

**APROVEITAMENTO DE ALGUMAS FONTES DE POTÁSSIO  
PELO SORGO SACARINO [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]**

**ANTONIA APARECIDA VIDAL**

**Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

**PIRACICABA**  
**Estado de São Paulo - Brasil**  
**Novembro, 1982**

*def. 1983*

A meus pais José e Aneides  
e a minha irmã Sandra,  
OFEREÇO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às seguintes pessoas e instituições pela colaboração prestada:

- Ao Prof. Dr. André Martin Louis Neptune pelo apoio, incentivo e orientação prestada, contribuindo primordialmente para o desenvolvimento desse trabalho.
- Dr. Takashi Muraoka
- Prof. Dr. Kenkishi Fujimori
- João Odemir Salvador
- Carlos Henrique Mattioli
- Marileuza Aparecida Bassi
- Sandra Maria Genaro Nicoletti
- José Anderson Forti
- Dacir Bortoletto
- Sandra Tereza Pereira
- Rodinei Almeida Romani
- Neide Bombeiro Filet
- Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP
- Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes - ESALQ-USP
- Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR

## ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1. Origem dos materiais potássicos utilizados ...	9
3.2. Análise granulométrica .....	9
3.3. Análise química .....	10
3.4. Experimento de campo .....	10
3.4.1. Local do experimento .....	10
3.4.2. Solo: classificação e análises químicas	10
3.4.3. Tratamentos .....	11
3.4.4. Delineamento experimental .....	13
3.4.5. Adubação básica (NP) .....	13
3.4.6. Instalação e condução do experimento ..	14
3.4.7. Colheita .....	15
3.4.8. Preparo do material para análise quími- ca .....	15
3.4.9. Análise de potássio e cálcio nas amostras .	16
3.4.10. Preparo do material para análise tecno- lógica .....	16
3.4.11. Análises tecnológicas .....	16
3.4.11.1. Brix refratométrico (B) .....	16
3.4.11.2. Pol do caldo extraído (S) ...	17
3.4.11.3. Fibra por cento sorgo (F) ...	18

3.4.11.4. Porcentagem de caldo extraído (CE) .....	18
3.4.11.5. Pureza do sorgo (P) .....	19
3.4.11.6. Açúcares totais (AT) .....	19
3.4.11.7. Pureza dos açúcares totais ..	20
3.4.11.8. Açúcar total recuperável ....	20
3.4.11.9. Álcool teórico .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1. Análises químicas dos materiais potássicos ...	23
4.2. Análises granulométricas dos materiais potássicos COS .....	24
4.3. Experimento de campo .....	26
4.3.1. Produção de colmos .....	26
4.3.2. Produção de grãos .....	27
4.3.3. Porcentagens de potássio nos colmos, fo lhas e grãos .....	30
4.3.4. Quantidades de potássio extraídas pelos colmos .....	32
4.3.5. Quantidades de potássio extraídas pelos grãos .....	34
4.3.6. Quantidades de potássio extraídas pelos colmos e grãos .....	37
4.3.7. Análises tecnológicas .....	38
4.3.7.1. Brix refratométrico .....	38

4.3.7.2. Pol do caldo extraído .....	40
4.3.7.3. Fibra por cento sorgo .....	41
4.3.7.4. Caldo extraído .....	43
4.3.7.5. Açúcares totais .....	44
4.3.7.6. Pureza do sorgo .....	46
4.3.7.7. Pureza dos açúcares totais ...	47
4.3.7.8. Açúcar total recuperável .....	48
4.3.7.9. Álcool teórico .....	49
5. CONCLUSÕES .....	55
6. LITERATURA CITADA .....	57

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>página</u>
1. Análise química do solo no local do experimento de campo .....	11
2. Fontes potássicas e doses do ensaio de campo ...	12
3. Adubação básica - doses e fontes .....	13
4. Teores de $K_2O$ solúvel em ácido cítrico e solúvel em água .....	23
5. Análise granulométrica dos materiais .....	25
6. Produção de colmos verdes e secos .....	27
7. Produção de grãos .....	28
8. Porcentagens de potássio nos colmos, folhas e grãos .....	31
9. Quantidade de K extraído pelos colmos, quantidade de K absorvida do fertilizante e utilização do K em porcentagem .....	33
10. Quantidade de K extraída pelos grãos, quantidade de K absorvida do fertilizante e utilização do K em porcentagem .....	36
11. Quantidade total de K extraído pelos colmos e grãos .....	38

Tabela

página

12. Valores de Brix expressos em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo .....	39
13. Valores de Pol expressos em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo .....	41
14. Porcentagens de fibra no sorgo .....	42
15. Porcentagem de caldo extraído .....	43
16. Teores de açúcares totais em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo .....	45
17. Porcentagens de pureza do sorgo .....	46
18. Pureza dos açúcares totais .....	47
19. Quantidade de açúcar total recuperável .....	48
20. Quantidade de álcool .....	59
21. Valores para grau de liberdade, quadrado médio e teste F das análises de sorgo .....	53
22. Valores para grau de liberdade, quadrado médio e teste F das análises tecnológicas .....	54



APROVEITAMENTO DE ALGUMAS FONTES  
DE POTÁSSIO PELO SORGO SACARINO  
[*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]

Autor: ANTONIA APARECIDA VIDAL

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

RESUMO

Com o objetivo de estudar a eficiência de três materiais potássicos originários de Poços de Caldas, MG, e submetidos a tratamento hidrotérmico, foi conduzido um experimento de campo, utilizando o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivar 'SART'.

