

## EXTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO SORGO GRANÍFERO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS

CARLOS JULIANO BRANT ALBUQUERQUE<sup>1</sup>,  
REGINALDO DE CAMARGO<sup>2</sup> e MONIQUE FERREIRA DE SOUZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Epamig, Unidade Regional Triângulo e Alto Paranaíba, Uberlândia, MG, Brasil, carlosjuliano@epamig.br

<sup>2</sup>UFU, Uberlândia, MG, Brasil, rcamrgo@umuarara.ufu.br; monique.mfs@hotmail.com

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 10-20, 2013*

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes exportados nos grãos e nos componentes remanescentes da parte aérea de sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Mocambinho, localizada no perímetro irrigado de Jaíba, MG. A cultivar utilizada foi a DKB 599 e as densidades de plantas foram de 100, 150, 200 e 250 mil plantas por hectare nos espaçamentos entre fileiras de 25, 50 e 75 cm. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 3 (espaçamentos) x 4 (densidades) com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, onde foram avaliados os teores de macronutrientes da parte aérea da planta. Os resultados evidenciaram que os teores de nitrogênio e enxofre exportados nos componentes remanescentes da parte aérea de sorgo granífero e os teores de cálcio e nitrogênio exportados pelos grãos são afetados pelo espaçamento entre plantas por fileiras. Já a densidade de semeadura não afeta os teores de macronutrientes exportados pelos grãos e componentes remanescentes da parte aérea.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*; espaçamento; grãos; nutrientes; densidade.

## MACRONUTRIENT UPTAKE IN SORGHUM PLANTS IN DIFFERENT ARRANGEMENTS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the macronutrient exported grains and remaining components of the aerial parts of sorghum at different plant spacings. The experiment was conducted at the Experimental Farm Mocambinho, located in the irrigated perimeter Jaíba, MG. The cultivar chosen was the DKB 599 and planting densities used were 100, 150, 200 and 250000 plants per hectare in row spacings of 25, 50 and 75 cm. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 3 (spacing) x 4 (thickness) with four replications. The experimental plot consisted of four rows 5 m long, considering how useful area the two central rows were evaluated in the levels of macronutrients from the area of plant. The nitrogen and sulfur exported in the remaining components of the aerial parts of sorghum are influenced by plant spacing, while the calcium and nitrogen for grain exports are affected by plant spacing. Since the seeding rate does not affect the macronutrient and grains exported by the remaining components of the shoot.

**Key words:** *Sorghum bicolor*; row spacing; grain; nutrients; density.

A diversificação de espécies no sistema de produção de grãos tem facilitado a adoção da prática de sucessão de culturas. O sorgo granífero está entre os cinco cereais mais importantes do mundo em área cultivada. No Brasil, a partir de 1995, a cultura teve grande expansão, com crescimento de 20% ao ano, principalmente em plantios de sucessão a culturas de verão. Na safra 2011/2012, os maiores destaques foram para os estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, os quais, somados, ultrapassam uma área plantada de 573 mil hectares (CONAB, 2013).

A planta de sorgo adapta-se a uma ampla variação de ambientes em razão de sua resistência à seca, o que permite sua produção sob condições desfavoráveis à maioria dos outros cereais (Magalhães et al., 2000). Além disso, o sorgo produz grande quantidade de palhada e com elevada relação C/N, o que é uma característica fundamental para a prática de semeadura direta em regiões quentes, em que a lenta decomposição é desejada. O cultivo do sorgo em sucessão à soja é uma alternativa para reduzir os riscos de perdas devido ao estresse hídrico e aumentar a rentabilidade do produtor, em consequência da renda de seus grãos. Além disso, os resíduos da cultura remanescente na área protegem o solo e promovem a reciclagem de nutrientes para a cultura a ser implantada na safra.

Informações sobre extração de nutrientes pelo sorgo em diferentes níveis de produtividade devem ser tomadas como referência para definição do manejo da fertilidade do solo, visando a melhor explorar o potencial produtivo das cultivares atualmente disponíveis aos produtores. Comparativamente à colheita apenas dos grãos, a colheita das plantas inteiras para uso como forragem promove intensa remoção de nutrientes das áreas de cultivo, com destaque para a elevada exportação de nitrogênio e potássio. Cantarella et al. (1996), estudando a extração de macronutrientes pela cultura do sorgo, concluíram

que, para a produção de uma tonelada de grãos, são exportados 17 kg N, 4 kg P, 5 kg K e 1,2 kg S. Entretanto, para a planta inteira, observaram que, para cada tonelada de grãos, são exportados respectivamente 30, 6, 23 e 2,7 kg de N, P, K e S. Pitta et al. (2001), estudando a extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade, verificaram que as extrações de N, P, K, Ca e Mg aumentam linearmente com o acréscimo na produtividade e que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e ao K, seguindo-se Ca, Mg e P.

