



Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na rebrota de dois híbridos de sorgo⁽¹⁾.

Gustavo Franco de Castro⁽²⁾; Iran Dias Borges⁽³⁾; Antônio Augusto Nogueira Franco⁽⁴⁾; Marcos Koiti Kondo⁽⁵⁾; Junia de Paula Lara⁽⁶⁾; Silvino Guimarães Moreira⁽⁷⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG. ⁽²⁾ Mestrando; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; gustavofcastro@ymail.com; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Maringá; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁶⁾ Mestrando; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁷⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei;

RESUMO: A cultura do sorgo se destaca pela rusticidade, elevada produção de biomassa e pela grande tolerância ao déficit hídrico. O estudo da marcha de absorção de nutrientes em função dos estádios fenológicos da cultura do sorgo é de fundamental importância para subsidiar estratégias de definição das quantidades e das épocas de realização de adubações na cultura, e das quantidades mínimas que devem ser restituídas ao solo para fins de manutenção da fertilidade. O presente estudo teve como objetivo determinar o acúmulo dos macronutrientes na planta de sorgo em sua rebrota, em função dos estádios fenológicos da cultura. O experimento foi conduzido em campo, sob sistema convencional de cultivo. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 9x2 sendo nove épocas de coleta e o dois híbridos de sorgo, um granífero (DKB 599) e outro forrageiro (BRS 610). Cultivares de sorgo acumulam macronutrientes até a maturidade fisiológica quando são obtidos os acúmulos máximos. A cultivar BRS 610 acumula maiores quantidades de fósforo e magnésio nas partes aéreas das plantas do que a cultivar DKB 599. As cultivares DKB 599 e BRS 610 acumulam de maneira semelhante os elementos: N, K, Ca e S nas partes aéreas das plantas.

Termos de indexação: Adubação, Macronutrientes, Produção.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo se destaca pela rusticidade, elevada produção de biomassa e pela grande tolerância ao déficit hídrico. Essas características, associadas à sua grande eficiência energética, permitem o cultivo do sorgo em zonas áridas e semi-áridas, com produção em diferentes épocas e regiões, garantindo certa perenidade na oferta de matéria-prima, motivo que tem favorecido o seu cultivo em substituição ao milho como suplemento energético, trazendo grandes vantagens econômicas ao produtor.

A demanda por grãos no Brasil cresce sistematicamente e mais de 95% dessa demanda é, atualmente, atendida pela cultura do milho. Por outro lado, mesmo com o significativo aumento nas safras brasileiras de milho, ainda há dificuldades para o atendimento a essa demanda em expansão, tendo em vista o crescimento dos setores da avicultura, da suinocultura e da bovinocultura. Como consequência, espera-se um aumento nas importações do produto, onerando os custos de produção de carnes, uma vez que, apesar do menor preço do milho no mercado internacional, os custos de frete e a incidência de taxas no milho importado tornam-no mais caro na ponta do consumo (Coelho et al., 2002).

Cabe mencionar que as produtividades médias do sorgo granífero no Brasil variam, de acordo com o ambiente de cultivo e a tecnologia adotada, de 0,75 a 5 t ha⁻¹, sendo que o potencial produtivo é de 12 t ha⁻¹. Da mesma forma, as produtividades médias do sorgo forrageiro variam de 8 a 18 t ha⁻¹ de matéria seca, com potencial produtivo de 25 t ha⁻¹ (Zago & Guimarães, 2008).

