

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE CULTIVARES DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) SOB TRÊS DOSES DE NITROGÊNIO¹

Regis de Paula Oliveira², Aldi Fernandes de Souza França², Osvaldo Rodrigues Filho²,
Euclides Reuter de Oliveira³, Beneval Rosa², Tatiana Vieira Soares², Susana Queiroz Santos Mello²

ABSTRACT

AGRONOMIC TRAITS OF SORGHUM CULTIVARS AT THREE LEVELS OF NITROGEN FERTILIZER

The objective of this study was to evaluate characteristics of four forage sorghum cultivars at three levels of nitrogen fertilizer in an Oxisoil. A randomized complete block design in a 4x3 factorial scheme (CMSXS 762, BRS 610, BR 700 and BR 506 hybrid cultivars combined with 50 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ and 100 kg.ha⁻¹ nitrogen levels). A Tukey test was used for comparison of treatment means. The yields of natural matter, with general average 59.31 t.ha⁻¹, were significantly different among sorghum cultivars; but there was no difference caused by nitrogen levels in this trait. The dry matter yield mean (15.17 t.ha⁻¹) did not differ among cultivars or nitrogen levels. As opposed, dry matter and panicle and stalk contents in the natural matter were different among cultivars as well as among N levels. The plant height (with general average 2.39 m) and stalk dry matter means were different only among cultivars. BR 700 and CMSXS 762 cultivars showed the best panicle/stalk/leaf ratio and the largest panicle percentage. Increased amounts of nitrogen resulted in increased panicle and decreased stalk percentage.

KEY WORDS: sorghum, nitrogen fertilization, agronomic evaluation.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar as características agronômicas de quatro cultivares de sorgo forrageiros, submetidas a três doses de nitrogênio, em solo classificado como Latossolo vermelho distrófico argiloso. Utilizou-se o delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3. As cultivares foram os híbridos CMSXS 762, BRS 610, BR 700 e a variedade BR 506, com três doses de nitrogênio: 50 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹. A produção de matéria natural, com média geral de 59,31 t.ha⁻¹, diferiu entre as cultivares (teste Tukey a 5% de probabilidade), porém, não diferiu em função das doses de nitrogênio. A produção de massa seca, com média de 15,17 t.ha⁻¹, não diferiu entre as cultivares, nem entre as doses de N. Já os teores de matéria seca e as porcentagens de panícula e de colmo na matéria natural diferiram tanto entre as cultivares como em função das doses. A altura das plantas, com média geral de 2,39 m, e o teor de matéria seca do colmo diferiram somente entre as cultivares. As cultivares BR 700 e CMSXS 762 apresentaram uma melhor relação entre panícula/colmo/folha e uma maior porcentagem de panícula. E, à medida que se aumentou a dose de nitrogênio, verificou-se maior participação de panícula, com redução na porcentagem de colmo.

PALAVRAS-CHAVE: sorgo, adubação nitrogenada, avaliação agronômica.

INTRODUÇÃO

Diversas gramíneas podem ser utilizadas para produção de silagens. O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta adaptada ao processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo, sua alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais uma para adequada fermentação láctica, bem como

aos altos rendimentos de massa seca por unidade de área (Neumann *et al.* 2002a, Silva & Restle 1993).

As novas cultivares disponíveis atualmente no mercado têm alta produtividade, resistência às doenças e boa estabilidade de produção (capacidade da planta de se adaptar às mudanças climáticas), diminuindo riscos de perda para o produtor. Existem os sorgos forrageiros de ciclos médio e curto, bem como os graníferos tardios e médios. O plantio do sorgo forrageiro deve ocorrer do início das chuvas

1. Parte da monografia de especialização do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás.

Trabalho recebido em nov./2003 e aceito para publicação em abr./2005 (registro nº 572).

2. Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás.

Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Campus II, Goiânia, GO.

3. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás. Bolsista Capes.

até meados de dezembro. Para variedades graníferas, esse período pode se estender até meados de março. A densidade das plantas varia de acordo com a cultivar utilizada.

Segundo Neumann *et al.* (2002b), estudos de comparação entre híbridos são importantes para contribuir com os programas de melhoramento genético e para recomendar aos produtores as cultivares cujas silagens tenham a melhor relação produção:valor nutritivo. Desenvolvem-se híbridos que tenham um bom equilíbrio entre colmo, folhas e panícula, aliando boa produtividade de massa seca (MS) e bom valor nutritivo (Molina 2000).

Cândido *et al.* (2002) relatam que a grande demanda por materiais de melhor qualidade favoreceu o surgimento de inúmeros genótipos, com características específicas de porte (alto, médio, baixo), ciclo (precoce ou tardio) e aptidão (forrageiro, duplo-propósito ou granífero), as quais têm influência marcante no valor nutritivo da silagem produzida.

O sorgo forrageiro de porte alto caracteriza-se pela alta produção de massa verde por hectare, com menor proporção de grãos (em torno de 10% de grãos na matéria natural). As variedades de porte médio apresentam produções intermediárias de grãos, entre 20% e 30% de grãos (White *et al.* 1991).

