

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A DIAGNOSE FOLIAR DO SORGO SACARINO¹

C.A. ROSOLEM² e E. MALAVOLTA³

RESUMO - Têm sido obtidos bons resultados para a diagnose foliar do sorgo granífero quando é amostrada uma folha da altura mediana da planta, na época do emborrachamento. No presente trabalho, foi feita amostragem semelhante em plantas de duas variedades de sorgo sacarino (Brandes e Rio), cultivadas em dois solos (Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro textura média), onde foram aplicados três níveis de N, P e K, e cultivadas em solução n.º 1 de Hoagland e Arnon em três níveis de diluição. Os resultados obtidos permitiram concluir que, em condições de casa de vegetação, com solução nutritiva, poderiam ser considerados normais para o sorgo sacarino os seguintes teores médios de nutrientes nas folhas medianas da planta, na época do emborrachamento: 3,20% de N, 0,80 a 0,95% de P, 2,60 a 3,10% de K, 0,45 a 0,65% de Ca, 0,45 a 0,52% de Mg, 9 a 10 ppm de Cu e 48 a 54 ppm de Mn. A amostragem utilizada para a diagnose foliar parece detectar apenas grandes diferenças nos teores de nutrientes no substrato, não se mostrando, porém suficientemente sensível nas condições de campo.

Termos para indexação: sorgo granífero, solos, nutrição mineral.

PREVIOUS STUDY ON SWEET SORGHUM FOLIAR DIAGNOSIS

ABSTRACT - Good results have been obtained when a sample of one leaf of medium height of the plant at boot stage is used for foliar diagnosis of grain sorghum. In this work the same technique was tested for two sweet sorghum cultivars (Brandes and Rio), grown in two soils ("Latossolo Roxo" and Dark-Red Latosol), under three N, P and K levels, and grown in greenhouse, with Hoagland and Arnon full strength solution, the same diluted 5 and 10 fold. In the greenhouse the following nutrient levels at boot stage could be considered as adequate: 3.2% of N, 0.80 to 0.95% of P, 2.60 to 3.10% of K, 0.45 to 0.65% of Ca, 0.45 to 0.52% of Mg, 9 to 10 ppm of Cu and 48 to 54 ppm of Mn. The sampling utilized did not show sufficient sensitivity to detect differences among the treatments under field conditions; it was adequate however, in experiments in the greenhouse wherein there were large differences in the level of nutrient in the substrate.

Index terms: grain sorghum, soils, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A diagnose foliar é um dos métodos de avaliar o estado nutricional da planta que pode oferecer as indicações mais seguras, tanto com relação à planta quanto à interação desta com o solo em que está implantada, desde que a amostragem esteja bem definida. Desta forma, é necessário que se conheça o momento exato de tomar a amostra, assim como qual órgão amostrar e a posição do mesmo na planta.

Para a diagnose foliar do sorgo sacarino, não foram encontrados padrões na literatura.

Em se tratando de sorgo granífero, as amostragens efetuadas na época do emborrachamento, tomando-se uma folha da altura média da planta, têm mostrado resultados satisfatórios (Goldsworthy & Heathcote 1966, Malavolta & Lourenço 1978b, Rosolem 1978), embora alguns autores tenham obtido melhores correlações com as produções quando a amostragem foi realizada na época do florescimento (Hipp & Gerard 1971, Brawand & Hossner 1976).

Ainda para o sorgo granífero poderiam ser considerados normais, de maneira geral, os seguintes teores de nutrientes encontrados na folha mediana, na época do emborrachamento: 3,0 a 4,2% de N, 0,15 a 0,35% de P, 1,0 a 1,50% de K (Malavolta & Lourenço 1978a, Rosolem 1978), 0,2 a 0,6% de Ca e 0,1 a 0,5% de Mg (Malavolta & Lourenço 1978a).

No presente trabalho, procurou-se avaliar a eficiência da mesma amostragem feita para o sorgo granífero, aplicada ao sorgo sacarino, uma vez que

¹ Aceito para publicação em 20 de agosto de 1981. Parte da tese de Doutorado do primeiro autor com apoio financeiro do BNDE e FINEP.

² Prof. Ass., Dr., Departamento de Agricultura e Silvicultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP. Com bolsa do CNPq. CEP 18600 - Botucatu, SP.

