorado apresentou maior custo de produção por kg de MS ($p < 0,0217$) em razão de sua menor produção por área (tabela 5). Cabe ressaltar que, na composição dos custos de produção, alguns fatores são influenciados pelo mercado, podendo ocorrer variação significativa entre anos agrícolas e entre estudos distintos, razão pela qual não é recomendado comparar valores.

Tabela 5 - Custo médio estimado de produção por kg massa seca das variedades de polinização aberta da Epagri

Variedade (espaçamento entre linhas)	R\$.kg MS ⁻¹	Média no EEL
Fortuna (0,7 m)	0,171±0,0119 ^a	
Catarina (0,7 m)	0,1785±0,0081 ^a	0,186±0,006 ^a
Colorado (0,7 m)	0,207±0,0038 ^b	
Fortuna (0,8 m)	0,172±0,0069 ^a	
Catarina(0,8 m)	0,17±0,0084 ^a	0,176±0,004 ^a
Colorado (0,8 m)	0,1865±0,0018 ^b	
CV (%)	10,43	

Nas colunas, dados seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A produtividade de grãos (tabela 6) foi afetada pela cultivar, mas não pelo espaçamento, onde a Catarina apresentou maior média, equivalente a 192 sacas.ha⁻¹, com diferenças significativas entre

² Valores estabelecidos a partir de dados fornecidos por Wildner (2019), inseridos em fórmula de cálculo de custo por hora descrita por Matos (2007), incluindo custos de depreciação, operador, combustível, seguro e manutenção.

todas as variedades ($p < 0,031$). O custo de produção, por sua vez, foi estimado com as mesmas informações utilizadas para os custos de produção da silagem, sendo acrescentados os custos de colheita de grãos (colhedora de uma linha a 04 km.h⁻¹) e descontados os custos de compactação e ensilagem. Não foram computados custos de transporte interno pós-colheita e secagem dos grãos. Houve influência da cultivar ($p = 0,001$) e do EEL ($p = 0,01$) sobre o custo de produção de grãos (tabela 6).

Tabela 6 - Produtividade média e custo estimado de produção de grãos das variedades de polinização aberta da Epagri

Variedade (espaçamento entre linhas)	Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)	Custo de produção (R\$/saca de 60 kg)	
			Média no EEL
Fortuna (0,7 m)	10.869,25±109,52 ^a	14,66±0,145 ^a	
Catarina (0,7 m)	11.500,75±73,75 ^b	14,00±0,090 ^{ab}	14,76±0,216 ^a
Colorado (0,7 m)	10.254,50±92,02 ^c	15,66±0,141 ^c	
Fortuna (0,8 m)	10.799,50±144,38 ^a	14,15±0,193 ^{ab}	
Catarina(0,8 m)	11.536,00±242,55 ^b	13,41±0,281 ^b	14,10±0,202 ^b
Colorado (0,8 m)	10.442,25±125,80 ^c	14,75±0,182 ^{ac}	
CV (%)	5,09	5,46	

Nas colunas, dados seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os dados de produtividade de grãos obtidos por Epagri (2018) na mesma safra, em Papanduva, são superiores aos encontrados em nosso trabalho, onde os autores obtiveram 14.340 kg.ha⁻¹ para a cultivar Fortuna, 13.350 kg.ha⁻¹ para a Colorado e 11.770 kg.ha⁻¹ para a Catarina. Já em Chapecó a produtividade na safra 2017/2018 ficou inferior à do nosso estudo para as três variedades, variando entre 6.774 e 7.289 kg.ha⁻¹. Os dados de Chapecó na safra 2016/2017 são muito próximos aos encontrados no presente estudo. Diferenças de produtividade entre os anos safra podem ser consideradas normais quando as condições climáticas não são as mesmas.

