

Artigo Científico

Resumo

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar estratégias de semeadura e adubação com NPK nos parâmetros agrônômicos da cultura do sorgo. Foram conduzidos dois experimentos. No experimento I foi utilizado o sorgo forrageiro AG-2002 e os tratamentos avaliados foram três doses do formulado NPK 10-20-10 (18, 25 e 32 g m⁻¹ linear) e dois espaçamentos entre linhas de 60 e 80 cm, com quatro repetições. Notou-se interação significativa do espaçamento \times adubação no diâmetro de colmo e produtividade de panícula do sorgo forrageiro, destacando-se a associação de 25 e 32 g de NPK no espaçamento de 60 cm entre linhas (7,64 e 8,40 t ha⁻¹ de panícula, respectivamente). A altura média das plantas e a produtividade de matéria verde aumentaram quando as maiores doses de NPK foram empregadas. Na condução do experimento II, estudou-se o sorgo granífero DKB550 e os tratamentos avaliados foram três espaçamentos entre linhas 50, 70 e 90 cm e duas densidades de plantio de 10 e 12 plantas por metro linear, com quatro repetições. A altura média de plantas, produtividade de matéria verde e produtividade de panícula foram maiores quando a densidade de plantio foi maior (12 plantas m⁻¹). A produtividade e porcentagem de panículas em relação à planta inteira foram maiores quando manejados no menor espaçamento entre linhas de 50 cm. O sorgo forrageiro respondeu de forma positiva à adubação com NPK, melhorando os parâmetros agrônômicos. Plantios mais adensados resultam em melhores características agrônômicas, principalmente, em relação à produtividade de panículas.

Palavras-chave: matéria verde; panícula; produtividade; *Sorghum bicolor* L.

Parâmetros agrônômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação

Flavio Henrique Silveira Rabelo¹

Carlos Henrique Silveira Rabelo²

Elisângela Dupas¹

Denismar Alves Nogueira³

Adauton Vilela de Rezende⁴

Parámetros agrónómicos del sorgo en razón a las estrategias de siembra y fertilización

Abstract

El objetivo de esta investigación fue evaluar las estrategias de siembra y fertilización con NPK en los parámetros agrónómicos del cultivo del sorgo. Se realizaron dos experimentos. En el primer experimento se utilizó el sorgo AG-2002 y los tratamientos fueron tres dosis de NPK 10-20-10 (18, 25 y 32 g m⁻¹ lineal) y dos espaciamentos entre hileras de 60 y 80 cm, con cuatro repeticiones. Se observó una interacción significativa del espaciamento y fertilización en el diámetro del tallo y productividad de la panoja panícula del sorgo, destacando la asociación de 25 y 32 g de NPK en el espaciamento de 60 cm entre líneas (7,64 y 8,40 t⁻¹ ha de panícula, respectivamente). La altura media de las plantas, la productividad de materia verde aumentó cuando las dosis más altas de NPK fueron empleadas. Al llevar a cabo el experimento II, se estudió el sorgo DKB550 y los tratamientos evaluados fueron tres espaciamentos entre líneas 50, 70 y 90 cm y dos densidades de siembra de 10 y 12 plantas por metro lineal, con cuatro repeticiones. La altura media de las plantas, productividad de materia verde y productividad de panícula fueron más elevadas cuando la densidad de siembra fue mayor (12 plantas m⁻¹). El rendimiento y porcentaje de panículas en toda la planta fueron mayores cuando se cultivadas en espaciamento de 50 cm. El sorgo respondió positivamente a los fertilizantes NPK, con mejora en los parámetros agrónómicos. Cultivos más adensados resultan en mejores características agrónómicas, especialmente en relación con la productividad de panículas.

Palabras clave: materia verde; panícula; productividad; *Sorghum bicolor* L.