³ Prof. Catedrático, Dr., Departamento de Química, ESALQ/USP, CEP 13400 - Piracicaba, SP.

as plantas pertencem à mesma espécie, assim como determinar os níveis ótimos de nutrientes nas folhas para a referida amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas, para o estudo, amostras de plantas oriundas de dois experimentos de campo onde foram aplicadas as doses de 0, 75 e 150 kg de N/ha, 0, 100 e 200 kg de P_2O_5 /ha e 0, 50 e 100 kg de K_2O /ha em dois solos (Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro textura média), e de um ensaio em casa de vegetação, onde as plantas foram cultivadas em solução nutritiva n.º 1 de Hoagland & Arnon (1950) completa, diluída a 1:5 e diluída a 1:10. Nos ensaios de campo, os tratamentos foram os seguintes: 022; 122; 222; 202; 212; 220; 221 e 222 + micronutrientes, sendo que no LR foi incluída uma testemunha absoluta (000). Nos três casos foram tomadas amostras de folhas de duas cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio).

Na casa de vegetação quando as plantas estavam com 63 dias de emergência e no estádio de emborrachamento, foi amostrada uma folha da altura mediana de cada planta para análises de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn, seguindo os métodos descritos por Sarruge & Haag (1974).

Nos ensaios de campo, a amostragem foi feita de maneira semelhante. A cultivar Brandes foi amostrada aos 65 dias da emergência no LR e aos 80 dias no LEM; e a cultivar Rio, aos 60 dias da emergência no LR e aos 74 dias no LEM. Foram colhidas 20 folhas por parcela, e realizadas as mesmas análises do material colhido em casa de vegetação.

Foram anotadas as produções de colmos, de grãos e de matéria seca total em casa de vegetação, e em condição de campo foram protocoladas as produções de colmos, de álcool e de grãos.

A eficiência da amostragem para o sorgo sacarino foi testada através do estudo das correlações entre quantidades de nutrientes disponíveis e teores nas folhas, e entre teores nas folhas e produções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Casa de vegetação: Na Tabela 1, encontram-se os teores de nutrientes encontrados nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em condição de casa de vegetação; e na Tabela 2, acham-se os coeficientes de correlação entre os teores de nutrientes nas folhas e produção de colmos verdes, matéria seca de colmos, matéria seca de grãos e matéria seca total produzidas pelo sorgo sacarino, nas mesmas condições.

Pode-se notar, pela Tabela 1, que os teores de N, P, K, Mg, Fe, Mn e Zn das duas cultivares e os

teores de Cu da cultivar Brandes foram afetados pelos níveis de solução nutritiva, e os demais não apresentaram variação significativa. Em alguns casos, ocorreu diferença significativa entre os teores de nutrientes das duas cultivares.

Com base nos dados apresentados na Tabela 2, pode-se inferir que a amostragem empregada foi eficiente para N, P, K, Mg e Fe em ambas as cultivares, e para Cu, Mn e Zn para a cultivar Brandes, quando se considerou como produto final a produção de colmos verdes. Quando se considerou a matéria seca do colmo, grãos ou total, não foram encontradas correspondências entre teores e produções que permitissem uma discussão conclusiva. **Campo:** Nas Tabelas 3 e 4, encontram-se os teores de N, P e K determinados nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, no LR e no LEM, respectivamente, em função das adubações. Na Tabela 5, acham-se os coeficientes de correlação entre teores de N, P e K, e adubações respectivas. Na Tabela 6, estão os coeficientes de correlação entre teores e produção de colmos, produção de álcool e produção de grãos do sorgo sacarino, em condições de campo.

Pelas Tabelas 1 e 4 pode-se notar que os teores de nutrientes das folhas encontrados em condição de campo foram menores do que aqueles determinados no nível completo de solução nutritiva (considerados como normais), e, ainda, que só houve efeito significativo das adubações nos teores de N e K da cultivar Brandes nos dois locais, e N da cultivar Rio no LEM, o que fica confirmado pelos dados da Tabela 5.

