

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS SOBRE A SILAGEM DE MILHO¹

Antonio Augusto Santin²

Solismar José Rosa²

Leonardo Schmitz³

Felipe Tecchio Borsoi³

Cristiano Nunes Nesi⁴

RESUMO

A adubação nitrogenada na cultura do milho aumenta sua produtividade, já que este é o nutriente requerido em maior quantidade. A redução do espaçamento entre linhas também permite uma maior produtividade ao aumentar a população de plantas, permitindo mais aproveitamento da luminosidade e dos nutrientes, além de diminuir a competição entre plantas. Objetivou-se, com este trabalho, conhecer os efeitos do espaçamento de plantas e doses de nitrogênio sobre as seguintes características da silagem de milho: produção de matéria seca, matéria mineral e teor de proteína bruta. O experimento foi conduzido na Cidade de Faxinal dos Guedes, SC. O híbrido utilizado foi o AS1577. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições em parcelas subdivididas; nas parcelas os tratamentos foram os espaçamentos entre linhas (45, 70, 90 cm) e nas subparcelas as doses de nitrogênio (0, 60, 120, 240 kg ha⁻¹). Nas condições do estudo, o espaçamento entre linhas de semeadura não influenciou a produção de matéria seca, o percentual de matéria mineral e o teor de proteína bruta da silagem. O aumento da dose de nitrogênio aplicado em cobertura aumentou a produção de matéria seca e o teor de proteína bruta e diminuiu o percentual de matéria mineral da silagem. Não houve interação entre os espaçamentos utilizados e as doses de nitrogênio aplicadas.

Palavras-chave: *Zea mays*. Produtividade. Qualidade da silagem.

1 INTRODUÇÃO

A silagem de milho é uma opção de alimento volumoso indispensável na cadeia produtiva intensiva tanto de bovinos de corte quanto de leite, em decorrência da alta produtividade da cultura, da produção estável, da qualidade do volumoso e por ser uma ótima fonte de energia (NEUMANN, 2006).

A região Oeste de Santa Catarina é composta basicamente por pequenas propriedades com essa atividade. Assim, a alimentação desses animais baseia-se em pastagens, tanto no verão quanto no inverno. Porém, há um período de transição entre as estações e uma necessidade de complementação na alimentação, visto que a silagem, especialmente de milho, é altamente utilizada em razão da sua alta produtividade e qualidade nutricional (VELHO, 2005).

A prática de manejo que tem sido apontada como uma das mais importantes para maximizar o rendimento de grãos de milho é o ajuste do arranjo espacial de plantas, que otimiza o uso de fatores de produção, como água, luz e nutrientes (DEMÉTRIO, 2008).

A tendência atual é a redução do espaçamento entre linhas, para que ocorra distribuição mais equidistante das plantas, aumentando a eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa, de água e nutrientes, causando um incremento na produtividade em virtude da menor competição por esses fatores, de forma inter e intraespecífica, ainda mesmo nos estádios fenológicos iniciais (SANGOI; SILVA, 2016).

Além disso, para que possa expressar todo o seu potencial produtivo, deve-se suprir todas as exigências nutricionais da cultura do milho, em decorrência da grande extração de nutrientes do solo (AMARAL FILHO et al., 2005),

¹Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação dos dois primeiros autores.

²Graduando do Curso de Agronomia da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Xanxerê; tonhosantin@yahoo.com.br; solismar.rosa@gmail.com

³Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul de Chapecó; leonardoschmitz193@gmail.com; felipe.tecchio@gmail.com

⁴Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal do Paraná; Mestre em Agronomia (Estatística e Experimentação Agrônômica) pela Universidade de São Paulo; cristiano.nesi@unoesc.edu.br

visto que o nitrogênio é o nutriente o qual grande parte das plantas necessita em maior quantidade, por constituir proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (FLOSS, 2011).

Segundo Neumann et al. (2005), o nitrogênio é o nutriente mais exportado pela cultura do milho, pois, para cada tonelada de grãos, são necessários 15 kg de nitrogênio e, para a produção de silagem, a exportação é ainda maior, necessitando de 20 kg do nutriente, já que toda a parte aérea da planta é colhida. No milho, o método mais indicado de aplicação do adubo nitrogenado é de forma parcelada. Melhores resultados de produtividade são observados quando feitas duas ou mais aplicações em cobertura (SCHERER, 2016).

