

Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes primários na rebrota da cultura do sorgo⁽¹⁾.

Iran Dias Borges⁽²⁾; **Denize Carvalho Martins**⁽³⁾; **Gustavo Franco de Castro**⁽⁴⁾; **Antônio Augusto Nogueira Franco**⁽⁵⁾; **Marcos Koiti Kondo**⁽⁶⁾; **Silvino Guimarães Moreira**⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fapemig.

⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del-Rei; Sete Lagoas, MG; idb@ufsj.edu.br; ⁽³⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del-Rei; ⁽⁴⁾ Estudante/Bolsista Pet-Agronomia; Universidade Federal de São João Del-Rei; ⁽⁵⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Maringá; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁷⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del-Rei.

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de sorgo, e pouco se sabe sobre os padrões de absorção e acumulação de nutrientes nesta cultura. No mercado brasileiro estão disponíveis diversas cultivares de sorgo que possuem exigências nutricionais variáveis. No entanto, existem poucos trabalhos de pesquisa sobre o assunto. Além disso, foram realizados há muitos anos e contemplam cultivares muito diferentes das atualmente utilizadas pelos agricultores. Este trabalho teve como objetivo determinar a marcha de absorção de macronutrientes primários (N, P e K) nas diferentes partes de plantas de sorgo na 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 à maturidade fisiológica quando são obtidos os acúmulos máximos. A cultivar BRS 610 acumula maiores quantidades de fósforo 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 e K nas partes aéreas das plantas.

Termos de indexação: Adubação, BRS 610 e DKB 599.

INTRODUÇÃO

O sorgo é a base alimentar de mais de 500 milhões de pessoas em cerca de 30 países. Somente arroz, trigo, milho e batata o superam em termos de quantidade de alimento consumido. Essa planta (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um produto da intervenção do ser humano, que domesticou a espécie e, ao longo de gerações, vem

transformando-a para satisfazer as necessidades humanas.

O cultivo de sorgo vem ganhando espaço em regiões áridas e semiáridas devido a sua elevada rusticidade e pela tolerância ao déficit hídrico. É uma cultura que possui elevada produção de biomassa e grande eficiência energética.

O incremento considerável na produção de sorgo em terras brasileiras deve-se, em muito, à introdução de cultivares de alta produtividade e, aliadas a isso, práticas de manejo adequadas aos mesmos. Diversos são os materiais genéticos e tipos de sorgo apresentados atualmente pelo mercado, sendo que as exigências, por exemplo, as nutricionais, de cada material são variáveis.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de sorgo, e pouco se sabe sobre os padrões de absorção e acumulação de nutrientes nesta cultura. No mercado brasileiro estão disponíveis diversas cultivares de sorgo que possuem exigências nutricionais variáveis. No entanto, existem poucos trabalhos de pesquisa sobre o assunto. Além disso, foram realizados há muitos anos e contemplam cultivares muito diferentes das atualmente utilizadas pelos agricultores.

Diante da escassez de informações a respeito das exigências nutricionais de híbridos de alto potencial produtivo para as condições tropicais este trabalho objetivou determinar a marcha de absorção e o acúmulo de macronutrientes primários de dois híbridos de sorgo, um forrageiro e um granífero, conduzidos com irrigação suplementar, na região Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão do ano de 2009, na fazenda experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) no município de Janaúba - MG. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico.

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 9×2 , sendo que o primeiro fator constituiu-se das épocas de coleta das plantas obedecendo cada estágio fenológico da cultura do sorgo (fases de crescimento): (T1 = três folhas totalmente expandidas; T2 = cinco folhas totalmente expandidas; T3 = sete folhas totalmente expandidas; T4 = diferenciação primórdio floral; T5 = 80 % área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = folhas totalmente expandidas; T7 = liberação de pólen nas panículas; T8 = grão leitoso/pastoso; T9 = 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 Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). As sementes foram realizadas manualmente em 10/11/2009. 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, P_2O_5 e K_2O respectivamente. 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, P_2O_5 e K_2O); a segunda quando as plantas estavam com 6-7 folhas totalmente desenvolvidas, aplicando-se 200 kg ha^{-1} da formulação 30:0:20 (N, P_2O_5 e K_2O), e finalmente a terceira quando as plantas estavam com 8 folhas, aplicando 300 kg ha^{-1} de sulfato de amônio. 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.

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 foi realizada apenas na rebrota da cultura do sorgo de acordo com os tratamentos pré-determinados. 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.