Quando se confrontam estes resultados com aqueles referentes às produções (Tabela 6), as correspondências que deveriam existir deixam bastante a desejar, revelando que, embora nas condições de casa de vegetação tenham ocorrido correspondências entre teores e produções, em condição de campo esta situação se alterou. Isto leva a concluir que a amostragem utilizada detecta apenas grandes diferenças, não se mostrando suficientemente sensível para que seja recomendada sua utilização em condição de campo, onde a amplitude de variação nos teores de nutrientes nas folhas foram menores do que no ensaio da casa de vegetação, não sendo encontradas boas correlações

TABELA 1. Teores (% e ppm) de nutrientes nas folhas medianas do sorgo sacarino, ao emborrachamento, por solução nutritiva, por cultivar e por nutriente, em casa de vegetação (63 dias da emergência).

Solução	Teor de	Brandes	Rio	D.M.S.	Teores de	Brandes	Rio	D.M.S.
1:1	N (%)	3,15	3,12	n.s.	S (%)	0,20	0,17	n.s.
1:5		2,25	1,39	0,14		0,18	0,14	n.s.
1:10		1,98	1,40	0,14		0,17	0,17	n.s.
D.M.S.		0,17		++		n.s.	n.s.	n.s.
C.V.		4,2%				19,1%		
1:1	P (%)	0,92	0,81	0,11	Fe (ppm)	106	72	15
1:5		0,43	0,24	0,11		81	130	15
1:10		0,32	0,27	n.s.		262	141	15
D.M.S.		0,13	0,13	n.s.		19	19	++
C.V.		14,9%				7,8%		
1:1	K (%)	3,11	2,66	0,17	Cu (ppm)	9,69	9,69	n.s.
1:5		1,90	1,46	0,17		5,64	9,18	1,35
1:10		1,38	1,02	0,17		7,66	8,63	n.s.
D.M.S.		0,20	0,20	n.s.		1,65	n.s.	++
C.V.						10,8%		
1:1	Ca (%)	0,65	0,46	0,10	Mn (ppm)	53,7	48,3	n.s.
1:5		0,54	0,47	n.s.		37,4	32,9	n.s.
1:10		0,57	0,58	n.s.		27,0	21,7	n.s.
D.M.S.		n.s.	n.s.	+		22,6	22,6	n.s.
C.V.		12,7%				34,1%		
1:1	Mg (%)	0,52	0,45	0,07	Zn (ppm)	13,6	9,7	2,6
1:5		0,59	0,50	0,07		10,0	9,2	n.s.
1:10		0,69	0,55	0,07		12,6	12,4	n.s.
D.M.S.		0,08	0,08	n.s.		3,1	3,1	++
C.V.		8,5%				14,7%		

TABELA 2. Coeficientes de correlação entre os teores de nutrientes nas folhas medianas da planta de sorgo sacarino, na época do emborrachamento, e produção de colmos verdes, matéria seca de colmos, matéria seca de grãos e matéria seca total produzidas pelo sorgo em casa de vegetação, em três níveis de solução nutritiva.

Nutriente %	Produção de colmos		Matéria seca de colmos		Matéria seca de grãos		Matéria seca total	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
N	0,96**	0,83**	0,91**	0,88**	0,89**	0,66*	0,90**	0,91**
P	0,89**	0,80**	0,94**	0,85**	0,92**	0,66*	0,82**	0,88**
K	0,94**	0,85**	0,93**	0,89**	0,87**	0,57 n.s.	0,88**	0,91**
Ca	0,32 n.s.	-0,56 n.s.	0,54 n.s.	-0,54 n.s.	0,52 n.s.	-0,18 n.s.	0,15 n.s.	-0,48 n.s.
Mg	-0,83**	-0,61*	-0,68*	0,57 n.s.	-0,56 n.s.	-0,18 n.s.	-0,88**	-0,53 n.s.
S	0,24 n.s.	0,29 n.s.	0,42 n.s.	0,01 n.s.	0,51 n.s.	0,47 n.s.	0,14 n.s.	0,32 n.s.
Fe	-0,63*	0,93**	-0,45 n.s.	-0,87**	-0,25 n.s.	-0,53 n.s.	-0,65*	-0,86**
Cu	0,73**	0,29 n.s.	0,77**	0,28	0,87**	0,22 n.s.	0,58*	0,27 n.s.
Mn	0,76**	0,53 n.s.	0,60*	0,63	0,41 n.s.	0,30 n.s.	0,76**	0,61 n.s.
Zn	0,70*	-0,33 n.s.	0,65*	-0,55 n.s.	0,75**	0,02 n.s.	0,50 n.s.	-0,33 n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 3. Teores de N, P e K nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em função das adubações, por nutriente, por tratamento e por cultivar, em condição de campo, em um Latossolo Roxo. (65 dias da emergência para cv. Brandes e 60 dias da emergência para cv. Rio).