Quanto ao custo estimado, a diferença entre as médias dos espaçamentos se deve ao fato de que o número de linhas por ha no EEL 0,8 m é de 125, enquanto no EEL 0,7 m tem-se 143, ou seja, 18 linhas a mais, que exigem 1,8 km a mais de deslocamento por parte da colheitadeira; considerando-se a mesma velocidade de colheita para os dois espaçamentos, exigem-se 27 minutos a mais de uso da máquina por ha no EEL 0,7 m, o que explica a diferença observada. Entretanto, deve-se atentar ao efeito que a aproximação entre linhas, com manutenção do estande, causa em situações práticas: redução do número de plantas por metro linear, podendo aumentar o rendimento (e a velocidade de deslocamento) da máquina que realiza a colheita, o que anularia o efeito do EEL sobre o custo observado na estimativa. Somente trabalhos em situações de campo poderão averiguar essa situação.

É importante ressaltar que as sementes varietais analisadas neste trabalho têm custo de aquisição significativamente menor do que híbridos e/ou transgênicos comerciais, sendo de 5 a 7 vezes mais baratas e apresentam boa produtividade. Apesar da necessidade eventual de controle de ervas espontâneas, o custo final da silagem e dos grãos é relativamente baixo quando comparado aos observados no campo, atualmente, com uso das sementes convencionais. Nesse sentido, o uso das VPA pode trazer impactos econômicos e sociais importantes para a cadeia produtiva do leite, a saber: menor dependência externa do produtor rural; possibilidade de certificação orgânica; e redução do custo por litro de leite produzido, especialmente em sistemas produtivos que tem o milho como base alimentar. Com apenas 3% da área de milho silagem em SC conduzidos com as VPA (6.390 ha), seria possível uma economia entre 3 e 4,66 milhões de reais só em sementes.

3.5 Conclusões

As cultivares de polinização aberta da Epagri apresentaram produtividade e qualidade bromatológica satisfatórias, tornando-as uma alternativa às sementes híbridas ou transgênicas.

A cultivar Colorado apresentou diferença em alguns caracteres agronômicos, menor produção de massa de forragem e menor potencial de conversão em leite por hectare, em relação as outras cultivares.

Por chegar ao ponto de corte 04 dias antes e apresentar produção, qualidade bromatológica e custos similares a Catarina, a cultivar mais indicada para produção de silagem, nas condições do estudo, é a SCS-154 Fortuna.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados obtidos no presente estudo, pode-se afirmar que as VPA de milho da Epagri são uma opção viável para produção de silagem e grãos em Santa Catarina, havendo potencial econômico e social muito importante, que pode ser melhor explorado.

É importante que a empresa detentora dos materiais dissemine interna e externamente as informações sobre o potencial produtivo destes, para que agricultores e técnicos se apropriem desse conhecimento, visando ampliar o uso das VPA.

Para eventual desenvolvimento de cultivar específica para silagem, as pesquisas podem dar enfoque à participação de grãos na estrutura da planta para reduzir a FDN e aumentar a NDT da silagem.

Estudos futuros poderiam avaliar maior aproximação entre linhas, com manutenção e variação do estande.

5 REFERÊNCIAS

ABDUL RAHMAN, N.; ABD HALIM, M. R.; MAHAWI, N.; et al. Determination of the use of *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium freudenreichii* application on fermentation profile and chemical composition of corn silage. **BioMed Research International**, v. 2017, 2017.

BERMUDEZ, F.; HÖFS, A.; NESI, C. N.; VOGT, G. A. Desempenho de variedades de milho em Santa Catarina. . p.1350-1354, 2016. Bento Gonçalves: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/1079.pdf>. .

BERNINI, C. S.; ELISA, M.; GUIDETTI, A.; et al. Depressão endogâmica e heterose de híbridos de populações F2 de milho no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 72, n. 1678-4499, p. 217-223, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/brag.2013.038>>. .

