



## CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NAS PLANTAS EM CULTIVARES DE SORGO SACARINO, BIOMASSA E FORRAGEIRO

Aildson Pereira Duarte<sup>(1)</sup>, Solidete de Fatima Paziani<sup>(2)</sup> e Rogério Soares de Freitas<sup>(3)</sup>

### RESUMO

As informações sobre as concentrações de nutrientes em plantas de sorgo sacarino e biomassa para produção de bioenergia são escassas, dificultando a estimativa da extração de nutrientes e, conseqüentemente, a recomendação de fertilizantes para repor a exportação pela cultura. O sorgo forrageiro tem sido utilizado como referência pela semelhança da colheita de toda a parte aérea e por ser uma modalidade de cultivo tradicional. O presente trabalho foi desenvolvido para determinar a concentração de macro e micronutrientes nas plantas em diferentes cultivares de sorgo e compará-los quanto aos tipos sacarino, biomassa e forrageiro. Foram desenvolvidos dois ensaios no estado de São Paulo, em Pindorama e Votuporanga, no delineamento em blocos ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições. Avaliaram-se dois cultivares de sorgo tipo sacarino, dois de biomassa e cinco de forrageiro. A colheita foi realizada no ponto de ensilagem com teor de matéria seca entre 29% e 35%. Caracterizaram-se as cultivares quanto a produção de massa seca total e grãos, a altura de plantas e o ciclo até a colheita. Em amostras de plantas moídas e secas, foram determinadas as concentrações de macro e micronutrientes. Os dados foram analisados estatisticamente por contrastes ortogonais ao nível de 5% de significância. Não houve interação entre cultivar e local. O valor médio da concentração de P, Mg, S, Mn e Zn foi menor nas cultivares tipo sacarino e biomassa, em relação ao forrageiro e, contrariando a literatura, o K foi maior no sorgo sacarino e biomassa. Assim, deve-se utilizar com ressalvas as referências do sorgo forrageiro para estimar as concentrações de nutrientes no sorgo sacarino e biomassa, especialmente K. O sorgo sacarino destacou-se em relação ao sorgo biomassa quanto à maior concentração de N, P, Cu e Zn.

**Palavras-chave:** cultivares, extração de nutrientes, sorgo sacarino, sorgo biomassa.

### NUTRIENTS CONCENTRATION IN SORGHUM PLANTS OF SWEET, FORAGE AND BIOMASS CULTIVARS

Aildson Pereira Duarte<sup>(1)</sup>, Solidete de Fatima Paziani<sup>(2)</sup> e Rogério Soares de Freitas<sup>(3)</sup>

### SUMMARY

The nutrients concentration in plants of sweet and biomass sorghum for bioenergy production is scarce, hindering the estimation of extraction of nutrients and, consequently, the recommendation of fertilizers to compensate the nutrients

exported by culture. The forage sorghum is the traditional farming cultivation and has been used as a reference by the similarity of the whole shoot harvesting. This study

(1) Pesquisador Científico, Instituto Agronômico (IAC), Centro de Grãos e Fibras, Av. Theodureto de Almeida Camargo, 1500, CEP 13075-630 Campinas (SP) [aildson@apta.sp.gov.br](mailto:aildson@apta.sp.gov.br)

(2) Pesquisador Científico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Pindorama (SP) [solidete@apta.sp.gov.br](mailto:solidete@apta.sp.gov.br)

(3) Pesquisador Científico, Instituto Agronômico (IAC), Votuporanga (SP) [freitas@iac.sp.gov.br](mailto:freitas@iac.sp.gov.br)

was developed to analyze the concentration of macro and micronutrients in plants of different sorghum cultivars and to compare them among types: sweet, biomass and forage. Two experiments were performed in the state of São Paulo, in Pindorama and Votuporanga counties, in the randomized blocks design with nine treatments and four replications. I was evaluated two cultivars of sweet sorghum, two biomass cultivars and five forage cultivars. Harvesting was performed with dry matter content between 29% and 35% (silage point). The cultivars were characterized by total dry matter yield, grain yield, plant height and the cycle until harvest. The macronutrients and micronutrients concentrations were determined in samples of plants (ground and dried). The data were statistically analyzed by orthogonal contrasts at 5% significance. There was no interaction between cultivar and local. The average concentration of P, Mg, S, Mn, Cu and Zn was lower in sweet and biomass cultivars in comparison to forage cultivars; that are opposite to the literature, and the K was higher in sweet and biomass cultivars. So, sorghum forage references should be used carefully to estimate nutrient concentrations in sweet and biomass sorghum, particularly for the K. Sweet sorghum stood out in relation to biomass as the largest concentration of N, P, Cu and Zn .

Key words: cultivars, nutrient extraction, sweet sorghum, biomass sorghum.

