

RESPOSTAS DO SORGO SACARINO A N, P e K II. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS¹

C.A. ROSELEM², E. MALAVOLTA³, O. BRINHOLI e G.E. SERRA⁴

RESUMO - Foram conduzidos ensaios de campo utilizando-se duas cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio) cultivadas em dois solos (Latosolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro textura média), para estudo dos efeitos da aplicação de N, P e K sobre a produção de açúcar e de álcool. Foram avaliados os efeitos das adubações nos teores de sacarose, açúcares redutores, brix, fibra, e produção de álcool do sorgo sacarino. Os ensaios foram conduzidos no município de Barra Bonita, Estado de São Paulo. Com relação à produção de álcool por hectare, a cultivar Brandes respondeu positivamente ao N no LR e ao N e K no LEM, ao passo que a cultivar Rio não apresentou respostas significativas às adubações. As produções de álcool foram explicadas principalmente pelas produções de colmos, o que demonstra ser a produção de álcool por área uma função principalmente da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente características tecnológicas dentro de um limite razoável. Considerando-se os locais e cultivares diferentes, os efeitos das adubações sobre os teores de sacarose, açúcares redutores e brix foram inconsistentes.

Termos para indexação: produção de álcool, adubação, qualidade de caldo.

RESPONSES OF SWEET SORGHUM TO N, P AND K II. TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS

ABSTRACT - This work deals with two experiments under field conditions, on a "Latosol Roxo" (clay) and on a Dark Red Latosol (loamy sand), at Barra Bonita, SP, Brazil, where two sweet sorghum cultivars were sown to study the effects of N, P and K on sugar and alcohol production. At ripening Brix, reducing sugar, total sugar, sucrose, fibre and alcohol production were determined. There was an increase on alcohol production of cv. Brandes due to N fertilization on the clay soil and due to N and K fertilization on the loamy sand soil, although cv. Rio didn't show production increase due to fertilizers. Stalk production was the most important component for alcohol yield. Considering the different soils and cultivars, the fertilizer effects on sucrose, reducing sugar and brix levels were not consistent.

Index terms: alcohol production, fertilization, juice quality.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino se apresenta como uma boa opção para a produção de etanol. Entretanto diversos aspectos da cultura ainda são desconhecidos, havendo necessidade de estudos que permitam prever com razoável margem de segurança a resposta da planta às práticas e tratamentos culturais. Um dos pontos a serem estudados é o efeito das adubações nas características tecnológicas do colmo de sorgo sacarino, sendo pobre a literatura a respeito do assunto.

Embora alguns autores tenham descrito efeito negativo do nitrogênio sobre as características tecnológicas do sorgo sacarino (Stokes 1968), Cowley 1969 relata que não foi encontrada relação entre o nível de nitrogênio com o teor e sacarose e pureza do caldo.

Da mesma forma, experimentos com micronutrientes relatados por Cowley (1969) revelaram respostas não consistentes em termos de produção e teor de sacarose do caldo.

Ricaud (1971), utilizando as doses de 40, 80 e 120 kg/ha de nitrogênio, em três populações diferentes de plantas e em dois locais, não verificou efeito do nitrogênio na produção de colmos, mas a percentagem de sacarose e a produção de açúcar decresceram com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicada.

Considerada a controvérsia existente na literatura, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de estudar os efeitos das adubações com nitro-

¹ Aceito para publicação em 19 de julho de 1981. Tomado da tese de Doutorado do primeiro autor e com apoio do BNDE e FINEP.

² Dr. Prof. Ass. Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, CEP 18600 - Botucatu, SP, com bolsa do CNPq.

³ Prof. Catedrático, Dept^o Química, ESALQ, USP.

⁴ Dr. Prof. Adjunto e Prof. Ass, Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP.

gênio fósforo e potássio e micronutrientes no teor de sacarose, açúcares redutores, fibra e produção de álcool do sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos ensaios em dois solos (Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro textura média) localizados no município de Barra Bonita, Estado de São Paulo, utilizando duas cultivares de sorgo sacarino: Rio e Brandes.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados das análises químicas dos solos utilizados.