Dentre as principais causas desta realidade, pode-se citar a má distribuição pluviométrica em algumas regiões produtoras nas épocas de cultivo, o baixo consumo de fertilizantes e corretivos, aliados a uma inadequada fertilização (Pinho & Vasconcelos, 2002). Pouco se sabe sobre os padrões de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. O estudo da marcha de absorção de nutrientes em função dos estádios fenológicos da cultura do sorgo é de fundamental importância para subsidiar estratégias de definição das quantidades e das épocas de realização de adubações na cultura, e das quantidades mínimas que devem ser restituídas ao solo para fins de manutenção da fertilidade. Isso contribuirá para o aumento da eficiência no manejo da cultura, proporcionando ganhos em produtividade e redução de custos na lavoura, pela utilização racional e eficiente dos insumos e do solo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o acúmulo dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e



enxofre (N, P, K, Ca, Mg e S) na rebrota dos híbridos de sorgo granífero e forrageiro, conduzido com irrigação suplementar, na região Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba - MG, sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa, cujo clima, segundo Ometto (1981) é do tipo AW (tropical chuvoso, savana com inverno seco). Foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. anteriormente ao plantio do sorgo.

Foram utilizados dois híbridos de sorgo, um granífero DKB 599 e outro forrageiro BRS 610. Os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 9 x 2, sendo que o primeiro fator constituiu-se das épocas de coleta das plantas obedecendo cada estágio fenológico da cultura do sorgo (fases de crescimento): E1 = três folhas totalmente expandidas; E2 = cinco folhas totalmente expandidas; E3 = sete folhas totalmente expandidas; E4 = diferenciação primórdio floral; E5 = 80 % área foliar total/pré-emergência da panícula; E6 = folhas totalmente expandidas; E7 = liberação de pólen nas panículas; E8 = grão leitoso/pastoso; E9 = camada negra no grão, e o segundo fator foi composto pelos híbridos simples de sorgo BRS 610 e DKB 599. Dessa forma, para efeito de coleta de dados, contemplaram-se as três fases de crescimento da cultura do sorgo (EC1, EC2 e EC3) com três épocas de coleta cada uma, perfazendo um total de nove épocas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas úteis para efeito de coleta de dados e observações.

A correção da fertilidade e as adubações de plantio e cobertura foram realizadas considerando a análise química do solo, de acordo a CFSEMG (1999). Na adubação de plantio, utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 4:30:10, correspondendo a 20, 150 e 50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, sendo a primeira quando as plantas estavam com 4-5 folhas totalmente expandidas, aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:0:20 (N, P₂O₅ e K₂O); a segunda quando as plantas estavam com 6-7 folhas totalmente desenvolvidas, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:0:20 (N, P₂O₅ e K₂O), e finalmente a

terceira quando as plantas estavam com 8 folhas, aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Após a colheita dos híbridos, foi realizada uma adubação de cobertura após quinze dias do início da rebrota da cultura do sorgo, sendo aplicado 60 kg ha⁻¹ de N.

As sementeiras foram realizadas manualmente em 10/11/2009 utilizando-se o dobro de sementes necessárias para a obtenção da densidade desejada para cada híbrido. O desbaste foi realizado quando as mesmas estavam com 3 folhas totalmente desenvolvidas (25/11/2009), ajustando a população equivalente à sugerida para cada híbrido.

Para repor a evapotranspiração diária da cultura, foi realizada a irrigação quando necessário, utilizando o sistema de irrigação convencional por aspersão, constituído por linhas laterais móveis. As regas ocorreram três vezes por semana com um tempo efetivo de irrigação por posição de 3,5 horas. Do florescimento até a senescência, o tempo efetivo por posição aumentou para 4,0 horas. As precipitações eram descontadas na mesma proporção das respectivas lâminas de irrigação.

A colheita do material vegetal para as avaliações, de acordo com os tratamentos pré-determinados, foi escalonada obedecendo cada estágio fenológico da cultura do sorgo após sua rebrota (fases de crescimento). As coletas das plantas ocorreram quando, pelo menos, cinquenta por cento das parcelas se encontravam no estágio fenológico respectivo. As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o Galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material vegetal foi separado em caule, folhas e panícula. Posteriormente retiraram-se amostras representativas de cada parte vegetal, sendo essas lavadas em água corrente e depois em água destilada, secas em estufa de circulação forçada a 65 °C, até peso constante, determinada a matéria seca e moídas. Em seguida, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos da UNIMONTES, para a realização das determinações químicas dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), estudadas pelo teste Scott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados revelou que, apenas para o acúmulo de fósforo e magnésio houve influência das cultivares de sorgo. Já os estádios fenológicos afetaram significativamente todos os nutrientes estudados. A interação entre as



