

Variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas**Maize varieties with open pollination of Epagri under effect of line spacing**

DOI:10.34117/bjdv6n2-032

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 04/02/2020

Nélio Luís Patzlaff

Formação: Eng. Agrônomo, Mestre em Produção e Sanidade Animal pelo Instituto Federal Catarinense Campus Araquari

Instituição: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri

Endereço: Epagri - Avenida Dom Pedro II, 230, Centro, Ipumirim-SC, Brasil

E-mail: nediopatzlaff@epagri.sc.gov.br

Carlos Eduardo Nogueira Martins

Formação: Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari

Endereço: Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. Rodovia BR 280, Km 27 - S/Nº -

Cx. Postal 21 - Colégio Agrícola - Araquari, SC - Brasil

E-mail: carlos.martins@ifc.edu.br

Miguelangelo Ziegler Arboitte

Formação: Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Instituto Federal Catarinense, Campus Santa Rosa do Sul

Endereço: Instituto Federal Catarinense, Campus Santa Rosa do Sul, Laboratório de Bromatologia- IFC.

Rua das Rosas - Vila Nova - Santa Rosa do Sul, SC - Brasil

E-mail: miguelangelo.arboitte@ifc.edu.br

Alberto Höfs

Formação: Eng. Agrônomo - Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri

Endereço: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, CEPAF - Rua Servidão Ferdinando Tusset, Bairro São Cristovão - Chapeco, SC - Brasil - Caixa-postal: 791

E-mail: albertohofs@epagri.sc.gov.br

RESUMO

Experimento que determinou caracteres agronômicos, avaliou produtividade e custo de produção de silagem, 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. 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

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.

1 INTRODUÇÃO

A área plantada com milho (*Zea mays* L.) no Brasil é de 16,8 milhões de hectares (CONAB, 2019), podendo chegar a 24,1 milhões nos próximos oito anos (BRASIL, 2017). Em Santa Catarina são aproximadamente 400 mil hectares, com produção de 3,1 milhões de toneladas de grãos, equivalente a uma produtividade média de 129 sacas ha⁻¹ (EPAGRI/CEPA, 2017).

De acordo com Bertagnon et al. (2014), na pecuária do Sul do Brasil, os vazios forrageiros inerentes reduzem a quantidade e a qualidade da forragem oferecida aos animais, com efeitos negativos na produção. A reserva forrageira - feno, silagem de pré-secado ou silagem de milho, entre outras opções - equilibra a oferta de alimento nesses períodos. A praticidade, volume produzido, velocidade de crescimento e exequibilidade, tornaram o milho a principal cultura utilizada com esse fim. “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, 2016, pág. 72).

Cresce, também, a adoção de novas ferramentas, como os milhos híbridos e transgênicos. Segundo Pereira Filho & Borghi (2016), os transgênicos representaram 67,93% das cultivares na safra 2016/2017. Em razão disso, ocorreram aumentos na produtividade, mas também redução no número de variedades disponíveis, aumentos sucessivos de preços impulsionados pelos *royalties* e concentração no mercado de sementes (GARCIA, 2012).

Apesar da garantia legal existente no Brasil, não é viável tecnicamente para o produtor reter sementes de milho híbrido – diferentemente das variedades – pois essa prática resulta na perda do vigor híbrido do material, que é conferido pela heterose, obtida através do cruzamento entre duas linhagens.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) dispõe de 03 (três) cultivares de milho de polinização aberta que permitem retenção da semente a baixo custo e sem perdas de produtividade, podendo reduzir a dependência externa do agricultor. Entretanto, não há dados recentes de alguns caracteres agronômicos, nem sobre o custo e a qualidade das silagens dessas cultivares, informações importantes para avaliar em que sistemas produtivos e condições edafoclimáticas elas podem ser recomendadas.

Segundo Wordell Filho & Chiaradia (2016), a redução do espaçamento entre linhas, com manutenção do estande, pode incrementar a produção de milho, pois esse arranjo diminui a competição intraespecífica, pelo 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, dificultando a entrada de máquinas para a mecanização desses processos; 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 MATERIAL E MÉTODOS

Experimento implantado no Instituto Federal Catarinense (IFC), campus Concórdia, nas coordenadas UTM 6990507m S e 393205m O, na safra 2017/2018. De acordo com a classificação de

Köppen & Geiger (1936), o clima da região é Cfa. As normais climatológicas correspondem a uma temperatura média anual de 19,2°C, precipitação pluviométrica anual de 2.125 mm e insolação anual de 2.284 horas (INMET, 2018).