Com o objetivo de verificar os sintomas típicos e individualizados de deficiências nutricionais de macronutrientes na cultura do sorgo, Santi et al. (2006) observaram que a produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes e os tratamentos que mais afetaram as diferentes partes das plantas e as áreas foliares foram as omissões de nitrogênio, cálcio e magnésio. O acúmulo de nutrientes pelas plantas obedeceu à seguinte ordem decrescente:  $N > K > Ca > Mg > P > S$ . Relativo à importância dos micronutrientes, Santi et al. (2005) descrevem que a produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes e o tratamento que mais afetou as diferentes partes das plantas e as áreas foliares foi a omissão de ferro, enquanto o acúmulo de nutrientes pelas plantas obedeceu à seguinte ordem decrescente:  $Fe > Mn > Zn > Cu > B$ .

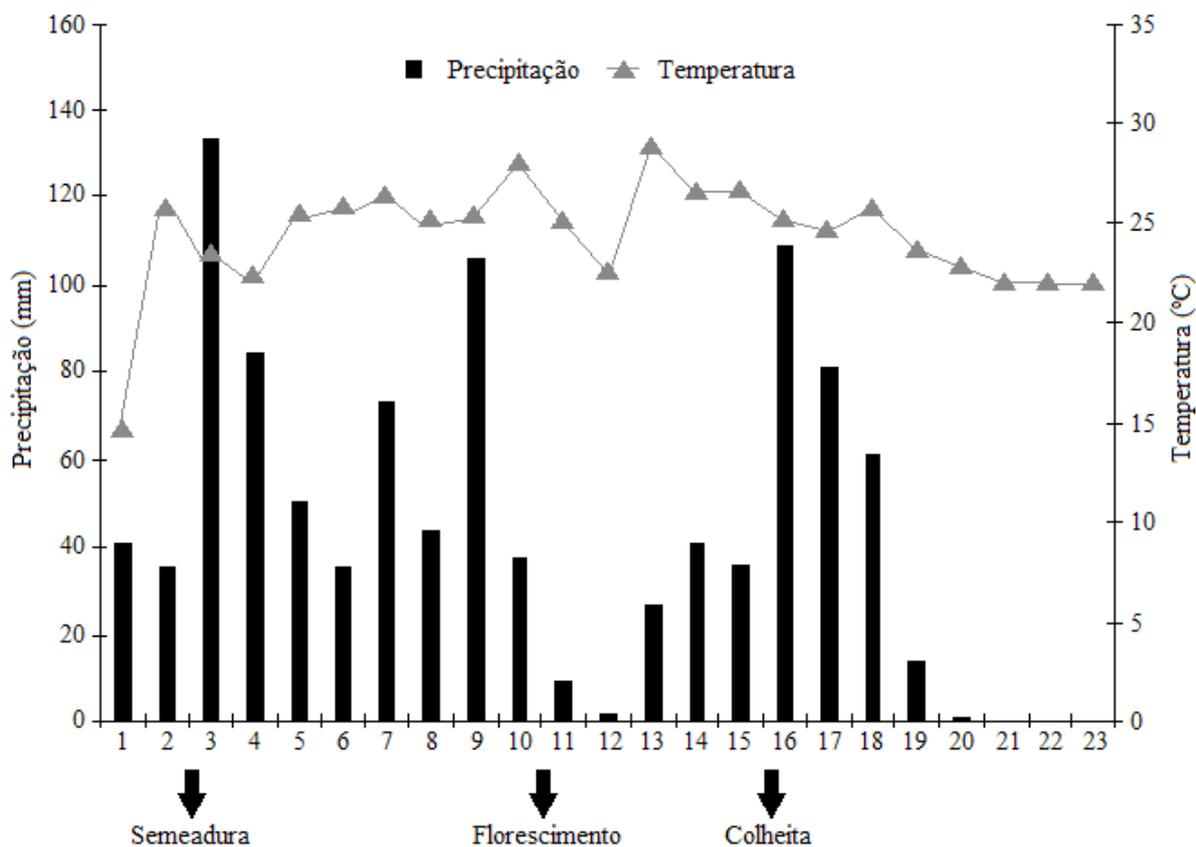
Estudos têm demonstrado que o sorgo apresenta boas respostas não somente à adubação, mas também a outros manejos da cultura. A redução dos espaçamentos entre fileiras promove incrementos na produtividade de grãos, independente da população de plantas adotada (Albuquerque et al., 2011). Sorgo granífero cultivado com irrigação tem acréscimo da produtividade, com a redução no espaçamento. Contudo, o aumento da população de plantas em cultivos irrigados proporciona acréscimos na produtividade até um ponto máximo, decrescendo a partir deste (Albuquerque et al., 2010).

