



## Resposta do sorgo forrageiro à adubação nitrogenada e seu impacto na produtividade de leite <sup>(1)</sup>.

**Jackson Ernani Fiorin<sup>(2)</sup>; Luis Otávio da Costa de Lima<sup>(3)</sup>; Leticia Ré Signor<sup>(4)</sup>; Tiago Wyzkowski<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPERGS (Edital 07/2014 - PROCOREDES XI).

<sup>(2)</sup> Professor da Universidade de Cruz Alta, Pesquisador da Cooperativa Central Gaúcha Ltda, Cruz Alta, RS, e-mail: jackson.fiorin@ccgl.com.br; <sup>(3)</sup> Supervisor Técnico das Áreas de Pesquisa e Difusão de Tecnologias em Produção de Leite da Cooperativa Central Gaúcha Ltda; <sup>(4)</sup> Coordenadora de Difusão de Tecnologias em Produção de Leite da Cooperativa Central Gaúcha Ltda; <sup>(5)</sup> Assistente Técnico de Pesquisa da Cooperativa Central Gaúcha Ltda.

**RESUMO:** A adubação nitrogenada assume um papel fundamental no sistema de produção de leite sob pastagem na potencialização da produção de forragem, proporcionando incremento significativo na produção de leite. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a resposta do sorgo forrageiro a adubação nitrogenada e seu impacto na produtividade de leite. A pesquisa foi conduzida no verão de 2014/2015, em Selbach (RS), num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Os tratamentos foram: 0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N. Foram utilizados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e o restante em 4 aplicações em cobertura. A produção da massa seca (MS) foi avaliada em 8 cortes. Através da análise bromatológica foi estimada a conversão em leite. Foram escolhidos modelos de melhor ajuste e calculadas as doses de máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) e a eficiência de uso do nitrogênio (EUN). O comportamento da resposta das doses de N foi quadrático, com incrementos significativos na produção de MS e estimativa de produção de leite. As doses de MET e MEE foram de 228,5 e 205,7 kg ha<sup>-1</sup> de N, para a produção de MS, e de 190,8 e 171,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, para estimativa de produção de leite. A EUN foi equivalente a 23,1 kg ha<sup>-1</sup> de MS e 33,5 L ha<sup>-1</sup> de leite por kg N aplicado, respectivamente. O sorgo forrageiro apresenta alta resposta à adubação nitrogenada com impacto significativo na produtividade de leite.

**Termos de indexação:** pastagem, nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O sistema de produção de leite baseada em pastagem é o sistema mais barato de produção de leite (Emmick, 1991; Holmes, 1996). No entanto, nos sistemas intensivos de produção de leite a pasto, o manejo correto da fertilidade do solo é o ponto de partida para o sucesso na atividade agropecuária (Martins et al., 2004). Segundo os autores, a alimentação de vacas em lactação representa de 40 a 60% do custo de produção de leite, constituindo, pois, no fator de produção mais

oneroso dentre aqueles responsáveis pelo custo operacional da atividade leiteira.

A produção de leite está condicionada à capacidade produtiva da pastagem, principalmente, às características fenológicas e ao valor nutritivo (Cecato et al., 2014). Segundo os autores, a qualidade de uma pastagem reflete diretamente na produção de leite animal (litros de leite/vaca/dia). O desempenho animal é melhorado pela maior ingestão de proteína e energia digestível. Desta forma, a produtividade e a qualidade da pastagem produzida estão diretamente ligadas ao seu manejo e à fertilidade do solo.

Aliado a isto, as restrições significativas de fertilidade do solo na maioria das áreas de pastagens, não tem permitido explorar o potencial genético da maioria das espécies disponíveis. O sistema de produção sob pastagem tem sido baseado em gramíneas. Nesse sentido, a adubação com o nitrogênio assume um papel fundamental na produção de forragem de alta produtividade e qualidade. O adubo nitrogenado proporciona também à elevação na produção de folhas e redução na senescência das mesmas, melhorando a relação folha/colmo e, como consequência, o teor de proteína bruta, em algumas situações, a digestibilidade, e isto tudo elevando o valor nutritivo da forragem (Cecato et al., 2001).