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

O solo da área é classificado como terra bruna/roxa estruturada, com as seguintes características: Argila = 44%; SPM = 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%. A área vinha de uma sucessão de milho e aveia. A aveia foi dessecada e “rolada” para acamar e servir como cobertura de solo. Após correção e adubação em toda área experimental, realizou-se a semeadura das parcelas no dia 20 de outubro de 2017, cada uma composta por quatro linhas de 5 m de comprimento.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com fatorial 2x3: espaçamento entre linhas (0,7 m ou 0,8 m) e cultivar (SCS-154 Fortuna, SCS-155 Catarina ou SCS-156 Colorado), com 04 repetições (blocos), totalizando 24 parcelas. O estande final de 55.000 plantas ha⁻¹ em todos os tratamentos, conforme recomendado por Epagri (2016b). A semeadura foi realizada com densidade dobrada, seguida de raleio manual aos 05 dias após a emergência (DAE), conforme Castoldi et al. (2011).

O controle de plantas espontâneas foi feito de acordo com a necessidade, manualmente e com roçadeira (aos 34 e 48 dias após a semeadura, respectivamente). A correção e adubação de solo foram calculadas para uma expectativa de produção grãos de 150 sacas ha⁻¹: usou-se 532 kg ha⁻¹ da formulação 09-33-12 + 45 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) no sulco, durante a semeadura. A dose de nitrogênio restante foi administrada na forma de ureia (240 kg ha⁻¹), na linha de plantio, parcelada em duas aplicações: 50% no estágio fenológico V4 e 50% em V8 (CQFS-RS/SC, 2016). Foi realizado um 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 semeadura.

A contagem dos dias da emergência ao estágio VT e ao PCS iniciou a partir da plena emergência das plântulas, bem como o cômputo dos graus-dia. 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 PCS: “meia linha do leite”, com o grão leitoso a farináceo (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.

Em seguida, as unidades amostrais foram cortadas manualmente a 0,30 m do solo e pesadas imediatamente para registro da produção de massa verde. Cinco dessas plantas foram separadas aleatoriamente para análise da participação das partes na estrutura “ensilável” da planta, da seguinte maneira: pesou-se as cinco plantas, obtendo-se a massa verde total; fracionou-se manualmente as mesmas plantas e suas partes foram pesadas separadamente, obtendo-se a massa verde de cada parte. Baseado nos teores médios de matéria seca para cada parte da planta de milho entre os estádios R4 e R5, obtidos por Oliveira et al. (2013) A participação das partes na estrutura da planta (base seca) foi obtida pelo quociente entre o produto da massa verde da parte e seu teor de matéria seca e o produto da massa verde total e o a matéria seca da planta.

Em seguida, as unidades amostrais foram trituradas com forrageira estacionária até o tamanho médio de partículas (TMP) de 02 cm. A massa oriunda da moagem 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 antes da ensilagem; o restante da massa 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 tratamentos. O ar residual foi retirado com aspirador de pó. Os sacos plásticos foram armazenados em condições de campo (em galpão) e, após 90 dias, foram levados ao 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 (DIVMO), e extrato etéreo (EE). O parâmetro nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido por meio da equação proposta por Cappelle et al. (2001) para silagens sem aditivos.

A partir dos dados bromatológicos, foi estimado potencial de conversão das silagens em leite, a partir da energia líquida de produção, de acordo com as equações propostas e programa disponibilizado por NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (2001) para bovinos de leite,