Ao avaliar o arranjo de plantas do sorgo grânífero em condição de sequeiro e sob duas lâminas de irrigação (2,5 mm d<sup>-1</sup> e 5,0 mm d<sup>-1</sup>), Baumhardt & Howell (2006) constataram que a população de plantas não influenciou a produtividade de grãos em condição de sequeiro e quando submetida a até 2,5 mm d<sup>-1</sup>. Já os menores espaçamentos aumentaram em 7% a produtividade de grãos, considerando as três condições de regime hídrico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes exportados nos grãos e nos componentes remanescentes da parte aérea de sorgo grânífero em diferentes arranjos de plantas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de 25/11/2008 a 05/07/2009 na Fazenda Experimental de Mocambinho, localizada no perímetro irrigado de Jaíba, MG (48° 05' 29" de longitude Oeste e 15° 06' 48" de latitude Sul). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Embrapa, 2006) e o clima como Aw, segundo a classificação de Köppen. Na Tabela 1, encontra-se o resultado da análise química do solo, realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo da Epamig, em Nova Porteirinha, MG. Os dados sobre variações na precipitação e na



**FIGURA 1.** Médias de temperatura e precipitação pluvial por decêndio em Mocambinho, distrito de Jaíba, MG, de 25/11/2008 a 05/07/2009. Dados obtidos na Estação Meteorológica do Inmet na Epamig em Mocambinho, Jaíba, MG.

temperatura média por decêndio, durante a condução dos experimentos, são apresentados na Figura 1.

A cultivar escolhida foi a DKB 599 e as densidades de plantas utilizadas foram 100, 150, 200 e 250 mil plantas por hectare nos espaçamentos entre fileiras de 25, 50 e 75 cm. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 3 (espaçamentos) x 4 (densidades) e com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, onde foram avaliados os teores de macronutrientes no grão e no colmo mais folha.

Após a realização de uma aração e duas gradagens, a abertura dos sulcos de plantio foi feita mecanicamente, enquanto a adubação e a semeadura

manualmente, com a densidade de sementes ajustadas para obter as populações do estudo. A adubação foi realizada com base na análise de solo, sendo a de plantio correspondente a 480 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4 (N): 30 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 10 (K<sub>2</sub>O) mais 0,5% de Zn e a de cobertura, realizada na entrelinha com posterior incorporação com enxada aos 30 dias após a emergência, foi 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> na fonte cloreto de potássio e 80 kg de N ha<sup>-1</sup> na fonte ureia.

O manejo do sistema de irrigação foi realizado com o auxílio de tensiômetros instalados nas linhas de plantio na profundidade de 20 cm, sendo a irrigação utilizada até próximo ao final do período de enchimento dos grãos.

Para proteção contra pássaros, as panículas foram cobertas com sacos de papel kraft. O controle

**TABELA 1.** Resultados das análises de amostras de solo (0-20 cm de profundidade) da área onde foi conduzido o experimento. Dados obtidos no Laboratório de Fertilidade do Solo da Epamig em Nova Porteirinha, MG.

Características químicas	Valores
pH em H <sub>2</sub> O	5,2
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	2,3
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	0,2
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	1,8
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	0,7
K (mg dm <sup>3</sup> )	99,0
P (mg dm <sup>3</sup> )	4,5
Zn (mg dm <sup>3</sup> )	3,1
Fe (mg dm <sup>3</sup> )	15,4
Mn (mg dm <sup>3</sup> )	27,1
Cu (mg dm <sup>3</sup> )	0,7
B (mg dm <sup>3</sup> )	0,4
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	2,9
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	5,1
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	3,1
V (%)	56,0
m (%)	7,0

de pragas da parte aérea foi realizado por meio de pulverizações foliares com inseticida do grupo piretroide quando 20% das plantas das parcelas apresentavam sintomas de ataque da lagarta *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Já para o controle de plantas infestantes, foi utilizado em pós-emergência o herbicida atrazina na dosagem de 4 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

