



Produtividade e qualidade da silagem de sorgo com doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio

Clovis Orlando Da Ros⁽¹⁾; Júnior Melo Damian⁽²⁾; Maurício José Tiburski⁽³⁾; Osmar Henrique de Castro Pias⁽²⁾; Diego Henrique Simon⁽⁴⁾; Antônio Luis Santi⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Professor do Departamento de Ciências Agrônomicas e Ambientais; Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *campus* de Frederico Westphalen, RS; clovisdaros@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante do programa de Pós-graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente; UFSM, *campus* de Frederico Westphalen; Frederico Westphalen, RS; juniormelodamian@hotmail.com; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo; FMW Comércio e Representações de Insumos Agrícolas Ltda; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo; Grupo Agros Assessoria e Consultoria Ltda.

RESUMO: A cultura do sorgo apresenta alto potencial para a produção de silagem, porém ainda é incipiente os estudos que visam incrementar a produtividade, principalmente quanto à necessidade nutricional. O trabalho teve por objetivo quantificar a resposta de diferentes doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na produtividade de massa seca e de proteína bruta da silagem de sorgo. O estudo foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen – RS, em um Latossolo Vermelho aluminoférrico. Os tratamentos foram compostos de cinco doses distintas de N, P e K, sendo que cada nutriente caracterizou um experimento. As doses foram: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N; 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e, 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo que, em cada experimento foram usadas doses fixas de 150 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, em função do nutriente estudado. Avaliou-se a massa seca e proteína bruta acumulada nas folhas, caule e panícula do sorgo no estágio de grão farináceo. Os resultados foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro. As doses de N incrementaram linearmente a massa seca e proteína bruta de todas as frações da planta (folhas, caule e panícula). Não houve efeito significativo das doses de P e de K na massa seca e na proteína bruta da silagem de sorgo em todas as frações da planta.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L. Moench, adubação mineral, nutrição.

INTRODUÇÃO

A produção silagem para a alimentação animal basicamente concentra-se na utilização das culturas do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) como matéria prima (Rooney et al., 2007; Canizares et al., 2014).

Nos últimos anos tem havido um interesse crescente na cultura do sorgo como um substituto para silagem de milho. Nesse enfoque, Ketterings et al. (2004) destacam que a cultura do sorgo é adequada tanto para pastejo rotacionado como para produção de feno e poderia competir com a

silagem de milho, principalmente em anos de estiagem, pois a produção de massa seca pode ultrapassar a do milho. Contudo ainda são escassos os estudos com a cultura do sorgo para silagem, principalmente quanto à adubação.

A adubação para as culturas destinadas à silagem em muitos casos é realizada com base na necessidade nutricional para a produção de grãos, onde nessas situações a real necessidade nutricional das culturas pode não ser atendida. Nesse enfoque Rezaei et al. (2014) ressaltam que no âmbito da produção de forrageiras o N, P e K são os nutrientes mais importantes quando se almeja incrementar quali-quantitativamente a produção.

Diante disso, o trabalho teve por objetivo quantificar a resposta de diferentes doses de N, P e K na produtividade de massa seca e de proteína bruta da silagem de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, RS, situado a uma altitude de 583 m, com 27°23'23,8"S e 53°25'41,2"O. O clima da região, de acordo com a classificação de Maluf (2000), é subtropical com primavera úmida (ST PU), com temperatura média anual de 18,1°C e precipitação pluvial anual de 1.919 mm. O relevo da região é suave ondulado e o solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico (Santos et al., 2013), com os seguintes atributos antes da instalação do experimento, na camada de 0–10 cm: pH (água) de 5,6; 654 g dm⁻³ de argila; 37 g dm⁻³ de matéria orgânica; 13 mg dm⁻³ de P e 192 mg dm⁻³ de K.

A área experimental antes da implantação do experimento foi manejada no sistema plantio direto (SPD) há mais de cinco anos, com cultivos de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] e milho nas safras de verão e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) como planta de cobertura do solo no outono/inverno. O histórico de adubação da área experimental foi com fertilizante fosfatado e potássico, incorporados na linha de semeadura, baseado na recomendação de



adubação da CQFS-RS/SC (2004).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em parcelas de 4x3 m, totalizando uma área de 12 m² por parcela. Os tratamentos foram compostos de cinco doses distintas de nitrogênio N, P e K, sendo que cada nutriente caracterizou um experimento. As doses foram: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N; 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e, 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Em cada experimento foram usadas doses fixas de 150 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, segundo o nutriente estudado. As doses de N foram aplicadas em cobertura, na forma de ureia e as doses de P e K imediatamente após a semeadura, a lanço e sem incorporação ao solo, na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Na semeadura também foi aplicado uma dose fixa de N (20 kg ha⁻¹) para todas as parcelas.