Após preparo, amostras foram enviadas ao Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, para a realização das determinações químicas dos teores de macronutrientes (N, P, K) na matéria seca das plantas.

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 houve influência das cultivares de sorgo. Já os estádios fenológicos afetaram significativamente todos os nutrientes estudados (**Tabela 1**). A interação entre as cultivares e os estádios fenológicos foi significativa apenas para o acúmulo de P demonstrando que os híbridos avaliados se comportam diferentemente quanto ao acúmulo de P ao longo do desenvolvimento da planta. Em nenhuma das variáveis analisadas, foi observado efeito significativo para bloco (**Tabela 2**).

Independente da cultivar avaliada houve um menor acúmulo de nitrogênio e potássio nas épocas um (três folhas totalmente desenvolvidas). A partir daí observa-se acúmulo crescente desses macronutrientes primários na parte aérea até a maturidade fisiológica, quando se obtém os valores máximos (**Tabela 3**). Apesar de haver diferença entre as cultivares para o acúmulo de fósforo, observa-se que ambas 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. É possível sugerir que a adubação de cobertura em plantas de sorgo com N e K, nutrientes acumulados em maior quantidade pelas



cultivares analisadas, seja na emissão da quinta folha.

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.

O nitrogênio é o macronutriente que apresentou maior acúmulo na parte aérea de plantas da rebrota da cultura do sorgo, seguido pelo potássio e o fósforo. 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.

No presente trabalho foram encontrados decrescentemente os seguintes valores acumulados dos macronutrientes: N ($160,25 \text{ kg ha}^{-1}$), K ($118,75 \text{ kg ha}^{-1}$), P ($30,25 \text{ kg ha}^{-1}$ e $40,25 \text{ kg ha}^{-1}$). Estes resultados não conferem com os encontrados por Bressan et al., (2001), que estudando a cultivar BRS 304 em cultivo protegido consorciado com soja, observou as seguintes acumulações: N ($329,45 \text{ kg ha}^{-1}$), K ($186,98 \text{ kg ha}^{-1}$), P ($2,37 \text{ kg ha}^{-1}$). Vale ressaltar que as condições experimentais podem ter influenciado nos resultados encontrados.

CONCLUSÕES

Cultivares de sorgo acumulam macronutrientes primários até à maturidade fisiológica quando são obtidos os acúmulos máximos.

A cultivar forrageira BRS 610 acumula maiores quantidades de fósforo nas partes aéreas das plantas do que a cultivar granífera DKB 599.

As cultivares DKB 599 e BRS 610 acumulam N e K de maneira semelhante 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

- BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, v. 36, n. 2, p. 315-323, fev. 2001.
- 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 Agrônomo, 1997. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).
- 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.
- 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.

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

FV	N	P	K
CULTIVAR	875,013889 ^{NS}	98**	156,055556 ^{NS}
ÉPOCA	22926,638889**	882,388889**	12059,232639**
CULT * ÉPO	130,451389 ^{NS}	18,875*	31,274306 ^{NS}
BLOCO	65,976852 ^{NS}	9,87037 ^{NS}	228,500000 ^{NS}
CV (%)	19,16	21,80	20,34

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

TABELA 2 - Valores médios de acúmulo de 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	FÓSFORO	
	DKB 599	BRS 610
1 - EC1 - 3 folhas	0,00 a	1,00 a
2 - EC1 - 5 folhas	3,00 a	3,00 a
3 - EC1 - 7 folhas	5,75 b	5,75 b
4 - EC2 - Diferenci.	6,25 b	7,50 b
5 - EC2 - 80% AF	8,25 c	9,50 b
6 - EC2 - F T D	10,75 c	14,00 c
7 - EC3 - Antese	15,25 d	16,75 d
8 - EC3 - Leit/past	16,75 d	19,5 d
9 - EC3 - C Negra	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).

TABELA 3 - Valores médios de acúmulo de nitrogênio (N) e potássio (K) 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	MACRONUTRIENTE	
	NITROGÊNIO	POTÁSSIO
1 - EC1 - 3 folhas	4,37 a	3,62 a
2 - EC1 - 5 folhas	24,50 b	18,75 b
3 - EC1 - 7 folhas	43,12 c	35,00 c
4 - EC2 - Diferenci.	55,50 c	43,12 c
5 - EC2 - 80% AF	77,87 d	55,25 d
6 - EC2 - F T D	99,50 e	72,00 e
7 - EC3 - Antese	121,62 f	85,50 f
8 - EC3 - Leit/past	140,62 g	104,75 g
9 - EC3 - C Negra	160,25 h	118,75 h

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05).