A colheita do sorgo foi realizada manualmente na área útil da parcela aos 180 dias após semeadura, quando as plantas já encontravam-se no ponto de maturidade fisiológica. O peso seco foi determinado para grãos e para o restante dos componentes vegetais da planta, retirando-se amostras representativas (10 plantas e 1000 grãos), que foram levadas à estufa com ventilação de ar forçada, a 65 °C, e secas até peso constante. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho Wiley equipado com peneira de 1,27 mm para determinação dos teores de macronutrientes, de acordo com Malavolta et al. (1997). Depois da determinação dos macronutrientes, calculou-se a quantidade acumulada em cada parte da planta (conteúdo), por meio do produto

entre a massa seca do órgão e o teor de macronutriente da respectiva parte da planta. Os resultados obtidos pelo laboratório de fertilidade foram fornecidos considerando duas casas decimais. Dessa forma, os dados referentes aos teores de cálcio foram transformados  $\sqrt{x+1}$  devido aos valores nulos em algumas análises. A quantidade de nutrientes exportados foi transformada para hectare.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentados os resumos das análises de variâncias para o acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no colmo mais folhas e nos grãos. Foi observado efeito significativo do espaçamento ( $F \geq 0,01$ ) para N nas duas frações da planta (colmo mais folhas e grãos). A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação apresentou valores entre 2,19 e 25,64%. Considerando-se a média geral, constataram-se maiores teores de K, seguido de N e P no colmo mais folha. Já o acúmulo de nutrientes pelos grãos obedeceu à seguinte ordem decrescente:  $> N > K > P$ .

**TABELA 2.** Resumo das análises de variância para acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no colmo e folha e no grão.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Colmo e folha (dag kg <sup>-1</sup> )			Grão (dag kg <sup>-1</sup> )		
		N	P	K	N	P	K
Blocos	3	0,08740	0,00137	0,12230	0,12320	0,01448	0,00894
Espaçamento (E)	2	0,32280**	0,00247	0,24486	0,14020**	0,01051	0,01356
Densidade (D)	3	0,04730	0,00005	0,05878	0,02780	0,00469	0,00189
E X D	6	0,07490	0,00147	0,13305	0,01680	0,00294	0,01021
Erro	33	0,05950	0,00084	0,07644	0,02360	0,00456	0,01521
Média Geral		1,50204	0,110343	12,61483	2,40011	0,41112	0,63354
CV (%)		16,25	25,64	2,19	6,42	16,35	19,65

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

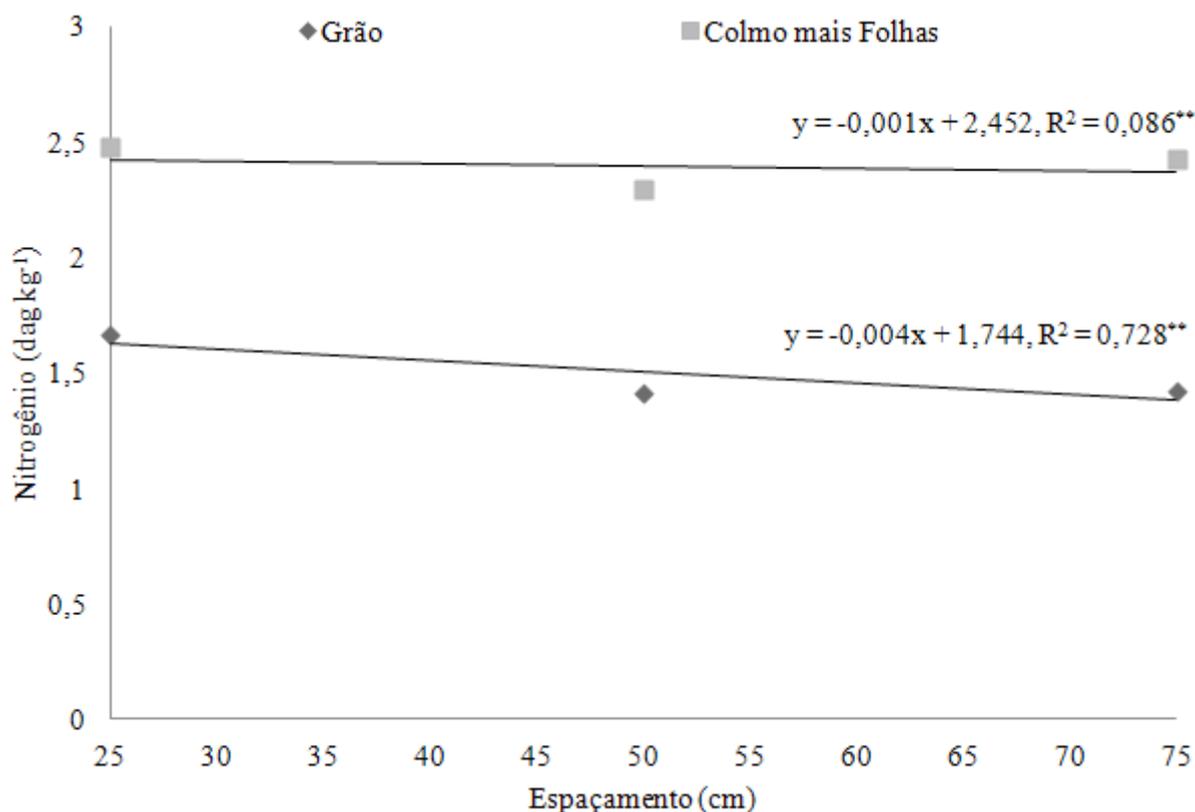
Os teores de macronutrientes não foram afetados pela densidade de plantio nem pela interação entre espaçamento e densidade. Independente da sequência na extração de nutrientes, a pesquisa tem confirmado ser bastante interessante a redução de espaçamento na cultura do sorgo (Lopes et al., 2005; Baumhardt & Howell, 2006; Albuquerque et al., 2011). Todavia, ainda há uma grande demanda por estudos nutricionais dessa espécie, quando submetida a diferentes disposições de plantio.