Tratamentos	N %			P %			K %		
	Brandes	Rio	D.M.S.	Brandes	Rio	D.M.S.	Brandes	Rio	D.M.S.
000	1,95	2,47	0,26	0,27	0,29	n.s.	1,72	1,42	0,31
022	1,83	2,46	0,36	0,28	0,29	n.s.	1,45	1,34	n.s.
122	2,13	2,51	0,26	0,27	0,30	0,03	1,66	1,46	n.s.
222	2,33	2,63	0,26	0,28	0,31	0,03	1,72	1,39	0,31
202	2,33	2,52	n.s.	0,25	0,28	0,03	1,38	1,64	n.s.
212	2,36	2,55	n.s.	0,25	0,29	0,03	1,54	1,49	n.s.
220	2,23	2,68	0,26	0,28	0,31	0,03	1,57	1,31	n.s.
221	2,31	2,58	0,26	0,28	0,31	0,03	1,50	1,30	n.s.
222+M	2,52	2,52	n.s.	0,29	0,31	n.s.	1,76	1,49	n.s.
D.M.S.	0,41	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. %		7,5			6,8			14,7	

TABELA 4. Teores (%) de N, P e K nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em função dos níveis de adubação, por nutriente, por adubação e por cultivar, em condições de campo, em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média. (80 dias da emergência para cv. Brandes e 74 dias da emergência para cv. Rio).

Tratamentos	N %			P %			K %		
	Brandes	Rio	D.M.S.	Brandes	Rio	D.M.S.	Brandes	Rio	D.M.S.
022	2,00	2,46	0,23	0,43	0,44	n.s.	1,3	1,24	n.s.
122	2,31	2,83	0,23	0,55	0,49	n.s.	1,42	1,40	n.s.
222	2,36	2,78	0,23	0,55	0,49	n.s.	1,42	1,52	n.s.
202	2,37	2,90	0,23	0,57	0,50	n.s.	1,41	1,46	n.s.
212	2,57	2,86	0,23	0,54	0,51	n.s.	1,35	1,45	n.s.
220	2,41	2,75	0,23	0,59	0,52	n.s.	1,38	1,50	n.s.
221	2,34	2,79	0,23	0,51	0,52	n.s.	1,12	1,43	0,12
222+M	2,40	2,94	0,23	0,54	0,49	n.s.	1,29	1,48	0,12
D.M.S.	0,36	0,36	n.s.	0,13	n.s.	n.s.	0,19	0,19	**
C.V. %		6,3			10,8			6,3	

* Teste F significativo ao nível de 5%

** Teste F significativo ao nível de 1%.

entre teores e produções na maioria dos casos estudados.

Uma possível explicação para o fato de as plantas de sorgo terem apresentado maiores teores de P no LEm do que no LR sem aumentos de produção correspondentes poderia ser a seguinte: notou-se uma "requeima" das plantas ao final do ciclo, no LEm, provavelmente em função da seca obser-

vada no local daquele período. Esta relativa falta de água pode ter limitado a absorção de N, tendo como resultado final um menor desenvolvimento das plantas, e, conseqüentemente, uma concentração de fósforo nas folhas.

Em função dos resultados obtidos no presente trabalho, não é possível chegar a uma aproximação razoável dos teores ótimos de nutrientes

TABELA 5. Coeficientes de correlação entre doses de N, P e K e teores de N, P, K, respectivamente, nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, em condições de campo.