Introdução

O sorgo é uma planta de origem tropical com boa capacidade fotossintética, adaptada as mais

variadas condições de fertilidade do solo, sendo mais tolerante do que o milho a altas temperaturas e déficit hídrico, razão pela qual é cultivado em ampla faixa de latitudes, mesmo em regiões com

Recebido em: 24/10/2011

Aceito para publicação em: 04/04/2012

1 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Depto. Agronomia, E-mail: flaviohsr.agro@yahoo.com.br; elidupas@gmail.com

2 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". DPV. carlos.zoo@hotmail.com

3 Universidade Federal de Alfenas. DPV. denismar@unifal-mg.edu.br

4 Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS. adauton.rezende@unifenas.br

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.5, n.1 jan/abr. (2012)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

temperaturas elevadas, secas ou onde ocorrem veranicos (ANDRADE NETO et al., 2010).

A produtividade média de sorgo no Brasil ainda é considerada baixa, em torno de 3,128 kg ha⁻¹ de grãos (IBGE, 2010). Dentre os principais fatores responsáveis por este contexto, destacam-se as precipitações irregulares, fertilidade do solo, baixas aplicações de fertilizantes e densidade de plantas inadequada na semeadura (HAMMER e BROAD, 2003).

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do sorgo requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente supridas. Nesse sentido, os nutrientes essenciais, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio possuem função fundamental na nutrição destas plantas. O nitrogênio é constituinte essencial de proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético pela sua participação na molécula de clorofila (SIMILI et al., 2008). O fósforo é o nutriente mais limitante a produtividade de biomassa em solos tropicais, por participar de divisões celulares, relacionar-se diretamente com o acúmulo de matéria seca, fotossíntese, formação de açúcares, amidos, energia (moléculas de ATP - trifosfato de adenosina) e influenciar na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes, especialmente do nitrogênio (NOVAIS e SMITH, 1999). O potássio atua na ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados, absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, portanto, limitante em sistemas de utilização intensiva do solo (SIMILI et al., 2008).

Além da adubação, a densidade de semeadura e espaçamento entre linhas são primordiais para maximizar a produtividade (HAMMER e BROAD, 2003). DOURADO-NETO (1999) afirma que a densidade de semeadura utilizada deve ser baseada na capacidade suporte do meio, no sistema de produção adotado, no índice e na duração da área foliar fotossinteticamente ativa, na época de semeadura, e na adequada distribuição espacial

de plantas na área, em conformidade com suas características genótípicas.

A competição intraespecífica e interespecífica ocasiona redução na produtividade de grãos em algumas culturas de verão, as quais, para expressarem o potencial produtivo apresentam elevada demanda por radiação solar (LOPES et al., 2009). Com o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, é possível maximizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar, mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorar o aproveitamento de água e nutrientes, reduzir a competição inter e intraespecífica, aumentar a produção de matéria seca e produção de grãos (MOLIN, 2000).

ARGENTA et al. (2001) inferem que é necessário reavaliar as recomendações de espaçamento entre linhas e densidade de semeadura de algumas plantas em virtude das modificações introduzidas nos genótipos mais recentes, tais como: menor estatura, menor esterilidade de plantas, angulação mais ereta de folhas e elevado potencial produtivo. Diante deste contexto, objetivou-se avaliar estratégias de semeadura e adubação com NPK nos parâmetros agrônômicos da cultura do sorgo.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Castelhanos, na cidade de Carmo do Rio Claro - MG, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999). Considerando a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Subtropical Mesotérmico e caracterizado por invernos secos e verões úmidos, com altitude média de 823 m, precipitação anual de 1590 mm e temperatura média de 27°C durante o verão. Os dados meteorológicos durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

O solo do local foi amostrado na camada de 0 a 20 cm e apresentou as seguintes características

Tabela 1. Precipitação acumulada, temperatura média, umidade média e fotoperíodo acumulado durante o período experimental

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Fotoperíodo
Outubro	98	23	84	144
Novembro	50	24	80	180
Dezembro	340	23	90	82
Janeiro	196	23	89	124

Fonte: Dados da Estação Meteorológica de Machado - MG.

