

## ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO NA SAFRINHA

IRAN DIAS BORGES<sup>1</sup>, ANTÔNIO AUGUSTO NOGUEIRA FRANCO<sup>2</sup>,  
MARCOS KOITI KONDO<sup>2</sup>, DENIZE CARVALHO MARTINS<sup>1</sup>,  
ELAINE CRISTINA TEIXEIRA<sup>3</sup> e SILVINO GUIMARAES MOREIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG, Brasil - [idb@ufsj.edu.br](mailto:idb@ufsj.edu.br); [denizecarvalhom@yahoo.com.br](mailto:denizecarvalhom@yahoo.com.br); [silvino@ufsj.edu.br](mailto:silvino@ufsj.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil - [antonioaugustonf@yahoo.com.br](mailto:antonioaugustonf@yahoo.com.br); [marcoskondo@gmail.com](mailto:marcoskondo@gmail.com)

<sup>3</sup>Instituto Federal Baiano, Guanambi, BA, Brasil - [laineiteixeira@hotmail.com](mailto:laineiteixeira@hotmail.com)

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.2, p. 294-304, 2016*

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de matéria seca e macronutrientes nos diferentes estádios fenológicos da cultura do sorgo granífero no período da safrinha. Foi instalado um experimento em condições de campo com irrigação complementar em um latossolo vermelho distrófico no município de Janaúba, MG, utilizando o híbrido de sorgo granífero DKB 599. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram determinados a marcha de absorção de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e o acúmulo de matéria seca do caule, folhas, panícula e grãos de sorgo. O sorgo granífero (DKB 599), plantado na safrinha, alcança o máximo acúmulo de massa seca e macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S durante o estágio de grãos duros, final do ciclo. O acúmulo de macronutrientes na parte aérea de sorgo granífero na safrinha (DKB 599) tem a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ .

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*; crescimento, acúmulo, nutrientes, exportação.

## MACRONUTRIENTS ACCUMULATION IN OFF-SEASON GRAIN SORGHUM

**ABSTRACT** – The present study aimed to determine the curves of accumulation of dry mass and macronutrients in grain sorghum in the off-season period. For this, a field experiment was installed in an Oxisol in the municipality of Janauba-MG using the grain sorghum hybrid DKB599. A randomized block design was used, with four replications to determine the course of macronutrient uptake (N, P, K, Ca, Mg and S) and dry matter accumulation. in stems, leaves, panicle and grains. The off-season grain sorghum (DKB 599) reaches the maximum accumulation of dry mass and macronutrients during the stage of hard grains, the end of the cycle. The accumulation of macronutrients in the shoots presented the following descending order:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ .

**Key words:** *Sorghum bicolor*; growth, accumulation, nutrients, export

O sorgo granífero é uma cultura que vem ganhando destaque no mercado por apresentar boas características nutritivas e as práticas de cultivo serem muito semelhantes à cultura do milho (Neumann et al., 2004). Além de possuir boa adaptação em diversos ambientes, principalmente em condições de deficiência hídrica (Mariguele & Silva, 2002), sendo adequado para plantio de sucessão na safrinha.

Na época em que ocorre a semeadura do sorgo safrinha, entre os meses de janeiro e março, os fatores temperatura e luminosidade, volume e a frequência de chuvas costumam ser oscilantes e insuficientes, reduzindo a probabilidade do adequado atendimento da demanda hídrica da maioria das culturas (Goes et al., 2011). A região Norte de Minas Gerais identifica-se com esse contexto agroclimático ao qual a cultura está bem adaptada.

O sorgo também pode beneficiar os plantios na safra, pois os resíduos remanescentes da cultura semeada na safrinha protegem o solo da área e promovem a reciclagem de nutrientes para a cultura a ser implantada na safra (Albuquerque et al., 2013).

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 no mercado. Ao contrário do que muitos entendem, a característica de rusticidade do sorgo não significa que a planta não precise de nutrientes ou não responda à adubação. À semelhança de outras culturas anuais, o sorgo pode apresentar elevada exigência nutricional, sobretudo quando se buscam altos índices de produtividade.