Os materiais potássicos foram analisados para determinação do teor de potássio; também foram feitas análises granulométricas dos mesmos.

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Areão da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, em Terra Roxa Estruturada de fertilidade mediana. As fontes de potássio foram comparadas com o cloreto de potássio e utilizou-se de duas doses de  $K_2O$ /ha (100 kg/ha de  $K_2O$  e 200 kg/ha de  $K_2O$ ).

Após colheita do experimento foram feitas aná-

lises de produção de colmos e grãos, teores de potássio nas folhas, colmos e grãos, quantidade do elemento exportado pelos colmos e grãos, além de análises tecnológicas para determinação das quantidades de açúcar total recuperável e de álcool etílico.

Através dos resultados obtidos e analisados concluiu-se que:

. O material potássico designado por amostra 2 apresentou maior teor de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2% (16,02%) e resultou em maior produção de grãos e maior quantidade de potássio extraída pelos mesmos, quando aplicado na dose 2 (200 kg/ha de  $K_2O$ ).

. O material potássico designado por amostra 1 (27,5% de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2%), apresentou a menor granulometria, porém, nem sempre o material de menor grau de finura é o mais solúvel.

. Houve resposta à aplicação das fontes de potássio no que diz respeito aos teores deste elemento nos colmos e a quantidade do elemento extraída pelos mesmos, porém, não houve diferença entre as fontes utilizadas.

. O cloreto de potássio, quando aplicado na dose 2 (200 kg/ha de  $K_2O$ ) teve efeito negativo na produção de grãos, na porcentagem de potássio nos grãos e a quantidade de potássio extraída pelos mesmos.

. Houve resposta à aplicação das fontes de potássio no que diz respeito à quantidade de açúcar total recuperável e produção de álcool teórico, porém, o comportamento das fontes foi semelhante.

AVAILABILITY OF SOME POTASSIUM SOURCES USED  
SWEET SORGHUM [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]

Author: ANTONIA APARECIDA VIDAL

Adviser: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

SUMMARY

A field experiment was carried out, at Areão Experimental Farm of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brazil, in a soil named "Terra Roxa Estruturada".

The aim of this experiment was to study the effect of three potassic materials originated from Poços de Caldas, MG, Brazil, which were subject of hydrothermal treatment, on the grains and culms yield, on the potassium contents of grains, stalks and leaves, on the quantities of potassium extracted by grains and culms, on the ethanol yield, of sweet sorghum or saccharine sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cv. 'SART'.

These potassic materials, including potassium chloride, were applied at two rates of  $K_2O/ha$  (100 kg/ha  $K_2O$  and 200 kg/ha  $K_2O$ ).

According to the data, the following conclusion can be drawn:

. one of these potassic materials showed the highest content of  $K_2O$  soluble in 2% citric acid solution (26.02%) and gave the highest yield and the highest quantity of potassium extracted by the grain, when applied at the rate of 200 kg/ha  $K_2O$ .

. there was no difference between potassium sources and rates in respect to potassium contents and quantity of this element extracted, in the culms, but the potassium sources used in this experiment was superior to the control.

. the potassium chloride when applied at the rate of 200 kg/ha  $K_2O$  showed negative effect on grain yield, on concentration and quantity of potassium in the grain.

. the potassium sources increased the quantity of total sugar and ethanol yield in respect to the control.

## 1. INTRODUÇÃO

O potássio é um macronutriente essencial para as plantas e animais, sendo que figura em segundo lugar após o nitrogênio, entre os elementos mais absorvidos pelas plantas.

Funções múltiplas e complexas foram atribuídas a este nutriente; funciona como ativador de inúmeras enzimas, na abertura e fechamento de estômatos, na síntese de proteínas, na fotossíntese, no metabolismo geral dos carboidratos, na respiração, transpiração e divisão celular, podendo, também, afetar a qualidade dos produtos agrícolas (GAUCH, 1972; EVANS e SORGER, 1966; EVANS e WILDES, 1971; JACKSON e VOLK, 1968; MALAVOLTA, 1976).

Apesar da importância deste nutriente para as plantas, o Brasil importa todo o potássio utilizado, atingin-

do a quantidade de 700.000 t em 1976.