A altura da planta pode estar correlacionada positivamente com a produção de matéria natural e matéria seca. Entretanto, geralmente apresenta, também, correlação positiva com a porcentagem de colmo e com a porcentagem de acamamento, características pouco desejáveis para a produção eficiente de forragem (Corrêa *et al.* 1996).

Zago (1991), analisando a estrutura física da planta de sorgo, constatou que as porcentagens de colmo e de panícula são características agrônômicas que consistentemente se correlacionam com variáveis de qualidade, como digestibilidade da matéria seca (MS) e fibra em detergente ácido (FDA), com o ganho de peso médio diário e consumo de matéria seca. Segundo Zago (1992), a panícula e as folhas da planta apresentam maiores coeficientes de digestibilidade total.

Os efeitos da adubação nitrogenada em gramíneas anuais de verão têm sido muito mais estudados do que aqueles resultantes da adição de outros nutrientes. Isso, provavelmente, em razão da maior e mais vantajosa resposta obtida com as aplicações de nitrogênio. A adubação nitrogenada, até mesmo em áreas não irrigadas, apresenta efeitos consideráveis quanto a produção, concentração de

proteína bruta e outros indicadores da qualidade da forragem (Mays 1974).

Entre os macronutrientes, o nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das plantas, por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila (Andrade *et al.* 2000). Além disso, Costa (1995) relata incrementos na produção da matéria seca e no teor de proteína bruta da forragem, em decorrência da aplicação de nitrogênio, principalmente em forrageiras de alto potencial de rendimento como é o caso do sorgo.

O sorgo pode tolerar considerável variação na fertilidade e no balanço de vários nutrientes do solo, mas, a produção e a eficiência da planta são afetadas por esses fatores, podendo refletir na qualidade nutricional da forragem. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento agrônômico (produção, partes integrantes da planta, altura e densidade) de quatro cultivares de sorgo para produção de silagem, cultivados sob três doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Produção Animal, da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, localizado no Campus II, Goiânia-GO (latitude 16°40', longitude 49°15' WGrw, altitude de 741m e clima tropical quente semi-úmido) (Brasil 1959). A precipitação média, no período experimental, foi 265 mm e as temperaturas médias, mínimas e máximas ficaram respectivamente em torno de 18°C e 30°C. O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico argiloso

A área experimental foi preparada inicialmente com uma aplicação de herbicida, seguindo-se duas gradagens. Os resultados da análise química do solo apresentaram as seguintes características químicas, antes da instalação do experimento: Ca=2,7; Mg=0,9; K=0,13; Al=0; H=1,9 (cmolc.dm⁻³), P=1,7; K=51 (mg.dm⁻³), saturação por bases 66,1% e pH=5,6 (CaCl₂).

Utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados em esquema fatorial 4x3, sendo quatro cultivares e três doses de nitrogênio, com três repetições. As cultivares foram três híbridos (CMSXS 762, BRS 610 e BR 700) e uma variedade (BR 506), e as doses de nitrogênio, 50 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹. Todas as cultivares são de sorgo forrageiro,

de porte médio a alto, com colmo seco para os híbridos, e colmo suculento para a variedade BR 506. As parcelas foram constituídas por cinco fileiras de cinco metros, espaçadas em 0,60 m, totalizando 12,0 m². Para fins de avaliação, foram descartadas as duas fileiras laterais, além de um metro das extremidades, perfazendo uma área útil de 3,6 m².

Nas adubações fosfatada e potássica de plantio, aplicou-se manualmente, em conformidade com os resultados da análise do solo, o equivalente a 90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg.ha⁻¹ de K₂O (Vilela *et al.* 1998). Como fontes desses nutrientes foram utilizados o superfosfato simples e o cloreto de potássio. O plantio foi realizado manualmente, em 28/dez./2002, empregando-se uma densidade de vinte sementes por metro linear. A primeira adubação nitrogenada e potássica de cobertura foi realizada em 29/01/2003, com a aplicação de 25 kg.ha⁻¹, 37,5 kg.ha⁻¹, 50 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (sulfato de amônio), mais 25 kg.ha⁻¹ de K₂O. A segunda parcela da adubação nitrogenada e potássica foi aplicada em 17/fev./2003, com as mesmas dosagens da primeira. As dosagens utilizadas encontram-se em torno daquelas aplicadas à cultura do sorgo para silagem.

A colheita foi manual, realizada em 12/04/2003, quando os grãos de sorgo apresentavam-se no estágio pastoso, tendendo para farináceo. As plantas foram cortadas a uma altura de 0,10 m do solo, sendo contadas (para estimativa da densidade de plantas por hectare) e pesadas (para estimativa de produção de matéria natural e massa seca) em uma balança com carga máxima de 300 kg e precisão de 100 gramas.

Foram amostradas aleatoriamente dez plantas da área útil de cada parcela para avaliação da altura média e quantificação das partes integrantes da planta (colmo, folhas e panícula). Destas, foi tomada uma sub-amostra para determinação da porcentagem de matéria seca. Após a pesagem das sub-amostras o material foi colocado em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 55°C a 65°C, durante 72 horas. O restante das plantas da parcela foi imediatamente triturado em uma picadeira estacionária, sendo misturado manualmente, retirando-se uma amostra para determinação da matéria seca segundo o método descrito por Silva & Queiroz (2002).

Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira 2000), sendo empregado o teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade, para a comparação entre as médias de tratamentos. O ajuste das médias por regressão não foi implementado em razão do pequeno número de doses utilizados, o

que não permitiria uma descrição adequada da resposta à adubação nitrogenada, sabidamente de comportamento curvilíneo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de matéria natural entre as cultivares apresentaram diferença significativas ($p < 0,05$), com variação entre 45,87 t.ha⁻¹ a 67,56 t.ha⁻¹ (Tabela 1). Esses resultados são superiores ao limite estabelecido por Valente (1992) que afirma que produções de matéria natural inferiores a 40 t.ha⁻¹ são economicamente inviáveis. Por outro lado, as produções de massa seca não diferiram entre as cultivares, oscilando de 14,22 t.ha⁻¹ a 16,38 t.ha⁻¹, sendo considerada ótima para o primeiro corte. Esses valores são intermediários aos obtidos por Gomide *et al.* (1987), porém, superiores aos de Silva (1997), que encontrou produções de 9,1 t.ha⁻¹ a 11,22 t.ha⁻¹.

Os resultados de produção de massa seca (Tabela 1) superaram àqueles encontrados por Carvalho *et al.* (1992), que obtiveram produções médias de 13,77 t.ha⁻¹ e 14,03 t.ha⁻¹, para as cultivares de porte alto AG 2002 e BR 506, respectivamente. Por outro lado, os resultados obtidos por Pereira *et al.* (1993) foram de 18,00 t.ha⁻¹, 16,60 t.ha⁻¹ e 14,60 t.ha⁻¹, para plantas de porte alto, médio e baixo, sendo, portanto, muito semelhantes aos valores obtidos neste trabalho. Silva (1997) obteve rendimentos de massa seca da ordem de 9 t.ha⁻¹ a 11 t.ha⁻¹, sendo bastante inferiores às obtidas neste experimento.

Os valores da porcentagem de matéria seca diferiram significativamente entre as cultivares, variando de 22,86% a 31,51%. Os híbridos CMSXS 762 e BR 700 obtiveram um teor de matéria seca considerado bom para o processo de ensilagem.

Resende (2001) verificou que a porcentagem de matéria seca do material a ser ensilado apresentou uma variação de 23% a 38%, com média de 3,8%.

Tabela 1. Produção de matéria natural (MN), de massa seca (MS), porcentagem de matéria seca, número de plantas por hectare e altura das plantas de quatro cultivares de sorgo forrageiro (médias das três doses de nitrogênio)¹

Cultivares	MN (t. ha ⁻¹)	MS (t. ha ⁻¹)	MS (%)	plantas.ha ⁻¹	altura
BRS 610	63,9b	14,22a	22,86c	186823ab	2,43b
CMSXS 762	59,93c	15,4a	27,71b	167277b	2,12c
BR 506	67,56a	16,38a	24,82c	212851a	2,74 ^a
BR 700	45,87d	14,69a	31,51a	204004a	2,28bc
Média	59,31	15,17	26,72	192739	2,39

¹ Valores na mesma coluna, seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Como ilustrado na Tabela 1, a variação na porcentagem de MS foi de 22,86% a 31,51%, com média de 26,72%, valores um pouco abaixo daqueles determinados por esse autor.

Quanto à densidade de plantas por hectare, observa-se que houve diferença entre as cultivares, com variação de 167 mil a 213 mil plantas por hectare, com média de 193 mil plantas por hectare (Tabela 1), considerada alta para o sorgo forrageiro. Uma justificativa para o fato foi o uso de espaçamento menor do que o recomendado para o sorgo forrageiro, embora a densidade possa ser ajustada aumentando-se ou diminuindo-se o número de plantas por metro, de acordo com o espaçamento adotado. Segundo Martins (2000), a densidade ideal para o sorgo forrageiro está entre 100 mil e 150 mil plantas por hectare, tendo como objetivo a redução do acamamento, o que normalmente ocorre em populações maiores. Por outro lado, Flaresso *et al.* (2000) têm recomendado espaçamentos de 0,7 m a 0,8 m para o cultivo de sorgo forrageiro, como adaptação às colhedoras atualmente utilizadas.

Com relação à altura das plantas, também foram verificadas diferenças entre as cultivares, com variação de 2,12 m a 2,74 m, com média de 2,39 m (Tabela 1). Segundo Corrêa *et al.* (1996), a altura da planta está correlacionada positivamente com a produção de matéria natural. Entretanto, geralmente correlaciona-se também positivamente com a porcentagem de colmo, afirmações estas que vão de encontro aos resultados obtidos neste trabalho, uma vez que, os rendimentos de matéria natural variaram de 46 t.ha⁻¹ a 68 t.ha⁻¹. Esses resultados superam àqueles encontrados por Resende (2001), de 25 t.ha⁻¹ a 65 t.ha⁻¹, quando avaliou cultivares de portes alto, médio e baixo. Possivelmente, os bons resultados obtidos podem ser atribuídos às boas condições climáticas prevaletentes durante o ciclo vegetativo da cultura, que contribuíram para uma melhor absorção do nitrogênio aplicado, aliado ao menor espaçamento de plantio utilizado e o bom potencial produtivo das cultivares utilizadas.