Com base no exposto pode-se evidenciar a importância do manejo adequado da adubação na potencialização da capacidade de suporte da pastagem, proporcionando incremento significativo na produção de leite. Davison et al. (1990) mostrou o incremento significativo na produção de leite por animal e por área quando comparou níveis de 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Entretanto, existe uma evidente limitação relacionada à fertilidade do solo que certamente reflete no nível de eficiência da cadeia produtiva de leite no RS. Diante desse cenário, a produtividade por animal abaixo dos 10 litros vaca dia<sup>-1</sup> e a produtividade da terra em torno de 5.000 litros ha ano<sup>-1</sup>, observadas com frequência nas propriedades, são indicadores reais e preocupantes. Dados que, além de evidenciar baixa rentabilidade da atividade, permitem caracterizar o potencial



produtivo das propriedades se fossem corrigidos estes problemas básicos. Alguns avanços e resultados preliminares vêm sendo apresentados com frequência, comprovando que a tecnologia está voltada para melhoria da eficiência produtiva e da rentabilidade nas propriedades. Estes ganhos são, na grande maioria, frutos da melhoria das questões de fertilidade do solo, que potencializam a produção de forragem de qualidade, diminuindo a necessidade de mão de obra e melhorando significativamente a nutrição do rebanho. O resultado direto é uma maior produção de leite e índices produtivos mais próximos do desejável, como a produtividade em torno de 25 litros vaca dia<sup>-1</sup> e da terra acima dos 15.000 litros ha ano<sup>-1</sup>, o que representa mais de 100% de incremento na produtividade da vaca e 200% na produtividade da terra.

Em vista da importância da cadeia produtiva do leite na Região do Alto Jacuí, a Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ) em parceria com a Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL), estão empenhadas em buscar respostas para uma série de questões já presentes na produção de grãos, mas indefinidas no sistema de produção de leite com base em pastagens de alta qualidade. Todavia, os limites de investimento dependem dos limites de respostas, e este é o principal desafio do presente estudo. Por isso, em âmbito regional, devido à carência de estudos específicos, tornam-se pertinentes novas pesquisas que enfoquem o entendimento da resposta da adubação nitrogenada sobre a produção forrageira, possibilitando tornar estes resultados em recomendações aplicáveis para os produtores, transformando o objeto deste trabalho em algo realmente relevante à produção de leite na Região do Alto Jacuí. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a resposta do sorgo forrageiro à adubação nitrogenada e seu impacto na produtividade de leite.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no verão de 2014/2015, numa propriedade rural que desenvolve atividade leiteira, no município de Selbach (RS), situado na Região do Corede Alto Jacuí. O solo do local é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, com as seguintes características químicas do solo, na condição inicial: Argila 600 g kg<sup>-1</sup>, pH Água (1:1) 5,9, Índice SMP 6,3, fósforo 8,9 mg dm<sup>-3</sup>, potássio 108 mg dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica 3,7 g kg<sup>-1</sup>, alumínio 0,0 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, cálcio 5,0 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, magnésio 2,9 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>.

A área experimental havia sido cultivada com pastagem de aveia+azevém no inverno de 2014.