químicas: pH (H₂O) = 5,1; P-Mehlich = 5,1 mg dm⁻³; K⁺ = 6 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 0,7 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,3 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,3 cmol_c dm⁻³; H + Al = 4,0 cmol_c dm⁻³; SB = 1,0 cmol_c dm⁻³; t = 1,3 cmol_c dm⁻³; T = 5,0 cmol_c dm⁻³; V = 21%; m = 22%; M.O. = 2,1 dag kg⁻¹; P-rem = 9 mg L⁻¹. A correção da acidez foi realizada com base na análise de solo, 60 dias antes do plantio, aplicando-se o correspondente a 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 85%) para elevar a saturação por bases a 70%.

Experimento I

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com três doses do formulado NPK 10-20-10 (18, 25 e 32 g m⁻¹ linear) e dois espaçamentos entre linhas de 60 e 80 cm, configurando um esquema fatorial 3 x 2, com quatro repetições.

Os sulcos foram abertos manualmente por meio de um enxadão (profundidade de 8 a 10 cm) e, logo em seguida, foi realizada a adubação da área de acordo com os tratamentos. Com a utilização do espaçamento de 60 cm entre linhas, a adubação de 18, 25 e 32 g m⁻¹ linear correspondeu a 300, 416 e 533 kg ha⁻¹ da formulação NPK, e com 80 cm, os valores foram de 225, 312 e 400 kg ha⁻¹.

A semeadura do sorgo forrageiro (cultivar AG-2002) foi realizada manualmente a 5 cm de profundidade. Procedeu-se à adubação em cobertura quando as plantas apresentavam 3 a 4 pares de folhas, utilizando 20 g m⁻¹ linear do formulado NPK 30-00-20, o que correspondeu a aplicação de 333 e 250 kg ha⁻¹ nos espaçamentos de 60 e 80 cm entre linhas, respectivamente.

O ajuste populacional foi realizado 25 dias após o plantio, de acordo com os tratamentos avaliados, determinando populações entre 150 e 200 mil plantas ha⁻¹.

A colheita do sorgo foi realizada a 20 cm da superfície do solo, 125 dias após a semeadura. As avaliações da altura das plantas, diâmetro do colmo, produtividade de panícula e produção de massa verde foram realizadas somente na área útil das parcelas (duas linhas centrais). A altura e o diâmetro das plantas foram medidas com uso de régua e fita graduada, respectivamente.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2008), utilizando-se análise de regressão para adubação e teste Tukey para comparação de médias para efeitos de espaçamento entre linhas.

Experimento II

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3 x 2, sendo três espaçamentos entre linhas, de 50, 70 e 90 cm e duas densidades de semeadura, com 10 e 12 plantas por metro linear, com quatro repetições.

Os sulcos foram abertos manualmente, por meio de um enxadão (profundidade de 8 a 10 cm) e, logo em seguida, foi realizada a adubação da área com o formulado NPK 10-20-10, na dosagem de 32 g m⁻¹ linear. A semeadura do sorgo granífero (cultivar DKB550) foi realizada manualmente a 5 cm de profundidade. O ajuste populacional foi realizado 25 dias após o plantio de acordo com os tratamentos, determinando-se populações de 111, 133, 142, 171, 200 e 240 mil plantas ha⁻¹.

A colheita do sorgo foi realizada a 20 cm da superfície do solo, 125 dias após o semeadura. As avaliações de altura da planta, diâmetro do colmo, produtividade de panícula, produção de massa verde e participação de panículas em relação à planta foram realizadas somente na área útil das parcelas (duas linhas centrais).

Os resultados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2008), aplicando-se análise de regressão para espaçamento entre linhas e teste Tukey para comparação de médias para efeitos da densidade de plantio.

Resultados e Discussão

Experimento I

A interação espaçamento x adubação foi significativa (P<0,05) para diâmetro de colmo e produtividade de panícula (Tabela 2), todavia, o mesmo não ocorreu para as variáveis altura média de plantas e produtividade de matéria verde das plantas.