Nos últimos anos, a agricultura brasileira, de modo geral, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos

da produtividade. Dentre essas tecnologias, destaca-se a conscientização dos agricultores da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando a maior sustentabilidade na atividade. Essa melhoria está normalmente relacionada ao manejo adequado dos solos.

As necessidades nutricionais do sorgo, assim como de qualquer planta, são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos. O conhecimento dessas quantidades permite estimar as taxas que são exportadas por meio da colheita dos grãos ou da forragem e as taxas que podem ser restituídas ao solo por meio dos restos culturais. Dessa forma, a disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura, em quantidade, forma e tempo (Bull & Cantarella, 1993). Assim, um programa racional de adubação deve envolver, principalmente, o requerimento nutricional de acordo com a finalidade de exploração, grãos ou forragem; os padrões de absorção; e o acúmulo dos nutrientes, principalmente N e K (Bull, 1993).

O requerimento nutricional varia diretamente com o potencial de produção. Pitta et al. (2001), estudando a extração de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade, verificaram que a extração de N, P, K, Ca e Mg aumentou linearmente com o acréscimo na produtividade e que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e K, seguidos do Ca, Mg e P. 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, 4, 5 e 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K e S, respectivamente.

No que se refere à exportação dos nutrientes pelo 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, prin-

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 (Fribourg et al., 1976). É necessário, portanto, para manter a fertilidade do solo, que se procure efetuar a restituição dos nutrientes extraídos pelas culturas, bem como dos nutrientes lixiviados e perdidos pelos processos de lixiviação e erosão. A adubação de “restituição” deve devolver ao solo as quantidades de nutrientes que as plantas exportam. Esta adubação deve ser preferencialmente adotada para restituir as quantidades de macro e micronutrientes exportados pelas colheitas (Maggio, 2006). Essa prática evita que o solo se esgote ou que se torne deficiente em algum nutriente, visto que a deficiência de nutrientes pode causar severas reduções no crescimento e desenvolvimento das plantas (Staud, 1996).

A escassez de informações quanto às exigências nutricionais de cultivares de alto potencial produtivo justifica a realização de estudos que contemplem estes materiais genéticos quanto a essas exigências (quanto de e quando aplicar determinado nutriente). Isso contribuirá para aumentar a eficiência no manejo da adubação, o que possibilitará aumento na produção e redução de custos na lavoura, pela utilização mais racional e eficiente dos fertilizantes e do solo (Borges, 2006).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o acúmulo de macronutrientes e o acúmulo de matéria seca nos diferentes estádios fenológicos da cultura do sorgo granífero no período da safreinha.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo com irrigação complementar na fazenda

experimental da Unimontes, no município de Janaúba, MG (15° 47' 50" de latitude Sul e 43° 18' 31" de longitude Oeste, com altitude de 516 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW. O solo da área experimental foi um latossolo vermelho distrófico, de textura franco argilosa, com as seguintes características da camada superficial (0-0,20 m): 38 dag kg<sup>-1</sup> de argila; pH em H<sub>2</sub>O de 5,9; 6,5 mg dm<sup>-3</sup> de P (Mehlich<sub>1</sub>); 141 mg dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al; e 3,6 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica. A correção da fertilidade e as adubações de semeadura e cobertura foram realizadas considerando a análise química do solo e as recomendações para o estado de Minas (Ribeiro et al., 1999).

A semeadura foi realizada na segunda semana de fevereiro, utilizando-se o híbrido de sorgo granífero DKB 599 na densidade final de 180.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de semeadura foi composta por 20, 150 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, sendo a primeira quando as plantas estavam com 4-5 folhas totalmente expandidas, aplicando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:0:20; a segunda quando as plantas estavam com 6-7 folhas totalmente expandidas, aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:0:20; e a terceira aplicação foi realizada quando as plantas estavam com 8 folhas, aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

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

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo

que as coletas de plantas foram realizadas em nove épocas distintas, caracterizadas pelo estágio fenológico da cultura (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 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). Na definição das épocas, foram consideradas as três etapas de crescimento da planta de sorgo (EC1, EC2 e EC3) (Giorda, 2008; Rodrigues, 2010), adotando-se três épocas de coleta das plantas em cada uma delas.

