

## **EFEITO ASSOCIATIVO DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS DE PLANTIO, DENSIDADE DE PLANTAS E IDADE SOBRE O DESEMPENHO VEGETATIVO E QUALITATIVO DO SORGO FORRAGEIRO**

MIKAEL NEUMANN<sup>1</sup>, JOÃO RESTLE<sup>2</sup>, JOSÉ LAERTE NÖRNBERG<sup>3</sup>, RODRIGO OLIBONI<sup>4</sup>, LUIZ GIOVANI DE PELLEGRINI<sup>5</sup>, MARCOS VENTURA FARIA<sup>6</sup> e MARCOS ROGÉRIO OLIVEIRA<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador do NUPRAN (Núcleo de Produção Animal), Professor do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UNICENTRO – Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, 85.040-080, Guarapuava, PR. E mail: mikaelneumann@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFG, Pesquisador do CNPq. E mail: jorestle@terra.com.br

<sup>3</sup>Médico Veterinário, Dr., Professor do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UFSM. E mail: jlnornbergi@bol.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal da UNICENTRO. E mail: roliboni@hotmail.com

<sup>5</sup>Médico Veterinário, Dr., Professor do Departamento de Medicina Veterinária da UNICENTRO. E mail: depellegrini@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UNICENTRO. E mail: mfarria@unicentro.br

<sup>7</sup>Médico Veterinário, Estagiário do NUPRAN da UNICENTRO. E mail: oliveira.marcos.r@gmail.com

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.7, n.2, p. 165-181, 2008*

**RESUMO** – O objetivo deste ensaio foi estudar o efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio (30, 50 e 70 cm), densidade de plantas (300, 450 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e período de avaliação, durante o ciclo vegetativo da cultura (50, 85 e 125 dias após plantio), em manejo de cortes, sobre o desempenho vegetativo produtivo e qualitativo do sorgo forrageiro AG-2501C. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, num esquema fatorial 3x3x3. Não houve interações significativas (P>0,05) entre espaçamento entre linhas e densidade populacional para produção de matéria seca, participação de colmos e folhas na estrutura da planta, teores de matéria seca e proteína bruta dos colmos e folhas do sorgo e fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido dos colmos do sorgo. O comportamento produtivo e qualitativo dos componentes colmos e folhas da planta do sorgo, em manejo de corte, não é coincidente ao longo do período de sua utilização. O melhor desempenho produtivo e qualitativo da planta de sorgo foi obtido no cultivo com espaçamento entre linhas de 70 cm. Existe variabilidade na relação folha/colmo, na produção de matéria seca e nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido dos constituintes estruturais da planta, dentro do ciclo produtivo da cultura e do manejo cultural, envolvendo diferentes espaçamentos entre linhas de plantio.

**Palavras-chave:** fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, produção de matéria seca, proteína bruta, *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*

## ASSOCIATIVE EFFECT OF INTERROW SPACING, PLANT DENSITIES AND AGE ON VEGETATIVE AND QUALITATIVE PERFORMANCE OF FORAGE SORGHUM

**ABSTRACT** – The trial aimed to evaluate the associative effect of interrow spacing (30; 50 and 70 cm), plant densities (300; 450 and 600 thousand plant ha<sup>-1</sup>) and evaluation periods (50, 85 and 125 days after planting) on productive and qualitative performance of forage sorghum AG-2501C under cutting management. A randomized blocks experimental design was used, with four replications, in a factorial 3x3x3 scheme. No significant interaction ( $P>0.5$ ) was observed between interrow spacing and plant densities for dry matter production, percentage of stems and leaves per plant, dry matter and crude protein contents in stems and leaves, acid detergent fiber and neutral detergent fiber in stems. Productive and qualitative performance of stems and leaves of sorghum under cutting management is not coincident along the utilization period. The best performance (productive and qualitative) was obtained using 70cm interrow spacing. Variability due to the different interrow spacing was observed in leaves:stems ratio, dry matter production, fiber contents in neutral and acid detergent fiber.

**Key Words:** acid detergent fiber, crude protein, dry matter, dry matter production, neutral detergent fiber, *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*

O uso do sorgo forrageiro, dentre as pastagens cultivadas de verão, é uma alternativa para a produção e o fornecimento de alimentação de boa qualidade, com vistas a maximizar o desempenho animal, seja com finalidade de produção de leite ou carne (Neumann et al., 2005a).

Um sistema intensivo de produção de leite ou carne baseia-se na combinação de diversas tecnologias, visando o aumento da produtividade nas diferentes fases do processo produtivo (Frizzo, 2001). As pastagens cultivadas de verão, em valores médios, conforme Aita (1995) e Restle et al. (2002), produzem alimentação de melhor qualidade, o que possibilita atingir melhores índices produtivos do rebanho, porém, a produção e a qualidade das pastagens cultivadas são resultado do manejo o qual estas são submetidas, sendo também influenciadas por fatores edafoclimáticos e pelo estágio

de desenvolvimento das plantas. Para Alves Filho et al. (2003), a produção de forragem é resultado do efeito combinado do potencial genético e de características da variedade com a qualidade da semente, época de semeadura, espaçamento entre linhas de plantio, população de plantas, preparo e correção do solo, nível de fertilização, controle de plantas infestantes, pragas e doenças.

As espécies forrageiras devem expressar elevada produção de massa por unidade de área, associada à manutenção dos parâmetros qualitativos da pastagem. Para tanto, ressalta-se que a relação produção:qualidade da forragem é estritamente dependente das condições de manejo empregadas na cultura. Segundo Soares (2000), em condições de bom manejo agrônomico da espécie forrageira, observa-se um aumento na participação de folhas na estrutura física da planta e proporcional incremento na

qualidade da forragem produzida. Ressalta-se, ainda, que a qualidade da forragem varia bastante em função do nível de tecnologia e do sistema de manejo utilizado no processo produtivo, afetando a produção animal. Daí da necessidade de se conhecer a composição da forragem. Em função disso, segundo Alvarez et al. (2002), trabalhos de pesquisa enfocando alternativas de espaçamento entre linhas, densidade populacional, adaptação de híbridos e eficiência de manejo da cultura têm recebido relevante atenção da comunidade científica.