O diâmetro do colmo das plantas foi maior (P<0,05) quando o espaçamento de 80 cm entre linhas foi utilizado, demonstrando que a competição intraespecífica ocasionada com a utilização de 60 cm entre linhas reduziu a interceptação da radiação solar pelo dossel da cultura e alterou a competição por nutrientes, diminuindo a disponibilidade de fotoassimilados para manutenção das estruturas da planta (SANGOI e SALVADOR, 1997).

Segundo GROSS et al. (2006), a densidade populacional interfere na massa individual das

Tabela 2. Desdobramento da interação espaçamento x adubação para diâmetro de colmo e produtividade de panícula

Dose de NPK (g m ⁻¹ linear) ¹	Diâmetro de colmo (cm) ¹		Produtividade de panícula (t ha ⁻¹) ¹	
	60 cm	80 cm	60 cm	80 cm
18	1,11Bb	1,25Ba	6,83Ca	5,49Cb
25	1,18Bb	1,64Aa	7,64Ba	5,92Bb
32	1,34Ab	1,87Aa	8,40Aa	6,52Ab
CV (%)	5,40		2,41	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula (na coluna) e minúscula (na linha) não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

plantas, gerando um decréscimo de massa seca individual, notadamente do colmo, como resultado da competição entre elas pelos recursos do meio. Isto leva a inferir que as plantas tendem a ficarem mais suscetíveis ao tombamento e/ou acamamento com o incremento populacional, contudo, há diferenças entre genótipos.

A adubação também alterou o diâmetro do colmo, em que os maiores valores (P<0,05) foram obtidos quando as maiores doses de NPK foram empregadas, notando-se diâmetros de 1,34 cm com o uso de 32 g m⁻¹ linear no espaçamento de 60 cm, 1,64 e 1,87 cm utilizando 25 e 32 g m⁻¹ linear no espaçamento de 80 cm, respectivamente (Tabela 2). Estes resultados já eram esperados, pois, a competição intraespecífica ocorrida altera a competição por nutrientes e, desta maneira, o diâmetro do colmo geralmente é maior quando há maior suprimento de nutrientes.

As maiores produtividades de panícula foram verificadas quando o espaçamento de 60 cm entre linhas e a maior dose de NPK (32 g m⁻¹ linear) foram empregados. Houve produtividade de 8,40 e 6,52 t ha⁻¹ utilizando os espaçamentos de 60 e 80 cm entre linhas, respectivamente (Tabela 2). Este resultado foi reflexo da maior densidade populacional obtida com o uso de 60 cm entre linhas. A resposta da produtividade à adubação foi linear, demonstrando que a cultura do sorgo é altamente responsiva à adubação.

Não houve interação significativa (P>0,05) entre espaçamento x adubação para as variáveis altura e produtividade de matéria verde das

plantas, entretanto, houve efeito de forma isolada destes fatores (Tabela 3). O resultado obtido para altura das plantas de 1,60 vs. 1,49 m para 80 e 60 cm, respectivamente, demonstrou que a planta de sorgo depende das folhas como os principais órgãos fotossintéticos e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar como da taxa de fotossíntese por unidade de área (MAGALHÃES et al., 2003). Desta maneira, houve maior expansão foliar e conseqüentemente maior crescimento quando o espaçamento entre linhas foi maior.

De acordo com MELLO et al. (2004) é importante avaliar a altura das plantas, principalmente para confecção de silagem, uma vez que esta característica encontra-se diretamente relacionada com a porcentagem de plantas acamadas, podendo reduzir a produtividade de massa seca quando há acentuado acamamento, visto que estas plantas não são colhidas pelos maquinários no momento da ensilagem.