As plantas da área útil de cada parcela (8 m lineares) foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o Galpão de Grandes Culturas da Unimontes. O material vegetal foi separado em colmo, folhas, panícula e grãos. 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 massa constante, determinada a matéria seca e moídas. Em seguida, as amostras foram submetidas às determinações químicas dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na matéria seca das diferentes partes da planta. Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico, foram determinados os teores de P por colorimetria; Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama; e S por turbidimetria. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

Os valores totais de matéria seca obtidos de cada parte da planta foram convertidos para kg ha<sup>-1</sup>. A matéria seca total da parte aérea das plantas foi obtida com o somatório dos valores de MS das partes (folha, caule, panículas e grãos) nas parcelas.

Foi calculado o acúmulo de cada nutriente em cada parte da planta por meio da relação do teor do nutriente nas mesmas pela matéria seca de cada parte, conforme fórmula abaixo e, posteriormente, os valores obtidos foram transformados para kg ha<sup>-1</sup>.

$$\text{Acúmulo (g do nutriente / parte)} \\ = \frac{\text{MS da parte (g)} \times \text{teor do nutriente na parte (\%)}}{100}$$

Por se tratar de dados quantitativos e haver, portanto, correlação funcional entre x (DAE) e y (variável resposta) para explicar fisiologicamente a marcha de absorção e o acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo, utilizaram-se modelos de regressão não linear, função Gaussian com três parâmetros, descrito a partir da seguinte equação genérica:

$$\hat{y} = \frac{a}{1 + \exp\left[-\frac{x - x_0}{b}\right]}$$

em que:  $\hat{y}$  = acúmulo de nutrientes; a = corresponde ao valor de máximo acúmulo;  $x_0$  = corresponde ao valor de x, em DAE, que proporciona o máximo em  $\hat{y}$ ; e b = corresponde à amplitude no valor de x, em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máxima. O ponto de inflexão (PI) corresponde ao momento em que ocorreram as taxas máximas de acúmulos de matéria seca e de nutrientes nas plantas de sorgo.

## Resultados e Discussão

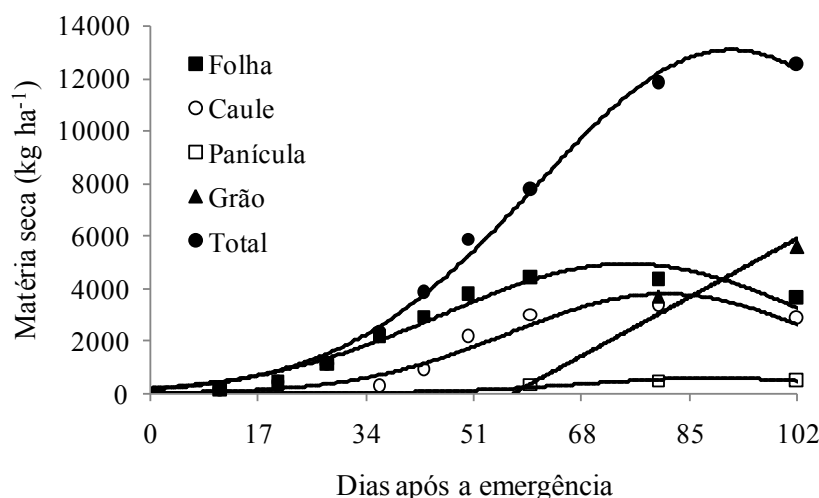
O acúmulo de matéria seca (MS) pela planta de sorgo granífero é lento inicialmente, observando que até o estágio fenológico de cinco folhas expandidas, aos 20 DAE, houve pouco incremento de MS pela planta (Figura 1). Isto se justifica devido aos primeiros 30 DAE, a planta se encontra no estágio de diferenciação do ponto de crescimento e praticamente

toda a MS acumulada deriva do crescimento das folhas (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2009).