Coelho et al. (2002) inferem que o manejo cultural ou precisão na semeadura visa a obtenção de ótima população de plantas e ótima distribuição espacial das plantas entre e dentro da linha de plantio, para maximizar o desempenho da cultura, sem custo adicional, indicando que a densidade de semeadura é um componente importante do sistema de produção, sendo este função da cultivar e da disponibilidade hídrica e/ou de nutrientes. De maneira geral, conforme os mesmos autores, há tendência de aumento de produtividade da cultura em condições de espaçamento reduzido entre linhas, associado a maiores densidades populacionais, por mostrar vantagens potenciais quanto ao aumento na eficiência de utilização de luz solar, água, nutrientes e melhor controle de plantas daninhas. No entanto, vários trabalhos de pesquisa apresentam recomendações variadas quanto ao manejo cultural do sorgo forrageiro, quanto ao espaçamento entre linhas e densidade populacional, a citar Gontijo Neto et al. (2006), os quais recomendam que o sorgo para corte ou pastejo, em plantio consorciado com milho, seja cultivado em espaçamentos entre linhas de 17 a 30 cm, com densidades de semeadura entre 200 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, enquanto que, em cultivo isolado, as densidades devem ser

corrigidas para valores entre 400 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>; Chielle et al. (2001) recomendam o cultivo em espaçamentos de 70 cm, com densidade de semeadura de 150 a 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e Carneiro et al. (2004) indicam o cultivo com espaçamento entre linhas de 30 cm e densidade de semeadura superior a 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito associativo entre espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e período de avaliação, durante o ciclo vegetativo da cultura, sobre o desempenho vegetativo produtivo e qualitativo do sorgo forrageiro, manejado em cortes.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, numa altitude de 95 m. Cartograficamente, se localiza a 29°43' de latitude Sul e 53°42' de longitude Oeste. O solo da área utilizada para cultivo pertence à unidade de mapeamento São Pedro, classificado como Argiloso Vermelho Distrófico Arênico, e o clima da região é o Cfa (Subtropical úmido), conforme a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.769 mm, temperatura média anual de 19,2 °C, com média mínima de 9,3 °C, em julho, e média máxima de 24,7 °C, em janeiro, insolação de 2.212 horas anuais e umidade relativa do ar de 82% (Moreno, 1961).

O solo da área experimental apresentou as seguintes características químicas: pH água: 4,8; P: 19,3 mg L<sup>-1</sup>; K: 79,0 mg L<sup>-1</sup>; MO: 3,1%; Al: 2,2 cmolcL<sup>-1</sup>; Ca: 7,9 cmolc L<sup>-1</sup>; Mg: 4,0 cmolc L<sup>-1</sup>; CTC efetiva: 14,2 cmolc L<sup>-1</sup>; saturação de bases: 63%. Na Tabela 1, são

**Tabela 1.** Valores médios de precipitação, temperatura e insolação normal e ocorrida durante o período experimental.

Mês/Ano	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)		Insolação (horas)	
	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida
Novembro	132,2	99,5	21,4	21,7	223,3	247,2
Dezembro	133,5	114,3	22,7	23,1	244,7	231,0
Janeiro	145,1	110,7	24,6	25,1	225,2	251,5
Fevereiro	130,2	141,9	24,0	23,7	196,7	199,4
Março	151,7	82,4	22,2	24,6	197,5	227,7

Fonte: Dados da Estação Meteorológica do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Santa Maria-RS.

apresentados os valores médios de precipitação, temperatura e insolação normal e ocorrida no período de condução experimental.

Avaliou-se o desempenho vegetativo do sorgo em cortes, sob três espaçamentos entre linhas de plantio (30, 50 e 70 cm), associados a três densidades populacionais (300, 450 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>), em períodos de avaliação durante o ciclo da cultura (50, 85 e 125 dias após plantio).

O híbrido de sorgo utilizado foi o AG-2501C (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), caracterizado como do tipo forrageiro e indicado para sistema de uso em corte e/ou pastejo, plantado no dia 09/11, sob sistema de plantio convencional, sobre a resteva de pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) dessecada com Glifosate. O plantio foi manual, com profundidade de semeadura de 1 cm e adubação de base de 300 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante na formulação NPK (10-18-20), em parcelas experimentais com área total de 35 m<sup>2</sup> (5 x 7 m) e área útil de 24 m<sup>2</sup> (4 x 6 m), equivalente a 48 m lineares de linha de plantio. As sementes de sorgo foram tratadas previamente ao plantio com o inseticida Tiodicarb.

O ajuste da população de plantas foi realizado 15 dias após o plantio, determinando populações de 300, 450 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>,

de acordo com os tratamentos avaliados. O controle de plantas indesejáveis foi realizado 20 dias após o plantio, por meio da prática de capina, e a adubação nitrogenada de cobertura foi realizada na proporção de 225 kg ha<sup>-1</sup> de uréia (100 kg ha<sup>-1</sup> de N), dividida em três aplicações (31/12, 01/02 e 27/02).

O desempenho vegetativo do sorgo foi avaliado quando as plantas de cada parcela apresentaram altura média de 95 cm ± 5 cm, via colheita manual, com altura de corte média das plantas a 20 cm do solo, nas seguintes datas: 29/12 (1ª colheita: 50 dias após plantio), 02/02 (2ª colheita: 85 dias após plantio) e 14/03 (3ª colheita: 125 dias após plantio).

Após o corte e pesagem das plantas do sorgo de cada parcela, para determinação da produção de matéria verde, amostras compostas de plantas inteiras e de seus componentes estruturais (colmo e folhas) foram coletadas para pesagem e pré-secagem em estufa de ar forçado, a 55 °C, por 72 horas, para determinação do teor de matéria parcialmente seca, sendo sequencialmente trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira de malha de 1 mm.