Uma das alternativas para que o país pudesse diminuir a importação dos adubos potássicos, seria o aproveitamento de depósitos de rochas potássicas existentes em Poços de Caldas (MG), que após serem submetidas a um tratamento adequado (NEPTUNE *et alii*, 1980), poderiam ser utilizadas como fertilizante.

Estes materiais são aluminossilicatos e após serem submetidos a um tratamento hidrotérmico (FUJIMORI, 1979) conseguiu-se eliminar o excesso de sílica e obter cristais com sistema hexagonal.

NEPTUNE *et alii* (1980), consideram tais materiais como fontes lentamente solúveis de potássio; em certas ocasiões oferecem vantagens, quando comparadas com as fontes solúveis deste elemento. Podem reduzir as perdas por lixiviação e conseqüentemente não há preocupação com o fracionamento nas aplicações. Evitam um consumo de luxo de potássio pelas plantas, mesmo quando aplicados em doses elevadas, como também, impedem o efeito salino que pode prejudicar a germinação e o bom desenvolvimento de certas culturas.

Estes materiais não acidificam o solo e possuem baixa higroscopicidade por não serem sais (DE MENT e STANFORD, 1959; ALLEN e MAYS, 1974; FUJIMORI, 1979).

Por outro lado, devido à crise energética, iniciou-se a produção de etanol a partir de matérias primas renováveis, substituindo parte do petróleo importado (ARAÚJO *et alii*, 1977).

Surgiu, então, a possibilidade de se trabalhar com outras matérias primas além da cana-de-açúcar, para obtenção de álcool.

O sorgo sacarino, pelos resultados obtidos nos Estados Unidos (REEVES JR., 1976), México (FORS, 1971) e pesquisas recentes em nosso país (SERRA, 1976; TEIXEIRA *et alii*, 1977; ARAÚJO *et alii*, 1977), pode ser considerado como matéria prima com boas possibilidades de expansão de cultivo para a produção de álcool.

O caráter de ciclo curto da cultura poderá ser um aspecto positivo adicional, pois, a coincidência do início da colheita da cultura do sorgo com o final de colheita da cana-de-açúcar permitiria prolongamento do período de moagem das destilarias autônomas, diminuindo o tempo ocioso destas unidades industriais.

Deve-se considerar que, segundo SADER *et alii* (1979), para maior produção de matéria seca o sorgo sacarino extrai potássio em proporções muito maiores que nitrogênio e fósforo e os teores de potássio encontrados na planta em di-



versas épocas de amostragem são também maiores que os de fósforo e nitrogênio.

Conforme ROSOLEM (1979), o potássio é o nutriente mais exigido e mais exportado pelo sorgo sacarino.

Dessa forma, utilizou-se do sorgo sacarino como planta indicadora para os ensaios de adubação com os materiais potássicos a serem testados.

As principais metas desse estudo foram:

1. Caracterização química e granulométrica dos materiais potássicos

2. Efeitos destes materiais potássicos na absorção de potássio pelas plantas de sorgo sacarino, na produção de colmos e grãos, além da produção de açúcar total recuperável e álcool etílico.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Há muito tempo, antes mesmo das descobertas dos Sais de Stassfurt, na Alemanha, houve a preocupação de se utilizar, após trituração, de rochas contendo potássio (JOHNS-TONE, 1922). No Brasil, existem tentativas para a utilização das rochas potássicas para a agricultura, como fonte de potásio para as plantas.

Em São Paulo, BOOK *et alii* (1960) utilizaram em ensaios de campo com batatinha, em diferentes solos, com diferentes teores de potássio trocável ( $K^+$ ), a leucita, procedente de Poços de Caldas, que é um metassilicato de alumínio e potássio, a fim de se estudar a possibilidade de aproveitá-la, como adubo. Porém, não houve resposta a aplicação da leucita em todas as doses usadas (30, 60 e 90 kg/ha de  $K_2O$ ). NEVES *et alii* (1960) em ensaios de adubação do algodoeiro, encontraram um efeito quase nulo da leucita.

LIMA *et alii* (1969), selecionaram como promissoras as rochas: feldspato potássico (ortose), cloritaxisto e micaxisto obtidas nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Admitem, estes pesquisadores, possibilidades técnicas e econômicas do emprêgo de rochas ricas em K e Mg, finamente trituradas em moinho de bola, com grau de finura variando de > 125 milimicrons a < 500 milimicrons. O cloritaxisto, entre as rochas utilizadas, foi a mais promissora, devendo ser aplicada na dosagem de 5 t/ha a 15 t/ha.

O trabalho de GRAHAM e ALBRECHT (1952), chamou a atenção pelo fato destes pesquisadores terem calcinado vários materiais potássicos (glauconita, feldspato, etc.) a 400°C e 700°C e terem conseguido resultados positivos com aplicação dos materiais tratados no solo.