Esses resultados corroboram os de Zago (1991) e Corrêa *et al.* (1996), que afirmaram que a produtividade de massa seca do sorgo forrageiro geralmente se correlaciona com a altura da planta. Corrêa *et al.* (1996) concluíram, também, que existe alta correlação entre as produções de massa seca (MS) e de matéria natural (MN), indicando que a produção de MN pode ser uma característica utilizada pelos produtores para a escolha da cultivar a ser plantada.

Em relação à porcentagem de matéria seca, os valores obtidos neste trabalho são concordantes aos de Silva *et al.* (1996), que concluíram que a porcentagem de matéria seca foi negativamente correlacionada com a altura da planta. Observa-se que a variedade BR 506 e o híbrido BRS 610 apresentaram alturas de 2,7 m e 2,4 m, concentrando 25% e 23% de matéria seca, enquanto os híbridos BR 700 e CMSXS 762 apresentaram 2,3 m e 2,1 m de altura, com 32% e 28%, respectivamente (Tabela 1). Isso contraria as afirmações de Zago (1991), que observou valores de 21%; 25%; 31% e 29% de matéria seca, nos estágios de grão leitoso, pastoso, farináceo e duro, respectivamente, para um híbrido de colmo suculento, e de 29%, 33%, 39% e 49% para híbridos de colmo seco.

As menores concentrações de matéria seca são justificadas pelas baixas participações das panículas na produção de matéria natural das cultivares (Tabela 2). Conforme se constata nessa tabela, as porcentagens de colmo foram estatisticamente diferentes, com variação de 64% a 86%, entre as cultivares. Isso vai ao encontro das afirmações de Carvalho *et al.* (1992), haja vista que as maiores produções de colmo corresponderem às menores concentrações de matéria seca (Tabela 1). Em relação às panículas, também são concordantes com as afirmações do referido autor, uma vez que as maiores porcentagens de panícula proporcionaram as maiores concentrações de matéria seca das cultivares avaliadas (Tabela 2).

Segundo Carvalho *et al.* (1992), das frações da planta de sorgo, o colmo é a que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca, seguido pelas folhas. Os valores percentuais obtidos para determinação de MS, oriundos do colmo, apresentaram uma contribuição semelhante àqueles obtidos por Resende (2001), sendo que os colmos

Tabela 2. Médias de participação das frações anatômicas da planta de sorgo na matéria natural (%MN) e na porcentagem de matéria seca (MS %) em quatro cultivares de sorgo (médias das três doses de nitrogênio)¹

Cultivares	panícula		folha		colmo	
	%MN	MS %	%MN	MS %	%MN	MS %
BRS 610	13,67c	58,17a	12,70ab	27,37b	74,50b	14,06c
CMSXS 762	19,95b	58,50a	13,56a	25,80b	66,48c	14,90c
BR 506	2,67d	48,53b	11,53b	24,83b	85,79a	21,97a
BR 700	28,48a	58,46a	12,35ab	38,77a	63,57c	19,07b
Média	16,19	55,92	12,53	29,19	72,58	17,50

¹- Valores na mesma coluna, seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

resultaram em menor participação. As folhas, porém, superaram as panículas nas cultivares de maior porte (BRS 610 e BR 506), estando de acordo com Zago (1991), que afirma que a porcentagem de panícula decresce com o aumento da altura da planta.

Conforme pode-se observar na Tabela 2, o híbrido BR 700, com 28% de panícula, apresentou a maior porcentagem de matéria natural. Isso está de acordo com o estudo de Nogueira (1995). O autor relata que a proporção de grãos da planta exerce maior influência no teor de matéria seca, em relação a suculência ou não do colmo.

Dentre as cultivares avaliadas, as duas que apresentaram o maior porte (BR 506, com 2,74 m, e BRS 610, com 2,43 m de altura) apresentaram as menores porcentagens de panícula (2,7% e 14%). Por outro lado, as maiores porcentagens de colmo (86% e 75 %) confirmam os resultados de Zago (1991), que observou o aumento da altura da planta está relacionado com uma redução nas proporções de panícula ($r = -0,62$) e com o aumento da participação de colmo na planta de sorgo. Esse efeito, segundo esses autores, foi mais pronunciado em sorgos de porte alto.

De acordo com Embrapa (1995), a produtividade de grãos esperada para o sorgo no primeiro corte varia de 4,0 t.ha⁻¹ a 11,0 t.ha⁻¹, o que vem ao encontro dos resultados obtidos neste trabalho, com a produção variando de 1,80 a 13,1 t.ha⁻¹. O híbrido BR 700, cuja altura foi de 2,28 m, apresentou a maior produção de panícula por hectare (13,06 t.ha⁻¹), o que é perfeitamente caracterizado por Resende (2001), que afirma serem as cultivares de porte médio, ou seja, de duplo propósito, detentoras de alta participação de grãos. Segundo Pereira *et al.* (1993), a proporção de panícula na planta de sorgo é inversamente proporcional ao seu porte. O autor obteve participações de 11%, 18% e 30% de panícula na matéria natural, respectivamente para os sorgos de porte alto, médio e baixo. Valores estes que se assemelham à participação de panículas determinadas neste trabalho, que foram da ordem de 2,7%, 13,7%, 19,9% e 28,5 %, para as cultivares BR 506, BRS 610, CMSXS 762 e BR 700, respectivamente (Tabela 2).