Na Figura 2, é possível visualizar a representação gráfica da equação de regressão para concentrações de teores de nitrogênio ( $\text{dag kg}^{-1}$  de matéria seca) no colmo mais folhas e grãos em função do espaçamento adotado para sorgo granífero. Foi constatada correlação linear

entre as concentrações de nitrogênio e os espaçamentos utilizados nas duas frações da planta, com valores de  $R^2$  superiores a 72%.

De acordo com a equação de regressão, o aumento de 1 cm entre fileiras proporcionou decréscimo de  $0,004 \text{ dag kg}^{-1}$  de N nos grãos. No colmo mais folhas, o mesmo comportamento foi evidenciado. Entretanto, o aumento de 1 cm entre fileiras proporcionou decréscimo de  $0,001 \text{ dag kg}^{-1}$  de N na matéria seca (Figura 2).

Segundo Fribourg et al. (1976), no que se refere à exportação dos nutrientes pelo sorgo, fósforo e nitrogênio são quase totalmente translocados para os grãos, seguido de magnésio, potássio e cálcio. Relativo ao nitrogênio, Pitta et al. (2001) ainda destacam ser este o elemento cuja extração é maior pela cultura do sorgo,



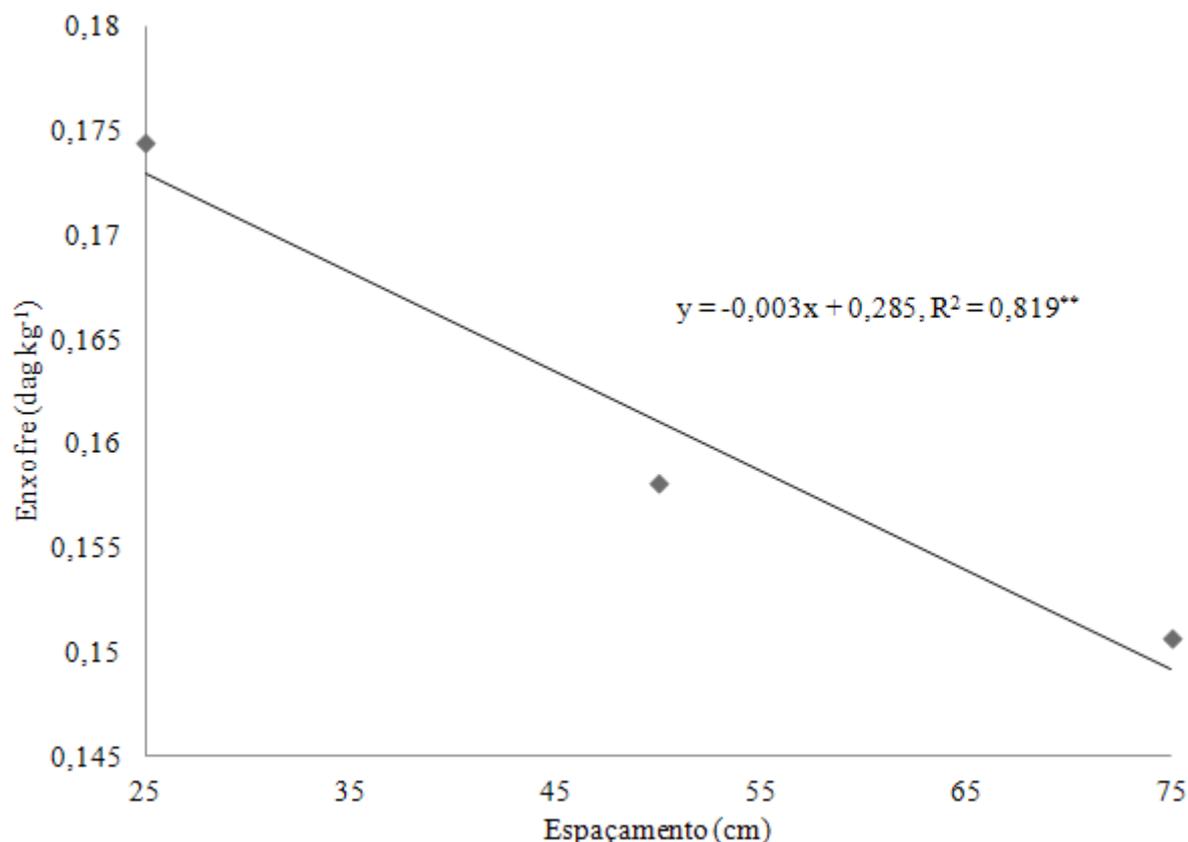
**FIGURA 2.** Concentrações de nitrogênio ( $\text{dag kg}^{-1}$  de matéria seca) no colmo e folhas e nos grãos em função do espaçamento adotado para sorgo granífero. \*\*Significativo, a 1% de probabilidade.

