

EFEITO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DO SORGO SACARINO

EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO FASE ARENOSA¹

C.A. ROSOLEM², J.R. MACHADO³, O. DELLA COLETA⁴ e D.A.S. MARCONDES³

RESUMO - Foi instalado um experimento em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa, com teores baixos de Ca e Mg, com o objetivo de estudar as respostas do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*, cv. Brandes) às doses de 0, 2, 4, 6 e 8 t/ha de calcário dolomítico, na presença e ausência de 100 kg/ha de K₂O. O trabalho foi conduzido durante dois anos; repetiu-se a adubação potássica, mas não a calagem. Com relação à produção de colmos, no primeiro ano, notou-se resposta positiva às doses de calcário e potássio, assim como interação destes fatores, onde as plantas que não receberam potássio, responderam a até 2 t/ha de calcário, permanecendo constantes as produções com doses maiores, ao passo que nas parcelas que receberam adubação potássica, houve resposta quadrática à calagem com produção máxima na dose de 4 t/ha. Em termos de produção de grãos, houve resposta apenas ao calcário até 2 t/ha. No segundo ano houve resposta significativa tanto à calagem como à adubação potássica, com 100 kg/ha de K₂O, em termos de produção de colmos. Não foi notado efeito dos tratamentos na qualidade do caldo do sorgo sacarino.

Termos para indexação: qualidade do caldo, produção de grãos, produção de colmos, magnésio, boro, potássio.

EFFECTS OF LIMING AND POTASSIUM FERTILIZATION ON SWEET SORGHUM GROWN IN A DARK-RED LATOSOL

ABSTRACT - A field experiment was set on a Dark-Red Latosol sandy phase (loamy sand) to study the effects of 0, 2, 4, 6 and 8 t/ha of lime, in presence or not of 100 kg/ha of K₂O. The experiment was conducted during two years, with the potassium being reapplied, and without liming. In the first year there was an interaction of lime and potassium. The stalk yields were increased by liming up to 2 t/ha in the absence of potassium fertilizer but when potassium was applied the yields of sweet sorghum stalks were increased by doses up to 4 t/ha of lime. There was an increase in grain production due to liming up to 2 t/ha, but there was not any effect of potassium fertilization. In the second year there was a linear response of stalk yields to liming and the application of 100 kg/ha of K₂O caused an increase in stalk production. There was not any effect of treatments upon juice quality.

Index terms: juice quality, stalk production, grain production, magnesium, potassium, boron.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino é uma alternativa viável para produção de álcool etílico, principalmente em destilarias instaladas em fazendas mistas, onde pode ser utilizado o colmo para fabricação de álcool e o grão para a alimentação animal.

Dentre os diversos aspectos da cultura que carecem de estudos, encontram-se a calagem e a adubação potássica.

Não existem indicações na literatura a respeito da exigência da planta em termos de calagem. Reeves Junior (1976) relatou que nos E.U.A. têm sido utilizadas, para o sorgo sacarino, as mesmas recomendações que foram desenvolvidas para o sorgo granífero, mas, de acordo com Rosolem & Malavolta (1980) e Rosolem et al. (1981a), dificilmente se chegaria a bons resultados com esta prática.

Em termos de calagem, Rosolem et al. (1981b), trabalhando em um Latossolo Roxo, observaram resposta do sorgo sacarino à calagem, no segundo ano de cultivo, com a dose de 4 t/ha. Doses maiores fizeram com que fosse diminuída a produtividade. Até o segundo ano de cultivo, não foram observadas respostas ao potássio aplicado.

Com relação à adubação potássica, Rosolem et al. (1981a) observaram respostas da cultivar Brandes quando o solo tinha 0,10 meq de K/100 g

¹ Aceito para publicação em 4 de fevereiro de 1983.

Trabalho conduzido com o apoio financeiro da FINEP.

² Eng.^o Agr.^o Dr., Prof. Adjunto, Dep. de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, CEP 18600 - Botucatu, SP. Com bolsa do CNPq.

³ Prof. Assistente, Dr., Dep. de Agricultura e Silvicultura FCA/UNESP.