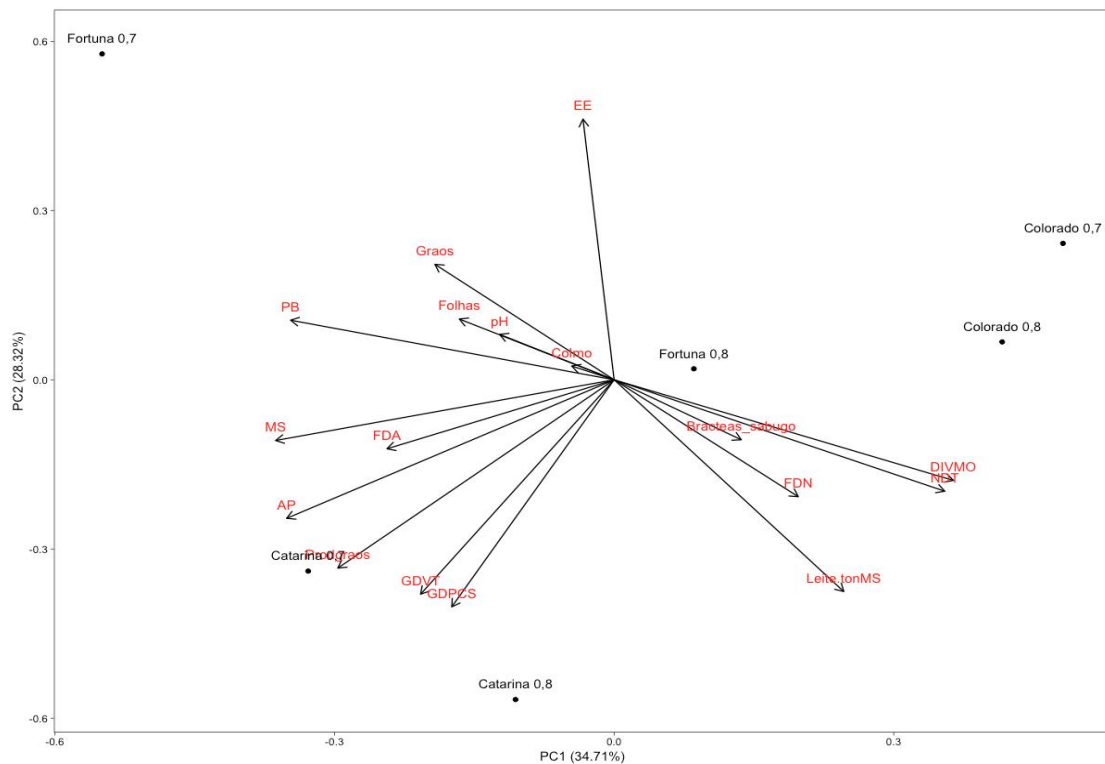
consideradas as seguintes informações: raça da vaca–Jersey; peso vivo–450 kg; idade–60 meses; dias de prenhez–100; dias em leite–122; leite com 4% de gordura e 3% de proteína verdadeira.

O tratamento estatístico foi composto por análise exploratória 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. 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 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de agrupamento apresentou a formação de dois grupos, 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, observou-se que seis variáveis, divididas em dois grupos, explicam mais de 50% da variação dos dados.

Figura 1: Análise de componentes principais das VPA da Epagri



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 (0,8 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 em 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. Dados do INMET (2018) indicam menor precipitação e menor temperatura média em Papanduva e Campos novos, quando comparados à Concórdia, sendo que o último local é mais favorável à cultura, o que permitiu as variedades encurtarem seu ciclo. Diferentes épocas de semeadura também podem resultar em variações nesses períodos, 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 termosensível, 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).

As alturas de planta foram superiores às encontradas por Pereira et al. (2018) e Epagri (2018) que, em seus estudos, mediram a altura de planta até o início do pendão, diferente da nossa metodologia que fez essa medida até a ponta do pendão, 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 a mais) e para a Catarina (12-15 cm a mais); já na cultivar Colorado, ocorreu o inverso (1,33 m contra 1,35 – 1,38 m). A 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 maior quando se reduziu o espaçamento entre linhas e, conseqüentemente, distanciou-se as plantas na linha. Nas demais cultivares, embora sem diferença significativa, o diâmetro da espiga apresentou tendência a aumento ao aproximar o EEL, fato que pode ser entendido como resposta das plantas à melhor distribuição espacial (menor competição intraespecífica). Na tabela 2, encontram-se os principais caracteres agrônômicos das VPA da Epagri.