Nas amostras pré-secadas dos componentes estruturais da planta inteira, efetuou-se determinação do teor de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente ácido (FDA), conforme

Cunnie (1995), assim como do teor de fibra em detergente neutro (FDN), conforme técnica descrita por Van Soest et al. (1991), utilizando-se  $\alpha$  amilase termo-estável.

O experimento foi conduzido segundo delineamento de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, onde cada repetição constou de uma amostra de plantas de 48 m lineares de linha de plantio, utilizando-se e parcelas subdivididas, em esquema fatorial  $3 \times 3 \times 3$ , sendo três espaçamentos de plantio, três densidades populacionais e três datas de avaliação, durante o ciclo vegetativo da cultura.

Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993) e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. Os dados também foram submetidos à análise de regressão polinomial, considerando a variável período de avaliação (até 125 dias), por meio do procedimento “proc reg” do programa SAS (1993).

### Resultados e Discussão

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre espaçamento entre linhas e densidade populacional, assim como não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre período de utilização do sorgo, de forma combinada, com os fatores espaçamento entre linhas e densidade populacional, para as variáveis produção de matéria seca (PMS) e participação de colmos e folhas na composição física da planta do sorgo em manejo de cortes, respectivamente (Tabela 2/ Tabela 6).

Diferenças significativas foram observadas na produção de matéria seca (PMS), para espaçamento entre linhas de plantio e entre os

períodos de avaliação. A produção de forragem aumentou linearmente com o aumento do espaçamento entre linhas ( $PMS = 2395,9181 + 10,3929E$ ), independente da densidade populacional da lavoura, na proporção de 103,9 kg  $ha^{-1}$  de MS para cada aumento de 10 cm no espaçamento entre linhas. Esse aumento linear no acúmulo da produção de matéria seca com o aumento do espaçamento entre linhas pode ser resultado das características genéticas do sorgo forrageiro em regime de cortes. Sugere-se que o aumento no espaçamento entre linhas de plantio, independente da densidade populacional, tenha modificado o hábito normal de crescimento da planta de sorgo, que é o ereto, para o semiprostrado, determinando melhor distribuição espacial dos perfilhos das plantas na área, tendo um efeito de cobertura antecipada da superfície do solo e otimizando o uso da luz solar na produção de fotoassimilados.

A produção de matéria seca teve efeito quadrático durante o período de utilização do sorgo em manejo de cortes ( $PMS = -1713,338 + 119,574D - 0,679D^2$ ), apresentando ponto de máximo acúmulo de matéria seca aos 88,05 dias. De maneira geral, sob análise dos valores numéricos da distribuição da produção de forragem (Tabela 2), independente do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas, cerca de 40,5% da matéria seca total produzida foi obtida na segunda colheita comparativamente à primeira e terceira colheitas, ambas com 29,7%. Essa informação é importante, segundo Carneiro et al. (2004), por permitir programar melhor o uso dos recursos forrageiros em distintos sistemas de produção de leite ou carne.

Segundo Coelho et al. (2002), a densidade de sementeira pode variar em função do porte e da arquitetura da planta forrageira, da tolerância

**TABELA 2.** Produção de matéria seca (PMS) e participação de colmos (PC) e folhas (PF) na estrutura física da planta do sorgo manejada em cortes, em função do espaçamento entre linhas, associado à densidade populacional, conforme época de avaliação (DAE: dias após emergência).

Tratamentos		Avaliações no ciclo vegetativo			
Espaçamento entre linhas	Densidade de plantas	1ª colheita (50 DAE)	2ª colheita (85 DAE)	3ª colheita (125 DAE)	Média
Produção de matéria seca (kg ha-1)					
30	300 mil	2551	2737	1873	2387
30	450 mil	2569	3391	1771	2577
30	600 mil	2912	3171	2825	2969
Média espaçamento 30 cm					
50	300 mil	2295	3888	3306	3161
50	450 mil	2547	3782	2746	3025
50	600 mil	3083	3519	2210	2937
Média espaçamento 50 cm					3041
70	300 mil	2434	4158	3408	3333
70	450 mil	2179	3819	3359	3119
70	600 mil	2550	3462	2174	2728
Média espaçamento 70 cm					3060
Equações de regressão: PMS: $-1713,338 + 119,574D - 0,679D^2$ ( $R^2: 0,2464$ ; CV: 27,23%; $P=0,0001$ ) <sup>1</sup>					
PMS: $2395,9181 + 10,3929E$ ( $R^2:0,0353$ ; CV:30,66; $P=0,0253$ ) <sup>2</sup>					
Participação de colmos na planta, % na MS					Média
30	300 mil	43,8	50,9	47,5	47,4
30	450 mil	43,9	52,1	43,9	46,6
30	600 mil	44,6	48,4	55,2	49,4
50	300 mil	43,8	52,2	43,1	46,4
50	450 mil	42,4	53,0	46,2	47,2
50	600 mil	44,0	54,8	46,2	48,3
70	300 mil	41,1	54,0	49,0	48,0
70	450 mil	42,4	52,4	47,6	47,4
70	600 mil	42,5	49,0	47,5	46,3
Equação de regressão: PC: $10,084 + 0,905D - 0,0049D^2$ ( $R^2: 0,3129$ ; CV: 11,26%; $P=0,0001$ )					
Participação de folhas na planta, % na MS					Média
30	300 mil	56,2	49,1	52,5	52,6
30	450 mil	56,1	47,9	56,1	53,4
30	600 mil	55,4	51,6	44,8	50,6
50	300 mil	56,2	47,8	56,9	53,6
50	450 mil	57,6	47,0	53,8	52,8

**Tabela 2 continuação**

50	600 mil	56,0	45,2	53,8	51,7
70	300 mil	58,9	46,0	51,0	52,0
70	450 mil	57,6	47,6	52,4	52,6
70	600 mil	57,5	51,0	52,5	53,7

Equação de regressão: PF:  $90,112 - 0,911D + 0,0049D^2$  ( $R^2$ : 0,3172; CV: 10,05%;  $P=0,0001$ )

<sup>1</sup> – D = período de colheita da forragem, variando de 50 a 125 dias após plantio.