Segundo FUJIMORI (1979), os minerais mais ricos em potássio, com exceção de evaporitos são aluminossilicatos: micas, feldspato e feldspatóides. Os feldspatóides são caracterizados pela menor quantidade de sílica que os feldspatos, e os potássicos são leucita,  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$  ( $\text{K}_2\text{O} = 21,92\%$ ); nefelina,  $\text{KNa}_3(\text{AlSiO}_4)$ , em geral, com predominância de sódio ( $\text{K/Na} = 0,05 \approx 0,04$ ) e "Kalsilita" ou "Kaliofilita" ( $\text{K}_2\text{O} = 30,19\%$ ). Nestes cristais os átomos de potássio ocupam espaços vazios em redes tridimensionais formadas de tetraedros de silício e alumínio. A mobilidade dos átomos de potássio de-

pende da densidade dos tetraedros e simetria de arranjo deles.

O  $KAlSiO_4$  é o aluminossilicato mais pobre em sílica e apresenta polimorfismo nos minerais naturais e nos artificiais, sendo que os naturais são "Kalsilita" e "Kaliofilita", e sua ocorrência é bastante rara (FUJIMORI, 1979).

Conforme Heirer e Billings (1970), citados por FUJIMORI (1979), dentre as propriedades cristalográficas da "Kaliofilita" tem-se: sistema hexagonal, grupo espacial  $P_{63}22$  e constantes reticulares  $a = 26,9 \text{ \AA}$  e  $c = 8,5 \text{ \AA}$ .

De acordo com Perrota e Smith (1965) citados por FUJIMORI (1979), o cristal de "Kalsilita" apresenta as propriedades: sistema hexagonal, grupo espacial  $P_{63}$  e constantes reticulares  $a = 5,16 \text{ \AA}$  e  $c = 8,69 \text{ \AA}$ .

Os dois minerais anteriormente citados se cristalizam com a nefelina e leucita em microcristais e parecem não resistir ao intemperismo, conforme FUJIMORI (1979), sendo que este pesquisador conseguiu eliminar o excesso de sílica através do processo hidrotermal e obter cristais com sistema hexagonal,  $a = 5,22 \text{ \AA}$  e  $c = 8,68 \text{ \AA}$ . A estrutura cristalina real se encontra bastante deformada, com relação à estrutura cristalina idealizada, sendo que na real, segundo FUJIMORI (1979), a energia reticular de retenção do átomo de potássio foi baixada sensivelmente, não chegando a ser extraída pela

água, mas sim com solução de ácido cítrico a 2%, o que sugere o aparecimento deste mineral semi-artificial como adubo potássico.

Experimentos realizados por NEPTUNE *et alii* (1980) a respeito da disponibilidade deste elemento em amostras submetidas a vários tratamentos, utilizando o arroz como planta indicadora, em Latossol Vermelho-escuro textura média, mostraram, pelos resultados, que não houve diferença significativa entre aquelas fontes de potássio e o Cloreto de Potássio.

Observou-se, ainda, nesses experimentos, que não houve diferença significativa entre os materiais potássicos quando se utilizou a dose de 100 kg de  $K_2O/ha$ , porém, com a aplicação da dose de 200 kg de  $K_2O/ha$  um dos materiais potássicos se destacou dos demais.

Em experimento realizado por VIDAL *et alii* (1980), "kalsilitas" apresentaram eficiências semelhantes à do Cloreto de Potássio, tanto na produção de grãos como no suprimento de potássio para o trigo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Origem dos materiais potássicos utilizados

Estes materiais potássicos provenientes de Poços de Caldas (MG) são originários de material que sofreu tratamento hidrotérmico e denominados Amostra 1, Amostra 2 e Amostra 3.

#### 3.2. Análise granulométrica

Foi realizada uma análise granulométrica dos materiais potássicos, sendo que os mesmos foram peneirados durante 15 minutos em peneiras de 20, 50, 100, 200 e 300 malhas/pol<sup>2</sup> e a seguir procedeu-se à pesagem e análises granulométricas.

### 3.3. Análise química

Os materiais foram, também, analisados quanto aos teores de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2% e solúvel em água.

### 3.4. Experimento de campo

#### 3.4.1. Local do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Areão, propriedade da ESALQ-USP, em Piracicaba, São Paulo.

#### 3.4.2. Solo: classificação e análise química

O solo foi classificado como pertencente ao Grande Grupo Terra Roxa Estruturada, ordem Alfissol.

Da área onde foi instalado o experimento coletaram-se amostras de solo, conforme descrito por CATANI e JACINTHO (1974a). O resultado da análise química deste solo está relacionado na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo no local do experimento de campo.

pH	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+++</sup>	Mg <sup>+++</sup>	Al <sup>+++</sup>	H <sup>+</sup>
(e.mg/100 g TFSA)					
5,0	0,21	2,56	1,44	0,36	5,92

As determinações químicas foram feitas em Terra Fina Seca ao Ar, de acordo com os seguintes métodos: a. valor pH no potenciômetro de Beckman, utilizando-se da relação 1:2,5 para solo:água; b. teor de potássio trocável no fotômetro de chama; c. teores de cálcio e magnésio no espectrofotômetro de absorção atômica; d. teores de hidrogênio e alumínio através de extração com KCl, conforme MC LEAN (1965).