As porcentagens de folhas na planta variaram de 11,5% a 13,6%, valores estes que são concordes com os resultados obtidos por Corrêa *et al.* (1996) que relataram variações de 6,8% a 32,5%, e aumento dessas porcentagens com a redução no porte da planta.

As porcentagens de matéria seca do colmo apresentaram variação de 14% a 22% e diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre as cultivares. Os resultados encontram-se numa faixa muito próxima aos citados por Molina (2000) da ordem de 20,8 e 29,4% de matéria seca no colmo, que avaliou os híbridos BR 303 e BR 304 (porte baixo), BR 700 e BRS 701 (porte médio) e BR 601 e AG 2006 (porte alto).

De acordo com resultados da Tabela 3, as doses de nitrogênio aplicadas nas diferentes cultivares, pouco influenciaram nos parâmetros avaliadas. Observou-se que as doses de nitrogênio não proporcionaram diferenças significativas nas produções de MN e MS (t.ha⁻¹), bem como para altura da planta. Entretanto, para a porcentagem de MS, verificou-se diferença, com o maior destaque para a aplicação de 75 kg.ha⁻¹. Em relação ao número de plantas por hectare, observou-se, também, diferença, sendo que ocorreu uma variação de 172 mil a 215 mil plantas por hectare, sendo que a dose equivalente a 100 kg.ha⁻¹ proporcionou a maior densidade de plantas, em razão de um maior perfilhamento. Isso é condizente com a afirmação de Flaresso *et al.* (2000), que obtiveram as maiores produções nas densidades de 180 mil e de 210 mil plantas por hectare.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados relacionados com a porcentagem de panícula na matéria natural, os quais diferiram, em relação às doses de nitrogênio aplicadas. Verifica-se que essa variável aumentou nas maiores doses de nitrogênio avaliadas. White *et al.* (1991) encontraram uma porcentagem de panícula semelhante à deste trabalho, sendo que esses autores caracterizaram o sorgo forrageiro, ou de porte alto, pela alta produção de matéria natural por hectare, com menor proporção de grãos (em torno de 10%), e o sorgo de porte médio, pela produção intermediária de grãos (20% a 30% de grãos).

Verifica-se que houve diferença entre as doses de nitrogênio relativamente aos teores de MS na

Tabela 3. Médias de variáveis de produção¹ em quatro cultivares de sorgo, avaliados sob três doses de nitrogênio

Doses de N (kg ha ⁻¹)	MN (t.ha ⁻¹)	MS (t.ha ⁻¹)	MS (%)	plantas.ha ⁻¹	altura (m)
50	59,58a	15,05a	26,18b	171906b	2,38a
75	58,89a	15,96a	28,84a	191195b	2,38a
100	59,47a	14,50a	25,15b	215115a	2,42a
Média	59,32	15,17	26,72	192739	2,39

¹- MN: produção de matéria natural em toneladas por hectare; MS (t.ha⁻¹): produção de massa seca em toneladas por hectare; MS(%): teor de matéria seca. Valores na mesma coluna, seguidos da mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias¹ de participação das frações anatômicas na matéria natural (% MN) e porcentagem de matéria seca (MS), em quatro cultivares de sorgo, sob três doses de nitrogênio

Doses de N (kg ha ⁻¹)	panícula		folha		colmo	
	(%)	MS (%)	(%)	MS (%)	(%)	MS (%)
50	14,65b	58,08a	13,22a	30,37a	75,13a	18,66a
75	16,90a	55,06b	11,88b	28,70a	71,65ab	16,11b
100	17,02a	54,61b	12,51ab	28,51a	70,97b	17,73ab
Média	16,19	55,92	12,54	29,19	72,58	17,50

¹- Valores na mesma coluna, seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

panícula (Tabela 4), ocorrendo uma variação 54,61 a 58,00%. Neumann *et al.* (2002b) avaliou dois híbridos forrageiros, AGX 213 e AG 2002, e dois de duplo propósito AGX 217 e AG 2005, os quais apresentaram teores de matéria seca na fração panícula com média de 50%, a qual se encontra abaixo do valor médio determinado neste trabalho, que foi de 56%.

A porcentagem de colmo também apresentou diferenças significativas entre as doses de nitrogênio (Tabela 4), com variação de 71% a 75% de participação. Observou-se ainda que porcentagem de colmo foi maior na menor dose testada, porém, esta foi equivalente à maior dose.