Imediatamente antes da semeadura, a área foi dessecada utilizando-se o herbicida *Glyphosate* na dose de 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> (2,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial). A semeadura da cultura do sorgo forrageiro foi realizada, no sistema plantio direto, em 03 de novembro de 2014. Utilizou-se o híbrido de sorgo forrageiro NutriBem da Atlântica Sementes, no espaçamento de 22,5 cm entre fileiras e densidade de 14 sementes por metro linear. Os demais tratos culturais do sorgo forrageiro foram realizados segundo as Indicações Técnicas para o Cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul Safras 2013/2014 e 2014/2015 (Reunião..., 2013).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições. O tamanho das parcelas foi de 3m x 7m (21 m<sup>2</sup>). Os tratamentos (doses de N) utilizados foram: 0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N. Segundo o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e de SC (Comissão..., 2004), para o sorgo forrageiro, com uma expectativa de 8 t ha<sup>-1</sup> de MS produzida, em solos com teor de MOS na faixa de 2,6 a 5,0%, como a condição da área desta pesquisa, recomenda-se a dose entre 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. As doses de N foram definidas utilizando-se da uréia (45% de N), como fertilizante comercial, aplicado a lanço na superfície sem incorporação. Foram utilizados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N por ocasião da semeadura, e o restante foi aplicado em cobertura, dividindo em 4 doses ao longo do período experimental, no perfilhamento da cultura e após o 2º, 4º e 6º corte da espécie forrageira. A adubação com P e K foram iguais em todas as parcelas, na dose de 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Foi utilizado o Superfosfato Triplo (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o Cloreto de Potássio (60% de K<sub>2</sub>O) como fertilizante comercial, aplicado, respectivamente, na linha de semeadura e à lanço na superfície sem incorporação, por ocasião da semeadura da espécie forrageira.

Foi acompanhado o desenvolvimento da espécie forrageira, através de visitas periódicas na área experimental. A avaliação da produção da massa seca do sorgo foi realizada através do corte sempre que apresentar 95% de interceptação luminosa (Silva & Nascimento, 2007), o que corresponde a uma altura de aproximadamente 35 cm. Foram realizados 8 cortes, utilizando uma amostra representativa de cada parcela, correspondente a área de 0,51 m x 5,0 m (2,55 m<sup>2</sup>), através do corte das plantas com máquina motorizada de cortar forragem na altura de aproximadamente 10 cm do solo. O material foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa a 55°C até atingir peso constante. Após a secagem foi realizada a pesagem para a determinação da massa seca, expressando-se os resultados em kg



MS ha<sup>-1</sup>. Foram efetuadas coletas de amostras de forragem, objetivando a análise bromatológica. As amostras foram enviadas a laboratório para a realização das determinações de teor de proteína bruta, fibras em detergentes ácido e neutro. Com base nestes parâmetros, foi realizada estimativa de conversão em leite, expressos em L ha<sup>-1</sup>, conforme metodologia proposta pela Universidade de Wisconsin (EUA) através da planilha MILK 95 (Undersander et al., 1993). Esta metodologia considera um peso corporal de 600 kg do animal, na 2ª lactação, produção de 30 litros de leite/dia, 3,5% de teor de gordura no leite, estando o animal na metade da lactação.

Os resultados foram submetidos à análise da variância e de regressão, usando-se o pacote estatístico Assistat Versão 7.5 Beta (Silva & Azevedo, 2009). Foram escolhidos modelos matemáticos de melhor ajuste estatístico para a produção de matéria seca de sorgo e estimativa de produção de leite para cada corte e o acumulado em 8 cortes. Baseado nos resultados de produção de matéria seca de sorgo e estimativa de produção de leite acumulados em 8 cortes, foram calculadas as doses de máxima eficiência técnica (MET) e de máxima eficiência econômica (MEE), utilizando-se como base, os preços de R\$ 1300,00 e R\$ 0,85, por tonelada de uréia e litro de leite, respectivamente. Também foi quantificada a eficiência de uso do nitrogênio na produção de matéria seca e estimativa de produção de leite, em kg ha<sup>-1</sup> de MS e L ha<sup>-1</sup> de leite por kg N aplicados, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de melhor ajuste estatístico da resposta do sorgo forrageiro às doses de nitrogênio na produção de matéria seca e estimativa de produção de leite, em cada corte e o total acumulado nos 8 cortes, estão apresentados na Tabela 1. Analisando as equações de regressão, observa-se que, com exceção do 6º corte, o comportamento da resposta das doses de nitrogênio foi quadrático, e em todos os casos, com incrementos significativos na produção de matéria seca e estimativa de produção de leite.