BERTAGNON, H. G.; BARBOZA, E.; CONNEGLIAN, M. M.; NEUMANN, M. Ação imunomoduladora da vitamina E na imunidade sistêmica e da glândula mamária de bovinos leiteiros alimentados com silagem Immunomodulatory action of vitamin E in systemic immunity and mammary gland of dairy cows fed silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 857-866, 2014.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; SALATA, A. DA C.; PIFFER, C. R. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2355-2366, 2009.

BRASIL. LEI Nº 9.456, DE 25 DE ABRIL DE 1997, Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm>. Acesso em: 23/10/2017.

BRASIL, S. DE P. A. (MAPA). **Projeções do Agronegócio Brasil 2016/17 a 2026/27**. 8. ed. Brasília: SPA/Mapa, 2017.

CAMPOS, A. V. DE. **Milho crioulo, sementes de vida: pesquisa, melhoramento e propriedade intelectual**. Frederico Westphalen: Ed. da URI, 2007.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. DE C.; SILVA, J. F. C. DA; CECON, P. R. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S. DE M.; COSTA, L. A. DE M.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/766>>. .

CONAB. Preços dos Insumos Agropecuários. Disponível em: <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>>. Acesso em: 31/12/2018.

CONAB, C. N. DE A. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, V. 6, Safra 2018/2019. , v. 6, n. 2318-6852, p. 125, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. .

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; NETO, C.; OLIVEIRA, V. C. DE; SILVA, E. Silagem de milho - Características agrônômicas e considerações. **Revista eletrônica de Veterinária**, v. 10, 2009. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020209.html%0ASilagem>>. .

DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G. DE; CANEPPELE, C.; et al. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 7-12, 2013.

EMBRAPA CNPSA. Dados Agrometeorológicos EMBRAPA-CNPSA. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/meteor/>>. Acesso em: 10/1/2019.

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Florianópolis, 2017.

EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2015-2016**. Florianópolis: Epagri, 2016.

EPAGRI. **Catálogo de Cultivares 2016-2017**. Florianópolis: Epagri, 2016.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2018-2019**. Florianópolis, 2018.

GARCIA, J. R. M. Inovação Tecnológica e Controle de Mercado de Sementes Transgênicas de Milho. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. **Anais...** . p.3387-3393, 2012. Sete Lagoas.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V; FERREIRA, F. J.; et al. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo Physiology and growth responses of maize subjected to salt stress in different cultivating spacings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 85, p. 365-370, 2011.

HENRIQUE, P.; RODRIGUES, M.; BAN, S.; PEDROSO, D. G.; MELOTTI, L. Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho. **Acta Scientiarum Sciences**, v. 24, p. 1127-1132, 2002.

HÖFS, A. **Recomendação de herbicidas para controle de plantas invasoras na cultura do milho**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por nedioptzlauff@epagri.sc.gov.br em 21/10/2017, 2017.

INMET. Normais Climatológicas 1981-2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 18/4/2018.

KONRAD, G. **Mercado brasileiro de sementes de milho**, 2014. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <[https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49776/R - E - LAIS STRIPOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49776/R_E_LAIS_STRIPOLI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. .

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Das Geographische System der Klimate. **Handbuch der Klimatologie**, , n. c, p. 7-30, 1936.

Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC, 2016.

MARQUARDT, F. I.; JOBIM, C. C.; BUENO, A. V. I.; RIBEIRO, M. G. Altura de corte e adição de inoculante enzimo-bacteriano na composição químico-bromatológica e digestibilidade de silagens de milho avaliada em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, n. 0, p. 1-9, 2017.

MATOS, M. A. **Modelo informatizado para o planejamento operacional e econômico de sistemas mecanizados com a consideração da pontualidade**, 2007. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.doi:10.11606/D.11.2007.tde-17082007-094322. Acesso em: 15/03/2019.