com uma elevação linear em seu acúmulo em função do aumento da produtividade. O arranjo das plantas conduz a uma nova disposição de folhas na área e pode reduzir o autossombreamento e aumentar a eficiência na interceptação e no uso da radiação solar, maior demanda e eficiência de absorção dos nutrientes e de outros fatores de produção. Assim, a eficiência de absorção é um dos componentes que justificam o incremento na produtividade, reportados por Lopes et al., 2005; Baumhardt & Howell, 2006 e Albuquerque et al., 2011.

É importante salientarmos que a fertilidade do solo onde o experimento foi conduzido estava em fase de construção, ou seja, a disponibilidade de P apresentou níveis baixos, Ca teor médio, enquanto K apresentou

valor classificado como bom, conforme descrito pela Ribeiro et al. (1999). Desta forma, podemos afirmar que as concentrações de macronutrientes também foram influenciadas pelo nível de fertilidade do solo. Todavia, o arranjo de plantas afetou a absorção e a translocação de alguns elementos, como pode ser verificado para cálcio (Figura 2) e enxofre (Figura 3).

O resumo das análises de variância para as concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas frações da planta de sorgo em função dos diferentes espaçamentos e densidades estão apresentados na Tabela 3. Houve diferenças ( $p \leq 0,01$ ) apenas para o efeito de espaçamento, quando avaliadas as concentrações de S no colmo mais folhas e Ca nos



**FIGURA 3.** Concentrações de enxofre (dag kg<sup>-1</sup> de matéria seca) no colmo e folhas em função do espaçamento adotado para sorgo granífero. \*\*Significativo, a 1% de probabilidade.

**TABELA 3.** Resumo das análises de variância para acúmulo de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) no colmo e folha e no grão.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Colmo e folhas (dag kg <sup>-1</sup> )			Grãos (dag kg <sup>-1</sup> )		
		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S
Blocos	3	0,0095	0,000	0,0018	0,0001	0,0027	0,0010
Espaçamento (E)	2	0,0008	0,0013	0,0024**	0,0004**	0,0030	0,0006
Densidade (D)	3	0,0027	0,0010	0,0005	0,0000	0,0001	0,0003
E X D	6	0,0028	0,0011	0,0004	0,0000	0,0015	0,0004
Erro	33	0,0021	0,0007	0,0004	0,0000	0,0020	0,0003
Média Geral		0,3003	0,1914	0,1645	0,0100	0,2056	0,2033
CV (%)		15,30	14,23	12,47	0,61	1,68	8,65

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

grãos. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação apresentou valores menores que 16% para esses nutrientes.

Por meio da representação gráfica da equação de regressão para as concentrações de enxofre no colmo e folhas em função do espaçamento, foi observado aumento linear (dag kg<sup>-1</sup> de matéria seca) com a redução dos espaçamentos (Figura 3). Nesse caso, o aumento de 1 cm no espaçamento entre fileiras proporcionou decréscimo de 0,003 dag kg<sup>-1</sup> de S na matéria seca do colmo e folhas.

Contrariamente ao cálcio, o enxofre pode estar em maior limitação no solo. Associado às características do elemento e do solo, é provável que ocorra maior competição das plantas pelo elemento e, conseqüentemente, menor concentração nas plantas nos maiores espaçamentos. Outro fator a ser considerado é a maior susceptibilidade à lixiviação do enxofre quando na disposição de plantas com maior espaçamento, reduzindo sua disponibilidade às plantas. A lixiviação é tida como a principal forma de saída de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do sistema solo. Estudos com a utilização de lisímetros mostraram que a remoção de

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> pela água de drenagem chega a ser de três a seis vezes superior à daquele exportado pelas colheitas (Jordan & Ensminger, 1958). Cálculos realizados por Österholm & Aström (2004) reforçam a importância da lixiviação no processo de perdas de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo. As perdas por emissão de gases ou exportação pelas culturas são insignificantes, quando comparadas com as por lixiviação, que foram da ordem de 633 kg de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