Observou-se que este solo apresenta acidez média, teores médios de potássio, cálcio e alumínio trocável e teores altos de magnésio trocável e hidrogênio (CATANI e JACINTHO, 1974b).

### 3.4.3. Tratamentos

O presente ensaio constou de dez tratamentos, sendo, três materiais potássicos mais o cloreto de potássio,



aplicados em duas doses, além da testemunha absoluta e do tratamento onde se usou somente nitrogênio e fósforo. As fontes potássicas e doses utilizadas estão relacionadas na Tabela 2.

Tabela 2. Fontes potássicas e doses do ensaio de campo.

Tratamentos	Fontes de potássio	Doses de potássio (kg K <sub>2</sub> O/ha)
1	Testemunha absoluta	-
2	Testemunha NP	-
3	KCl	100 (D <sub>1</sub> )
4	Amostra 1 (A <sub>1</sub> )	100 (D <sub>1</sub> )
5	Amostra 2 (A <sub>2</sub> )	100 (D <sub>1</sub> )
6	Amostra 3 (A <sub>3</sub> )	100 (D <sub>1</sub> )
7	KCl	200 (D <sub>2</sub> )
8	Amostra 1 (A <sub>1</sub> )	200 (D <sub>2</sub> )
9	Amostra 2 (A <sub>2</sub> )	200 (D <sub>2</sub> )
10	Amostra 3 (A <sub>3</sub> )	200 (D <sub>2</sub> )

D<sub>1</sub> = dose 1 (100 kg K<sub>2</sub>O/ha); D<sub>2</sub> = Dose 2 (200 kg K<sub>2</sub>O/ha)

A<sub>1</sub> = Amostra 1; A<sub>2</sub> = Amostra 2; A<sub>3</sub> = Amostra 3.

Para cálculos da doses dos adubos, tomou-se por base os teores de K<sub>2</sub>O solúvel em ácido citrico, das fontes potássicas.

#### 3.4.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições; a análise estatística foi feita utilizando esquema fatorial, com três fatores, série mista, em blocos casualizados, com tratamento adicional (COCHRAN e COX, 1957; SNEDECOR, e COCHRAN, 1967).

#### 3.4.5. Adubação básica (NP)

Os tratamentos receberam adubação básica com nitrogênio e fósforo, com exceção da testemunha absoluta; a relação das doses e fontes que constituíram essa adubação encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Adubação básica - doses e fontes.

Nutriente	Doses (kg/ha)	Fontes
N	100	uréia
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	150	superfosfato simples

### 3.4.6. Instalação e condução do experimento

A espécie utilizada foi o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], a partir de sementes da cultivar 'SART'.

Foram feitos sulcos de aproximadamente 10 cm de profundidade e os adubos potássicos, juntamente com o fósforo, foram adicionados nos mesmos, encobertos com solo, ficando cerca de 5 cm abaixo e 5 cm ao lado do sulco da semente. A uréia foi adicionada parceladamente, sendo um terço no sulco de plantio e dois terços em cobertura.

O plantio ocorreu a 03 de janeiro de 1981 com espaçamento de 0,88 m entre linhas; as sementes foram colocadas nos sulcos feitos no talude principal a uma distância de, aproximadamente, 5 cm uma da outra.

A germinação ocorreu 7 dias após semeadura e 15-20 dias depois, foi realizado o desbaste, conservando-se 15 a 17 plantas por metro linear de sulco.

O período experimental compreendeu o ciclo da cultura, isto é, 120 dias, desde o início de janeiro até o início de maio quando este foi colhido.

### 3.4.7. Colheita

A colheita foi levada a efeito em 05 de maio de 1981 tendo sido retiradas três linhas de cada parcela, separando-se folhas, colmos e grãos e estes foram pesados separadamente, obtendo-se a produção de colmos e grãos em quilogramas por hectare.

### 3.4.8. Preparo do material para análise química

As folhas foram secas ao ar livre e a seguir colocadas em estufa a 70°C. Para as panículas, escolheu-se cerca de 10 por parcela, deixando-se secar ao ar livre e a seguir em estufa a 70°C.

Os colmos foram triturados, tomando-se uma amostra de, aproximadamente, 1 quilograma por parcela, a qual foi seca ao ar livre e posteriormente em estufa a 70°C.

Os materiais vegetais secos em estufa (folhas, colmos e grãos) foram moídos em micromoinho Wiley, peneira nº 20, com a finalidade de se determinar o potássio em cada parte da planta.

#### 3.4.9. Análise de potássio nas amostras

As determinações de potássio nos materiais vegetais foram feitas através de digestão do material seco, com digestão nitroperclórico e análise pelo espectrofotômetro de emissão.