MENDES, M. C.; GABRIEL, A.; FARIA, M. V.; ROSSI, E. S.; JÚNIOR, O. P. Época de semeadura de híbridos de milho forrageiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Agro@ambiente**, v. 9, p. 136-142, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of dairy cattle**. 7a. rev., Washington, D.C., 2001.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; OST, P. R.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1603-1613, 2007.

NOAL, G.; REJANE, L.; REINIGER, S. Modelo logístico de crescimento de cultivares crioulas de milho e de progênies de meios-irmãos maternos em função da soma térmica. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 1, p. 36-43, 2016.

OLIVEIRA, A. S. DE; DETMANN, E.; MAURÍCIO, J.; CAMPOS, D. S. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo , a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.

OLIVEIRA, F. C. L. DE; JOBIM, C. C.; DA SILVA, M. S.; et al. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 720-727, 2011.

OLIVEIRA, M. D. X. DE; FILHO, D. F.; SANTOS, M. X. DOS. Comparação do Método de Graus-Dia e do Número de Dias de Calendário para Estimativa do Ciclo do Milho Safrinha (Emergência ao Florescimento Masculino), no Estado do Mato Grosso do Sul. Memórias de la XVIII Reunión Latinoamericana del Maíz. **Anais...** . p.239-244, 1994. La Paz.

OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; JOBIM, C. C.; UENO, R. K.; MARAFON, F. Composição Morfológica e Nutricional de Plantas e Silagens de Milho em Diferentes Estádios de Maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, p. 183-192, 2013.

PEREIRA, B. M. **Avaliação da qualidade da silagem de híbridos de milho (*Zea mays* L.) cultivados no Distrito Federal**, 2013. 28 f. (Monografia), Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Brasília.

PEREIRA, F. B.; HÖFS, A.; LUCIETTI, D.; et al. **Cultivares de Milho da Epagri (folder técnico)**. Chapecó, 2018.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil: safra 2016/2017**. Sete Lagoas, 2016.

PEREIRA, L. E. T.; BUENO, I. C. DA S.; HERLING, V. R. **Tecnologias para conservação de forragens: fenação e ensilagem**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2015.

PINTO, A. P.; COGO LANÇANOVA, J. A.; LUGÃO, S. M. B.; et al. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

QUEIROZ, O. C. M.; KIM, S. C.; ADESOGAN, A. T. Effect of treatment with a mixture of bacteria and fibrolytic enzymes on the quality and safety of corn silage infested with different levels of rust. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 5285-5291, 2012. Elsevier. Disponível em:

<<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212005437>>. .

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2018. Vienna, Austria.

REIS, L. S. DOS; PEREIRA, M. G.; SILVA, R. F. DA; MEIRELES, R. C. Efeito da heterose na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 310-315, 2011.

RONQUIM, C. C.; PRADO, C. H. B. D. A.; PAULA, N. F. DE. Growth and Photosynthetic Capacity in Two Woody Species of Cerrado Vegetation Under Different Radiation Availability. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. March, p. 243-252, 2003.

ROSALES, L. A.; COSTA, C.; FACTORI, M. A.; MEIRELLES, P. R. L.; MORAES, G. J. Produtividade e valor nutritivo de híbridos de milho para silagem em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Boletim de indústria animal**, v. 2202, p. 197-207, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. DE. **Análise de Alimentos. Métodos Químicos e Biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009.

SOUZA, G. B. DE; NOGUEIRA, A. R. D. A.; RASSINI, J. B. Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. **Circular Técnica MAPA**, v. 33, p. 1-9, 2002.

STACCIARINI, T. DE C. V.; CASTRO, P. H. C. DE; BORGES, M. A.; et al. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v. 57 n.4, p. 516-519, 2010.

TEIXEIRA, F. F.; COSTA, F. M. **Comunicado 185**. Sete Lagoas, 2010.

THIERRY, A.; DEUTSCH, S. M.; FALENTIN, H.; et al. New insights into physiology and metabolism of *Propionibacterium freudenreichii*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 149, n. 1, p. 19-27, 2011.