Pelas informações da Figura 1, constatou-se que, a partir do estágio fenológico de 7 folhas expandidas, há incremento acentuado na MS do sorgo, alcançando sua máxima produção de 13.067 kg ha<sup>-1</sup> de MS aos 92 DAE (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos em milho por Duarte et al. (2003), que

observaram em seu estudo que o máximo acúmulo de MS de 16.210 kg ha<sup>-1</sup> ocorreu aos 92 DAE.

O ciclo de desenvolvimento até a maturidade do híbrido DKB 599 foi de 102 DAE (Figura 1) e o PI foi aos 61 DAE (Tabela 1), demonstrando a precocidade do material genético e também a necessidade de uma adubação adequada, uma vez que o período de demanda por nutrientes pela cultura é menor.



**Figura 1.** Acúmulo de matéria seca total das respectivas partes da planta amostradas em função dos dias após a emergência.

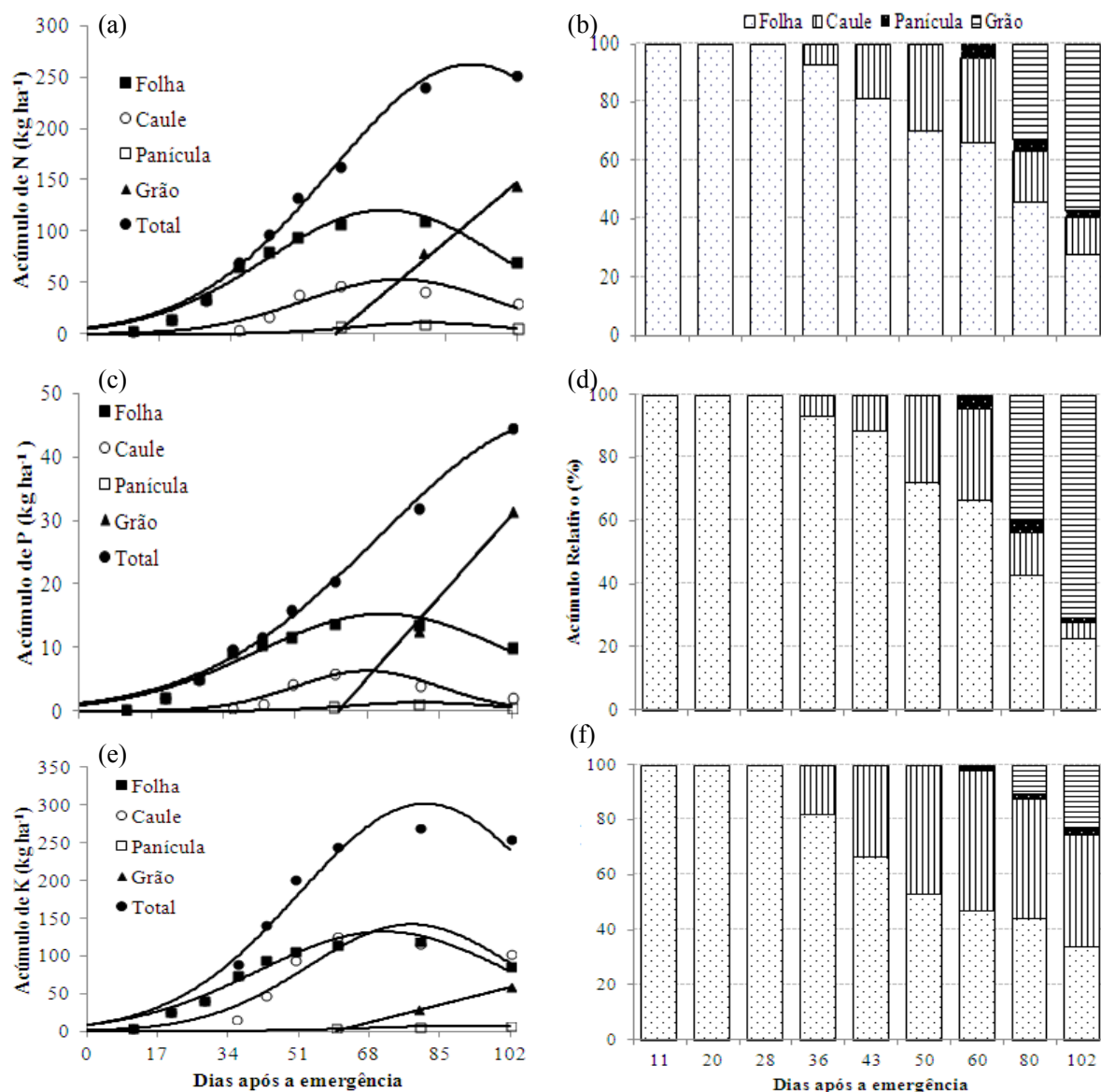
**Tabela 1.** Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de matéria seca total, folha, caule e panícula em função do tempo e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