A produtividade de matéria verde foi maior com o espaçamento de 80 cm entre linhas, verificando-se valores superiores a 27 t ha⁻¹, o que pode ser atribuído a menor competição intraespecífica neste espaçamento. Em altas densidades de plantas, a competição intraespecífica na cultura de sorgo foi confirmada por LOPES et al. (2005), os quais observaram maior produtividade de grãos por planta na menor densidade, que foi de 100 mil plantas ha⁻¹, comparado à maior densidade de 220 mil plantas ha⁻¹ em dois espaçamentos estudados, de 50 e 80 cm.

Tabela 3. Altura e produtividade de matéria verde (MV) do sorgo em função do espaçamento entre linhas

Espaçamento (cm)	Altura das plantas (m) ¹	Produtividade de MV (t ha ⁻¹) ¹
60	1,49b	24,01b
80	1,60a	27,28a
CV (%)	2,48	4,62

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

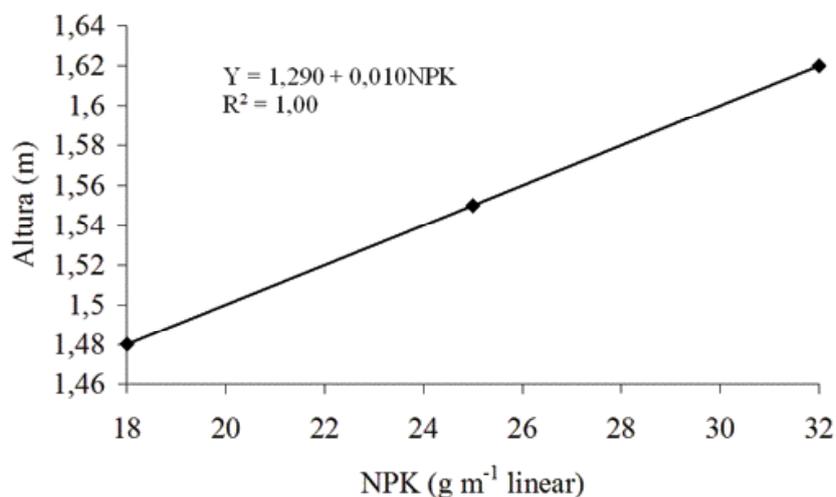


Figura 1. Altura das plantas de sorgo forrageiro, cultivar AG-2002, adubado com NPK.

Ocorreu aumento linear na altura das plantas em relação ao suprimento de NPK, notando-se acréscimo de 1 cm para cada 1 g m⁻¹ linear de NPK aplicado (Figura 1).

Este resultado permitiu inferir que a altura das plantas foi afetada pela adubação, e que a maior dose estudada neste experimento (32 g m⁻¹ linear) quando comparada a menor (18 g m⁻¹ linear), proporcionou aumento de 14 cm na altura das plantas de sorgo.

A produtividade de matéria verde das plantas de sorgo forrageiro aumentou linearmente em função da adubação, notando-se incrementos de 417 kg ha⁻¹

para cada unidade de aumento no fornecimento de NPK (Figura 2). Segundo MOLINA et al. (2000), esta resposta está correlacionada diretamente com a altura das plantas, portanto, o potencial de produção de matéria verde aumenta com a altura das plantas. Estes mesmos autores avaliaram parâmetros agronômicos de seis híbridos de sorgo e relataram alturas (m) e produtividades de matéria verde (t ha⁻¹) de 2,3/26,1; 1,8/24,0; 2,4/31,1; 2,7/27,2; 1,5/15,8 e 1,0/13,4 para os híbridos AG2006, CMSXS756, BR601, BRS701, BR303 e BR304, respectivamente.