Tratamentos: No Latossolo Roxo, o ensaio constou de duas cultivares de sorgo sacarino (Brandes e Rio), submetidas a nove tratamentos: 000, 022, 122, 222, 202, 220, 221 e 222 + micronutrientes, correspondendo às doses de N, P e K, respectivamente. As doses utilizadas foram 0, 75 e 150 kg/ha de N, 0, 100 e 200 kg/ha de P_2O_5 , 0, 50 e 100 kg/ha de K_2O , respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio; e 45,5 kg/ha de uma mistura de micronutrientes: 5 kg/ha de borax, 5 kg/ha de $CuSO_4$, 10 kg/ha de $FeSO_4$, 5 kg/ha de $MnSO_4$, 20 kg/ha de $ZnSO_4$, 0,5 kg/ha de H_2MoO_4 . Foi aplicado 1/3 da dose de N na ocasião da semeadura e 2/3 em cobertura, aos 30 dias da emergência das plantas. Os adubos restantes foram aplicados no sulco, na época da semeadura.

No Latossolo Vermelho-Escuro textura média, o esquema básico foi o mesmo, mas foi eliminado o tratamento 000.

Os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso, constituindo um fatorial 8 x 2 no LR e 9 x 2 no LEM, com quatro repetições.

No LEM, a semeadura foi realizada no dia 13.12.1977; e no LR, no dia 14.12.1977.

Aos 20 dias após a emergência das plantas, foi efetuada o desbaste, sendo deixadas dez plantas por metro linear de sulco.

No LR, as colheitas foram efetuadas no dia 18.4.1978, para a cultivar Rio e no dia 5.5.1978 para a cultivar Brandes; e no LEM, as colheitas foram realizadas no dia 27.4.1978 para a cultivar Rio e no dia 2.5.1978 para a cultivar Brandes. No LEM, as plantas foram colhidas um

pouco antes do estágio de grãos duros, por estarem apresentando, na época, uma requeima excessiva.

Foram realizadas as seguintes análises: brix do caldo, sacarose % no colmo, açúcares redutores % no colmo e fibra % para todas as parcelas. O brix foi determinado pelo refratômetro. As demais determinações foram feitas segundo o "método da prensa", descrito por Tanimoto (1964).

O teor de açúcares totais e a estimativa da produção de álcool por tonelada de colmo foram calculados utilizando-se as fórmulas empregadas por Serra et al. (1978a), que fornecem uma estimativa do rendimento na fermentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Latossolo Roxo. Encontram-se na Tabela 2 os resultados médios obtidos para brix do caldo e teor de sacarose nos colmos de sorgo sacarino no LR; e na Tabela 3, os resultados médios obtidos para teores de açúcares redutores e açúcares totais no colmo de sorgo sacarino, no mesmo local, em função das adubações e das cultivares utilizadas. Na Tabela 4, encontram-se os teores de fibra nos colmos, produção de álcool por tonelada de colmo e produção de álcool por hectare das duas cultivares de sorgo sacarino em função das adubações, e na Tabela 7 encontram-se os coeficientes de correlação entre produção de álcool em l/ha e produção de colmos, litros de álcool/t do colmo e brix, por cultivar e por local.

Nos tratamentos deficientes em N, a cultivar Brandes apresentou brix maior do que a cultivar Rio, tendência essa que tende a se inverter nos demais tratamentos, conforme se pode observar na Tabela 2.

A aplicação de adubos fez com que fosse diminuído o brix na cultivar Brandes, ao contrário do que aconteceu para a cultivar Rio, onde a aplicação de N fez com que fosse aumentado o brix da cultivar Rio (Tabela 2).