## INTRODUÇÃO

As culturas extraem grandes quantidades de nutrientes que são exportados nas colheitas. Estes devem ser repostos pela adubação para evitar o empobrecimento dos solos. Para tanto, é necessário conhecer a concentração dos nutrientes nos órgãos colhidos, que no caso do sorgo forrageiro, sacarino e biomassa, é toda a parte aérea da planta.

Ainda são poucas as informações sobre a concentração de nutrientes nos tecidos das plantas de sorgo tipo sacarino e biomassa utilizados para produção de bioenergia porque o seu cultivo comercial é recente no Brasil. Santos et al. (2015), Soares et al. (2014) e Piveta (2014) encontraram valores discrepantes para os macronutrientes em sorgo sacarino, e Santos et al. (2015) e Cruz (2015) em sorgo biomassa. Parte da variabilidade dos resultados pode ser explicada pelas diferenças no manejo da cultura, cultivares e ambientes, especialmente a fertilidade dos solos e as épocas de semeadura.

O sorgo forrageiro tem sido utilizado como referência da concentração de nutrientes nas plantas pela semelhança com o sacarino e biomassa, com a colheita de toda a parte aérea e, por ser uma modalidade de cultivo tradicional para produção de silagem e pastejo. Verifica-se, novamente, discrepância nos valores dos nutrientes obtidos na maioria dos trabalhos de sorgo forrageiro, por exemplo, Vasconcellos et al. (2000) e Franco (2011).

## OBJETIVOS

O presente trabalho foi desenvolvido para determinar a concentração de macro e micronutrientes nas plantas em diferentes cultivares de sorgo e compará-los quanto aos tipos sacarino, biomassa e forrageiro, em dois ambientes do Estado de São Paulo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois ensaios nos municípios paulistas de Pindorama (520 m) e Votuporanga (480 m), em nitossolo e latossolo, respectivamente, na safra 2014/2015. Em Votuporanga o histórico da área no outono/inverno foi crotalaria em sistema plantio direto e em Pindorama pousio em preparo convencional, ambos antecedidos por soja.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas 2 cultivares tipo sacarino, 2 biomassa e 5 forrageiro, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das cultivares e valores médios de altura, massa seca, ciclo (dias após semeadura) e teor de massa seca (MS) por ocasião da colheita, em 2014/15. (Valores médios de Pindorama e Votuporanga)

Cultivar	Empresa	Tipo	Altura	Massa seca	Grãos	Ciclo	MS
			cm	kg/ha		d.a.s.	%
N1	Nexsteppe	Biomassa	411	21.808	2.027	110	31
N2	Nexsteppe	Biomassa	403	20.693	1.553	148	30
N3	Nexsteppe	Sacarino	368	19.387	3.113	98	31
N4	Nexsteppe	Sacarino	242	13.196	2.710	94	29
Volumax	Agroceres	Forrageiro	287	21.671	4.733	116	32
SS318	Dow	Forrageiro	251	20.219	3.240	128	35
Santa Elisa	IAC	Forrageiro	377	29.966	1.888	158	35
Podium	Biomatrix	Forrageiro	197	19.353	5.672	116	35
Astral	Biomatrix	Forrageiro	217	19.960	4.510	116	35

A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 10 metros espaçadas de 80 cm. As linhas laterais das parcelas foram consideradas bordaduras e as 2 linhas centrais constituíram as linhas úteis, onde foram efetuadas as avaliações. O ensaio foi implantado com semeadora adubadora de 4 linhas e a adubação foi realizada de maneira semelhante à lavoura comercial, mas sem o fornecimento da semente. A semeadura das parcelas foi manual, na linha de adubação, utilizando o triplo de sementes em relação à população final. A população foi ajustada por meio de desbaste, após 3 semanas da semeadura, para 130 mil plantas por hectare. Todas as sementes foram tratadas com o inseticida tiametoxam contra pragas de solo.

A semeadura foi realizada tardiamente, em 3 de dezembro de 2014. Adubou-se com 300 kg/ha de 08-28-16 na semeadura e 95 kg/ha de N em cobertura parcelada em duas aplicações, conforme recomendação do boletim 100 do IAC. A primeira cobertura foi feita juntamente com 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em formulação NK, e a segunda com uréia ou sulfato de amônio. O controle de plantas daninhas foi mecânico. Controlaram-se as lagartas da parte aérea com duas aplicações de inseticidas.