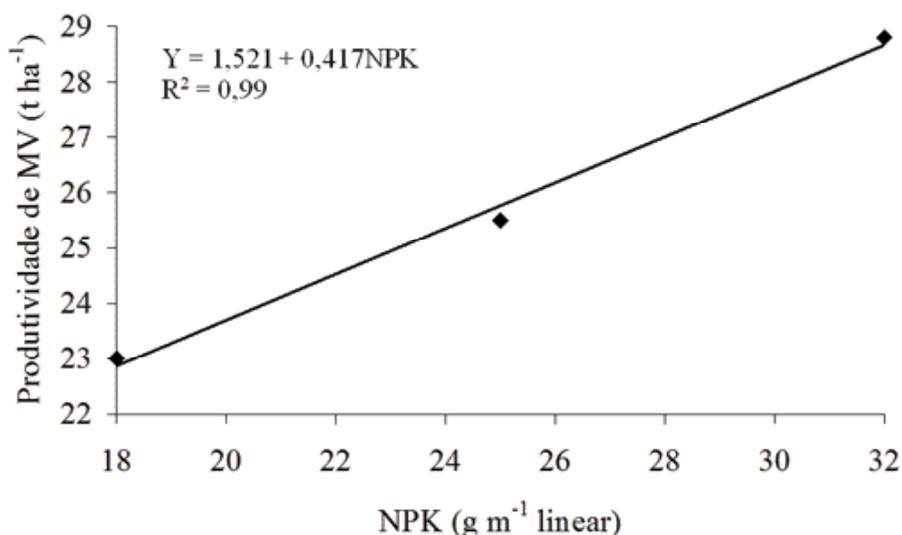


Figura 2. Produtividade de matéria verde (MV) do sorgo forrageiro, cultivar AG-2002, adubado com NPK.

Experimento II

Não houve efeito significativo da densidade no diâmetro de colmo e participação de panícula nas plantas de sorgo, assim como não houve interação entre este fator e espaçamento entre linhas ($P>0,05$). Entretanto, a altura, produtividade de matéria verde e produtividade de panícula foram alteradas pela densidade (Tabela 4).

As plantas de sorgo cultivadas com maior densidade populacional (12 plantas por metro linear) apresentaram maior altura, pois, houve competição intraespecífica por busca de luz, aumentando o comprimento dos internódios e conseqüentemente da planta (STRECK et al., 1996). SILVA et al. (2007) avaliaram parâmetros agrônômicos de cultivares de sorgo no sudoeste do estado de Goiás e relataram alturas médias de 1,39; 1,42; 1,34; 1,17 e 1,36 m para as cultivares BR700, 1F305, Volumax, VDH422 e Nutrigrain, respectivamente.

As produtividades de matéria verde e

panícula foram maximizadas pelo aumento da densidade de plantio, verificando-se produções de 26,82 e 4,30 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). COELHO et al. (2002) relataram que, de maneira geral, há tendência de aumento de produtividade da cultura em condições de espaçamento reduzido entre linhas, associado às 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 resultados inconsistentes em relação a esta inferência.

CRUZ et al. (2007) avaliaram cultivares de milho em resposta à variação do espaçamento e densidade e concluíram que o rendimento de grãos não foi afetado pela redução de espaçamento entre linhas de 80 para 50 cm, mas, no espaçamento reduzido, verificaram maior taxa de rendimento, quando ocorreu aumento da densidade de plantas.

Houve efeito quadrático para produtividade

Tabela 4. Características agrônômicas de plantas de sorgo granífero, cultivar DKB550, cultivados em duas densidades de semeadura.

Plantas m ⁻¹ linear	Altura da planta (cm)	Diâmetro do colmo (cm)	Produtividade de MV (t ha ⁻¹)	Produtividade de panícula (t ha ⁻¹)	Participação de panícula (%)
10	1,50b	1,93a	25,20b	3,84b	15,40a
12	1,58a	1,85a	26,82a	4,30a	16,17a
CV (%)	5,59	6,32	11,00	4,60	8,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