A porcentagem de MS da folha não diferiu em relação as doses de N aplicadas, ocorrendo uma variação entre 28% a 30%. Quanto à produção de MN, conforme se observa na Tabela 5, a variedade BR 506 apresentou uma tendência de maior potencial produtivo, sendo que, na menor dose, o híbrido BRS 610 mostrou comportamento semelhante, e na maior dose, também o híbrido CMSXS 762. Por outro lado, o híbrido BR 700, teve o pior comportamento produtivo, independentemente da dose de nitrogênio utilizada, apresentando uma produção média de 46 t.ha⁻¹, contra 68 t.ha⁻¹, para a maior produção.

Tabela 5. Médias¹ de produção de matéria natural (MN) e de porcentagem de matéria seca (MS) das cultivares de sorgo, sob três doses de nitrogênio, em kg.ha⁻¹ (50, 75 e 100)

Cultivares	MN (t.ha ⁻¹)			MS (%)		
	50	75	100	50	75	100
BRS 610	66,10 Aa	62,46 Ab	63,14 Aa	23,04 ABb	24,70 Ab	20,84 Bb
CMSXS 762	59,63 Ab	57,96 Ab	62,21 Aa	26,32 Bb	32,07 Aa	24,75 Bb
BR 506	66,78 Aa	68,61 Aa	67,31 Aa	24,16 Ab	26,80 Ab	23,50 Ab
BR 700	45,83 Ac	46,54 Ac	45,24 Ab	31,22 Aa	31,80 Aa	31,53 Aa

¹- Valores na coluna, seguidos por letras minúsculas diferentes, e valores na linha, dentro de cada variável, seguidos por letras maiúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV(MN)=4,05%, CV(MS%)=6,86%.

Molina (2000) observou alta correlação ($r = 0,85$) entre as produções de MS e de MN, indicando que o uso da produção de matéria natural no campo pode ser utilizado para estimar a produção de matéria seca por área.

A porcentagem de MS diferiu entre as cultivares avaliadas, inclusive dentro das doses de nitrogênio. Verifica-se que o híbrido BR 700 apresentou o maior teor de MS, 32%, enquanto o menor teor foi de 23%, para o híbrido BRS 610. A produção de MS por hectare não diferiu entre as cultivares, independentemente das doses testadas, variando de 13 t.ha⁻¹ a 18 t.ha⁻¹.

A interação entre cultivares e doses foi significativa, embora a cultivar BR 700 tenha apresentado a menor produção de MN em todas as doses testadas (Tabela 5). Com relação à porcentagem de MS, verificaram-se diferenças significativas entre as cultivares em cada dose, sendo que a cultivar BR 700 apresentou um teor considerado satisfatório para ensilagem, em todas as doses.

A população de plantas (Tabela 6) não diferiu entre as cultivares, nas doses de 100 kg.ha⁻¹ e 50 kg.ha⁻¹. Entretanto, na dose equivalente a 75 kg.ha⁻¹, ocorreu diferença significativa, com variação de 156 mil a 227 mil plantas por hectare, com média de 191 mil plantas. Dependendo das condições de ambiente o sorgo compensa a produtividade com um ajuste nos componentes do rendimento. Molina (2000) encontrou uma população de plantas variando de 87 mil a 106 mil, o que pode ter influenciado na baixa produção de MS por hectare, que variou de 4,5 t.ha⁻¹ a 7,9 t.ha⁻¹ para cultivares de porte baixo, médio e alto.

A altura média das plantas apresentou diferenças, entre as cultivares, em todas as doses avaliadas (Tabela 6), com médias iguais a 2,39 m, 2,38 m e 2,42 m, para as doses 50 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹, respectivamente. A densidade e a altura

Tabela 6. Médias¹ da densidade de plantas por hectare e altura média das plantas, em cultivares de sorgo sob três doses de nitrogênio, em kg.ha⁻¹ (50, 75 e 100)

Cultivares	densidade			altura (m)		
	50	75	100	50	75	100
BRS 610	172215 Aa	175301 Abc	212954 Aa	2,37 Ab	2,44 Ab	2,49 Ab
CMSXS 762	153697 Aa	156166 Ac	191967 Aa	2,14 Ac	2,09 Ac	2,14 Ac
BR 506	195054 Aa	206473 Aab	237028 Aa	2,64 Aa	2,75 Aa	2,83 Aa
BR 700	166660 Ba	226842 Aa	218510 Aa	2,40 Ab	2,23 Ab	2,21 Abc

¹- Valores na coluna, seguidos por letras minúsculas diferentes, e valores na linha, dentro de cada variável, seguidos por letras maiúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (densidade de plantas) = 10,7%; CV (altura de plantas) = 5,5%.

Tabela 7. Médias¹ da porcentagem de panícula na matéria natural (PPMN) e porcentagem da matéria seca da panícula (MSP), em quatro cultivares de sorgo, sob três doses de nitrogênio, em kg.ha⁻¹ (50, 75 e 100)

Cultivares	PPMN (%)			MSP (%)		
	50	75	100	50	75	100
BRS 610	12,52 Ab	13,38 Ac	15,11 Ac	60,44 Aa	57,44 Aa	56,64 Aa
CMSXS 762	13,79 Bb	22,75 Ab	23,3 Ab	59,86 Aa	59,17 Aa	56,47 Aa
BR 506	2,96 Ac	2,93 Ad	2,11 Ad	52,41 Ab	45,34 Bb	47,84 ABb
BR 700	29,34 Aa	28,52 Aa	27,59 Aa	59,60 Aa	58,30 Aa	57,48 Aa

¹- Valores na coluna, seguidos por letras minúsculas diferentes, e valores na linha, dentro de cada variável, seguidos por letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). CV(PPMN)=10,3%, CV(MSP)=5,2%

das plantas não diferiram em relação às doses de nitrogênio aplicadas.