As doses de máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) e eficiência de uso do nitrogênio (EUN) na produção de matéria seca de sorgo forrageiro e estimativa de produção de leite, acumulados em 8 cortes, estão apresentados na Tabela 2. A MET e MEE foram de 228,5 e 205,7 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente para a produção de matéria seca, e de 190,8 e 171,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente para estimativa de produção de leite. Através da EUN, observam-se incrementos na

produção de matéria seca em sorgo forrageiro e estimativa de produção de leite, equivalentes a 23,1 kg de MS e 33,5 L de leite por kg de nitrogênio aplicado, respectivamente.

**Tabela 1** – Curva de melhor ajuste estatístico da resposta do sorgo forrageiro às doses de nitrogênio na produção de matéria seca e estimativa de produção de leite. UNICRUZ/CCGL. Cruz Alta, RS, 2015.

Corte	Equação de Regressão	R <sup>2</sup> *
----- Produção de Matéria Seca de Sorgo -----		
1º	Y = 1563 + 5,083 N - 0,0132 N <sup>2</sup>	0,939
2º	Y = 1189 + 1,558 N - 0,0049 N <sup>2</sup>	0,843
3º	Y = 712 + 3,469 N - 0,0078 N <sup>2</sup>	0,996
4º	Y = 711 + 4,122 N - 0,0068 N <sup>2</sup>	0,976
5º	Y = 659 + 4,931 N - 0,0125 N <sup>2</sup>	0,993
6º	Y = 327 + 1,059 N	0,918
7º	Y = 522 + 3,033 N - 0,0065 N <sup>2</sup>	0,882
8º	Y = 146 + 0,531 N - 0,0014 N <sup>2</sup>	0,935
Total	Y = 5857 + 23,126 N - 0,0506 N <sup>2</sup>	0,967
----- Estimativa de Produção de Leite -----		
1º	Y = 1527 + 9,786 N - 0,0327 N <sup>2</sup>	0,926
2º	Y = 1185 + 4,259 N - 0,0165 N <sup>2</sup>	0,849
3º	Y = 701 + 4,423 N - 0,0092 N <sup>2</sup>	0,959
4º	Y = 698 + 5,153 N - 0,0081 N <sup>2</sup>	0,954
5º	Y = 668 + 5,155 N - 0,0132 N <sup>2</sup>	0,974
6º	Y = 334 + 1,083 N	0,887
7º	Y = 530 + 3,207 N - 0,0071 N <sup>2</sup>	0,836
8º	Y = 169 + 0,734 N - 0,0022 N <sup>2</sup>	0,999
Total	Y = 5820 + 33,54 N - 0,0879 N <sup>2</sup>	0,973

\* - significativo a nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2** – Doses de máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) e eficiência de uso do nitrogênio (EUN) na produção de matéria seca de sorgo forrageiro e estimativa de produção de leite. UNICRUZ/CCGL. Cruz Alta, RS, 2015.

Variável Avaliada	MET kg N ha <sup>-1</sup>	MEE kg N ha <sup>-1</sup>	EUN kg kg <sup>-1</sup>
Produção Matéria Seca	228,5	205,7	23,1
Estimativa Produção Leite	190,8	171,5	33,5

Segundo o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e de SC (Comissão..., 2004), a recomendação de doses de N para as forrageiras gramíneas é definida com base no teor de matéria orgânica do solo (MOS) e da expectativa de produtividade de matéria seca (MS). No caso do sorgo forrageiro, para uma expectativa de 8 t ha<sup>-1</sup> de MS produzida, em solos com teor de MOS na faixa de 2,6 a 5,0%, como a condição da área desta pesquisa, recomenda-se a dose entre 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. É oportuno mencionar, que a dose recomendada é uma faixa muito ampla e não há