⁴ Estagiário do Dep. de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP.

de T.F.S.A., mas a cultivar Rio não reagiu à aplicação do adubo. Em um solo com 0,27 meq de K^+ /100 g T.F.S.A. não foram observadas respostas ao potássio.

No presente trabalho, foram estudadas as respostas do sorgo sacarino à calagem em presença de adubação potássica, em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 1979/80 foi instalado um ensaio, em condição de campo na Estação Experimental de São Manuel, no Estado de São Paulo, que utilizou as doses 0, 2, 4, 6 e 8 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 68%, em presença ou ausência de 100 kg/ha de K_2O .

O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa, com pH 4,5; 0,70% de M.O.; 0,90; 0,36; 1,90; 1,60; 0,13 e 0,16 emg de cálcio, magnésio, hidrogênio, alumínio, potássio e fósforo, respectivamente, por 100 g de T.F.S.A.

O experimento foi instalado em subparcelas. As parcelas receberam as doses de calcário e as subparcelas, as doses de potássio. Foram utilizadas quatro repetições. Cada subparcela constou de cinco linhas com 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,70 m. Na colheita foi desprezado 0,5 m de cada extremidade da linha, assim como as linhas laterais da subparcela.

A calagem foi efetuada no dia 04.10.1979; foi estudado seu efeito residual, no segundo ano, com reaplicação do adubo potássico.

Foi feita, em ambos os anos, uma adubação com 80 kg de N e 80 kg/ha de P_2O_5 , nas formas de sulfato de amônio e superfosfato simples. Todo o potássio e fósforo, e 30 kg/ha de N foram aplicados em área total e incorporados antes da semeadura. A cobertura, com 50 kg/ha de N, foi aplicada quando as plantas estavam com 30 dias.

Nos dois anos, por ocasião da semeadura, foi colocado nos sulcos um excesso de sementes de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*, cv. Brandes); aos quinze dias da emergência das plântulas, foi efetuado o desbaste, deixando-se de 8 a 10 plantas por metro de linha.

No segundo ano de cultivo, aplicaram-se 20 kg/ha de bórax (2,2 kg/ha de B) em mistura com os outros fertilizantes.

No primeiro ano, a semeadura foi efetuada aos 30.10.1979, e no segundo, aos 24.11.1980.

Por ocasião da emergência das plântulas, o solo foi amostrado; quando as plantas encontravam-se no estágio de emborrachamento, foram colhidas 20 folhas por parcela, de uma altura mediana da planta, para a diagnose foliar (Rosolem & Malavolta 1982), em ambos os cultivos.

Por ocasião da colheita, foram tomadas amostras de colmos para análises tecnológicas, segundo Tanimoto (1964).

A colheita foi efetuada quando as plantas encontravam-se no estágio de grãos duros e grãos pastosos, no primeiro e segundo ano, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2, encontram-se os resultados das análises de solo amostrado na época da emergência das plântulas, nos dois anos.

Pode-se notar pela Tabela 1 que, aproximadamente, um mês após a calagem, foi possível notar efeito do corretivo sobre os teores de hidrogênio, alumínio, cálcio e magnésio do solo, assim como sobre o pH.

Se fosse utilizada a recomendação de calagem para o sorgo granífero (Instituto Agronômico de Campinas 1977), em função do alumínio, a dose seria de 2 t/ha; em função da matéria orgânica e cálcio + magnésio, não seria recomendada a aplicação de calcário; e em função do pH, seria utilizada a dose 1,2 t/ha. Por esta recomendação, no primeiro ano, o maior pH que poderia ser atingido seria de 4,7; ainda ficaria 1,00 emg de Al^{+++} a ser neutralizado e o teor de cálcio + magnésio do solo poderia chegar a 1,66 emg/100 g TFSA. Para o segundo ano de cultivo, a situação seria bem melhorada (Tabela 2), em função do tempo de reação do corretivo no solo. Deve ser levado em

TABELA 1. Resultados da análise de solo amostrado na época da emergência das plântulas de sorgo sacarino, primeiro ano, 0-20 cm. Novembro de 1977.