Conforme verifica-se na Tabela 7, a porcentagem de panícula diferiu estatisticamente entre as cultivares, em todas as doses de nitrogênio avaliadas, com variação de 2% a 28% (média de 17%), de 3% a 29% (média de 17%) e de 3% a 29%, com (média de 15%), respectivamente, para as doses 100 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 50 kg.ha⁻¹. Observou-se que a variedade BR 506 atingiu quantidades de panícula muito baixas, podendo isso, influenciar na qualidade da silagem produzida. O híbrido CMSXS 762 obteve uma menor participação de panícula na dose de 50 kg.ha⁻¹, enquanto os outros híbridos não diferiram (p>0,05) em relação às doses aplicadas.

Quanto ao teor de MS da panícula, verifica-se que apenas a variedade BR 506 apresentou diferença significativa em todas as doses de nitrogênio estudadas, tendo apresentado uma variação de 45% a 52% (Tabela 7).

A porcentagem de folha (Tabela 8) nas cultivares não diferiu nas doses equivalentes a 100 kg.ha⁻¹ e 75 kg.ha⁻¹. Entretanto, para dose de 50 kg.ha⁻¹, ocorreu diferença entre as cultivares, com variação de 11% a 15%, e média de 13,2%. Em relação às doses de nitrogênio, as cultivares mais baixas demonstraram menor porcentagem de folhas na dose 75 kg.ha⁻¹. Cabe ressaltar, entretanto, que esse caráter é muito dependente da sanidade plantas, bem como das condições de estresse a que estas foram submetidas.

A concentração de MS nas folhas diferiu, entre as cultivares em todas as doses de nitrogênio aplicadas. Ressalta-se que o híbrido BR 700 apresentou a maior porcentagem de MS, em todas as doses avaliadas, com variação de 37% a 42%, com média de 38,77%.

Tabela 8. Médias¹ da porcentagem de folha na matéria natural (PFMN) e porcentagem da matéria seca da folha (MSF%), em quatro cultivares de sorgo, sob três doses de nitrogênio, em kg.ha⁻¹ (50, 75 e 100)

Cultivares	PFMN (%)			MSF (%)		
	50	75	100	50	75	100
BRS 610	12,94 Aab	12,35 Aa	12,80 Aa	26,93 Ab	29,24 Ab	25,94 Ab
CMSXS 762	15,03 Aa	12,65 Ba	13,02 ABa	26,92 Ab	24,97 Abc	25,51 Ab
BR 506	11,40 Ab	11,27 Aa	11,92 Aa	25,99 Ab	23,85 Ac	24,64 Ab
BR 700	13,50 Aab	11,26 Ba	12,29 ABa	41,64 Aa	36,73 Ba	37,94 Aba

¹- Valores na coluna, seguidos por letras minúsculas diferentes, e valores na linha, dentro de cada variável, seguidos por letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). CV(PFMN) = 8,1%, CV(MSF) = 7,2%

A participação percentual do colmo diferiu entre as cultivares, bem como entre as doses de nitrogênio avaliadas (Tabela 9), com variações de 60% a 86% (média de 70,96%), de 62% a 86%, (média de 71,65%), e de 69% a 86%, (média de 75,13%), para as doses 100 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 50 kg.ha⁻¹, respectivamente. A porcentagem de colmo diferiu nas cultivares de menor porte, sendo que, quanto maior a dose de nitrogênio, menos colmo essas cultivares apresentaram. A variedade BR 506 apresentou a maior porcentagem de colmo na planta, esse desbalanceamento nas partes integrantes da planta proporciona um material de pior qualidade para o processo de ensilagem.

Em relação aos teores de MS no colmo, verificaram-se diferenças (p<0,05) entre as cultivares, bem como dentro das doses estudadas. Ressalta-se ainda que a variedade BR 506 e o híbrido BR 700 apresentaram colmos com menores teores de umidade, enquanto os híbridos BRS 610 e CMSXS 762 apresentaram colmos mais úmidos.