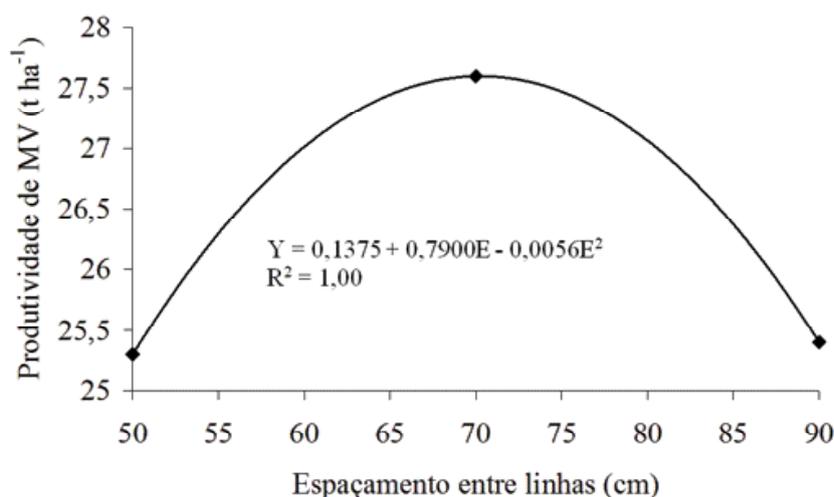


Figura 3. Produtividade de matéria verde (MV) em função do espaçamento entre linhas do sorgo granífero (cultivar DKB550).

de matéria verde em resposta ao espaçamento e, de acordo com a equação de regressão, a máxima produtividade foi obtida com o espaçamento de 70,0 cm entre linhas (Figura 3).

NEUMANN et al. (2008) avaliaram o efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio e densidade de plantas sobre o desempenho vegetativo do sorgo, e não encontraram interação entre os fatores. Entretanto, a produção de matéria seca aumentou linearmente com o aumento do espaçamento entre linhas, independente da densidade populacional da lavoura, na proporção de 103,9 kg ha⁻¹ de massa seca para cada aumento de 10 cm no espaçamento entre linhas. Estes autores atribuíram esse aumento linear no acúmulo da produção de matéria seca

com o aumento do espaçamento entre linhas as características genéticas do sorgo forrageiro cultivar AG-2501C em regime de cortes.

Ocorreu decréscimo linear na produtividade de panículas devido ao espaçamento, com diminuição de 132,5 kg ha⁻¹ para cada centímetro de aumento no espaçamento entre linhas (Figura 4). O aumento da produtividade de grãos mediante a redução do espaçamento entre linhas é atribuído à maior eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição por luz, água e nutrientes entre as plantas na linha, devido a sua distribuição mais equidistante (ARGENTA et al., 2001).

O resultado encontrado para participação de panículas em função do espaçamento foi similar

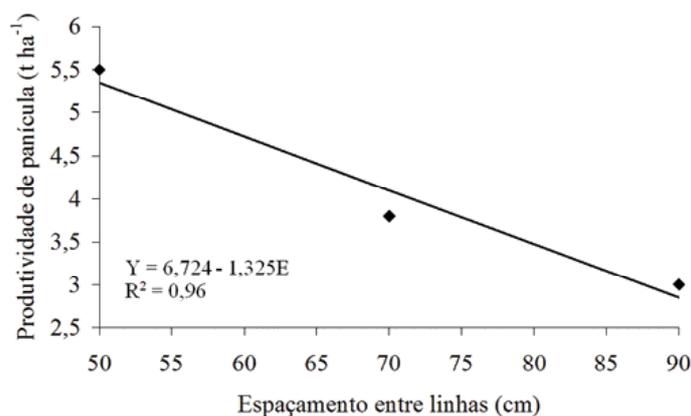


Figura 4. Produtividade de panículas do sorgo granífero (cultivar DKB550) em função do espaçamento entre linhas.