TABELA 1. Resultados das análises químicas dos solos em que foram instalados os ensaios.

	pH	M.O.*(1) %	H ⁺ (2)	Al ³⁺ (3)	K (4)	Ca ²⁺ (3)	Mg ²⁺ (3)	PO ₄ ³⁻ (4)
	e mg/100 g.TFSA							
Boracéia	6,0	2,07	3,36	0,16	0,27	5,52	2,08	0,07
Riachuelo	6,0	0,67	1,76	0,16	0,10	1,68	0,40	0,08

* (1) Processo Walkley-Black; (2) Extrator: acetato de cálcio, pH 7,0; (3) Extrator: KCl 1N; (4) Extrator: H₂SO₄ 0,05N.

Com relação ao teor de sacarose no colmo (Tabela 2), as mesmas considerações são válidas, embora tenha sido menos evidente o aumento no teor na cultivar Rio com a aplicação de N.

Para a cultivar Brandes, os resultados obtidos são concordantes com o relato de Gregory (1937),

mas a cultivar Rio apresentou comportamento diferente, talvez por não ter apresentado resposta na produção de colmos, em função da adubação nitrogenada e em função da época de aplicação do N (Martin & Evans 1964).

Por outro lado, a cultivar Brandes sempre apre-

TABELA 2. Brix do caldo e sacarose % no colmo de sorgo sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local: Boracéia.

Tratamentos	Brix			Sacarose %		
	Brandes	Rio	DMS ^a	Brandes	Rio	DMS ^a
000	20,0	18,6	1,0	13,4	14,6	n.s.
022	17,8	18,5	1,0	13,7	14,7	n.s.
122	17,6	19,0	1,0	9,8	15,3	1,6
222	18,4	20,3	1,0	11,7	15,7	1,6
202	19,1	19,4	n.s.	12,6	15,0	1,6
212	18,5	19,2	n.s.	11,0	15,2	1,6
220	19,4	19,7	n.s.	11,9	15,3	1,6
221	18,8	19,8	n.s.	12,0	15,8	1,6
222+M	18,5	19,8	1,0	11,6	16,0	1,6
D.M.S. ^a	1,6	1,6	**	2,5	n.s.	**
C.V. %		3,7			8,0	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 3. Açúcares redutores e açúcares totais % no colmo de sorgo sacarino, em função de níveis de N, P e K, local: Boracéia.

Tratamentos	Açúcares redutores %			Açúcares totais %		
	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a
000	4,2	1,3	0,6	18,2	16,4	1,4
022	3,2	1,2	0,6	17,6	16,6	n.s.
122	4,3	0,9	0,6	14,6	17,0	1,4
222	3,6	0,9	0,6	15,9	17,4	1,4
202	3,5	0,9	0,6	16,7	16,7	n.s.
212	4,6	1,1	0,6	16,1	17,1	n.s.
220	4,3	1,0	0,6	16,8	17,0	n.s.
221	4,0	0,9	0,6	16,5	17,4	n.s.
222+M	3,7	0,9	0,6	15,9	17,8	1,4
D.M.S. ^a	0,9	n.s.	*	2,3	n.s.	**
C.V. %		16,3			6,1	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 4. Percentagem de fibra no colmo, litros de álcool por tonelada de colmo, e produção de álcool (l/ha) do sorgo sacarino, em função de níveis de N, P e K, local: Boracéia.

Tratamentos	Fibra %			Álcool l/t de colmo			Álcool l/ha		
	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a
000	11,5	15,2	1,3	93,8	80,9	7,2	3.449	2.673	389
022	12,1	15,9	1,3	89,9	81,0	7,2	3.946	2.739	389
122	11,4	15,1	1,3	75,2	83,6	7,2	3.887	2.856	389
222	11,3	16,8	1,3	81,7	84,1	n.s.	4.170	2.793	389
202	11,9	14,9	1,3	85,5	82,3	n.s.	3.943	2.656	389
212	11,3	16,0	1,3	84,0	83,9	n.s.	4.037	2.702	389
220	12,0	16,4	1,3	86,1	85,2	n.s.	4.153	2.562	389
221	11,4	15,6	1,3	86,2	87,7	n.s.	4.152	2.730	389
222+M	11,3	15,7	1,3	81,7	86,9	n.s.	3.697	2.658	389
D.M.S. ^a	n.s.	n.s.	n.s.	11,6	n.s.	**	629	n.s.	n.s.
C.V. %		6,5			6,0			8,2	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