A colheita foi realizada no ponto de ensilagem quando a planta inteira apresentava teor de matéria seca (MS) entre 29 a 35%. Para determinar o ponto de colheita avaliou-se semanalmente, após o início de formação dos grãos, o teor de MS em amostra de duas plantas colhidas na bordadura em cada parcela. Foram colhidas as plantas de cinco metros das duas linhas úteis centrais, as quais foram cortadas e pesadas. Destas, foi retirado um feixe de 10 plantas, que foi triturado para a coleta de 500g, seca imediatamente em estufa à 65°C por 72 horas. Estas

amostras foram moídas (1 mm) e levadas para análise dos nutrientes no Laboratório de Fertilidade e Nutrição de Plantas do IAC, de acordo com o método descrito por Bataglia et al. (1978). Amostraram-se também 10 plantas para a determinação da produtividade de grãos no estágio de silagem. A produção por área de massa seca (kg/ha) foi obtida a partir da massa verde e teor de MS.

Todos os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS, comparando-se as cultivares pelo teste Tukey e os tipos de cultivares (sacarino, biomassa e forrageiro) por contrastes ortogonais, ambos a 5% de probabilidade. A cultivar Santa Elisa foi comparada com as demais forrageiras por ter ciclo e porte das plantas maiores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre cultivares e local. As cultivares diferiram quanto a concentração dos nutrientes na planta, exceto para o boro, e houve diferença entre as médias dos tipos de sorgo para a maioria das variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de nutrientes na massa seca da parte aérea em cultivares de sorgo tipo biomassa, sacarino e forrageiro colhidos para silagem, em 2014/15. (Média de Pindorama e Votuporanga)

Cultivar	Tipo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	
		g/kg						mg/kg					
N1	Biomassa	7,8	1,2	13,5	2,8	2,1	0,8	123	44	2,9	13,6	10,0	
N2	Biomassa	7,4	1,1	11,0	2,6	2,0	0,6	60	41	2,0	12,4	8,8	
N3	Sacarino	9,1	1,4	13,6	3,1	2,3	0,8	104	43	3,5	14,0	10,3	
N4	Sacarino	9,9	1,8	13,3	2,9	2,1	0,7	72	41	3,6	16,7	9,7	
Volumax	Forrageiro	9,5	1,6	11,0	3,0	2,5	0,8	166	50	3,2	14,6	10,1	
SS318	Forrageiro	9,2	1,7	11,3	3,2	2,5	0,7	103	64	3,4	19,3	9,4	
Santa Elisa	Forrageiro	6,6	1,3	8,2	2,5	2,5	0,6	63	39	2,4	9,4	8,7	
Podium	Forrageiro	10,0	2,1	12,1	3,1	2,4	0,8	114	56	3,9	18,4	10,0	
Astral	Forrageiro	9,2	2,0	12,5	3,6	2,6	0,9	127	60	3,8	17,6	10,8	
Média	Biomassa	7,6	1,1	12,3	2,7	2,0	0,7	91,4	42,1	2,5	13,0	9,4	
Média	Sacarino	9,5	1,6	13,4	3,0	2,2	0,7	88,3	42,1	3,5	15,4	10,0	
Média	Forrageiro	8,9	1,7	11,0	3,1	2,5	0,8	114,7	53,8	3,3	15,9	9,8	
		Teste F <sup>(1)</sup>											
Cultivar		**	**	**	*	**	**	*	**	**	**	**	ns
(Biomassas e Sacarino) x Forrageiro		ns	**	**	ns	**	*	ns	**	*	*	ns	
Biomassa x Sacarino		**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	
Santa Elisa x demais forrageiros		*	**	**	**	ns	**	*	**	**	**	ns	
		C.V.%											
		12,5	10,4	13,5	13,5	10,7	9,9	46,3	17,1	12,9	14,6	10,6	

(1) \*, \*\* indicam significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente e ns= não significativo.

Os valores médios encontrados para N, P, K, Ca, Mg no sorgo sacarino foram superiores aos relatados por Soares et al. (2014) e próximos aos de Piveta (2014) e Santos et al. (2015), exceto os de K, cujo valor (13,4 g/kg) foi inferior aos 14,7 e 14,3 g/kg obtidos por estes autores, respectivamente. Já os valores médios de N, P e K no sorgo biomassa se aproximaram aos encontrados por Santos et al. (2015) e foram superiores aos de Cruz (2015), enquanto os de Ca, Mg e S tiveram pouca variação em relação aos valores da literatura.

Em sorgo forrageiro, os resultados de N, P, K são ligeiramente menores aos de Vasconcelos et al. (2000) e, especificamente para N, P, K e Ca, bastante inferiores aos citados por Franco (2011). As menores concentrações de N, P e K no sorgo forrageiro em relação a literatura foram acompanhados de expressiva

produção de massa seca e grãos devido a utilização de cultivares de melhor potencial produtivo.