Diante disso, no presente trabalho teve-se como objetivo conhecer os efeitos do espaçamento de plantas e doses de nitrogênio sobre características da silagem de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Faxinal dos Guedes, SC, com altitude aproximada de 980 metros, em solo classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico. O clima da região é classificado por Köppen como Cfa, clima subtropical com verão quente.

Foi realizada análise química do solo para correção de acordo com as necessidades da cultura do milho, para expectativa de produtividade de 18 t ha⁻¹ de matéria seca, utilizando-se 160 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 250 kg ha⁻¹ de potássio (KCl) com 60% de K₂O. O N foi aplicado na forma de ureia (45% de N) para compor os tratamentos: 60, 120 e 240 kg ha⁻¹, com 30 kg de N na linha de semeadura e o restante em cobertura, dividido em duas aplicações iguais, nos estádios V4 e V6 da cultura.

O híbrido utilizado foi o AS1577 e a sua população foi ajustada para 70 mil plantas por hectare. A semeadura foi realizada de forma manual em área sob Sistema Plantio Direto, em que a cultura antecessora foi aveia preta (*Avena strigosa*), dessecada 60 dias antes da semeadura do milho. O controle de ervas daninhas foi feito com capina manual, conforme a necessidade.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições, visto que nas parcelas os tratamentos foram os três espaçamentos entre linhas (45, 70, 90 cm) e nas subparcelas as doses de nitrogênio (0, 60, 120, 240 kg ha⁻¹), totalizando doze tratamentos. As parcelas foram constituídas de quatro linhas com três metros de comprimento. Para a avaliação foram utilizadas as duas linhas centrais descartando as linhas laterais, bem como 50 cm das extremidades das linhas centrais.

A colheita ocorreu na primeira quinzena de março de 2016, momento em que os grãos estavam no estágio de grão farináceo duro. Efetuou-se o corte das plantas a 30 cm do solo. Para a determinação da matéria verde foi feita a pesagem de 10 plantas colhidas na área útil de cada parcela.

Procedeu-se à ensilagem com uma ensiladeira regulada para um tamanho de corte médio de 8 mm e posteriormente acondicionadas em silos experimentais constituídos com tubos de PVC de 100 mm com comprimento de 30 cm, fechados nas extremidades com lona plástica e fita adesiva. A compactação foi manual com a finalidade de eliminar o ar do interior do silo de forma uniforme. Após 35 dias decorridos da ensilagem, os silos foram abertos e recolhidas as amostras para as análises e determinações em laboratório. Para cada combinação entre espaçamento e dose de nitrogênio foram utilizados três silos experimentais.

Para as análises da silagem, as amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante aproximadamente 72 horas, sendo então moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm. Os teores de matéria seca foram determinados por secagem em estufa a 105 °C durante 24 horas. A matéria mineral foi determinada por combustão a 600 °C durante 4 horas, seguindo a metodologia de Queiroz e Silva (2002). O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997), utilizando-se o fator de 6,25 para conversão do N em proteína bruta (PB).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e quando doses de nitrogênio apresentaram efeito significativo foram submetidos à análise de regressão. Para a variável produção de matéria seca se determinou a dose de nitrogênio que confere a máxima produtividade, igualando-se a zero a derivada de primeira ordem da função. Em todas as análises foi utilizado o programa R (R CORE TEAM, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se observar os diferentes espaçamentos utilizados (Tabela 1), constatou-se que não houve efeito significativo de espaçamentos sobre a produção de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta entre os diferentes espaçamentos, bem como não houve interação significativa entre espaçamento e doses de nitrogênio. No entanto, Guareschi et al. (2008), ao avaliarem o potencial de produção de massa seca na cultura do milho para a produção da silagem, verificaram que a redução do espaçamento entre linhas de 90 cm para 45 cm resultou em uma maior produção de matéria seca. Contudo, o efeito não significativo sobre a proteína bruta do espaçamento corrobora os resultados obtidos por Alvarez, Von Pinho e Borges (2006), em que foi observado que a redução do espaçamento não influenciou os teores de proteína bruta.