Doses de calcário	K_2O	pH	H^+	Al^{+++}	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
0	0	4,4	1,4	1,36	0,15	0,99	0,30
	100	4,4	1,5	1,68	0,22	0,99	0,24
2	0	4,6	1,3	1,08	0,18	1,15	0,51
	100	4,7	1,3	1,00	0,20	1,08	0,51
4	0	5,1	1,1	0,88	0,21	0,99	0,67
	100	5,4	1,1	0,72	0,23	1,06	0,73
6	0	5,8	0,7	0,60	0,18	1,15	0,91
	100	5,6	1,0	0,52	0,20	1,48	0,91
8	0	6,0	0,9	0,48	0,17	1,31	0,94
	100	6,2	0,7	0,50	0,20	1,63	1,22

TABELA 2. Resultados da análise de solo amostrado na época da emergência das plântulas de sorgo sacarino, segundo ano, a duas profundidades. Dezembro de 1980.

Doses de calcário		K ₂ O	pH	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
t/ha	kg/ha	meq/100 g						
0-20 cm								
0	0	4,9	3,9	0,76	0,15	1,44	0,61	
	100	4,6	3,7	0,28	0,16	1,25	0,35	
2	0	4,8	2,0	0,16	0,12	1,81	0,42	
	100	4,9	2,4	0,20	0,16	1,66	0,68	
4	0	5,6	2,2	0,08	0,12	1,84	0,60	
	100	5,6	2,2	0,04	0,17	1,60	0,86	
6	0	5,7	2,5	0,12	0,09	2,91	1,08	
	100	6,0	1,7	0,04	0,17	2,06	1,06	
8	0	6,2	1,9	0,04	0,11	2,37	1,30	
	100	6,0	2,0	0,08	0,16	1,94	0,90	
20-40 cm								
0	0	4,6	4,5	0,72	0,10	1,03	0,31	
	100	4,4	3,4	0,72	0,16	0,75	0,22	
2	0	4,5	4,6	0,36	0,15	1,47	0,54	
	100	4,7	3,6	0,44	0,14	1,13	0,45	
4	0	5,1	3,0	0,08	0,10	1,88	0,77	
	100	5,2	2,8	0,04	0,17	1,59	0,71	
6	0	5,4	2,9	0,16	0,07	1,53	0,75	
	100	5,5	3,5	0,00	0,14	1,75	0,82	
8	0	5,6	2,2	0,04	0,11	1,91	0,95	
	100	5,5	1,8	0,00	0,14	1,75	0,87	

consideração que o calcário utilizado apresentou um PRNT de 68%.

No segundo ano de cultivo, em razão do maior tempo de reação, as respostas observadas foram acentuadas (Tabela 2), com exceção do pH. É importante mencionar que as amostras foram secadas em estufa com circulação de ar a 50°C.

Na Tabela 2 pode ser observado ainda que ocorreu lixiviação das bases, o que levou a uma melhoria das condições de fertilidade do solo na camada de 20 a 40 cm de profundidade.

A produção de grãos somente foi avaliada no primeiro ano, uma vez que no segundo cultivo, ocorreu um ataque muito intenso de pássaros, que a prejudicou completamente. Desta forma, a pro-

dução de grãos no ano de 1979/80 encontra-se na Tabela 3.

Conforme pode ser visto na referida tabela, houve apenas um efeito da calagem na produção de grãos, até a dose de 2 t/ha. É interessante notar que as parcelas que não receberam calagem apresentaram, na época da emergência das plântulas, uma saturação em bases de 49%, ao passo que, nas parcelas que receberam 2 t/ha de calcário, a saturação foi elevada a 59%. Com as doses maiores do corretivo, o solo chegou a apresentar saturação em bases de até 77%, mas não foram notados novos incrementos na produção de grãos.

Pelos resultados do presente trabalho, pode-se inferir que a recomendação de calagem para o sorgo granífero utilizada no Estado de São Paulo (Instituto Agrônomo de Campinas 1977), poderia ser empregada para a cultura do sorgo sacarino, se o objetivo da cultura fosse apenas a produção de grãos, o que não é o caso.