A cultura do sorgo (híbrido AG 2501 da Agrocere) foi semeada em 18 de fevereiro de 2014 no espaçamento de 0,9 m entre linhas (três linhas por parcela) e com nove sementes por metro linear, totalizando uma população de aproximadamente 100.000 plantas ha⁻¹. Anteriormente a cultura do sorgo foi implantada a cultura do milho com os mesmos tratamentos, caracterizando a cultura do sorgo como segundo cultivo.

A coleta das plantas para determinação da massa seca foi no dia 3 de junho de 2014, no estágio de grão farináceo, recomendado para a prática de ensilagem. Coletaram-se as plantas de um metro linear da linha central da área útil da parcela (0,9 m²), a 15 cm de altura do solo. No laboratório foram separados em três frações (folha, caule e panícula) e submetidas à secagem em estufa a 65°C, até massa constante. Os dados foram expressos em kg ha⁻¹, com base na área coletada na parcela. No material seco e moído foi quantificado o teor de N, conforme descrito em Tedesco et al. (1995), e multiplicado pelo fator 6,25 para expressar em proteína bruta total. A quantidade de proteína bruta acumulada nas folhas, caules e panículas (kg ha⁻¹) foi calculada com base na concentração de proteína e no rendimento de massa seca de cada fração da planta (kg ha⁻¹).

Os resultados foram submetidos à análise da variância e de regressão a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa *Statistical Analysis System* – SAS 8.0 (SAS, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de N contribuíram para aumento significativo no rendimento de massa seca e de proteína bruta em todas as frações da planta de sorgo (**Tabela 1**). O aumento da massa seca foi de 55,6; 86,6 e 93,0% na panícula, caule e folha,

respectivamente. Na panícula, apesar da menor contribuição em massa seca com as doses de N, foi a fração da planta que contribuiu com maior aumento na proteína bruta. Isto mostra importância da adubação nitrogenada para o aumento da proteína, principalmente na panícula. Ksiezak & Machul (2007) relatam que a cultura do sorgo é altamente sensível à adubação nitrogenada, com incremento significativo na produtividade do sorgo com o aumento das doses de N.

A proteína bruta acumulada nas folhas, caule e panícula também respondeu de forma linear com as doses de N, apresentando um incremento de 76,2; 158,8 e 181,1%, respectivamente, com a dose máxima de N aplicada (**Tabela 1**). Na panícula e no caule foram verificados os maiores incrementos de proteína, podendo-se atribuir esse efeito à senescência natural das folhas com posterior translocação de fotosintetatos para o colmo e panícula (Cruz et al., 2009). Dessa forma, Linn & Martin (1989) relataram que a proteína bruta constitui até 17% de massa seca da silagem, constatando que a proteína além de influenciar na qualidade da forragem, tem efeito direto na produtividade em massa seca.

As doses de P não apresentaram efeito significativo no rendimento de massa seca e no acúmulo de proteína bruta em todas as frações da planta (**Tabela 1**). Este resultado pode ser explicado pelo fato que o solo já apresenta teores iniciais elevados de P (13 mg dm⁻³). Outra explicação pode estar relacionado a grande variabilidade genética da cultura do sorgo e, dependendo da cultivar, pode apresentar ou não uma maior eficiência em metabolizar o P absorvido (Rosolem et al., 1985). Além disso, o sorgo é uma cultura rústica quando comparada ao milho, a qual pode ser mais indiferente quando a variação das doses de P (Rosolem & Malavolta, 1980). Cruz et al. (2009) encontraram resposta na massa seca com doses de 0; 25; 50 e 75 kg ha⁻¹ P₂O₅ em um Latossolo Amarelo coeso distrófico, porém com um teor inicial de fósforo baixo (3 mg dm⁻³), demonstrando assim, que em solos pobres em fósforo, a resposta em produtividade pode ser incrementada, diferentemente do solo do presente estudo que apresenta adequados teores disponíveis de P.

Semelhante ao P, as doses de K não contribuíram para o aumento da massa seca e de proteína bruta (**Tabela 1**). Simili et al. (2008), trabalhando em um Latossolo Vermelho distrófico, não encontram diferença significativa com diferentes doses de K, onde os autores reportam que possivelmente está relacionado à alta fertilidade do solo, semelhantemente ao solo do presente que apresenta um teor de potássio classificado como muito alto (CQFS-RS/SC, 2004). Apesar da ausência de resposta à adubação potássica, Deon (2007) destaca da necessidade de



reposição via adubação, pois é o nutriente que se sobressai quanto ao acúmulo na parte e que precisa de monitoramento dos teores no solo para evitar perda de produtividade de massa seca e de proteína bruta em cultivos sucessivos de silagem.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio proporcionam aumento significativo na massa seca e no acúmulo de proteína bruta do sorgo.

As adubações com fósforo e potássio não interferem na massa seca e no acúmulo de proteína bruta do sorgo para silagem.