cultivares e os estádios fenológicos foi significativa apenas para o acúmulo de magnésio e fósforo demonstrando que os híbridos avaliados se comportam diferentemente quanto ao acúmulo destes ao longo do desenvolvimento da planta. Em nenhuma das variáveis analisadas, foi observado efeito significativo para bloco. Entretanto, tal ensaio poderia ter sido conduzido em DIC, mas como havia dúvida da homogeneidade da área experimental, optou-se pela blocagem (**Tabela 1**).

Apesar de haver diferença entre as cultivares para o acúmulo de magnésio, observa-se que ambas apresentaram um menor acúmulo de magnésio em EC1, e a partir da EC2 apresentaram um acúmulo crescente e de forma diferenciada desse nutriente até a maturidade fisiológica, sendo que a cultivar forrageira BRS 610 acumula mais magnésio que a cultivar granífera DKB 599 (**Tabela 2**).

Observa-se que ambas cultivares apresentaram um menor acúmulo de fósforo nas épocas um e dois, apresentando a mesma tendência do nitrogênio e o potássio com um acúmulo crescente desse nutriente até a maturidade fisiológica. Observa-se que além de ser o P acumulado em menores quantidades que o N e K, o seu acúmulo significativo ocorre mais tardiamente (**Tabela 2**).

O nitrogênio é o macronutriente que apresentou maior acúmulo na parte aérea de plantas da rebrota da cultura do sorgo, seguido pelo potássio (**Tabela 3**). Cantarella et al., (1997) demonstrou que o sorgo tem maior extração de N em relação ao K. Pitta et al., (2001) estudando a extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade observaram que a extração de nitrogênio, fósforo e potássio, aumenta linearmente com o aumento na produtividade e com a idade da planta, e que a maior exigência do sorgo refere-se ao nitrogênio e potássio, seguindo-se de fósforo; essas afirmações corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho.

Duarte (2003) observou que o acúmulo de macronutrientes, atingiu valores máximos antes do período de maturidade fisiológica dos grãos. Diferentemente neste trabalho, realizado com plantas da rebrota do sorgo, observou-se máximo acúmulo na maturidade fisiológica.

CONCLUSÕES

Cultivares de sorgo acumulam crescentemente os macronutrientes até à maturidade fisiológica, quando são obtidos os valores máximos.

A cultivar BRS 610 acumula maiores quantidades de magnésio e fósforo nas partes aéreas das plantas da rebrota de sorgo que a cultivar DKB 599.

As cultivares DKB 599 e BRS 610 acumulam de maneira semelhante N, K, Ca e S nas partes aéreas das plantas da rebrota de sorgo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro para a execução deste projeto (CAGAPQ-01565-08).

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Antonio Carlos ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., editores. Viçosa, MG, 1999. 359p.

COELHO, A. M. et al. Seja o doutor do seu Sorgo. Encarte de informações agronômicas, n. 100. Sete Lagoas: Embrapa, 2002, 24 p. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/doutorsorgo.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2010.

DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F.; RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperadas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.3, p.1-20, 2003.

OMETTO, J. C. Classificação Climática. In: OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo: Ceres, 1981, p.390-398

PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C. de. Cultura do sorgo. Lavras: UFLA, 2002. 76 p.

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. Cap.9. p.243-262.

ZAGO, C. P.; GUIMARÃES, F. B. Sistemas de produção para sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SOGO, 27., 2008, Londrina. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM.



TABELA 1 - Resumos das análises de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea, considerando dois híbridos de sorgo (BRS 610 e DKB 599), em função dos estádios fenológicos da cultura. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2010.