Variáveis dependentes	Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado <sup>(2)</sup>			PI (X <sub>0</sub> - b)	R <sup>2</sup>
	A	X <sub>0</sub>	B		
	kg ha <sup>-1</sup>	dias após a emergência			
Folha	4923,28 **	75,31 **	29,27 **	46	0,96
Caule	3780,88 **	81,13 **	24,43 **	57	0,94
Panícula	570,25 **	88,58 **	20,71 **	68	0,93
Total <sup>(1)</sup>	13067,30 **	91,59 **	30,63 **	61	0,99

(1) Somatório da MS das folhas, caule, panícula e grãos. (2) a: corresponde ao valor de máximo acúmulo; X<sub>0</sub>: corresponde ao valor de x, em DAE, que proporciona o máximo em  $\hat{y}$ ; b: corresponde à amplitude no valor de x, em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo. \*\*: significativo a 1% pelo teste t.

A marcha de absorção dos macronutrientes primários (N, P e K) e seus respectivos acúmulos relativos (%) estão apresentados na Figura 2; por sua vez, os parâmetros do modelo ajustado estão descritos na Tabela 2. Como era de se esperar, o acúmulo de N, P e K foi lento até os 20 DAE (Figura 2a, c, e), pois neste estágio fenológico a planta ainda possui um sistema radicular em desenvolvimento. No

entanto, é de suma importância esse período, uma vez que o potencial de desenvolvimento da planta é determinado, além do que a planta inicia seu “período de grande desenvolvimento” a partir desse período (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2009). Além disso, todo o N, P e K absorvidos são alocados para o desenvolvimento das folhas (Figura 2b, d, f); isto ocorrendo até os 28 DAE.



**Figura 2.** Marcha de absorção dos macronutrientes primários e respectivo acúmulo relativo nas partes das plantas em função dos dias após a emergência. (a) e (b): nitrogênio; (c) e (d): fósforo; (e) e (f): potássio.



**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em função do tempo e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