REFERÊNCIAS

- CANIZARES, G. L.; GONÇALVES, H. C.; RODRIGUES, L. et al. Ingestive behavior of dairy goats fed increasing levels of sugarcane in replacement of corn silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43:648-653, 2014.
- CRUZ, S. J. S.; OLIVEIRA, S. C.; CRUZ, S. C. S. et al. Adubação fosfatada para a cultura do sorgo granífero. *Revista Caatinga*, 22:91-97, 2009.
- CQFS - RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- KSIEŻAK, J.; MACHUL, M. Evaluation of sorghum yielding depending on the method of sowing and level of nitrogen fertilization. *Roczniki Nauk Zootechnicznych*, 23:103:106, 2007.
- KETTERINGS, Q. M.; GODWIN, J. H.; CHERNEY, J. H.; KILCER, T. F. Potassium Management for Brown Midrib Sorghum. Sudangrass as Replacement for Corn Silage in the North-eastern USA. *Journal Agronomy & Crop Science*, 191:41-46, 2005.
- LINN, J. G.; MARTIN, N. P. Forage quality tests and interpretation. – Minnesota, USA, 1989. 5p.
- MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 8:141- 150, 2000.
- DEON, M. D. Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007. 71p. (Dissertação de Mestrado).
- ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R.; BRINHOLI, O. Efeito de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no sorgo sacarino em um Latossolo roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20:635-641, 1985.
- ROSOLEM, C.A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre nutrição mineral do sorgo granífero: eficiência nutricional comparada do sorgo granífero e do milho. In: Reunião brasileira de milho e sorgo, 10. Londrina. Anais. Londrina: IAPAR, 1980. p.126.
- ROONEY, W. L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B. et al. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 1:147-157, 2007.
- REZAEIAN, M.; PETROUDI, E. R.; MOHSENI, M. et al. Effects of row spacing, nitrogen and potassium fertilizer on yield of silage corn after wheat harvesting. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4:358-361, 2014.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. et al. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; FURLAN, B. N.; PAZ, C. C. P.; LIMA, M. L. P.; BELLINGIERI, P. A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. *Ciência Agrotécnica*, 32:474-480, 2008.
- SAS Learning Edition. Getting started with the SAS Learning Edition. Cary, 2003. 200p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. Análise de solos, plantas e outros materiais. 2ª ed. rev. e ampl., Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995, 74p.



Tabela 1 - Equação de regressão, incremento e coeficiente de regressão (R^2) e de variação (CV) da massa seca e da proteína bruta acumulada na cultura do sorgo para produção de silagem em função das doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). UFSM, campus de Frederico Westphalen, 2015.

Frações da planta	Doses de nutrientes ⁽¹⁾	Equação de regressão	R^2	Incremento (%)	CV (%)
----- Massa seca (kg ha ⁻¹) -----					
Folha	N	$\hat{y} = 2.437,33 + 21,93x - 0,053x^2$	0,86	93,0	9,5
	P	$\bar{y} = 3.587,34^{ns}$	---	---	15,1
	K	$\bar{y} = 3.856,71^{ns}$	---	---	23,8
Caule	N	$\hat{y} = 8.696,49 + 37,65x$	0,83	86,6	10,0
	P	$\bar{y} = 11.141,33^{ns}$	---	---	24,2
	K	$\bar{y} = 13.068,18^{ns}$	---	---	13,8
Panícula	N	$\bar{y} = 1.723,95 + 13,41x$	0,63	55,6	24,6
	P	$\bar{y} = 2.874,09^{ns}$	---	---	14,5
	K	$\bar{y} = 2.923,95^{ns}$	---	---	22,9
Total	N	$\hat{y} = 13.262,80 + 61,35x$	0,88	92,5	8,8
	P	$\bar{y} = 18.063,12^{ns}$	---	---	10,4
	K	$\bar{y} = 19.848,83^{ns}$	---	---	14,4
----- Proteína bruta acumulada (kg ha ⁻¹) -----					
Folha	N	$\hat{y} = 556,08 + 2,12x$	0,63	76,2	15,7
	P	$\bar{y} = 740,65^{ns}$	---	---	15,5
	K	$\bar{y} = 870,68^{ns}$	---	---	29,3
Caule	N	$\hat{y} = 498,70 + 3,96x$	0,91	158,8	7,0
	P	$\bar{y} = 1.252,14^{ns}$	---	---	17,5
	K	$\bar{y} = 1.094,72^{ns}$	---	---	26,3
Panícula	N	$\hat{y} = 274,92 + 2,49x$	0,74	181,1	21,0
	P	$\bar{y} = 248,68^{ns}$	---	---	18,0
	K	$\bar{y} = 369,83^{ns}$	---	---	26,5
Total	N	$\hat{y} = 1.469,72 + 6,84x$	0,64	93,1	17,7
	P	$\bar{y} = 2.415,56^{ns}$	---	---	12,2
	K	$\bar{y} = 2.335,25^{ns}$	---	---	23,3

⁽¹⁾N: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N; P: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅; K: 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. ^{ns}Equação de regressão não significativa a 5% de probabilidade de erro.