<sup>2</sup> – E = espaçamento entre linhas de plantio, variando de 30 a 70 cm.

ao acamamento e da finalidade a que se destina o plantio, ou seja, a densidade de semeadura relaciona-se à cultivar, disponibilidade de água e de nutrientes para o sorgo. Segundo Gontijo Neto et al. (2006), quanto maior a disponibilidade desses fatores, maior será a densidade recomendada, sendo que, normalmente, em cultivares de sorgo de menor porte e folhas mais eretas, pratica-se o uso de densidades mais elevadas e espaçamentos mais estreitos, visando aumento da produtividade. Tomich et al. (2004), avaliando 23 genótipos de sorgo, colhidos aos 57 dias da emergência das plantas, verificaram produções de matéria seca variando entre 3,5 e 5,8 t ha<sup>-1</sup>, em manejo de corte único, sugerindo que tal variação se deve aos fatores de variabilidade genética, exigências distintas de fertilidade do solo, disponibilidade de água, época de plantio, estágio de desenvolvimento da planta, corte sucessivos e número de plantas por unidade de área. Esses autores também verificaram, nesse estudo, que houve similaridade para os dados de produtividade entre genótipos, indicando que o manejo do sorgo em regime de cortes deve compreender condições distintas de avaliação do rendimento forrageiro em cortes sucessivos, considerando o estágio de desenvolvimento das plantas e condições similares de manejo de cultivo, como, por exemplo, a altura de corte das plantas. Cruz et al. (2007), avaliando

a resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade, relatam que o rendimento de grão não foi afetado pela redução de espaçamento entre fileiras (de 80 para 50 cm), mas, no espaçamento reduzido, verificaram maior taxa de rendimento quanto ocorreu aumento da densidade de plantas.

A participação de colmos e folhas na estrutura física da planta, manejada em cortes, mostrou comportamento quadrático com ponto de máxima e mínima participação na estrutura da planta, respectivamente, aos 92,6 dias, considerando um período de utilização de 50 a 125 dias após o estabelecimento da lavoura (Tabela 2).

Tomich et al. (2004), na avaliação de 23 genótipos de sorgo, cultivados com espaçamento entre linhas de 70 cm e populações variando entre 287,1 e 509,0 mil plantas ha<sup>-1</sup>, colhidos aos 57 dias da emergência das plantas, em altura de corte do solo de 15 cm, verificaram que existe uma correlação positiva entre altura de colheita das plantas e rendimento forrageiro e uma correlação negativa entre altura de planta e relação folha/colmo, indicando a necessidade de cautela na utilização da altura de colheita da planta como critério de avaliação do sorgo em condições de cortes sucessivos. Já Mulcahi et al. (1992) verificaram outra correlação negativa entre altura de planta e características de qualidade da forragem.

Chielle *et al.* (2001), avaliando os híbridos de sorgo P 855F, AG-2501C e BR 800, em regime de três cortes sucessivos, sem definição do período de avaliação, em cinco regiões do estado do Rio Grande do Sul, cultivados com espaçamento entre linhas de 70 cm, densidade populacional média de 155 mil plantas ha<sup>-1</sup> e altura média de colheita das plantas de 1,30 m, verificaram valores médios de teores de matéria seca de 13,48; 12,77 e 19,03%, respectivamente, a cada corte. Já Carneiro *et al.* (2004), avaliando 16 híbridos de sorgo, em regime de três cortes sucessivos, cultivados com espaçamento entre linhas de 35 cm, densidade populacional média de 553 mil plantas ha<sup>-1</sup> e altura média de colheita das plantas de 85 cm, verificaram valores de porcentagem média de folhas na estrutura da planta de 59,4; 48,5 e 53,3%, respectivamente, a cada corte.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre espaçamento entre linhas e densidade populacional para os teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) dos colmos e folhas da planta do sorgo em manejo de cortes. Também não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre período de utilização do sorgo, de forma combinada, com os fatores espaçamento entre linhas e densidade populacional, para os teores de MS dos colmos e folhas e de PB dos colmos do sorgo (Tabelas 3/Tabela 6), enquanto que, para o teor de PB das folhas, diferenças significativas foram observadas entre o espaçamento entre linhas de plantio e entre os períodos de avaliação.

Para os teores de MS dos colmos e das folhas, não houve diferença ( $P > 0,05$ ), de forma isolada, para os fatores espaçamento entre linhas de plantio e densidade populacional ( $P < 0,05$ ), enquanto que, para o período de utilização, houve diferença ( $P < 0,05$ ). De maneira geral, os teores de MS dos colmos

e das folhas cresceram linearmente com a utilização da cultura do sorgo em manejo de cortes, na proporção de 0,171% e de 0,114%, respectivamente, a cada dia de avanço no período de utilização de 50 a 125 dias após o estabelecimento da cultura.

Segundo Zago (1991), das frações estruturais da planta do sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para elevação do teor de MS, seguido das folhas e estrutura reprodutiva. Assim, o aumento da participação das folhas na estrutura física da planta do sorgo, em regime de cortes, torna-se o principal responsável pela alteração no teor de MS e conseqüente antecipação de colheita à fase reprodutiva, para manter a planta no estágio vegetativo e permitir cortes sucessivos. Neumann *et al.* (2002) demonstraram que o efeito do avanço do estágio de maturação da planta culmina em acréscimos no teor de MS da planta e em decréscimos dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca do sorgo.

Os teores de PB dos colmos tiveram efeito quadrático durante o período de utilização do sorgo em manejo de cortes (PBcolmos:  $21,611 - 0,317D + 0,0016D^2$ ), apresentando ponto de mínimo teor de PB aos 99,06 dias. Na análise da PB do componente folhas, verificou-se que os valores decresceram linearmente na proporção de 0,035 e 0,032%, para cada dia de avanço no ciclo produtivo do sorgo, quando cultivado, respectivamente, nos espaçamentos entre linhas de 30 e 50 cm, enquanto que, no cultivo do sorgo em espaçamento entre linhas de 70 cm, mostrou comportamento quadrático (PB70folhas:  $14,803 + 0,100D - 0,0007D^2$ ) determinando ponto de máximo teor de PB aos 71,43 dias, considerando período de utilização de 50 a 125 dias após o plantio, independentemente da densidade populacional.