Tabela 1 – Valores médios de produtividade de matéria seca (PMS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) da silagem de milho em razão dos diferentes espaçamentos entre linhas e doses de nitrogênio aplicadas

Dose de N (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)	MM (%)	PB (%)
0	6243,9c	4,14a	5,06b
60	10131,5b	3,75b	5,27b
120	12744,8a	3,58b	5,37b
240	13899,6a	3,46b	6a
CV(%)	15,70	5,95	6,77
Espaçamento 45 (cm)	11271,3ns	3,72ns	5,45ns
Espaçamento 70 (cm)	10509,3	3,76	5,3
Espaçamento 90 (cm)	10538,2	3,72	5,52
CV(%)	17,80	11,5	5,24

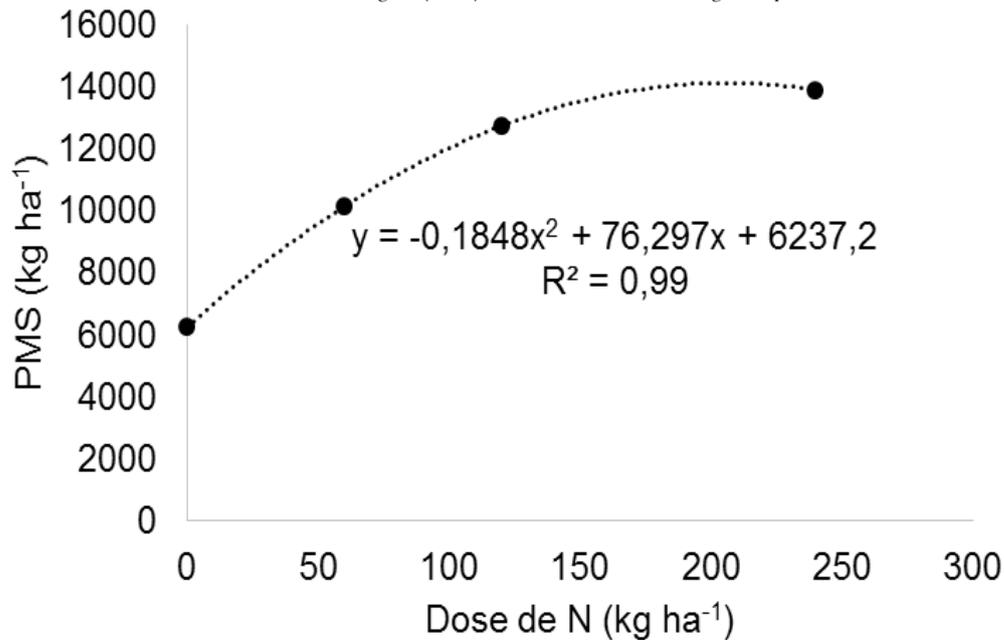
Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Não significativo (ns).

Quanto à produtividade de matéria seca no milho, as diferentes doses de N aplicadas promoveram um aumento significativo quando se aplicou até 120 kg ha⁻¹ de N. No entanto, a dose de 240 kg ha⁻¹ de N não diferiu significativamente da dose de 120 kg ha⁻¹, o que indica um consumo de luxo pela planta, havendo, assim, uma estabilização da produção de matéria seca (ARAÚJO; FERREIRA; DA CRUZ, 2004). Amaral Filho et al. (2005), ao estudarem diferentes aplicações de doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) na cultura do milho, identificaram aumento significativo da produtividade de grãos com o aumento na dose de nitrogênio.

Ao explorar os resultados obtidos para a análise de regressão da matéria seca em decorrência da dose de N (Gráfico 1), pode-se observar que, conforme se aumenta a dose de nitrogênio, os valores de produtividade de matéria seca aumentam, atingindo a máxima eficiência biológica com 206,43 kg ha⁻¹ de N, mostrando que não há ganhos em produtividade a partir dessa quantidade de N. Entretanto, esse valor foi superior aos encontrados em outros estudos, sendo 110 kg ha⁻¹ no trabalho de Fernandes et al. (2005) e 119,5 kg ha⁻¹ e 180 kg ha⁻¹ nos diferentes locais avaliados no estudo de Bastos et al. (2008). Essa diferença entre as doses de nitrogênio que resultaram em máxima produtividade pode ser explicada pelas condições diferenciadas de fertilidade do solo e pelo clima das diferentes regiões em estudo (BASTOS et al., 2008).