sentou maiores teores de açúcares redutores nos colmos (Tabela 3), e parece que esta cultivar apresentou resposta com tendência quadrática para este parâmetro, com teores máximos nas doses intermediárias (Tabela 3), e os teores de açúcares totais seguiram, de maneira geral, os resultados obtidos para teores de sacarose.

Principalmente com relação ao P e K, os resultados obtidos não concordam com aqueles relatados para a cana-de-açúcar por Hartt (1934), Haag (1961) e Humbert (1968), pois não foram observadas respostas a esses nutrientes no presente trabalho.

Pela Tabela 3, pode-se notar que, embora a cultivar Rio tenha apresentado maior percentagem de fibra, as adubações não tiveram efeito sobre este parâmetro.

Os resultados de produção de álcool por tonelada de colmo (Tabela 4) seguiram, de maneira geral, aqueles obtidos para teores de sacarose no colmo (Tabela 2).

Com respeito à produção de álcool em litros por hectare, a tendência observada foi diferente daquelas discutidas para as outras características tecnológicas (Tabela 4). Embora tenham sido notadas algumas tendências de respostas da cultivar Rio, estas não foram significativas. A cultivar Bran-

des apresentou respostas à aplicação de adubos, e houve tendência de resposta às doses de N e P.

Pela Tabela 8, pode-se notar que houve correlação significativa entre produção de colmos, litros de álcool/t de colmo e produção de álcool/ha, mas o coeficiente de correlação deste último parâmetro com a produção de colmos foi maior. Serra et al. (1978b) obtiveram resultados que concordam plenamente com os obtidos no presente caso.

Assim, embora os teores de sacarose, açúcares redutores, açúcares totais e fibra sejam características importantes, a produção de colmos parece ser de maior significância para a produção de álcool/ha, com respeito a respostas e adubações. Estas considerações permitem inferir que a produção de álcool por área pelo sorgo sacarino é uma função principalmente da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente as características tecnológicas dentro de um limite razoável.

Latossolo Vermelho-Escuro textura média. Encontram-se na Tabela 5 os resultados médios obtidos para o brix e sacarose % em Riachuelo, e na Tabela 6, os teores de açúcares redutores e açúcares totais em função das adubações, neste local.

Na Tabela 7, encontram-se valores médios encontrados para fibra % no colmo, e de álcool/t de

TABELA 5. Brix do caldo e sacarose % no colmo de sorgo sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local: Riachuelo.

Tratamentos	Brix			Sacarose %		
	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a
022	16,5	19,0	1,8	8,6	11,6	2,6
122	16,5	16,5	n.s.	9,4	9,4	n.s.
222	18,0	16,2	n.s.	10,5	8,9	n.s.
212	17,2	16,7	n.s.	8,9	10,0	n.s.
220	17,0	17,1	n.s.	9,1	10,0	n.s.
221	17,1	16,9	n.s.	8,0	9,2	n.s.
222+M	17,5	16,2	n.s.	9,5	8,5	n.s.
D.M.S. ^a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. %		7,5			19,11	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 6. Açúcares redutores e açúcares totais % no colmo de sorgo sacarino, por cultivar, em função de níveis de N, P e K, local: Riachuelo.