As produções de colmos, assim como alguns resultados da diagnose foliar encontram-se nas Fig. 1 e 2.

No primeiro ano de cultivo (Fig. 1), foi observada resposta quadrática do sorgo sacarino à calagem, com produção máxima quando foram aplicadas 4 t/ha de calcário na presença de adubação potássica. Na ausência do potássio, o sorgo apresentou resposta a até 2 t/ha de calcário. Foi observada resposta significativa ao potássio. As plan-

TABELA 3. Produção de grãos (kg/ha) de sorgo sacarino em função da calagem e adubação potássica, 1979/80.

Calcário t/ha	K (kg/ha)		Média*
	0	100	
0	1.511	1.925	1.718 b
2	2.104	2.718	2.411 a
4	2.447	2.466	2.457 a
6	2.390	2.379	2.384 a
8	2.465	2.240	2.353 a
Média	2.183	2.346	

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

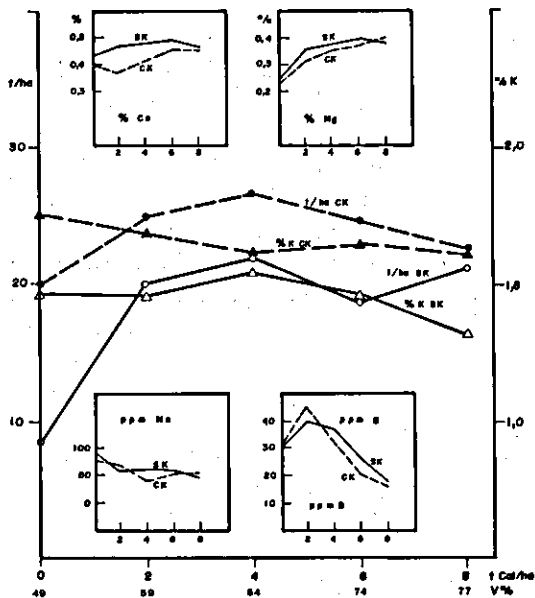


FIG. 1. Produção de colmos de sorgo sacarino e teores de Ca, Mg, Mn e B nas folhas medianas das plantas na época do emborrachamento, em função de doses de calcário e potássio, 1979/80 (CK . . . com potássio, SK . . . sem potássio).

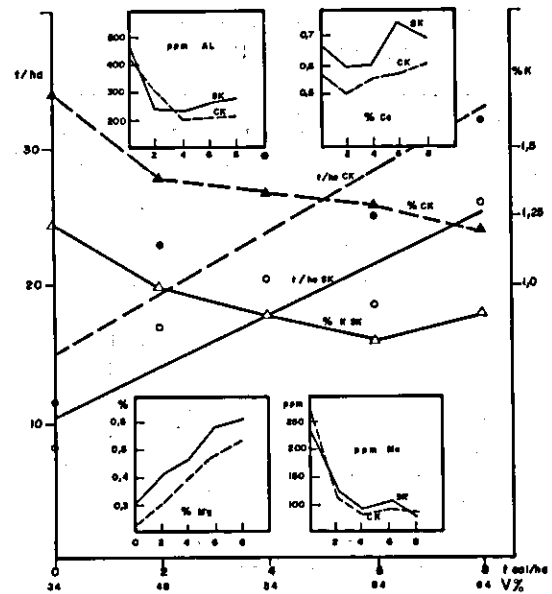


FIG. 2. Produção de colmos de sorgo sacarino e teores de Ca, Mg, Al e Mn nas folhas medianas das plantas na época do emborrachamento, em função de doses de calcário e potássio, 1980/81 (CK . . . com potássio, SK . . . sem potássio).

tas que receberam adubação potássica apresentaram maiores teores do nutriente nas folhas do que aquelas que não foram fertilizadas.