O valor médio das cultivares tipo sacarino e biomassa foi inferior ao do forrageiro para P, Mg, S, Mn e Zn, e superior para K e Cu. Esta informação sobre o potássio difere da literatura, que aponta valores de K superiores no sorgo forrageiro em comparação ao sorgo biomassa e sacarino (Santos et al., 2014). A maior participação da fração grãos nas plantas de sorgo forrageiro (quase o dobro em relação ao sacarino e biomassa) deve ter contribuído para esta diferença, visto que os grãos representam a maior parte do N, P, S e Zn e apenas 15 a 20% do K acumulado pela planta (Albuquerque et al., 2013; Santos et al., 2014).

O sorgo sacarino destacou-se em relação ao sorgo biomassa quanto à maior concentração de N, P, Cu e Zn. Os baixos valores de P, Cu e Zn especificamente no biomassa proporcionou valores médios inferiores destes nutrientes nos sorgos para produção de bioenergia em relação aos forrageiros. Assim, as diferenças na concentração de nutrientes entre os tipos sacarino e forrageiro foram nítidas apenas para K (maior no sacarino), Mg, S e Mn (maior no forrageiro). É importante mencionar que quantidade significativa de grãos estava presente na massa seca total da planta de todos os tipos de sorgo, mas em maior proporção nos forrageiros. Atualmente, a produção de grãos é muito baixa nas lavouras do sorgo sacarino devido ao uso de reguladores de crescimento, o que pode alterar a exportação de nutrientes pela cultura.

Ressalte-se que o Santa Elisa apresentou a menor concentração de nutrientes em relação aos demais forrageiros, exceto para B e Mg, contribuindo negativamente para a média deste tipo de cultivar. Santa Elisa (forrageiro) e N2 (biomassa) foram colhidas mais tardiamente (5 meses após a semeadura) em relação as demais (3 a 4 meses após a semeadura), apresentando baixos valores de K em relação a(s) outra(s) dentro de cada tipo.

A partir dos valores médios da massa seca dos sorgos forrageiro (22 t/ha), sacarino (16 t/ha) e biomassa (21 t/ha), calcularam-se as exportações média de nutrientes pelas plantas de sorgo, em kg/ha: N = 198, 155 e 162; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 87, 60 e 54; K<sub>2</sub>O = 295, 263 e 315; Ca = 69, 49 e 57; Mg = 56, 36 e 43; S = 18, 11 e 15. Assim, a exportação de potássio foi a mais expressiva, seguida pela de nitrogênio. Ressalte-se que o critério para o corte das plantas foi o teor de matéria seca adequado para ensilagem da forragem, que é inferior ao da colheita do sorgo tipo biomassa (aproximadamente 40% de MS).

## **CONCLUSÕES**

Conclui-se que as cultivares diferem quanto a concentração de nutrientes na planta, devendo-se utilizar com ressalvas as referências do sorgo forrageiro para estimar os valores do sorgo sacarino e biomassa, especialmente K. Conclui-se ainda que as plantas de sorgo sacarino são mais ricas em N, P, Cu e Zn do que as do sorgo biomassa.

## **LITERATURA CITADA**

ALBUQUERQUE, C.J.B.; CAMARGO, R. de; SOUZA, M.F. de. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 10-20, 2013.

BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, 1978. 31p. (IAC. Circular, 87).

CRUZ, S.C.B. da; SANTOS, F.C.DOS;MAY, A.;KURIHARA, C.H.; ALBUQUERQUE FILHO, .R.DE; COTA, L.V. Efeito da adubação NK de cobertura no sorgo biomassa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015. O solo e suas múltiplas funções: anais....Natal-RN: SBCS, 2015. 4p (CD-ROM).

FRANCO, A.A.N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. UNIMONTES, Montes Claros, 2011. 74p. Dissertação de Mestrado.

PIVETTA, R.S. Acúmulo de matéria seca, nutrientes e qualidade tecnológica em híbridos de sorgo sacarino. UNESP, Ilha Solteira, 2014. 51p. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, F.C. DOS; COELHO, A.M.; RESENDE, A.V.; MIRANDA, R.A. DE. Correção do solo e adubação na cultura do sorgo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 34-42, jan./fev. 2014.

SANTOS, F.C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.de; RESENDE, A.V. de, OLIVEIRA, A.C.de;OLIVEIRA, M.S.; GOMES, T.C. Adubação nitrogenada e potássica na nutrição e na extração de macronutrientes pelo sorgo biomassa. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.1, p. 10-22, 2015.

SOARES, E.R.; COUTINHO. E.L.M.; RAMOS, S.B.; SILVA, M.S.DA; BARBOSA, J.C.Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3015-3030, nov./dez. 2014.

VASCONCELLOS, C. A.; RODRIGUES, J. A. S., PITTA, G.V.E.; SANTOS, F.G. Extração e exportação de nutrientes pela cultura do sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000. Uberlândia-MG: ABMS, 2000. 5p. (CD-ROM)