Gráfico 1 – Produtividade de matéria seca de milho silagem (PMS) em razão da dose de nitrogênio aplicada

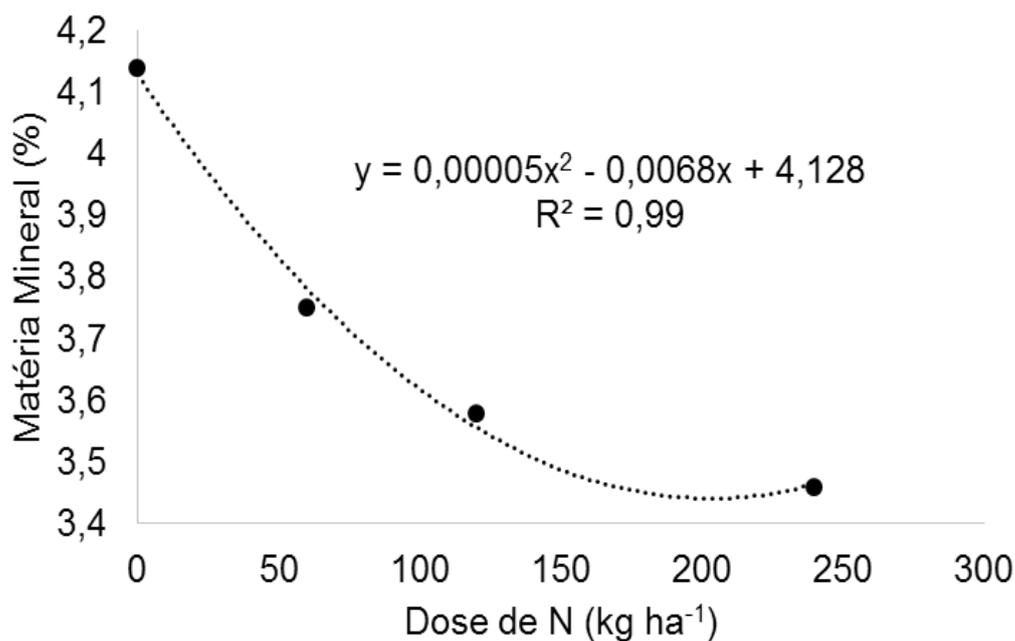


Fonte: os autores.

O percentual de matéria mineral (Gráfico 2) foi superior para as plantas que não receberam aplicação de N e se manteve estável após 60 kg ha⁻¹ de N. Como explicação desse resultado, pode-se sugerir que, com o aumento da produção de matéria seca obtida pelo aumento da quantidade de N aplicada, ocorreu uma diluição da matéria mineral no tecido vegetal.

Observa-se, ainda, no Gráfico 2, que o percentual de matéria mineral decresce à medida que é aumentada a quantidade de nitrogênio aplicado, considerando que o menor valor de matéria mineral foi obtido com a dose de 170 kg ha⁻¹ de N. Observa-se, portanto, uma relação inversamente proporcional da quantidade de nitrogênio aplicada com o teor de matéria mineral (%) na planta de milho.

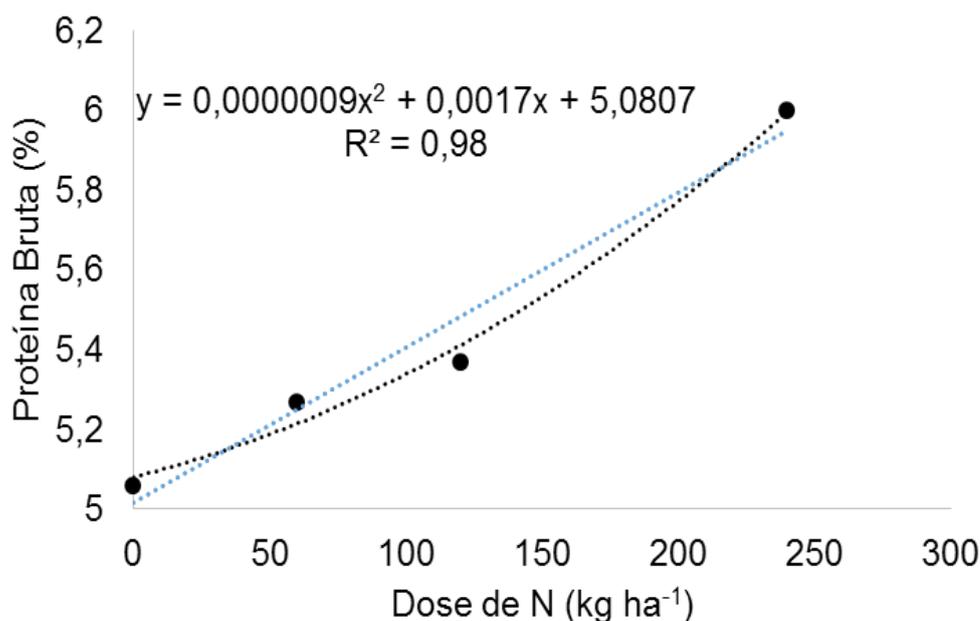
Gráfico 2 – Porcentagem de matéria mineral da silagem de milho em razão da dose de nitrogênio aplicada



Fonte: os autores.