VALENTINI, S. R. DE T.; CASTRO, M. F. P. M. DE; ALMEIDA, F. H. DE. Determinação do teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 237-240, 1998. scielo. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000200017&nrm=iso>. .

VASCONSELOS, R. C. DE; PINHO, R. G. VON; REZENDE, A. V.; PEREIRA, M. N.; BRITO, A. H. DE. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência Agrotécnica**, p. 1139-1145, 2005.

WILDNER, G. M. **Custo hora máquina: custos de 09 associações comunitárias de tratores no município de Ipumirim/SC.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por nedipatzlaff@epagri.sc.gov.br em 14/03/2019, 2019.

WORDELL FILHO, J. A.; CHIARADIA, L. A. **A cultura do milho em Santa Catarina.** 3. ed. Florianópolis: Epagri, 2016.

6 ANEXOS

ANEXO A - Vista longitudinal da área experimental após emergência



ANEXO B - Vista diagonal da área experimental próximo à fase V8



ANEXO C - Corte das unidades amostrais



ANEXO D - Detalhe dos sacos de armazenagem



ANEXO E - Material ensilado pronto para ser armazenado



ANEXO F - Secagem de amostras em micro-ondas



ANEXO G – Resultados da Análise de Variância (dados paramétricos) e
do teste Kruskal-Wallis (dados não paramétricos)

Efeito sobre DEVT:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: VT by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 16.924, df = 2, p-value = 0.0002113

Kruskal-Wallis rank sum test

data: VT by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0037748, df = 1, p-value = 0.951

Efeito sobre GDVT:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: GDVT by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 16.924, df = 2, p-value = 0.0002113

Kruskal-Wallis rank sum test

data: GDVT by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0037748, df = 1, p-value = 0.951

Efeito sobre DEPCS:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: PCS by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 23, df = 2, p-value = 1.013e-05

Kruskal-Wallis rank sum test

data: PCS by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0, df = 1, p-value = 1

Efeito sobre GDPCS:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: GDPCS by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 23, df = 2, p-value = 1.013e-05

Kruskal-Wallis rank sum test

data: GDPCS by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0, df = 1, p-value = 1

Efeito sobre produção de MV:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	552383906	276191953	18.430	4.41e-05 ***
EEL	1	50417	50417	0.003	0.954
Cultivar:EEL	2	15887552	7943776	0.530	0.597
Residuals	18	269754375	14986354		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre produção de MS:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MS by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 7.385, df = 2, p-value = 0.02491

Kruskal-Wallis rank sum test

data: MS by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.56333, df = 1, p-value = 0.4529

Efeito sobre participação de folhas na estrutura da planta (base MV):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	287290	143645	5.438	0.0142 *
EEL	1	26	26	0.001	0.9753
Cultivar:EEL	2	74140	37070	1.403	0.2714
Residuals	18	475444	26414		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre participação de colmo na estrutura da planta (base MV):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	95352	47676	0.392	0.681
EEL	1	112751	112751	0.928	0.348
Cultivar:EEL	2	464002	232001	1.910	0.177
Residuals	18	2186594	121477		

Efeito sobre participação de brácteas e sabugo na estrutura da planta
(base MV):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	1506	753	0.015	0.9855
EEL	1	504	504	0.010	0.9223
Cultivar:EEL	2	322127	161064	3.126	0.0683 .
Residuals	18	927425	51524		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre participação de grãos na estrutura da planta (base MV):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	4040	2020	0.083	0.921
EEL	1	600	600	0.025	0.877
Cultivar:EEL	2	5819	2909	0.119	0.888
Residuals	18	439575	24421		