Tratamentos	Açúcares redutores %			Açúcares totais %		
	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a
022	4,2	2,9	1,2	13,2	15,1	n.s.
122	4,6	4,0	n.s.	14,5	13,8	n.s.
222	3,6	3,8	n.s.	14,6	13,1	n.s.
202	4,2	3,4	n.s.	15,2	14,5	n.s.
212	4,6	3,4	n.s.	14,0	13,8	n.s.
220	4,3	3,9	n.s.	13,9	14,3	n.s.
221	5,5	3,9	1,2	13,9	13,6	n.s.
222+M	4,7	4,1	n.s.	14,6	13,1	n.s.
D.M.S. ^a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. %		21,5			9,8	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

colmo e produção de álcool em l/ha para o sorgo sacarino, no LEm.

Pode-se notar, pela Tabela 5, que, embora sem significância estatística, o brix e o teor de sacarose da cultivar Brandes tenderam a aumentar com a aplicação do N, ao passo que a cultivar Rio demonstrou tendência inversa, ao contrário do que aconteceu no LR. Este resultado talvez possa ser explicado pelos teores de matéria orgânica do solo,

ocorrendo tal resposta no LEm, que contém menos matéria orgânica.

Com exceção do tratamento 022, onde a cultivar Rio apresentou maior brix e maior teor de sacarose no colmo, não houve diferença entre as cultivares.

Como se pode observar na Tabela 6, as adubações não tiveram efeito sobre os teores de açúcares redutores e açúcares totais nos colmos de sorgo sa-

TABELA 7. Percentagem de fibra no colmo, litro de álcool por tonelada de colmo e produção de álcool (l/ha) do sorgo sacarino, em função de níveis de N, P e K, local: Riachuelo.

Tratamentos	Fibra %			Álcool l/t de colmo			Álcool l/ha		
	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a	Brandes	Rio	D.M.S. ^a
022	11,3	15,7	1,6	67,9	73,6	n.s.	1.647	1.652	n.s.
122	10,9	14,5	1,6	75,7	68,5	n.s.	2.705	1.915	362
222	11,2	15,2	1,6	75,3	64,3	9,5	2.747	1.708	362
202	10,9	15,9	1,6	78,5	71,6	n.s.	2.640	1.448	362
212	11,1	15,5	1,6	72,3	67,9	n.s.	2.585	1.633	362
220	9,9	15,5	1,6	72,6	71,3	n.s.	2.043	1.637	362
221	10,7	16,4	1,6	72,1	65,8	n.s.	2.063	1.596	362
222+M	10,6	16,6	1,6	75,9	64,0	9,5	2.688	1.345	362
D.M.S. ^a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	572	n.s.	**
C.V. %		8,2			9,4			12,7	

^a Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

TABELA 8. Coeficientes de correlação entre produção de álcool (l/ha) e produção de colmos (t/ha), l de álcool/t de colmo e brix, obtidos em condições de campo, por cultivar e por local.

	Produção de álcool (l/ha)			
	Boracéia		Riachuelo	
	Brandes	Rio	Brandes	Rio
Produção de colmos	0,62**	0,77**	0,91**	0,57**
l álcool/t colmo	0,36*	0,34*	0,59**	0,70**
Brix	0,34*	0,11 n.s.	0,36 n.s.	0,26 n.s.

* Teste F significativo ao nível de 5%.

** Teste F significativo ao nível de 1%.

carino, porém entre as cultivares, a cultivar Brandes apresentou teores de açúcares redutores que tenderam a ser maiores do que na cultivar Rio, a exemplo do que ocorreu no LR.

Pela Tabela 7, pode-se verificar que, embora não se tenha notado efeito das adubações nos teores de fibra, estes foram maiores na cultivar Rio do que na cultivar Brandes, e as produções de álcool por tonelada de colmo de maneira geral foram semelhantes para as duas cultivares, não sendo evidentes, neste local, aquelas tendências observadas no LR quanto à adubação nitrogenada.

Com relação à produção de álcool em l/ha, como se pode ver na Tabela 7, a exemplo do que ocorreu no LR, a cultivar Rio não apresentou res-

postas significativas às adubações, e, com exceção do tratamento 022, produziu menos do que a cultivar Brandes.