**TABELA 3.** Teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) dos colmos e folhas e participação de colmos e folhas na estrutura física da planta do sorgo manejada em cortes, em função do espaçamento entre linhas, associado a densidade populacional, conforme época de avaliação (DAE: dias após emergência).

Tratamentos		Avaliações no ciclo vegetativo			
Espaçamento entre linhas	Densidade de plantas	1ª colheita (50 DAE)	2ª colheita (85 DAE)	3ª colheita (125 DAE)	Média
MS dos colmos, %					
30	300 mil	6,85	12,32	19,63	12,93
30	450 mil	7,47	13,03	21,77	14,09
30	600 mil	7,95	11,87	25,12	14,98
50	300 mil	6,99	12,20	18,06	12,42
50	450 mil	7,48	12,74	17,86	12,69
50	600 mil	7,25	13,09	21,91	14,08
70	300 mil	7,03	12,60	17,43	12,35
70	450 mil	7,47	12,32	21,19	13,66
70	600 mil	7,59	11,85	17,98	12,47
Equação de regressão: MScolmos: $-1,499 + 0,171D$ ( $R^2: 0,8350$ ; CV: 17,65%; $P=0,0001$ ) <sup>1</sup>					
MS das folhas, %					
30	300 mil	18,08	21,18	28,29	22,52
30	450 mil	18,86	21,87	26,86	22,53
30	600 mil	19,73	19,38	27,06	22,05
50	300 mil	17,67	21,32	26,98	21,99
50	450 mil	17,25	22,30	26,66	22,07
50	600 mil	18,32	21,56	23,99	21,29
70	300 mil	18,88	21,40	28,00	22,76
70	450 mil	19,16	21,77	27,78	22,90
70	600 mil	19,31	20,91	28,13	22,79
Equação de regressão: MSfolhas: $12,4335 + 0,114D$ ( $R^2: 0,7875$ ; CV: 8,21%; $P=0,0001$ )					
PB dos colmos, % na MS					
30	300 mil	10,31	5,98	7,02	7,77
30	450 mil	9,07	5,28	8,10	7,48
30	600 mil	8,53	6,83	7,21	7,52
50	300 mil	10,64	6,09	8,15	8,29
50	450 mil	10,26	6,46	6,56	7,76
50	600 mil	8,77	6,18	7,56	7,50
70	300 mil	10,53	6,13	6,19	7,61
70	450 mil	10,09	6,79	6,31	7,73
70	600 mil	9,85	6,73	6,62	7,73
Equação de regressão: PBcolmos: $21,611 - 0,317D + 0,0016D^2$ ( $R^2: 0,6085$ ; CV: 15,82%; $P=0,0001$ )					

**Tabela 3 continuação**

			PB das folhas, % na MS			
30	300 mil	18,50	16,86	15,20	16,85	
30	450 mil	17,86	15,36	14,53	15,91	
30	600 mil	17,11	16,36	15,75	16,41	
Equação de regressão: PB30folhas: $19,448 - 0,035D$ ( $R^2: 0,4279$ ; CV: 7,84%; P=0,0001)						
50	300 mil	18,16	16,99	16,16	17,10	
50	450 mil	19,67	16,72	16,20	17,53	
50	600 mil	17,44	16,06	15,57	16,36	
Equação de regressão: PB50folhas: $19,792 - 0,032D$ ( $R^2: 0,4032$ ; CV: 7,28%; P=0,0001)						
70	300 mil	18,45	18,28	16,98	17,91	
70	450 mil	17,66	18,71	15,89	17,42	
70	600 mil	18,17	18,04	16,79	17,66	
Equação de regressão: PB70folhas: $14,803 + 0,100D - 0,0007D^2$ ( $R^2: 0,3071$ ; CV: 7,03%; P=0,0024)						

<sup>1</sup> – D = período de colheita da forragem, variando de 50 a 125 dias após plantio.

Neumann *et al.* (2005b), trabalhando com o sorgo AG-2501C, em sistema de pastejo contínuo, por três períodos de 28 dias cada, relataram valores médios de MS e PB, respectivamente, de 9,9 e 5,8% (1º período), de 13,5 e 5,2% (2º período) e de 16,7 e 5,5% (3º período) nos colmos e de 16,7 e 14,2% (1º período), de 15,2 e 13,1% (2º período) e de 16,9 e 14,0% (3º período) nas folhas, sendo esses valores divergentes dos encontrados no presente trabalho, justificados em função do sistema de manejo de colheita das plantas. Já Aita (1995), avaliando diferentes pastagens de estação quente, verificou que os teores de PB das folhas de sorgo não variaram conforme a data de avaliação, mantendo-se constantes, com pequenas variações entre os períodos, enquanto que o teor de PB nos colmos diminuiu conforme o avanço do estágio fenológico.

A redução no valor nutritivo da forragem com o avanço do ciclo das plantas deve-se ao aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta, bem como à redução na relação folha:caule e ao aumento

na percentagem de material senescente na planta, que apresentam baixa digestibilidade (Frizzo, 2001).

Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre período de utilização do sorgo e espaçamento entre linhas para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) dos colmos e folhas da planta do sorgo em manejo de cortes, respectivamente (Tabelas 4 e 6).

Os teores de FDN dos colmos da forragem colhida tiveram comportamento quadrático no cultivo em espaçamento entre linhas de 30 cm ( $FDN_{30colmos}: 51,892 + 0,343D - 0,0018D^2$ ) com ponto de máxima FDN aos 95,28 dias, enquanto que, no cultivo com espaçamentos entre linhas de 50 e 70 cm, os teores de FDN dos colmos cresceram linearmente, respectivamente em 0,063 e 0,078% para cada dia de avanço no ciclo produtivo. Os colmos mostraram comportamento quadrático no cultivo em espaçamento entre linhas de 70 cm ( $FDA_{70colmos}: 24,531 + 0,496D - 0,0029D^2$ ), com ponto de máxima FDA aos 85,52 dias,

**TABELA 4.** Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) dos componentes estruturais da planta do sorgo manejada em cortes, em função do espaçamento entre linhas, associado a densidade populacional, conforme época de avaliação.