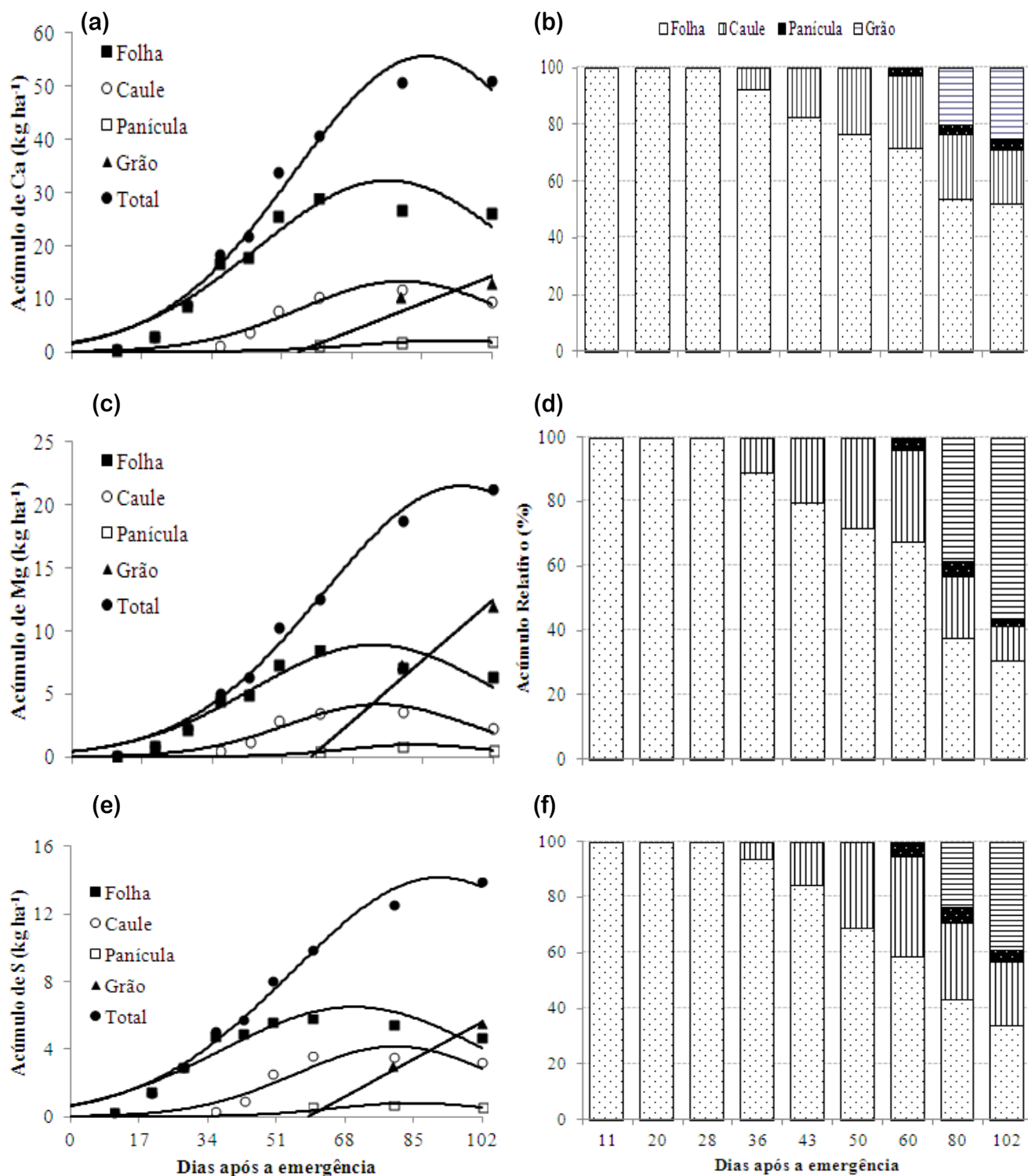
Variáveis dependentes	Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado <sup>(2)</sup>			PI (X <sub>0</sub> - b)	R <sup>2</sup>
	a	X <sub>0</sub>	B		
	kg ha <sup>-1</sup>	dias após a emergência			
Nitrogênio					
Folha	120,61 **	70,79 **	28,10 **	43	0,97
Caule	52,98 **	74,23 **	22,83 **	51	0,90
Panicula	10,84 **	81,11 **	17,97 **	63	0,88
Total <sup>(1)</sup>	262,22 **	91,16 **	33,17 **	58	0,99
Fósforo					
Folha	15,28 **	71,84 **	30,19 **	42	0,96
Caule	6,34 **	68,02 **	17,13 **	51	0,91
Panicula	1,35 **	80,67 **	17,10 **	64	0,91
Total	45,64 **	112,98 **	41,91 **	71	0,99
Potássio					
Folha	132,03 **	71,59 **	30,25 **	41	0,96
Caule	141,75 **	78,32 **	24,95 **	53	0,91
Panicula	7,39 **	93,36 **	24,01 **	69	0,88
Total	301,84 **	81,54 **	30,32 **	51	0,97

(1) Somatório da MS das folhas, caule, panicula e grãos. (2) a: corresponde ao valor de máximo acúmulo; X<sub>0</sub>: corresponde ao valor de x, em DAE, que proporciona o máximo em  $\hat{y}$ ; b: corresponde à amplitude no valor de x, em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo. \*\*: significativo a 1% pelo teste t; \*: significativo a 5% pelo teste t.