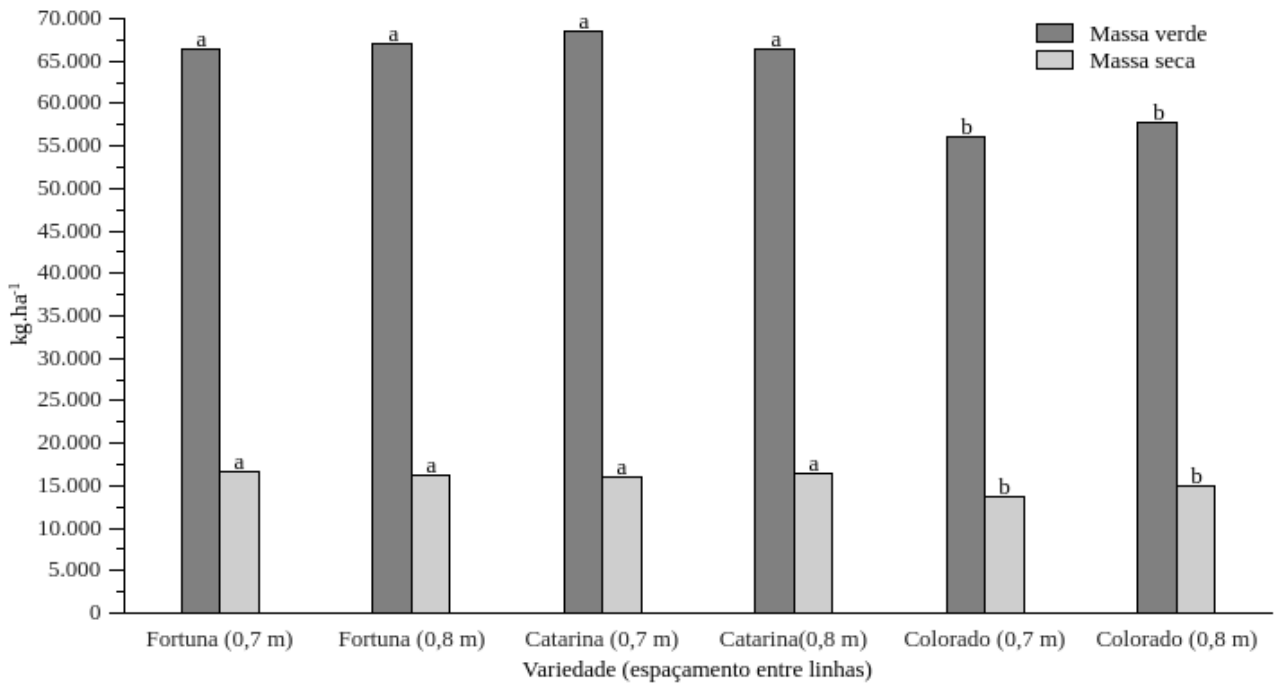
Tabela 2 – Principais caracteres agrônômicos observados nas variedades de polinização aberta da Epagri

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 2), a cultivar SCS-154 Fortuna produziu, em média, $16.412,5 \pm 567,76$ kg MS ha⁻¹ e a SCS-155 Catarina, $16.295,5 \pm 481,91$ kg MS ha⁻¹. Já a SCS-156 Colorado apresentou produção menor, com $14.347,25 \pm 262,75$ kg MS ha⁻¹ ($p < 0,025$).