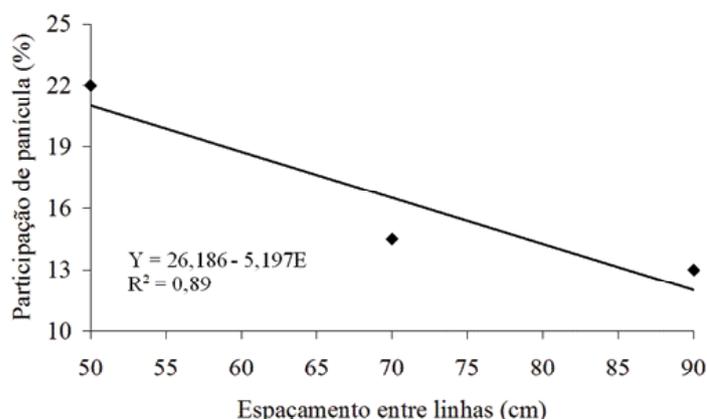


Figura 5. Participação de panículas em plantas de sorgo granífero (cultivar DKB550) em função do espaçamento entre linhas.

ao obtido para produtividade de panículas. Houve maior participação ($P < 0,05$) com o espaçamento de 50 cm entre linhas e a partir deste ponto, a participação diminuiu linearmente com o aumento do espaçamento (Figura 5).

KAPPES et al. (2011) estudaram o arranjo de plantas para híbridos de milho e notaram que a redução do espaçamento entre linhas de cultivo de 90 para 45 cm em geral não foi eficiente em aumentar o rendimento de grãos dos híbridos de milho XB6010, XB6012, XB7253 e XB9003. Todavia, DOURADO NETO et al. (2003) observaram para

a cultura do milho incrementos de rendimento de grãos com sequencial redução do espaçamento entre linhas de cultivo.

Conclusões

Os parâmetros agronômicos avaliados foram maximizados pela adubação com NPK, demonstrando que a cultura do sorgo se apresenta como altamente responsiva à adubação. De maneira geral, o adensamento de plantio foi benéfico ao sorgo, principalmente, em relação à produtividade de panículas.

Referências

- ANDRADE NETO, R.C.; MIRANDA, N.O.; DUDA, G.P.; GÓES, G.B.; LIMA, A.S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124-130, 2010.
- ARGENTA, G.S.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.
- COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAM, D.; CASELA, C.R.; RIBAS, P.M. Seja doutor do seu sorgo. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.14, 24p., 2002.
- 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**, v.6, n.1, p.60-73, 2007.
- DOURADO NETO, D. **Modelos fitotécnicos referentes à cultura do milho**. Tese (Livre docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. 229f.
- DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1999. 412p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.
- GROSS, M.R.; VON PINHO, R.G.; BRITO, A.H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.387-393, 2006.
- HAMMER, G.L.; BROAD, I.J. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. **Agronomy Journal**, v.95, n.1, p.199-206, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1679&id_pagina=1>. Acesso em: 17 mar. 2012.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; ARE, O.; OLIVEIRA, A.C.; ARE, M.V.; FERREIRA, J.P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.348-359, 2011.
- LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D.; LORENTZ, L.H.; LOVATO, C.; DIAS, V.O. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.525-530, 2005.

- LOPES, S.J.; BRUM, S.; STORK, L.; LÚCIO, A.D.; SILVEIRA, T.R.; TOEBE, M. Espaçamento entre plantas de sorgo granífero: produtividade de grãos e qualificação do modelo estatístico. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.649-656, 2009.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2003. 4p. (Boletim técnico-86).
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.1, p.87-95, 2004.
- MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, Castro, 2000. 2p.
- MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J.; FERREIRA, V.C.P. Avaliação agronômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.4, p.385-390, 2000.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NORNBERG, J. L.; OLIBONI, R.; PELLEGRINI, L.G.; FARIA, M.V.; OLIVEIRA, M. R. Efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e idade sobre o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.2, p.165-181, 2008.
- NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- SANGOI, L.; SALVADOR, R.J. Dry matter production and partitioning of maize hybrids and dwarf lines at four plant populations. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.1-6, 1997.
- SILVA, A.G.; BARROS, A.S.; TEIXEIRA, I.R. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p.116-127, 2007.
- SIMILL, F.F.; REIS, R.A.; FURLAN, B.N.; PAZ, C.C.P.; LIMA, M.L.P.; BELLINGIERI, P.A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.474-480, 2008.
- STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.2, p.105-112, 1996.