#### 3.4.10. Preparo do material para análise tecnológica

Foram retirados 15 colmos ao acaso, em cada parcela, para serem submetidos a análises tecnológicas. Os colmos foram desintegrados e a seguir prensados em prensa hidráulica; o caldo extraído foi coletado em copo plástico, coado em peneira de malha fina e homogeneizado.

#### 3.4.11. Análises tecnológicas

As análises tecnológicas foram realizadas segundo métodos preconizados pela Divisão Agronômica do Centro de Tecnologia COPERSUCAR (1980) e determinou-se:

##### 3.4.11.1. Brix refratométrico (B)

Determinou-se o Brix refratométrico em porcentagem de caldo e a seguir em porcentagem de sorgo, através da fórmula:

$$B = B\% \text{ CE} (1 - 0,01 F) \cdot C_b$$

onde:

B = Brix por cento de sorgo;

B% CE = Brix por cento de caldo;

F = Fibra por cento de sorgo;

C<sub>b</sub> = coeficiente de transformação do Brix do caldo extraído para Brix do caldo absoluto.

#### 3.4.11.2. Pol do caldo extraído (S)

Determinou-se a Pol do caldo extraído através de tubo polarimétrico e a seguir calculou-se a Pol por cento de sorgo através da fórmula:

$$S = S\% \text{ CE} (1 - 0,01 F) \cdot C_s$$

onde:

S = pol por cento de sorgo;

S% CE = pol por cento de caldo extraído;

F = fibra por cento de sorgo;

C<sub>s</sub> = coeficiente de transformação da pol do caldo extraído para pol do caldo absoluto.

### 3.4.11.3. Fibra por cento sorgo (F)

Determinou-se a fibra por cento sorgo através da fórmula:

$$F = \frac{100 \cdot R_2 - R_1 \cdot B\% \text{ CE}}{5 (100 - B\% \text{ CE})}$$

onde:

- F = fibra por cento de sorgo;
- B% CE = Brix por cento de caldo extraído;
- R<sub>1</sub> = peso do resíduo de bagaço úmido;
- R<sub>2</sub> = peso do resíduo de bagaço seco.

### 3.4.11.4. Porcentagem de caldo extraído (CE)

Determinado através da fórmula;

$$CE = \frac{100 - R_1}{5}$$

onde:

- CE = porcentagem de caldo extraído;
- R<sub>1</sub> = peso do resíduo de bagaço úmido.

### 3.4.11.5. Pureza do sorgo (P)

Determinou-se através da fórmula:

$$P = \frac{S}{B} \times 100$$

onde:

P = pureza do sorgo;

S = pol por cento sorgo;

B = Brix por cento sorgo.

### 3.4.11.6. Açúcares totais (AT)

Determinou-se os Açúcares Totais por cento de caldo extraído através de método citado pela COPERSUCAR (1980) e a seguir calculou-se os Açúcares Totais por cento de sorgo através da fórmula:

$$AT = AT\% CE (1 - 0,01 F) \cdot Cb$$

onde:

AT = Açúcares totais por cento de sorgo;

AT% CE = Açúcares totais por cento de caldo extraído;

F = fibra por cento de sorgo;

Cb = coeficiente de transformação do Brix do caldo extraído para Brix do caldo absoluto.



## 3.4.11.7. Pureza dos açúcares totais (PAT)

Determinada a partir dos valores de Açúcares Totais por cento de caldo extraído e Brix por cento de caldo extraído através da fórmula:

$$PAT = \frac{AT\% \text{ CE}}{\text{Brix}\% \text{ CE}} \times 100$$

onde:

PAT = pureza dos açúcares totais;

AT% CE. = açúcares totais por cento de caldo extraído;

Brix% CE. = Brix por cento de caldo extraído.

## 3.4.11.8. Açúcar total recuperável (ATR)

Conforme citado pela COPERSUCAR (1980) o cálculo do rendimento de açúcar que determinada área produzirá, pode ser efetuado por diversas fórmulas, mas a probabilidade de que alguma delas indique o valor correto é muito pequena, pois baseiam-se em fatores empíricos e dificilmente refletem a condição real da indústria.

Empregou-se uma fórmula empírica para estimativa do rendimento de açúcar por tonelada de cana, cujo valor foi empregado comparativamente. Tal fórmula considerou três

parâmetros, ou sejam, pol, pureza e fibra expressos em porcentagem de cana, sendo:

$$ATR = (10.S - 0,76.F - 6,9) \left( \frac{5}{3} - \frac{200}{3P} \right)$$

onde:

ATR = Açúcar total recuperável;

S = pol por cento sorgo;

F = fibra por cento sorgo;

P = pureza do sorgo.

Para uma avaliação dos resultados, na comparação de vários tratamentos, pode-se empregar esta fórmula que foi proposta pela Copersucar para implantação do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, baseada nos rendimentos médios de diversas usinas por 5 safras.