Tratamentos		Avaliações no ciclo vegetativo			
Espaçamento entre linhas	Densidade de plantas	1ª colheita (50 DAE)	2ª colheita (85 DAE)	3ª colheita (125 DAE)	Média
FDN dos colmos, %					
30	300 mil	63,15	68,65	66,48	66,09
30	450 mil	64,96	67,19	66,57	66,24
30	600 mil	65,61	68,52	67,33	67,15
Equação de regressão: FDN30colmos: $51,892 + 0,343D - 0,0018D^2$ ( $R^2: 0,3954$ ; CV: 2,84%; P=0,0002)					
50	300 mil	63,64	69,01	68,94	67,19
50	450 mil	64,31	70,51	70,01	68,28
50	600 mil	67,26	69,17	70,81	69,08
Equação de regressão: FDN50colmos: $62,695 + 0,063D$ ( $R^2: 0,3762$ ; CV: 3,77%; P=0,0001)					
70	300 mil	63,07	70,04	69,96	67,69
70	450 mil	64,57	68,76	71,07	68,13
70	600 mil	66,03	69,40	70,49	68,64
Equação de regressão: FDN70colmos: $61,392 + 0,078D$ ( $R^2: 0,5294$ ; CV: 3,40%; P=0,0001)					
FDN das folhas, %					
30	300 mil	66,16	66,09	71,80	67,79
30	450 mil	66,27	66,56	72,15	68,33
30	600 mil	67,02	67,44	75,29	69,91
Equação de regressão: FDN30folhas: $60,9859 + 0,090D$ ( $R^2: 0,6412$ ; CV: 3,07%; P=0,0001)					
50	300 mil	66,31	66,17	70,70	67,73
50	450 mil	67,08	68,08	70,60	68,58
50	600 mil	68,74	67,90	71,37	69,34
Equação de regressão: FDN50folhas: $64,404 + 0,048D$ ( $R^2: 0,4002$ ; CV: 2,69%; P=0,0001)					
70	300 mil	67,10	68,34	70,45	68,63
70	450 mil	66,63	65,68	66,53	66,28
70	600 mil	67,88	68,12	68,39	68,13
Equação de regressão: FDN70folhas: $66,216 + 0,017D$ ( $R^2: 0,0640$ ; CV: 3,02%; P=0,1367)					
FDA dos colmos, %					
30	300 mil	39,59	40,94	48,43	42,99
30	450 mil	40,60	40,35	43,77	41,57
30	600 mil	41,00	43,68	46,86	43,85
Equação de regressão: FDA30colmos: $35,836 + 0,080D$ ( $R^2: 0,4672$ ; CV: 6,32%; P=0,0001)					
50	300 mil	38,78	44,75	43,39	42,31
50	450 mil	41,81	43,32	43,30	42,81
50	600 mil	42,69	43,12	47,40	44,40

**Tabela 4 continuação**

Equação de regressão: FDA50colmos: $39,0665 + 0,047D$ ( $R^2: 0,1899$ ; CV: 7,14%; $P=0,0079$ )					
70	300 mil	42,46	43,46	40,55	42,16
70	450 mil	42,67	48,17	43,20	44,68
70	600 mil	41,32	46,17	41,15	42,88
Equação de regressão: FDA70colmos: $24,531 + 0,496D - 0,0029D^2$ ( $R^2: 0,3666$ ; CV: 6,09%; $P=0,0005$ )					
				FDA das folhas, %	
30	300 mil	33,85	34,56	34,73	34,38
30	450 mil	34,61	35,96	36,21	35,59
30	600 mil	34,46	37,21	35,17	35,61
Equação de regressão: FDA30folhas: $28,638 + 0,153D - 0,0008D^2$ ( $R^2: 0,1689$ ; CV: 4,39%; $P=0,0472$ )					
50	300 mil	34,76	34,44	33,90	35,03
50	450 mil	33,42	35,42	34,71	34,52
50	600 mil	38,40	36,03	35,25	36,56
Equação de regressão: FDA50folhas: $36,459 - 0,013D$ ( $R^2: 0,390$ ; CV: 5,57%; $P=0,2483$ )					
70	300 mil	36,79	38,19	32,30	35,76
70	450 mil	36,51	34,42	35,31	35,41
70	600 mil	35,88	36,04	32,05	34,65
Equação de regressão: FDA70folhas: $39,014 - 0,043D$ ( $R^2: 0,3138$ ; CV: 5,70%; $P=0,0004$ )					

<sup>1</sup> – D = período de colheita da forragem, variando de 50 a 125 dias após plantio.

enquanto que, no cultivo com espaçamentos entre linhas de 30 e 50 cm, os teores de FDA dos colmos cresceram linearmente, respectivamente, 0,080 e 0,047% para cada dia de avanço no ciclo produtivo.

Quanto aos teores de FDN nas folhas, observaram-se acréscimos lineares nos espaçamentos de 30 cm (0,090%), 50 cm (0,048%) e 70 cm (0,017%), para cada dia de avanço no período de utilização da cultura, o que indicaria, de maneira geral, maior qualidade no espaçamento entre linhas de 70 cm, pelo menor acréscimo nos teores de FDN com o avanço do ciclo produtivo, não fosse o comportamento com acréscimos lineares, porém contrários e compensatórios, da FDA nas folhas, nos espaçamentos de 30 cm (0,0008%), 50 cm (0,013%) e 70 cm (0,043%), parâmetros esses determinantes no potencial de consumo

de matéria seca diária e na digestibilidade da forragem, respectivamente (Van Soest, 1984). Mello *et al.* (2003), avaliando o AG-2501C, em regime de cortes, também observaram que a porcentagem média de FDN e FDA, tanto em colmos como em lâminas foliares, aumentou sua participação na MS, do primeiro para o segundo corte, justificando tal fato, conforme Mertens (1992), à lignificação dos tecidos e redução dos conteúdos celulares com o avanço da maturidade fisiológica das plantas.