parâmetros adicionais para a definição da dose de N mais adequada. De uma maneira geral, os modelos de recomendações de fertilizantes das culturas baseiam-se na definição de dose de MEE. Nesta pesquisa, as doses de MEE foram de 205,7 e 171,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente para a produção de matéria seca de sorgo forrageiro e estimativa de produção de leite, na condição de uma expectativa de aproximadamente 8 t ha<sup>-1</sup> de MS produzida. As doses de MEE desta pesquisa, respectivamente para a produção de matéria seca de sorgo forrageiro e estimativa de produção de leite, equivalem a 103% e 86%, do limite superior da faixa de recomendação de nitrogênio para o sorgo forrageiro apresentada na Comissão... (2004). Isto permite afirmar que a resposta do sorgo forrageiro à nitrogênio é alta, provavelmente associada às características de novos híbridos desta espécie forrageira, como o utilizado nesta pesquisa. Desta forma, em pastagens de sorgo forrageiro conduzidas com bom nível tecnológico, em anos agrícolas e/ou regiões que permitem expressão de bons rendimentos de forragem, sugere-se utilizar doses de N situadas próximo ao limite superior da faixa de recomendação de N para a espécie.

Com base no exposto pode-se evidenciar a importância do manejo adequado da adubação na potencialização da capacidade de suporte da pastagem. Isto é percebido pela eficiência do uso do nitrogênio na ordem de 23,1 kg ha<sup>-1</sup> de MS por kg de nitrogênio aplicado (Tabela 2). Adicional a isso, a adubação nitrogenada interfere na qualidade da forragem produzida (Cecato et al., 2014) com incremento significativo na produção de leite por animal e por área (Davison et al., 1990). De forma semelhante, no trabalho proposto, observa-se uma alta eficiência de uso do nitrogênio, equivalente a 33,5 L ha<sup>-1</sup> de leite por kg de nitrogênio aplicado (Tabela 2). Através da eficiência do uso do nitrogênio, pode-se avaliar o impacto da adubação nitrogenada na produtividade de leite, sendo esta superior em 45% em relação a seu efeito na potencialização da produção de MS.

## CONCLUSÕES

O sorgo forrageiro apresenta alta resposta à adubação nitrogenada com doses situadas próximo ao limite superior da faixa de recomendação de nitrogênio para a espécie.

O impacto da adubação nitrogenada na produtividade de leite, atribuído à melhoria da qualidade da forragem produzida, é superior em 45% em relação a seu efeito na potencialização da produção de matéria seca de sorgo forrageiro.

## REFERÊNCIAS

Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10<sup>nd</sup> ed. Porto Alegre: SBCS-NRS, UFRGS; 2004.

Cecato U, Jobim CC, Canto MW, Rego FCA. Pastagens para produção de leite [internet]. Maringa, PR: Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/UEM; 2014 [acesso em 08 ago 2014]. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/pastagens-08-03.pdf>.

Cecato U, Santos GT, Marques MA, et al. Avaliação da cultivares do gênero *Cynodon* com e sem adubação. *Acta Scientiarum*. 2001; 23:795-799.

Davison TM, Cowan RT, Shepherd RK. Milk production from cows on tropical grass pastures. 2-Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on milk yield and pasture-milk yield relationships. *Aust J Agric Res*. 1990; 30:451-455.

Emmick DL. Increase pasture to decrease dairy feed costs. In: Pasture/grazing field day. Proc Pennsilvani 1991. Penn State University: University Park. 1991; p.10-14.

Holmes CW. Produção de leite a baixo custo em pastagens: uma análise do sistema neozelandês. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro; dezembro 1995; Piracicaba. Piracicaba: FEALQ; 1996. p.69-96.

Martins CE, Cóser AC, Deresz F. Formação e utilização de pastagens manejada em sistemas intensivos de produção de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2004. (Circular Técnica, 79).

Reunião Técnica Anual de Milho e Sorgo. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul Safras 2013/2014 e 2014/2015. Julho 2013; Pelotas: Brasília: Embrapa; 2013.

Silva FAS, Azevedo CAV. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: Anais do 7º World Congress on Computers in Agriculture; 2009; Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers; 2009.

Silva SC, Nascimento JrD. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *R. Bras Zoot / Braz J Ani Sci*. 2007; 36:121-138.

Undersander DJ, Howard WT, Shaver RD. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *J Prod Agric*. 1993;6:231-235.