Com o desenvolvimento da planta, isto é, o aumento no número de folhas e raízes, ocorreu incremento acentuado da taxa de acúmulo dos nutrientes a partir dos 28 DAE, estágio fenológico de 7 folhas expandidas (Figura 2a, c, e) e os pontos de máximo acúmulo foram distintos entre os macronutrientes primários (Tabela 2), observando que, para o N, foi

aos 91 DAE, o P aos 102 DAE (final do ciclo) e o K aos 82 DAE. Além disso, os valores obtidos foram de 262,22; 45,64 e 301,84 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente, e o PI para cada nutriente foi de 58 DAE (N), 71 DAE (P) e 51 DAE (K).

Fica evidente, pela Figura 2, que a partir dos 60 DAE houve redução da proporção de nutrientes



**Figura 3.** Marcha de absorção dos macronutrientes secundários e respectivo acúmulo relativo nas partes das plantas em função dos dias após a emergência. (a) e (b): cálcio; (c) e (d): magnésio; (e) e (f): enxofre.



**Tabela 3.** Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre em função do tempo e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

Variáveis dependentes	Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado <sup>(2)</sup>			PI (X <sub>0</sub> - b)	R <sup>2</sup>
	a	X <sub>0</sub>	B		
	kg ha <sup>-1</sup>	dias após a emergência			
Cálcio					
Folha	32,25 **	76,86 **	31,70 **	45	0,93
Caule	13,26 **	80,20 **	24,83 **	55	0,95
Panícula	2,08 **	91,65 **	21,85 **	70	0,93
Total <sup>(1)</sup>	55,68 **	86,16 **	32,09 **	54	0,98
Magnésio					
Folha	8,89 **	73,29 **	29,38 **	44	0,93
Caule	4,15 **	74,46 **	22,23 **	52	0,94
Panícula	0,94 **	83,25 **	17,25 **	66	0,95
Total	21,52 **	94,44 **	33,41 **	61	0,99
Enxofre					
Folha	6,49 **	70,31 **	32,75 **	38	0,91
Caule	4,15 **	80,64 **	24,77 **	56	0,92
Panícula	0,79 **	84,77 **	19,54 **	65	0,90
Total	14,17 **	91,51 **	36,45 **	55	0,98

(1) Somatório da MS das folhas, caule, panícula e grãos. (2) a: corresponde ao valor de máximo acúmulo; X<sub>0</sub>: corresponde ao valor de x, em DAE, que proporciona o máximo em  $\hat{y}$ ; b: corresponde à amplitude no valor de x, em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo. \*\*: significativo a 1% pelo teste t; \*: significativo a 5% pelo teste t.

acumulados nas folhas e caules, expressa como porcentagem do total acumulado na planta, ou seja, os nutrientes foram translocados das partes vegetativas para formação das estruturas reprodutivas do sorgo. Verifica-se que, ao final do ciclo (maturidade fisiológica), a participação no acúmulo de nutrientes pelo grão foi de 57%, 71% e 23% de N, P e K, respectiva-

mente. A folha foi a principal fonte de redistribuição de N e P, sendo constatada porcentagem de acúmulo relativo de 66% e 67% aos 60 DAE de N e P e, ao final do ciclo, observaram-se valores de 28% para o N e 23% para o P.

Como comentado anteriormente, o K foi o nutriente mais acumulado pelo sorgo. Além disso, outra

característica observada por esse nutriente foi que a distribuição desse elemento não seguiu a tendência verificada pelo N e P, pois a maior parte do K se encontrava alocada nos colmos e não nas folhas, verificando que, aos 102 DAE, 40% do total acumulado se encontrava no colmo e somente 34% nas folhas.