#### 3.4.11.9. Alcool teórico

A quantidade de álcool por tonelada de sorgo foi calculada através da fórmula adotada pela Divisão Agrônômica da COPERSUCAR, SP, 1982\*.

$$\text{Alcool teórico} = 5,246 \cdot AT\% \text{ sorgo} - 0,472 \cdot F$$

onde:

---

\* - Comunicação pessoal.

AT% sorgo = açúcares totais por cento sorgo;

F = fibra por cento sorgo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análises químicas dos materiais potássicos

A Tabela 4 apresenta os teores de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2% e em água, para os materiais potássicos e para o KCl.

Tabela 4. Teores de  $K_2O$  e CaO solúveis em ácido cítrico e solúveis em água.

Materiais Potássicos	Solubilidade em água (%)		Solubilidade em ácido cítrico 2% (%)	
	$K_2O$	CaO	$K_2O$	CaO
$A_1$	5,13	1,28	17,50	17,57
$A_2$	7,50	0,11	26,02	0,62
$A_3$	8,00	0,15	21,72	0,98
KCl	58,00	-	58,00	-

$A_1$  = Amostra 1;  $A_2$  = Amostra 2;  $A_3$  = Amostra 3.

Observa-se que a amostra 2 foi a que apresentou maior teor de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2%, vindo a seguir as amostras 3 e 1.

Para os teores de  $K_2O$  solúvel em água, a amostra 3 apresentou o maior valor, seguida pelas amostras 2 e 1.

Como é óbvio o Cloreto de Potássio apresentou teor muito mais elevado de  $K_2O$  solúvel em água e em ácido cítrico 2% que as três amostras testadas.

#### 4.2. Análises granulométricas dos materiais potássicos

A Tabela 5 mostra as porcentagens dos materiais que atravessaram as peneiras de 20, 50, 100, 200 e 300 malhas/polegada<sup>2</sup>.

Observa-se que a amostra 1 é a de menor granulometria, seguida pelas amostras 3 e 2. No entanto, a amostra 3 apresenta maior porcentagem de partículas com diâmetro menor que 0,149 mm (peneira 100) que a amostra 1.

Apesar da amostra 1 ser a de menor granulometria, é a de menor solubilidade em água e ácido cítrico 2%.

Tabela 5. Análise granulométrica dos materiais.

---

Amostra 1 ( $A_1$ ) - (% que atravessou cada peneira)

peneira 20 = 94,48

peneira 50 = 62,73

peneira 100 = 35,93

peneira 200 = 15,58

peneira 300 = 0,00

Amostra 2 ( $A_2$ ) - (% que atravessou cada peneira)

peneira 20 = 75,91

peneira 50 = 34,22

peneira 100 = 14,71

peneira 200 = 7,03

peneira 300 = 0,00

Amostra 3 ( $A_3$ ) - (% que atravessou cada peneira)

peneira 20 = 77,74

peneira 50 = 47,47

peneira 100 = 31,35

peneira 200 = 22,06

peneira 300 = 0,00

---

### 4.3. Experimento de campo

#### 4.3.1. Produção de colmos

A Tabela 6 mostra as médias de produção de colmo verde e colmo seco em quilogramas por hectare, sendo que estas médias variaram de 25.899 kg a 34.947 kg para o colmo verde e de 6.043 kg a 8.307 kg para o colmo seco. Não houve diferença significativa entre os tratamentos podendo-se constatar que a média mais elevada foi obtida quando se empregou a amostra 3 na dose 1.

O fato de não se haver constatado diferenças significativas entre os tratamentos, talvez seja devido ao teor médio de potássio existente no solo, no local do experimento.

FORS (1971), no México, chegou a obter produções de 39 t/ha de colmos despalhados para a cultivar 'SART'.

BERNAL *et alii.* (1973), no México, aplicando doses de 40 a 50 kg de  $K_2O$  por hectare obtiveram produções de 28 a 75 toneladas por hectare de colmos.

Em estudo sobre nutrição mineral e adubação do sorgo sacarino, ROSOLEM (1979) obteve para os diferentes tratamentos utilizados, produções de colmo variando de 20,08 até 51,55 t/ha com as cultivares 'BRANDES' e 'RIO', em solo de al

ta fertilidade.

Tabela 6. Produção de colmos verdes e secos.

Tratamento	colmos verdes (kg/ha)	colmos secos (kg/ha)
Test. absoluta	25.899	6043
Test. NP	28.358	7147
KCl (D <sub>1</sub> )	26.797	6460
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	30.360	7294
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	30.317	7618
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	34.944	8307
KCl (D <sub>2</sub> )	30.095	7469
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	30.898	7577
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	33.512	8190
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	31.618	7918
CV (%)	24,00	

#### 4.3.2. Produção de grãos

A Tabela 7 apresenta as médias de produção de grãos; observa-se que houve diferença significativa em termos estatísticos quando se analisou a interação doses versus anos



tras. A amostra 2 quando utilizada na dose 2 (200 kg K<sub>2</sub>O/ha) diferiu do KCl e amostra 3. sendo que a produção grãos, quando se aplicou este tratamento, atingiu 6.146 kg/ha.