Na análise geral dos dados de produção de matéria seca e da participação de colmos e folhas na estrutura da planta, de MS e dos teores de PB, de FDN e de FDA dos colmos e folhas da planta do sorgo, manejado em cortes, sugere-se a possibilidade de obtenção de maior constância de qualidade no cultivo com espaçamento entre linhas

**TABELA 5.** Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) das folhas sorgo manejado em cortes, em função do espaçamento entre linhas, associado a densidade populacional, conforme época de avaliação.

Densidade de plantas	Espaçamento entre linhas			Equações de regressão <sup>1</sup>
	30 cm	50 cm	70 cm	
	FDN das folhas, %			
300 mil	67,79	67,73	68,63	FDN: 67,0063 + 0,0209E (R <sup>2</sup> : 0,2152; CV: 1,05%; P=0,1288)
450 mil	68,33	68,88	66,28	FDN: 63,1481 + 0,2684E – 0,0032E <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> : 0,5972; CV: 1,44%; P=0,0167)
600 mil	69,91	69,34	68,13	FDN: 71,3587 – 0,0446E (R <sup>2</sup> : 0,3780; CV: 1,48%; P=0,0334)
Média				
	FDA das folhas, %			
300 mil	34,38	35,03	35,76	FDA: 33,3300 + 0,0345E (R <sup>2</sup> : 0,5080; CV: 1,73%; P=0,0093)
450 mil	35,59	34,52	35,41	FDA: 40,9144 – 0,2514E + 0,0025E <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> : 0,2469; CV: 2,70%; P=0,2792)
600 mil	35,61	36,56	34,65	FDA: 28,8513 + 0,3322E – 0,0036E <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> : 0,3458; CV: 3,47%; P=0,1482)
Média				

<sup>1</sup> – E = espaçamento entre linhas de plantio, variando de 30 a 70 cm.

de 70 cm, independentemente da densidade populacional. O comportamento variado nos teores de FDN e FDA dos colmos e folhas, durante o período de utilização, pode ser resultado da distribuição do crescimento da planta de sorgo associado à composição física estrutural da planta, representada pela relação colmo/folhas. O presente trabalho mostra que mais pesquisas devem ser direcionadas à área de agricultura de precisão, pois os dados de literatura a respeito do comportamento qualitativo do sorgo forrageiro, em regime de corte e/ou pastejo, são escassos, o que não conjuga a possibilidade de estabelecer um método confiável de manejo da cultura visando aliar máxima produção de matéria

seca, rápida capacidade de rebrote após cortes e bom valor nutritivo da forragem.

Houve interação (P<0,05) entre espaçamento entre linhas e densidade populacional para os teores de FDN e de FDA das folhas da planta de sorgo em manejo de cortes. O presente trabalho mostrou que os teores de FDN das folhas do sorgo cresceram e decresceram linearmente na proporção de 0,21% e 0,45%, no cultivo com densidades populacionais de 300 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para cada 10 cm de aumento no espaçamento entre linhas, enquanto que os teores de FDN mostram comportamento quadrático no cultivo do sorgo em densidade populacional de 450 mil plantas ha<sup>-1</sup> (FDN: 63,1481 + 0,2684E –

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância para os parâmetros relativos às variáveis produtivas e qualitativas do sorgo forrageiro manejado em cortes, em função do espaçamento entre linhas, associado a densidade populacional, conforme época de avaliação.

Fatores de variação <sup>1</sup>	Quadrados Médios							Probabilidade											
	Espaço (E)	Popul (P)	Erro a	Data (D)	E*P	E*D	P*D	Erro b	R <sup>2</sup>	CV (%)	Média geral	Espaço (E)	Popul (P)	Erro a	Data (D)	E*P	E*D	P*D	
GL:	2	2	27	2	4	4	4	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PMS	3972460	127239	18306206	21636425	4555250	4624882	3055247	31543280	0,6408	24,46	2916	0,0253	0,8827	0,1752	0,0001	0,0750	0,0714	0,2128	0,2128
PC	3,825	12,086	937,066	1362,501	63,192	152,179	89,495	1733,702	0,6018	11,15	47,41	0,9340	0,8063	0,2388	0,0001	0,6890	0,2579	0,5297	0,5297
PF	1,628	7,933	942,233	1365,013	55,750	143,293	75,314	1711,493	0,6022	9,98	52,63	0,9710	0,8664	0,2213	0,0001	0,7322	0,2808	0,6070	0,6070
MSf	19,377	4,315	78,230	1356,995	2,001	26,955	23,452	164,142	0,9020	7,29	22,32	0,0315	0,4474	0,3747	0,0001	0,9433	0,0582	0,0776	0,0776
MSc	27,660	31,204	105,168	2972,267	25,824	51,519	38,426	286,597	0,9190	16,17	13,30	0,0575	0,0406	0,6819	0,0001	0,2456	0,0640	0,0944	0,0944
PBf	29,143	4,331	47,805	88,546	10,825	16,188	5,433	85,735	0,7023	6,91	17,02	0,0001	0,2170	0,2096	0,0001	0,1122	0,0278	0,4238	0,4238
PBc	1,255	1,862	26,501	242,916	2,717	14,008	12,592	7,385	0,7561	16,25	7,71	0,6723	0,5559	0,9103	0,0001	0,7846	0,0760	0,1049	0,1049
FDNf	23,257	37,249	67,218	332,629	39,771	114,075	6,808	170,143	0,7849	2,42	68,33	0,0188	0,0022	0,5995	0,0001	0,0102	0,0001	0,6497	0,6497
FDNc	67,340	30,601	80,866	447,131	4,300	45,246	32,724	303,570	0,6999	3,27	67,61	0,0020	0,0513	0,9197	0,0001	0,9266	0,0477	0,1681	0,1681
FD Af	0,546	6,098	76,699	48,564	40,708	55,181	37,224	168,299	0,6116	4,67	35,28	0,9045	0,3318	0,4278	0,0004	0,0085	0,0013	0,0635	0,0635
FD Ac	4,004	27,335	215,623	189,936	73,786	262,418	16,686	441,934	0,6412	6,20	43,07	0,7561	0,1556	0,3476	0,0001	0,0543	0,0001	0,6745	0,6745

<sup>1</sup> GL: graus de liberdade; PMS: produção de matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>), PC: participação de colmos na planta (%); PF: participação de folhas na planta (%); MSf: matéria seca das folhas; MSc: matéria seca dos colmos; PBf: proteína bruta das folhas; PBc: proteína bruta dos colmos; FDNf: fibra em detergente neutro das folhas; FDNc: fibra em detergente neutro dos colmos; FDAf: fibra em detergente ácido das folhas e FDAc: fibra em detergente ácido dos colmos.