A cultivar Brandes apresentou respostas significativas à aplicação de K, em função principalmente do somatório dos resultados observados para produção de álcool/tonelada de colmo (Tabela 7) e teor de sacarose (Tabela 5), o que está de acordo com Hartt (1934) e Haag (1961).

Pela Tabela 8, pode-se notar que as correlações entre l de álcool/t de colmo foram relativamente mais significativas no LEM do que no LR, talvez porque as produções de colmos tenham sido menores no LEM do que no LR. Estes resultados poderiam ainda ser explicados pela menor retenção de

água no LEm, que talvez tenha limitado a produção de colmos, afetado a umidade normal nos colmos e portanto limitado a produção de caldo por hectare.

CONCLUSÕES

1. Com relação à produção de álcool por hectare, a cultivar Brandes respondeu significativamente ao N no LR e ao N e K no LEm, ao passo que a cultivar Rio não apresentou respostas significativas às adubações. As produções de álcool foram explicadas principalmente pelas produções de colmos e pelos teores de sacarose encontrados nos colmos.

2. Com exceção dos tratamentos 0, 200, 100 no LEm, a cultivar Brandes permitiu prever maiores produções de álcool do que a cultivar Rio.

3. Considerando-se os locais e cultivares diferentes, os efeitos do N sobre teor de sacarose e brix foram inconclusivos. A aplicação de P fez com que aumentasse o teor de açúcares redutores em apenas um caso, e o K não proporcionou respostas significativas.

4. A produção de álcool por área parece ser principalmente uma função da quantidade de caldo produzido, desde que a cultivar apresente características tecnológicas dentro de um limite razoável.

AGRADECIMENTOS

Apresentamos agradecimentos ao Eng^o Agr^o Osvaldo Alonso e à Usina da Barra S.A. pelas facilidades oferecidas, assim como pela realização das análises tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- COWLEY, W.R. Sweet sorghum in South Texas: yield potentials and cultural practices. *J. Rio Grande Val. Hort. Soc.*, 23:157-62, 1969.
- GREGORY, F.G. Mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. Biochem.*, 6:557-78, 1937.
- HAAG, H.P. Nutrição mineral da cana. Piracicaba, ESALQ/USP, 1961. 100p. Tese Doutorado.
- HARTT, C.E. Some effects of potassium upon the amounts of protein and amino forms of nitrogen, sugar and enzyme activity of sugar cane. *Plant Physiol.*, 9:453-90, 1934.
- HUMBERT, R.P. Nutritional aspects of ripening. In: _____ . *The growing of sugar cane*. Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1968. p.550-5.
- MARTIN, J.P. & EVANS, H. Nutritional deficiencies and toxicities. In: HUGHES, A. & WISMER, ed. *Sugar-cane diseases of the world*. Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1964. v.2, p.197-236.
- RICAUD, R. Sweet sorghum for sugar production in Louisiana. *L. State Univ.*, 14:4-7, 1971.
- SERRA, G.E.; GOLDENBERG, J.; MOREIRA, J.R. & CARVALHO, C.M. de. Estudo energético de alternativas brasileiras para produção de energia renovável. In: UNIÃO PANAMERICANA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, 1978, Santiago do Chile. *Anais...* Inst. de Ingenieros de Chile, Santiago do Chile, 1978a. p.387-417.
- SERRA, G.E.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. & ALONSO, O. Maturação de colmos de sorgo sacarina e qualidades tecnológicas para produção de etanol. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE FISIOLOGIA VEGETAL. 7, Mar Del Plata, Argentina, 1978. *Resumos...* Sociedade Latinoamericana de Fisiologia Vegetal, 1978b. p.86.
- STOKES, I.E. Review of the potential use of sweet sorghum for sugar production. *s.l., s.ed.*, 1968. p.68-78.
- TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. *Hawaiian Plant Rec.*, 57(2):135-50, 1964.