De maneira geral, apesar da alta exigência de K pelo sorgo ( $301,84 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e de ter caráter granífero, ou seja, exportação de grãos, aproximadamente 75% do absorvido é passível de retornar ao solo, sugerindo uma alternativa de cultura recicladora de K.

As curvas de acúmulo e as porcentagens dos macronutrientes secundários encontram-se apresentadas na Figura 3; já a estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados na Tabela 3. Os resultados obtidos demonstraram que a planta de sorgo tem o seu máximo acúmulo em dias bem próximos, observando que para o Ca foi aos 86 DAE, para o Mg aos 94 DAE e o S aos 92 DAE, assim como quando analisamos o PI para esses elementos, constatamos proximidade nos DAE, sendo que para o Ca, Mg e S os dias para o ponto de inflexão são de 54, 61 e 55, respectivamente. Inferindo que os acúmulos desses nutrientes seguem uma mesma tendência. No entanto, deve-se salientar as diferenças entre o requerimento do sorgo para cada nutriente; no caso do Ca, a quantidade necessária para o sorgo foi de  $55,68 \text{ kg ha}^{-1}$ ; Mg de  $21,52 \text{ kg ha}^{-1}$ ; e do S de  $14,17 \text{ kg ha}^{-1}$ .

A redistribuição do Ca pela cultura do sorgo granífero é relativamente baixa e, apesar da quantidade alta absorvida, a sua translocação para os grãos é pouca; isso se deve ao seu papel estrutural na planta. Analisando a Figura 1b, notamos que em nenhuma época amostrada a porcentagem de acúmulo de Ca foi inferior a 50%, sendo que, aos 102 DAE, quando se deu a maturidade fisiológica dos grãos,

sua participação na folha foi de 52% e, no grão, foi de apenas 26%.

Com relação à distribuição do Mg e S na planta (Figura 1d, f), constatou-se que, assim como para N e P, houve maior contribuição da folha para o desenvolvimento do grão. Para o Mg, essa contribuição foi percebida, uma vez que a porcentagem de acúmulo aos 60 DAE era de 68%, decrescendo para 31% aos 102 DAE, e, no caso do S, a tendência é a mesma, ou seja, aos 60 DAE a porcentagem de acúmulo era de 59%, diminuindo para 34% aos 102 DAE.

### Conclusões

O sorgo granífero (DKB 599), plantado na safrinha, alcança o máximo acúmulo de massa seca e macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S durante o estágio de grãos duros, final do ciclo.

O acúmulo de macronutrientes na parte aérea de sorgo granífero na safrinha (DKB 599) tem a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ .

### Agradecimentos

À Fapemig, pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros.

### Referências

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; CAMARGO, R.; SOUZA, M. F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 10-20, 2013. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p10-20.
- BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. 2006. 168 p. Tese (Dou-

- torado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 130-145.
- BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301 p.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 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**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2003. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p1-20.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: Funep, 2009. 202 p.
- FRIBOURG, H. A.; BRYAN, W. E.; 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, n. 2, p. 260-263, 1976. DOI: 10.2134/agronj1976.00021962006800020013x.
- GIORDA, L. M. **Sorgo, uma alternativa importante em el sistema productivo**. 2008. Disponível em: <[http://www.cuencarural.com/agricultura/69516-sorgo-una-alternativa-importante-en-el-sistema-productivo/?encuestas\\_id=67&ver\\_resultado=1](http://www.cuencarural.com/agricultura/69516-sorgo-una-alternativa-importante-en-el-sistema-productivo/?encuestas_id=67&ver_resultado=1)>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, G.; ARRUDA, O. G. A.; VILELA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 121-129, 2011. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v10n2p121-129.
- MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido "tropical"**. 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.
- MARIGUELE, K. H.; SILVA, P. S. L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo granífero. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 13-18, 2002.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v3n3p438-452.
- 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. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5a. aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/index.htm)>. Acesso em: 19 fev. 2014.
- STAUD, L. A. **Fertilização fosfatada e potássica nas características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), na região de Dourados, MS**. 1996. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.