FV	N	P	K	Ca	Mg	S
CULTIVAR	875,01 ^{NS}	98 ^{**}	156,06 ^{NS}	7,35 ^{NS}	42,01 ^{**}	10,13 ^{NS}
ÉPOCA	22926,64 ^{**}	882,39 ^{**}	12059,23 ^{**}	5634,70 [*]	502,86 ^{**}	327,02 ^{**}
CUL* ÉPO	130,45 ^{NS}	18,88 [*]	31,27 ^{NS}	17,38 ^{NS}	8,36 [*]	2,72 ^{NS}
BLOCO	65,98 ^{NS}	9,87 ^{NS}	228,50 ^{NS}	24,71 ^{NS}	5,24 ^{NS}	0,38 ^{NS}
CV (%)	19,16	21,80	20,34	15,67	21,34	18,53

** (P≤0,01); * (P≤0,05); ^{NS} NÃO SIGNIFICATIVOS.

TABELA 2 - Valores médios de acúmulo de magnésio (Mg) e fósforo (P) em kg ha⁻¹, considerando dois híbridos de sorgo (BRS 610 e DKB 599) cultivados na rebrota, em função dos estádios fenológicos da cultura. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2010.

Estádios Fenológicos	Magnésio		Fósforo	
	DKB 599	BRS 610	DKB 599	BRS 610
1 - EC1 - 3 folhas	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,00 a
2 - EC1 - 5 folhas	2,00 a	2,00 a	3,00 a	3,00 a
3 - EC1 - 7 folhas	3,50 b	3,50 b	5,75 b	5,75 b
4 - EC2 - Diferenc.	4,00 b	4,75 b	6,25 b	7,50 b
5 - EC2 - 80% AF	6,00 c	7,50 c	8,25 c	9,50 b
6 - EC2 - F T D	8,50 c	11,00 d	10,75 c	14,00 c
7 - EC3 - Antese	13,25 d	13,50 e	15,25 d	16,75 d
8 - EC3 - Leit/past	15,50 d	18,00f	16,75 d	19,5 d
9 - EC3 - C Negra	21,25 e	27,50 g	30,25 e	40,25 e

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05). E1 = 3 folhas totalmente expandidas; E2 = 5 folhas totalmente expandidas; E3 = 7 folhas totalmente expandidas; E4 = diferenciação primórdio floral; E5 = 80 % área foliar total/pré-emergência da panícula; E6 = folhas totalmente expandidas; E7 = liberação de pólen nas panículas; E8 = grão leitoso/pastoso; E9 = camada negra no grão.

TABELA 3 - Valores médios de acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio e enxofre em kg ha⁻¹, considerando dois híbridos de sorgo (BRS 610 e DKB 599) cultivados na rebrota, em função dos estádios fenológicos da cultura. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2010.

Estádios Fenológicos	MACRONUTRIENTES			
	Nitrogênio	Potássio	Cálcio	Enxofre
1 - EC1 - 3 folhas	4,37 a	3,62 a	0,50 a	0,50 a
2 - EC1 - 5 folhas	24,50 b	18,75 b	6,12 b	2,37 b
3 - EC1 - 7 folhas	43,12 c	35,00 c	13,00 c	4,62 c
4 - EC2 -Diferenc.	55,50 c	43,12 c	15,50 c	5,25 c
5 - EC2 - 80% AF	77,87 d	55,25 d	22,50 d	7,25 d
6 - EC2 - F T D	99,50 e	72,00 e	34,87 e	9,50 e
7 - EC3 - Antese	121,62 f	85,50 f	49,00 f	13,00 f
8 - EC3 - Leit/past	140,62 g	104,75 g	58,75 g	15,62 g
9 - EC3 - C Negra	160,25 h	118,75 h	79,37 h	19,75 h

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05). E1 = 3 folhas totalmente expandidas; E2 = 5 folhas totalmente expandidas; E3 = 7 folhas totalmente expandidas; E4 = diferenciação primórdio floral; E5 = 80 % área foliar total/pré-emergência da panícula; E6 = folhas totalmente expandidas; E7 = liberação de pólen nas panículas; E8 = grão leitoso/pastoso; E9 = camada negra no grão.