Conforme pode ser notado na Fig. 1, foram obtidos aumentos na produção de colmos quando a saturação em bases do solo foi elevada até 64%; não houve respostas a maiores saturações em bases, de até 77%, com a dose máxima de calcário.

Ainda no primeiro ano de cultivo, mesmo as plantas que foram cultivadas na ausência da calagem apresentaram níveis relativamente baixos de manganês nas folhas.

Pelo paralelismo entre as curvas, ficou evidenciada a importância do calcário como fornecedor de magnésio às plantas de sorgo sacarino. Os níveis do nutriente nas folhas foram aumentados com a aplicação do corretivo.

A tendência quadrática das curvas de produção de colmos, que apresentaram decréscimo quando foram aplicadas as doses maiores de calcário, pode ser explicada em função dos teores de boro encontrados nas folhas da planta nestas condições. Assim,

a aplicação de calcário em doses acima de 4 t/ha pode ter levado a uma deficiência de boro, embora não tenham sido observados sintomas visíveis da deficiência no campo.

Ainda com relação à produção de colmos, no segundo ano de cultivo, foi observada resposta linear do sorgo sacarino à calagem até 8 t/ha, assim como à fertilização potássica (Fig. 2).

As respostas ao potássio podem ser explicadas em função do nível relativamente baixo do nutriente no solo e da grande exigência da planta (Rosolem & Malavolta 1980). Pode ser visto na Fig. 2 que realmente ocorreu um aumento dos teores de potássio nas folhas em função da aplicação do nutriente.

A resposta linear obtida à calagem pode ser explicada, uma vez que além da aplicação de boro, eliminando a deficiência desse nutriente, no segundo ano de cultivo o solo apresentou-se com melhores condições de fertilidade, tanto na camada arável (0-20 cm) como na camada subsuperficial.

Nota-se, também, nos dois cultivos, que os teo-

res de potássio nas folhas mostraram um declínio em função da aplicação do calcário, o que seria esperado em função do conhecido efeito de competição entre potássio, cálcio e magnésio. É importante ressaltar que estes níveis de potássio apresentados pelas plantas foram baixos, quando comparados com os que Rosolem & Malavolta (1982) consideraram como adequados, embora estes autores tenham obtido boas produções quando o teor de potássio na folha era de 1,7%, semelhante ao obtido na presença do adubo potássico sem calagem, no presente trabalho.

Este fato leva a considerar que, mesmo em um solo com baixa capacidade de troca, como o utilizado no presente trabalho, talvez o sorgo sacarino respondesse a doses maiores do que 100 kg/ha de K_2O .

Do primeiro para o segundo ano de cultivo, notou-se que, nas parcelas sem calagem, as plantas absorveram mais manganês, mostrando que o teor disponível deste elemento é aumentado através do cultivo de sorgo na ausência do corretivo. Este aumento não pode ser explicado pela evolução do pH do solo.

Na Fig. 2 pode também ser notado que a dose de 2 t/ha de calcário parece ter sido suficiente para eliminar o alumínio tóxico, mas, para a eliminação do manganês tóxico, foi necessária a aplicação de 4 t/ha de calcário.

Assim: pode-se inferir que a eliminação do alumínio tóxico e uma saturação em bases da ordem de 48% seriam suficientes para obter a máxima produção de grãos, mas não para obter as máximas produtividades em termos de colmos.

Ainda nas Fig. 1 e 2, pode ser notado que a aplicação de potássio prejudicou um pouco a absorção de cálcio e magnésio pela planta. Da mesma forma que, no primeiro ano, o corretivo atuou como importante fornecedor de magnésio à cultura.

Desta maneira, os resultados obtidos no presente trabalho indicam que, para a obtenção de boas produtividades em termos de colmos de sorgo sacarino, o solo deve apresentar saturação em bases próxima de 60%. É muito importante a disponibilidade de magnésio às plantas; ainda deve ser levado em consideração que a planta parece ser muito sensível à deficiência de boro. Estas inferências de-

vem ser vistas como preliminares, sendo necessária a execução de novas pesquisas para uma confirmação definitiva destes aspectos da cultura do sorgo sacarino. Não é possível a extrapolação das recomendações em vigor do sorgo granífero para o sorgo sacarino.