Efeito sobre participação de folhas na estrutura da planta (base MS):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	21122	10561	5.431	0.0143 *
EEL	1	1	1	0.001	0.9781
Cultivar:EEL	2	5378	2689	1.383	0.2763
Residuals	18	35005	1945		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre participação de colmo na estrutura da planta (base MS):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	4797	2398	0.393	0.681
EEL	1	5643	5643	0.925	0.349
Cultivar:EEL	2	23351	11676	1.914	0.176
Residuals	18	109799	6100		

Efeito sobre participação de brácteas e sabugo na estrutura da planta

(base MS):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	116	58	0.014	0.9858
EEL	1	43	43	0.010	0.9196
Cultivar:EEL	2	25464	12732	3.131	0.0681
Residuals	18	73204	4067		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre participação de grãos na estrutura da planta (base MS):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	810	405	0.083	0.921
EEL	1	117	117	0.024	0.879
Cultivar:EEL	2	1159	580	0.118	0.889
Residuals	18	88278	4904		

Efeito sobre pH:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: pH by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.5389, df = 2, p-value = 0.7638

Kruskal-Wallis rank sum test

data: pH by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.91626, df = 1, p-value = 0.3385

Efeito sobre PB:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	0.233	0.1163	0.412	0.669
EEL	1	0.602	0.6017	2.130	0.162
Cultivar:EEL	2	0.401	0.2004	0.709	0.505
Residuals	18	5.085	0.2825		

Efeito sobre NDT:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	12.10	6.050	0.744	0.489
EEL	1	14.41	14.415	1.772	0.200
Cultivar:EEL	2	3.63	1.816	0.223	0.802
Residuals	18	146.47	8.137		

Efeito sobre FDN:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	1.72	0.860	0.318	0.7315
EEL	1	10.53	10.534	3.897	0.0639 .
Cultivar:EEL	2	3.73	1.865	0.690	0.5144
Residuals	18	48.65	2.703		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre FDA:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	6.41	3.207	1.723	0.207
EEL	1	3.01	3.010	1.617	0.220
Cultivar:EEL	2	1.76	0.882	0.474	0.630
Residuals	18	33.50	1.861		

Efeito sobre DIVMO:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	12.74	6.372	0.792	0.468
EEL	1	13.20	13.202	1.642	0.216
Cultivar:EEL	2	3.20	1.602	0.199	0.821
Residuals	18	144.73	8.040		

Efeito sobre DIVMO:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	0.3193	0.15965	5.145	0.0171 *
EEL	1	0.0828	0.08284	2.670	0.1196
Cultivar:EEL	2	0.0695	0.03476	1.120	0.3479
Residuals	18	0.5585	0.03103		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre leite por hectare:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	40964934	20482467	3.481	0.0527 .
EEL	1	5859532	5859532	0.996	0.3315
Cultivar:EEL	2	4048687	2024344	0.344	0.7135
Residuals	18	105912100	5884006		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre leite por kg de MS:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: Leite.tonMS by Cultivar

Kruskal-Wallis chi-squared = 2.135, df = 2, p-value = 0.3439

Kruskal-Wallis rank sum test

data: Leite.tonMS by EEL

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.16333, df = 1, p-value = 0.6861

Efeito sobre custo por kg de MS de silagem:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	0.003052	0.0015259	6.614	0.00702 **
EEL	1	0.000532	0.0005320	2.306	0.14623
Cultivar:EEL	2	0.000454	0.0002270	0.984	0.39301
Residuals	18	0.004153	0.0002307		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre produção de grãos:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	5527872	2763936	34.150	7.47e-07 ***
EEL	1	15657	15657	0.193	0.665
Cultivar:EEL	2	67058	33529	0.414	0.667
Residuals	18	1456850	80936		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Efeito sobre custo por saca (60 kg) de milho:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	2	9.013	4.507	34.065	7.6e-07 ***
EEL	1	2.687	2.687	20.308	0.000273 ***
Cultivar:EEL	2	0.178	0.089	0.671	0.523358
Residuals	18	2.381	0.132		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1