Tabela 9. Médias¹ da porcentagem de colmo na matéria natural (PCMN) e porcentagem da matéria seca do colmo (MSC %), em quatro cultivares de sorgo, sob três doses de nitrogênio, em kg.ha⁻¹ (50, 75 e 100)

Cultivares	PCMN (%)			MSC (%)		
	50	75	100	50	75	100
BRS 610	75,12 Ab	74,25 Ab	74,13 Ab	14,12 Ab	14,2 Ab	13,85 Ab
CMSXS 762	71,17 Ab	64,59 ABc	63,67 Bc	15,16 Ab	14,33 Ab	15,23 Ab
BR 506	85,63 Aa	85,79 Aa	85,96 Aa	24,74 Aa	16,66 Bab	24,51 Aa
BR 700	68,6 Ab	61,99 ABc	60,11 Bc	20,64 Aa	19,25 Aa	17,31 Ab

¹- Valores na coluna, seguidos por letras minúsculas diferentes, e valores na linha, dentro de cada variável, seguidos por letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). CV(PCMN)=4,9%, CV(MSC)=11,2%

CONCLUSÕES

1. As cultivares apresentaram elevado potencial de produção de massa seca, porém, os híbridos BR 700 e CMSXS 762 tiveram uma maior porcentagem de panícula na massa seca, bem como uma melhor relação entre os componentes da planta (panícula, colmo e folhas).
2. As doses de nitrogênio avaliadas (50 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹) proporcionaram variações nas partes integrantes da planta, pois, à medida que a dose de nitrogênio foi aumentada verificou-se uma maior participação de panícula, com redução na porcentagem de colmo.

REFERÊNCIAS

- Andrade, A. C., D. M. Fonseca, J. A. Gomide, V. H. Alvarez, C. E. Martins & D. P. H. Souza. 2000. Produtividade e valor nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (6): 1589-1595.
- Brasil. 1959. Ministério da Agricultura. Enciclopédia dos municípios brasileiros. IBGE, Rio de Janeiro. 475 p.
- Cândido, M. J. D., J. A. Obeid, O. G. Pereira, P. R. Cecon, A. C. Queiroz, M. F. Paulino & M.M. Gontijo Neto. 2002. Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sob doses crescentes de adubação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31 (1): 20-29.
- Carvalh, D. D., J. B. Andrade & P. Biondi. 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, 49 (2): 91-99.
- Corrêa, C. E. S., J. A. S. Rodrigues & L. C. Gonçalves. 1996. Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, folha e panícula de treze híbridos de sorgo. p.374-376. In Sociedade Brasileira de Zootecnia, Reunião Anual, 33. SBZ, Fortaleza. 937 p. Resumos.
- Costa, N. L. 1995. Adubação nitrogenada e consorciação de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30 (3): 401-408.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1995. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo, 1985/1987. Embrapa – CNPMS, Sete Lagoas. 170 p.
- Ferreira, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows Versão 4.0. p. 225-258. In Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. UFSC, São Carlos. Resumos.
- Flaresso, J. A., C. D. Gross & E. X. Almeida. 2000. Cultivares de milho e sorgo para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (6): 1608-1615.
- Gomide, J. A, C. P. Zago & M. E. Cruz. 1987. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 16 (4): 309-317.
- Martins, R. G. R. 2000. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em ovinos. Dissertação de Mestrado. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 45 p.
- Mays, D. A. 1974. Forage fertilization. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. 621 p.
- Molina, L. R. 2000. Avaliação Nutricional de Seis Genótipos de Sorgo Colhidos em Três Estádios de Maturação. Tese de Doutorado. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 234 p.
- Neumann, M., J. Restle, D. C. Alves Filho, I. L. Brodani, L. G. Pellegrini & A. K. Freitas 2002a. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31 (1): 293-301.
- Neumann, M., J. Restle, D. C. Alves Filho, R. A. C. Bernardes, M. Z. Arboitr, L. Cerdotes & L.A.O. Peixoto. 2002b. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31 (1): 302-312.
- Nogueira, F. A. S. 1995. Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 78 p.
- Pereira, O. G., J. A. Obeid, J. A. Gomide, & A. C. Queiroz, 1993. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e o valor nutritivo de suas silagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 22 (1): 31-38.
- Resende, J. A. 2001. Características agrônômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de cultivares de sorgo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 121 p.

- Silva, F. F. 1997. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 94 p.
- Silva, D. J. & A. C. Queiroz. 2002. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. UFV, Viçosa. 235 p.
- Silva, L. C. R. & Restle, J. 1993. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. p.467. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. Rio de Janeiro. 920 p. Resumos.
- Silva, F. F., J. A. S. Rodrigues, L. C. Gonçalves, C. E. S. Corrêa, N. M. Rodrigues & G. B. Mourão, 1996. A influência da altura e do teor de matéria seca do colmo sobre a porcentagem de acamamento de treze híbridos de sorgo. p.380-382. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33. Fortaleza. 937 p. Resumos.
- Valente, J. O. 1992. Introdução. p.5-7. In Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Manejo cultural do sorgo para forragem. Embrapa – CNPMS, Sete Lagoas. 66 p. (Circular Técnica 17).
- Vilela, L, W. S. Soares & M. C. M. Macedo. 1998. Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado. Embrapa, Brasília. 16 p. (Circular Técnica 37).
- White, J. S., K. K. Bolsen & G. Posler. 1991. Forage sorghum dry matter disappearance as influenced by plant part proportion. Animal Feed Science Technology, 33 (4): 312-322.
- Zago, C. P. 1991. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. p. 169-217. In Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 4. Fealq, Piracicaba. 320 p. Resumos.
- Zago, C. P. 1992. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. p. 9-26. In Manejo cultural do sorgo para forragem. Embrapa-CNPMS, Sete Lagoas. 66 p. (Circular técnica 17).