Não foram observados efeitos da utilização de calcário ou adubação potássica na qualidade do caldo de sorgo sacarino; desta maneira na Tabela 4 são apresentadas as médias obtidas em cada ensaio.

Embora existam resultados que mostram resposta da cana-de-açúcar ao potássio, em termos de qualidade do caldo (Haag 1961, Humbert 1968), o sorgo sacarino não tem apresentado variação na qualidade em função da adubação com esse nutriente, conforme os resultados do presente trabalho, que confirmam os obtidos por Rosolem et al. (1982).

Desta forma, a produção de álcool por hectare, no presente experimento, foi uma função exclusivamente da quantidade de colmos produzida em cada tratamento.

Pela Tabela 4, pode-se notar que o caldo produzido no segundo ano apresentou-se com nível de qualidade inferior ao do primeiro ano. Este fato deve ter ocorrido em função de ter sido a colheita efetuada, no segundo ano, quando os grãos de sorgo encontravam-se em estado pastoso, portanto, antes do que seria o ponto ideal de colheita (Shaffert 1982, Zanini & Orsi 1982).

TABELA 4. Resultados das análises tecnológicas do caldo de sorgo sacarino, nos dois anos de cultivo*.

Característica	79/80	80/81
Brix do caldo	18,6	18,0
Sacarose % caldo	10,6	3,7
Açúcares redutores % caldo	5,0	8,6
Açúcares redutores totais % colmo	14,8	12,5
Álcool 1/t colmo	85,7	72,7

* São apresentadas as médias dos experimentos, uma vez que não houve resposta significativa às doses de calcário ou potássio.

REFERÊNCIAS

HAAG, H.P. Nutrição mineral de cana. Piracicaba, ESALQ/USP, 1961. 100p. Tese Doutorado.

- HUMBERT, R.P. Nutritional aspects of ripening. In: _____ The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, 1968. p.550-5.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, Campinas, SP. Tabelas de adubação e de calagem. Campinas, 1977. 198p. (Boletim, 209)
- REEVES JUNIOR, S.A. Sweet sorghum report, 1975. s.l., Texas A & M University System, 1976. 23p. (Tex. Agric. Exp. Stn., Res. Tech. Rep., 76-3).
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; BRINHOLI, O. & DELLA COLETA, O. Efeitos da calagem na cultura do sorgo sacarino em Latossolo Roxo (nota prévia). In: JORNADA CIENTÍFICA DO CAMPUS DE BOTUCATU, 10, Botucatu, 1981. Anais . . . Botucatu, Associação dos Docentes do Campus de Botucatu, 1981b. p.48.
- ROSOLEM, C.A. & MALAVOLTA, E. Estudo preliminar sobre a diagnose foliar do sorgo sacarino. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(1):33-8, 1982.
- ROSOLEM, C.A. & MALAVOLTA, E. Exigências nutricionais do sorgo sacarino. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13, Londrina, 1980. Resumos . . . Londrina, EMBRAPA, 1980. p.135.
- ROSOLEM, C.A.; MALAVOLTA, E.; BRINHOLI, O. & SERRA, G.E. Respostas do sorgo sacarino a N, P e K. II. Características tecnológicas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(3):385-91, 1982.
- ROSOLEM, C.A.; MALAVOLTA, E. & MACHADO, J. R. Resposta diferencial de duas cultivares de sorgo sacarino à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. I. Produção e seus componentes. *R. bras. Ci. Solo*, 5:124-8, 1981a.
- SHAFFERT, R. Curvas de maturação de várias cultivares de sorgo sacarino para produção de álcool. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos . . . Florianópolis, EMPASC, 1982. p.122.
- TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. *Hawaii Plant Rec.*, 57(2):133-50, 1964.
- ZANINI, J.R. & ORSI, E.W.L. Influência da maturação fisiológica na produção de sementes e no rendimento industrial do sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Florianópolis, 1982. Resumos . . . Florianópolis, EMPASC, 1982. p.99.