Doses	Teores (%) nas folhas			
	LR		LEm	
	Brandes ^{**}	Rio	Brandes	Rio
N	0,72**	0,33 n.s.	0,86**	0,59*
P	0,53 n.s.	0,50 n.s.	-0,13 n.s.	-0,10 n.s.
K	0,44 n.s.	0,39 n.s.	0,11 n.s.	0,10 n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 6. Coeficientes de correlação entre teores de N, P e K nas folhas medianas do sorgo sacarino, na época do emborrachamento, e produção de colmos em kg/ha, produção de álcool em l/ha, produção de grãos em kg/ha e produção de álcool em l/t de colmo de sorgo, quando a planta foi submetida a níveis de adubação com N, P e K, respectivamente, em condição de campo.

Nutriente	Produção de colmos kg/ha		Produção de álcool l/ha		Produção de grãos kg/ha		t álcool/t colmo	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio	Brandes	Rio
	Latossolo Roxo							
N	0,80**	0,22 n.s.	0,13 n.s.	0,34 n.s.	0,74**	0,24 n.s.	-0,57 n.s.	0,25 n.s.
P	0,46 n.s.	0,38 n.s.	-0,05 n.s.	0,54 n.s.	0,68*	0,00 n.s.	-0,52 n.s.	0,13 n.s.
K	0,38 n.s.	0,31 n.s.	0,34 n.s.	0,15 n.s.	0,01 n.s.	-0,08 n.s.	0,07 n.s.	-0,22 n.s.
	Latossolo Vermelho-Escuro textura média							
N	0,74**	0,58 *	0,84**	0,40 n.s.	0,68*	0,21 n.s.	0,65*	-0,01 n.s.
P	0,42 n.s.	0,12 n.s.	0,38 n.s.	0,57 n.s.	-0,04 n.s.	0,30 n.s.	-0,03 n.s.	0,70*
K	0,35 n.s.	0,38 n.s.	0,34 n.s.	0,15 n.s.	0,37 n.s.	0,13 n.s.	0,14 n.s.	-0,07 n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%

** Teste F significativo ao nível de 1%.

em condição de campo, uma vez que os valores observados nesta condição foram menores que os níveis críticos considerados no ensaio de casa de vegetação, e também não se verificaram respostas a todos os nutrientes estudados em todos os casos. Desta maneira, é aconselhável que sejam desenvolvidos outros estudos a respeito da diagnose foliar do sorgo sacarino, o que permitiria a obtenção de resultados mais seguros.

CONCLUSÕES

1. Em condições de casa de vegetação com solução nutritiva, poderiam ser considerados adequados para o sorgo sacarino os seguintes teores médios de nutrientes nas folhas medianas da planta, na época do emborrachamento: 3,20% de N, 0,80 a 0,95% de P, 2,60 a 3,00% de K, 0,45 a 0,65% de Ca, 0,45 a 0,52% de Mg, 9 a 10 ppm de Cu e 48 a 54 ppm de Mn.

2. A amostragem utilizada para a diagnose foliar parece detectar apenas grandes diferenças, não se mostrando suficientemente sensível nas condições de campo, onde as variações entre os teores de nutrientes foram de menor amplitude do que no ensaio da casa de vegetação, não se correlacionando bem com as produções obtidas.

REFERÊNCIAS

- BRAWAND, H. & HOSSNER, L.R. Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizers treatment. *Agron. J.*, 68:277-80, 1976.
- GOLDSWORTHY, P.R. & HEATHCOTE, R.G. Leaf sampling for the determination of the phosphorus status of sorghum. *J. Sci. Food. Agric.*, 17:176-80, 1966.
- HIPP, B.W. & GERARD, C.G. Influence of previous crop and nitrogen mineralization on crop response to applied nitrogen. *Agron. J.*, 63:583-6, 1971.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method from growing plants without soil. Calif. Agric. Expt. Sta., 1950. 34p.
- MALAVOLTA, E. & LOURENÇO, S. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). I. Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, produção e composição mineral. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11, Piracicaba, 1976. Anais . . . Piracicaba, 1978a. p.691-700.
- MALAVOLTA, E. & LOURENÇO, S. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II. Nota sobre a amostragem para a diagnose foliar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11, Piracicaba, 1976. Anais . . . Piracicaba, 1978b. p.701-6.
- ROSOLEM, C.A. Nutrição mineral comparada do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ-USP, 1978. 110p. Tese Mestrado.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ-USP, 1974. 56p. (Publicação Especial).