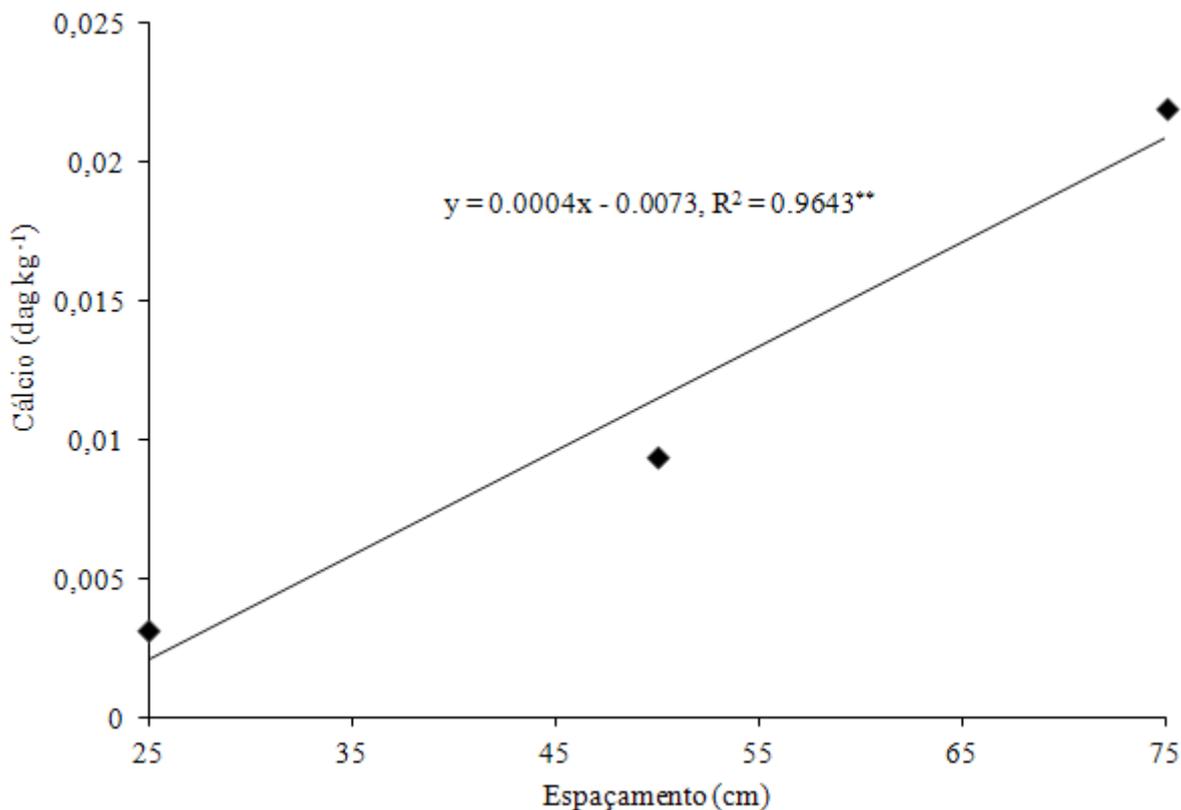
Com relação às concentrações de cálcio no grão, o aumento no espaçamento contribui para o aumento desse elemento (Figura 4). Foi constatada relação linear entre a concentração de cálcio no grão e os espaçamentos com R<sup>2</sup> superior a 90%. O arranjo das plantas, associado à característica do elemento e do solo, pode resultar em maior concentração do cálcio nas plantas. Maior densidade radicular e maior volume de biomassa podem resultar em maior fluxo transpiracional das plantas, que favorece o fluxo em massa de Ca em direção à superfície radicular, o que pode resultar em maior absorção e concentração do elemento. Assim, no espaçamento maior, o arranjo de plantas na área pode favorecer

o fluxo, aumentando a absorção e a concentração do elemento no tecido. Segundo Argenta et al. (2001), o arranjo de plantas pode ser manipulado através de alterações na população de plantas, espaçamento entre linhas, na distribuição de plantas na linha, que proporcionam modificações na configuração do dossel da cultura, podendo alterar a interceptação da radiação solar. A interceptação da radiação solar é influenciada pelo índice de área foliar, pelo ângulo e pela disposição das folhas, pela interceptação de luz por outras partes da planta e pela quantidade de luz incidente.

As concentrações dos demais macronutrientes no grão (P, K, S e Mg) não sofreram alterações significativas com a variação do espaçamento.