Figura 2: Produção de forragem das VPA da Epagri

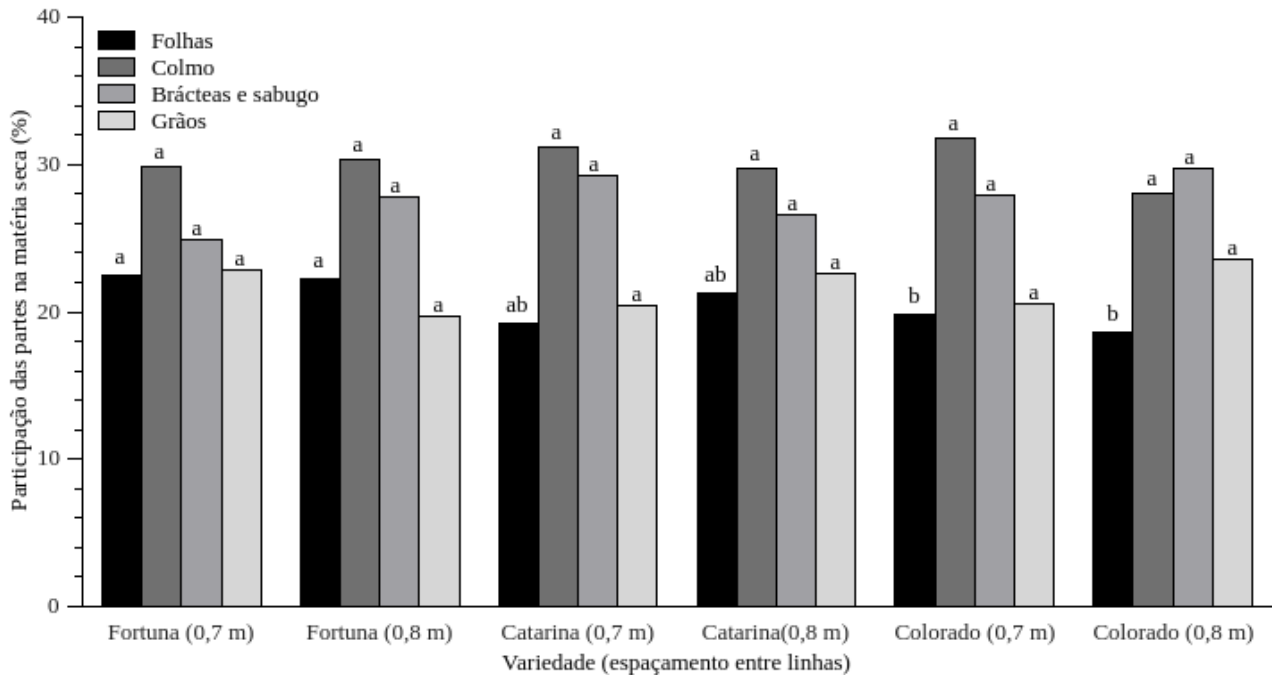


Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (MV) e pelo teste de Wilcoxon (MS) a 5%.

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.

Com relação à participação das partes na estrutura da planta, a participação de folhas com base na matéria seca estimada foi influenciada pela cultivar ($p < 0,05$), mas não pelo espaçamento, com a maior média na SCS-154 Fortuna. Para as demais partes não houve diferenças significativas (figura 3).

Figura 3: 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, pois a planta destina os fotoassimilados para o grão na fase final de desenvolvimento.

Na análise bromatológica considerando todos os tratamentos, somente o extrato etéreo diferiu ($p < 0,07$) entre as cultivares, sendo menor na cultivar Catarina. Considerando as variedades dentro de cada espaçamento e diferentes espaçamentos para a mesma variedade (tabela 3), 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. Na comparação entre espaçamentos para a cultivar Fortuna, o EE foi menor no EEL 0,8 m, o que pode estar relacionado à menor participação de grãos na estrutura da planta quando comparado ao EEL 0,7 m. Os valores de EE estão próximos aos encontrados por Marquardt et al. (2017) em híbrido comercial, avaliando diferentes alturas de corte.

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 (DMO) e extrato etéreo (EE) das variedades de milho com polinização aberta da Epagri de acordo com o espaçamento entre linhas (EEL)

EE	Variável	pH	PB (%MS)	NDT	FDN	FDA	DMO	EE (%MS)
L	Variedade			(%MS)	(%MS)	(%MS)	(%MS)	
	e							
0,7 m	SCS 154	3,68±0,01 ^a	9,05±0,19 ^a	59,63±1,25 ^a	54,03±0,83 ^a	29,03±0,83 ^a	62,45±1,29 ^a	2,15±0,06 ^{aA}
	Fortuna	A	A	A	A	A	A	
	SCS 155	3,69±0,05 ^a	8,98±0,18 ^a	60,45±1,11 ^a	55,05±0,44 ^a	28,78±0,41 ^a	63,18±1,13 ^a	1,78±0,07 ^b
	Catarina	A	A	A	A	A	A	A
0,8 m	SCS 156	3,59±0,03 ^a	8,55±0,22 ^a	62,20±1,73 ^a	54,35±1,08 ^a	27,25±0,74 ^a	65,00±1,75 ^a	1,97±0,06 ^{ab}
	Colorado	A	A	A	A	A	A	A
	Média	3,66±0,02 ⁿ	8,86±0,12 ⁿ	60,76±0,79 ⁿ	54,48±0,45	28,35±0,43 ⁿ	63,54±0,81 ⁿ	1,96±0,06 ^{ns}
		s	s	s	*	s	s	
0,8 m	SCS 154	3,58±0,03 ^a	8,45±0,36 ^a	61,75±2,10 ^a	55,55±0,69 ^a	29,35±0,74 ^a	64,45±2,06 ^a	1,88±0,09 ^{aB}
	Fortuna	A	A	A	A	A	A	
	SCS 155	3,60±0,03 ^a	8,60±0,27 ^a	62,53±0,74 ^a	55,33±0,97 ^a	29,10±0,68 ^a	65,18±0,77 ^a	1,71±0,03 ^{aA}
	Catarina	A	A	A	A	A	A	A
0,8 m	SCS 156	3,71±0,05 ^a	8,58±0,32 ^a	62,65±1,21 ^a	56,53±0,8 ^{aA}	28,73±0,61 ^a	65,45±1,10 ^a	1,95±0,17 ^{aA}
	Colorado	A	A	A		A	A	
	Média	3,63±0,03 ⁿ	8,54±0,16 ⁿ	62,31±0,77 ⁿ	55,80±0,45	29,06±0,36 ⁿ	65,03±0,75 ⁿ	1,85±0,06 ^{ns}
		s	s	s	*	s	s	
	CV (%)	1,90	6,69	5,06	3,08	4,97	4,82	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%.