0,0032E<sup>2</sup>) com ponto de máximo acúmulo de FDN no espaçamento entre linhas de 41,94 cm (Tabela 5/Tabela 6).

Quanto aos teores de FDA das folhas, observaram-se acréscimos lineares na proporção de 0,35%, no cultivo com densidade populacional de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, para cada 10 cm de aumento no espaçamento entre linhas de plantio. Para as densidades de 450 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>, houve comportamento quadrático, com pontos de mínima e máxima FDA aos 50,28 e 46,14 cm de espaçamento entre linhas de plantio, respectivamente. Mello et al. (2003), em teores médios de dois cortes do sorgo, observaram valores de FDN de 72,57% e de 68,24% e de FDA de 38,11 e 40,37%, para lâmina foliar e colmos, respectivamente, valores estes próximos aos obtidos neste estudo. De maneira geral, os resultados mostraram variabilidade na relação folha/colmo, na produção de matéria seca e qualidade dos constituintes estruturais da planta dentro do ciclo produtivo da cultura e do manejo cultural, envolvendo diferentes espaçamentos entre linhas de plantio. Assim, a possibilidade de melhoria da qualidade do sorgo para corte, por intermédio de programas de melhoramento genético, visando a obtenção de genótipos com maior potencial forrageiro, deve basear-se na sistematização de um manejo cultural de precisão da cultura em questão.

### Conclusões

Os teores de matéria seca e proteína bruta não foram alterados em função do manejo cultural associativo entre espaçamento entre linhas de plantio e densidade populacional. A melhor estabilidade produtiva e qualitativa da planta de sorgo foi obtida no cultivo com espaçamento entre linhas de 70 cm. O compor-

tamento produtivo e qualitativo dos colmos e folhas da planta do sorgo em manejo de cortes não é coincidente ao longo do período de sua utilização. Existe variabilidade na relação folha/colmo, na produção de matéria seca e nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido dos constituintes estruturais da planta, dentro do ciclo produtivo da cultura e do manejo cultural, envolvendo diferentes espaçamentos entre linhas de plantio.

### Literatura Citada

AITA, V. **Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte**. Santa Maria, 102f. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ALVAREZ, C. G. D.; PINTO, R. G. V.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamento entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n.3, p. 409-414, 2002.

ALVES FILHO, D. C.; NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A. N. M.; PEIXOTO, L. A. O. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 143-149, 2003.

CARNEIRO, J. C.; NOVAES, L. P.; RODRIGUES, J. A. S.; LOPES, F. C. F.; LIMA, C. B.; RODRIGUEZ, N. M.; LÉDO, F. J. S. Avaliação agronômica de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* x

*Sorghum sudanense*) sob regime de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1., 2004, Cuiába. **Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade - [resumos expandidos]** Sete Lagoas: Abms, Embrapa Milho e Sorgo; Cuiába: Empaer-MT, 2004. CD-ROM

CHIELLE, Z. G.; TOMAZZI, D. J.; LOSSO, A. C.; RAUPP, A. A. A.; PERES, P. S.; PORCIUNCULA, J. A. F. Ensaio Sul-riograndense de sorgo para corte ou pastejo 2000/2001, resultados da rede estadual. In: REUNIAO TECNICA ANUAL DO MILHO, 46.; REUNIAO TECNICA ANUAL DO SORGO, 29., 2001, Porto Alegre. *Anais*. Porto Alegre: EMATER/RS, 2001. CD-ROM.

COELHO, A.M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja doutor do seu sorgo. **Informacoes Agronomicas**, Piracicaba, n. 100, dez. 2002. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 14, 24 p. dez. 2002. Encarte

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

CUNNIE, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed Arlington: AOAC International, 1995. 2000 p. FRIZZO, A. **Níveis de suplementação**

**energética em pastagem hiberna na recria de terneiras de corte**. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RODRIGUES, J. A. C. **Recomendações de densidade de plantio e taxas de semeadura de culturas anuais e forrageiras em plantio consorciado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 137).

MELLO, R.; NORNBORG, J. L.; ROCHA, M. G.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 1, p. 20-33, 2003.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

MULCAHY, C.; HEDGES, D. A.; RAPP, G. G.; WHEELER, J. L. Correlations among potential selection criteria for improving the feeding value of forage sorghums. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 26, p. 7-11, 1992.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO,



- D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDOTES, L.; PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1 p. 302-312, 2002. Suplemento.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira da Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 215-220, 2005a.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; MACCARI, M.; PELLEGRINI, L. G.; SOUZA, A. N. M.; PEIXOTO, L.A.O. Qualidade de forragem e desempenho animal em pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira da Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 221-226, 2005b.
- RESTLE, J.; ROSO, C.; AITA, V.; NORNBORG, J. L.; BRONDANI, I. L.; CERDOTES, L.; CARRILHO, C. O. Produção animal em pastagem com gramíneas de estação quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1491-1500, 2002. Suplemento.
- SAS. Institute Inc. **SAS Language reference**. Version 6, Cary, 1993. 1042 p.
- SOARES, A.B. Manejo e utilização de pastagens cultivadas de verão para produção de bovinos de corte. In: RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM/Departamento de Zootecnia, 2000. Cap. 3, p. 74-116.
- TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Lavras, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1984. 476 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de, FARIA, V. P. de (Ed.) **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1991. p.169-217. Editado por A. M. PEIXOTO, J. C. de MOURA, V. P. de FARIA.