O aumento no teor de proteína bruta com aplicação de 240 kg ha⁻¹ de N também pode ser observado na análise de regressão (Gráfico 3), em que esse aumento chegou a 6%. Consta-se, dessa forma, que o teor de proteína bruta é diretamente proporcional à quantidade de nitrogênio aplicada nas plantas de milho. Em experimento com doses crescentes de nitrogênio (0 a 210 kg ha⁻¹) na cultura do milho para produção de grãos, Ferreira et al. (2001) obtiveram aumento significativo nos teores de proteína dos grãos de 7,5% para 10,5%. Porém, Soratto et al. (2010), ao estudarem o efeito de quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹), constaram que não houve diferença no teor de proteína bruta entre as diferentes doses. A pouca resposta das doses nesse estudo pode ter sido influenciada pelo N advindo, principalmente, da decomposição da matéria orgânica e dos restos culturais (SORATTO et al., 2010) que supriram as necessidades do milho.

Gráfico 3 – Porcentagem de proteína bruta da silagem de milho em razão da dose de nitrogênio aplicada



Fonte: os autores.

4 CONCLUSÃO

O espaçamento entre linhas de semeadura não influenciou a produção de matéria seca, o percentual de matéria mineral e o percentual de proteína bruta da silagem.

O aumento da dose de nitrogênio aplicado em cobertura resultou em aumento da produção de matéria seca e redução no percentual de matéria mineral da silagem.

Effect of nitrogen fertilization and spacing between rows on the maize silage

Abstract

The nitrogen fertilization in maize crops increases its productivity, since this is the nutrient required in the greatest quantity. The reduction of spacing between rows also allows an increment in the productivity by increasing the plant population, resulting in greater use of light and nutrients, as well as reducing the competition between plants. The objective of this work was to know the effects of plant spacing and nitrogen doses on the following characteristics of corn silage: dry matter, mineral matter and crude protein content. The experiment was conducted in the city of Faxinal dos Guedes, SC. The hybrid used was the AS1577, having the split plot design as the experimental design, with three repetitions. The treatments used in the plots were spacing between rows (45, 70, 90 cm) and in the subplots were the nitrogen doses (0, 60, 120, 240 kg ha⁻¹). In this study, the spacing between rows did not influence the dry matter production, the percentage of mineral matter and the crude protein content of the silage. The increase of the nitrogen dose in the sidedress application increased the dry matter production and the crude protein content, and decreased the percentage of mineral matter of the silage. There was

no interaction between the spacings used and the nitrogen doses applied.

Keywords: Zea mays. Productivity. Silage quality.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 409-414, maio/jun. 2006.
- AMARAL FILHO, J. P. R. do et al. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.
- ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, E. F.; DA CRUZ, M. C. P. da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.
- BASTOS, E. A. et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008.
- DEMÉTRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 43, p. 1691-1697, dez. 2008.
- FERNANDES, F. C. S. et al. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011.
- GUARESCHI, R. F. et al. Produção de massa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 468-475, 2008.
- NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (Zea mays L.) sobre perdas, valor nutritivo de silagens e desempenho de novilhos confinados**. 2006. 223 p. Tese (Doutorado)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- NEUMANN, M. et al. Rendimentos e Componentes de Produção da Planta de Milho (*Zea mays L.*) para Silagem, em Função de Níveis de Adubação Nitrogenada em Cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 418-427, 2005.
- QUEIROZ, A. C. de; SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 09 dez. 2016.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Estratégias de manipulação do arranjo de plantas e desempenho agrônômico do milho. In: WORDELL FILHO, J. A.; CHIARADIA, L. A. **A cultura do milho em Santa Catarina**. 3. ed. Florianópolis: Epagri, 2016.
- SCHERER, E. E. Calagem e adubação da cultura do milho. In: WORDELL FILHO, J. A., CHIARADIA, L. A. (Org.). **A cultura do milho em Santa Catarina**. 3. ed. Florianópolis: Epagri, 2016.
- SORATTO, R. P. et al. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônômica**, p. 511-518, 2010.

VELHO, J. P. **Qualidade nutritiva de silagens de milho (*Zea mays* L.) “safrinha” de planta inteira de diferentes maturidades submetidas a distintos procedimentos de ensilagem e “desensilagem”**. 2005. 147 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