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 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 - PCL - (tabela 4) não foi afetado pelo espaçamento, e o PCL por hectare foi afetado pela cultivar, sendo menor na Colorado ($p=0,05$).

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

	----- Espaçamento entre linhas 0,7 m ---			----- Espaçamento entre linhas 0,8 m			CV (%)
	PCL (*1000)	SCS 154 Fortuna	SCS 155 Catarina	SCS 156 Colorado	SCS 154 Fortuna	SCS 155 Catarina	
L ha ⁻¹	23,89±2,34 ^{aA1} ₂	23,93±0,88 ^{aA1}	20,41±0,63 ^a _{A2}	23,9±0,87 ^{aA1} ₂	24,88±1,16 ^{aA1}	22,42±0,31 ^a _{B2}	11,24
L ton MS ⁻¹	1,42±0,061 ^{aA1}	1,49±0,012 ^{aA1}	1,48±0,023 ^a _{A1}	1,48±0,012 ^a _{A1}	1,50±0,002 ^{aA1}	1,50±0,006 ^a _{A1}	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 ton MS) a 5%. Cálculos feitos no programa NRC Dairy Cattle (2001).

Encontrou-se diferença significativamente maior na produção de leite por área para o Colorado em 0,8 m de EEL, quando comparado a 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. (2011b) encontraram PCL de 17.522 L ha⁻¹ e 1.303 L ton MS⁻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® (0,75 Lha⁻¹) + Callisto® (0,15 Lha⁻¹); 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), obtido por fórmula de cálculo descrita por Matos (2007), incluindo custos de depreciação, operador, combustível, seguro e manutenção; 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 estimado 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%.

4 CONCLUSÕES

As cultivares de polinização aberta da Epagri apresentaram produção e qualidade bromatológica de silagem satisfatórias, tornando-as uma alternativa às sementes híbridas ou transgênicas, especialmente para pequenos e médios produtores familiares e para aqueles que estão na produção orgânica ou em transição.

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

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: à Epagri, pelas sementes e orientação; à Brusplastic, pelos sacos de ensilagem; ao IFC pela área experimental; Ao Dr. Felipe Bermudez Pereira e ao Dr. Robilson Antonio Weber, pelas qualificações; e aos familiares do primeiro autor, pelo auxílio na implantação, condução, colheita e ensilagem das parcelas experimentais.

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>. .
- 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 Ciencia do Solo*, v. 32, n. 6, p. 2355–2366, 2009.
- BRASIL, S. DE P. A. (MAPA). Projeções do Agronegócio Brasil 2016/17 a 2026/27. 8. ed. Brasília: SPA/Mapa, 2017.

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>>.

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. 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.

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

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@mbiente*, v. 9, p. 136–142, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of dairy cattle. 7a. rev., Washington, D.C., 2001.
- NOAL, G.; REJANE, L.; REINIGER, S. Modelo logístico de crescimento de cultivares crioulas de milho e de progênes 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, 2011b.
- 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. *Memorias 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, 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.
- 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.

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.

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.

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