O acúmulo de nutrientes pelos grãos obedeceu, em ordem decrescente:  $> N > K > P > S > Mg > Ca$ . Segundo Fribourg et al. (1976), na planta de sorgo, o P e o N são quase todos translocados para os grãos, seguindo-se o Mg, o K e o Ca. Isso implica em que a incorporação dos restos culturais do sorgo devolve ao solo parte dos nutrientes, principalmente K, Ca e Mg, contidos na palhada. Entretanto, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção e em decorrência das grandes quantidades que são exportadas pelos grãos, faz-se necessária a reposição desses nutrientes em cultivos seguintes.

No caso do somatório de colmo mais folhas, foi observada a seguinte ordem:  $> K > N > P > Ca > Mg > S$ , diferindo um pouco dos resultados observados



**FIGURA 4.** Concentrações de Cálcio (dag kg<sup>-1</sup> de matéria seca) nos grãos em função do espaçamento adotado para sorgo granífero. \*\*Significativo, a 1% de probabilidade.

por Santi et al. (2006), em que foi observado maior acúmulo de N. No caso da cultura do milho, o interesse em espaçamentos de 40 a 60 cm entre as linhas tem crescido nos últimos dez anos nas diferentes regiões produtoras do Brasil, principalmente pelos agricultores que utilizam populações superiores a 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> e alcançaram rendimentos de grãos superiores a 7.000 kg ha<sup>-1</sup> (Pereira, 2006). Segundo Balbinot Jr. & Fleck (2005), a redução do espaçamento entre fileiras de milho para 0,4 a 0,5 m constitui uma alternativa promissora de manejo que pode melhorar, por exemplo, a produtividade da cultura e facilitar o manejo de plantas daninhas. No entanto, antes de decidir sobre essa prática, os agricultores devem analisar todo o sistema de produção de sua propriedade, a fim de verificar se não há gargalos a serem solucionados prioritariamente. O desenvolvimento de híbridos mais tolerantes a altas densidades populacionais tem aumentado a adoção desta prática cultural. Por certo, a mesma tendência de manejo exigirá que os materiais de sorgo sejam melhorados, considerando a tendência de redução no espaçamento entre linhas.

Culturas com maiores rendimentos extraem e exportam maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitam de doses diferentes de fertilizantes. As recomendações oficiais de adubação para a cultura do sorgo no Brasil e as doses dos nutrientes são segmentadas, conforme a produtividade esperada. Isso se aplica mais apropriadamente a nutrientes como nitrogênio e potássio, extraídos em grandes quantidades, mas também é válido para o fósforo e, de certo modo, para o enxofre. O conceito é menos importante para o cálcio e o magnésio, cujos teores nos solos, com a acidez adequadamente corrigida, devem ser suficientes para culturas de sorgo com altas produtividades.

## Conclusões

O espaçamento entre plantas influenciou os teores de nitrogênio e enxofre exportados nos componentes remanescentes da parte aérea do sorgo granífero.

Os teores de cálcio e nitrogênio nos grãos do sorgo granífero são influenciados pelo espaçamento entre linhas.

A densidade de plantas não afeta os teores de macronutrientes nos grãos e no colmo e folha do sorgo granífero para o híbrido DKB 599.

## Agradecimentos

À Fazenda experimental de Mocaminho, pela condução do trabalho, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão de bolsas.

## Referências

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROCHA, R. R.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento reduzido para o cultivo do sorgo granífero no sistema irrigado e em sequeiro. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, p. 7-26, 2010.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, p. 278-285, 2011.
- BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T. A. Seeding Practices, Cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, p. 462-470, 2006.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E.

- O. Cereais. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. R.; FURLAN, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 45-71. (Boletim Técnico, 100).
- CONAB. **Séries Históricas Relativas às Safras 1976/77 a 2012/2013 de Área Plantada, Produtividade e Produção**. Brasília, DF: CONAB, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t>> Acesso em: 5 mar. 2013.
- FRANCO, A. A. N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- FRIBOURG, H. A.; BRYAN, W. F.; LESSMAN; G. M.; MANNING, D. M. Nutrient uptake by corn and grain sorghum silage as affected by soil type, planting date, and moisture regime. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, p. 260-263, 1976.
- LOPES, S. J.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; 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**, Brasília, DF, v. 40, p. 525-530, 2005.
- MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 3).
- PEREIRA, R. C. **Relação entre características estruturais e bioquímicas e a textura do grão de milho**. 2006. 54 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES; V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 519-544.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; PEREIRA, W. L. M.; SCARAMUZZA, J. F. Deficiências de micronutrientes em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, p. 54-63, 2005.
- SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; PEREIRA, W. L. M.; SCARAMUZZA, J. F. Deficiências de macronutrientes em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 228-233, 2006.