Tabela 7. Produção de grãos.

Tratamento	Grãos (kg/ha)
Test. absoluta	4.460
Test. NP	4.102
KCl (D <sub>1</sub> )	4.975
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	5.778
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	4.267
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	5.111
KCl (D <sub>2</sub> )	4.064
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	5.566
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	6.146
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	4.213
CV (%)	15,36

- Teste de Tukey 5% para amostras dentro da dose 2.

D.M.S. = 1739

KCl	=	4064	ab
A <sub>1</sub>	=	5566	ab
A <sub>2</sub>	=	6146	a
A <sub>3</sub>	=	4213	b

Os valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As fontes de potássio, dentro da dose 2 diferenciaram ao nível de 5%; a maior média foi obtida com a amostra 2 e o cloreto de potássio deu menores resultados diferenciando da amostra 2.

Quando se utilizou da dose 1 (100 kg  $K_2O$ / ha), não houve diferença significativa entre as diversas fontes de potássio.

Os resultados obtidos neste experimento foram melhores que os encontrados por TEIXEIRA *et alii* (1977) com a cultivar 'SART', onde obtiveram produção de 4 toneladas de grãos por hectare.

BERNAL *et alii* (1973) no México, aplicando 50 kg de  $K_2O$  por hectare, também conseguiram produção média de 4 toneladas de grãos por hectare.

Resultados do Ensaio Nacional de Sorgo Sacarino apresentados pela EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1979), mostraram uma média de rendimento de grãos secos para dez cultivares e híbridos, de 3,4 t/ha.

ROSOLEM (1979) trabalhando com as cultivares 'BRANDES' e 'RIO', obteve produtividade de grãos variando desde 1,24 até 4,01 t/ha.

Observa-se que o KCl, aplicado na dose 2 deu menores resultados que quando utilizado na dose 1.

#### 4.3.3. Porcentagens de potássio nos colmos, folhas e grãos

A Tabela 8 apresenta as médias de porcentagem de potássio nos colmos, folhas e grãos, sendo que estas médias variaram de 0,58 a 0,87% para os colmos, de 0,61 a 0,97% para as folhas e de 0,33 a 0,44% para os grãos.

Com relação aos teores de potássio nos colmos, houve diferença significativa quando se analisou a testemunha NP em relação aos demais tratamentos. Quando se aplicou somente nitrogênio e fósforo obteve-se a menor média de porcentagem de potássio nos colmos.

Observa-se que, neste caso, houve resposta à aplicação de potássio, pois a testemunha NP apresentou média significativamente menor que os outros tratamentos, porém, a testemunha absoluta não diferiu dos demais tratamentos.

Com relação às porcentagens de potássio nas folhas, houve diferença significativa quando se analisou a testemunha absoluta em relação aos demais tratamentos, sendo que esta apresentou a menor média de porcentagem de potássio nas

folhas.

Tabela 8. Porcentagens de potássio nos colmos, folhas e grãos.

Tratamento	%K colmos	%K folhas	%K grãos
Test. absoluta	0,69	0,61	0,35
Test. NP	0,58	0,77	0,41
KCl (D <sub>1</sub> )	0,83	0,81	0,39
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	0,73	0,87	0,37
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	0,63	0,97	0,44
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	0,81	0,92	0,39
KCl (D <sub>2</sub> )	0,87	0,87	0,32
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	0,86	0,94	0,36
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	0,75	0,72	0,39
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	0,81	0,85	0,39
CV%	15,33	15,50	14,16

Para os teores de potássio nos grãos, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a média mais elevada foi obtida quando se aplicou a amostra 2 na dose 1 (100 kg K<sub>2</sub>O/ha).

O fato de não se haver constatado diferença significativa entre os tratamentos pode ser devido ao teor mé

dio de potássio existente no solo, no local do experimento ou devido aos materiais potássicos serem tão eficientes quanto o RCl.

Novamente, o KCl quando aplicado na dose 2, deu resultados negativos em termos de porcentagem do elemento no grão.

#### 4.3.4. Quantidades de potássio extraídas pelos colmos

Essas quantidades foram calculadas a partir das produções de colmos e das porcentagens de potássio extraídas pelos mesmos.

A Tabela 9 apresenta a quantidade de potássio extraída pelo colmo em quilogramas por hectare, bem como a quantidade de potássio absorvida do fertilizante e a utilização do elemento em porcentagem. Os cálculos da porcentagem aparente de utilização de potássio foram feitos da seguinte forma:

$$\% \text{ aparente de utilização do K} = \frac{\text{K extraído do fertilizante}}{\text{quantidade de K aplicada}} \times 100$$

A quantidade extraída do fertilizante foi calculada descontando-se a quantidade média absorvida nos tratamentos testemunha absoluta e com NP.

Tabela 9. Quantidade de K extraído pelos colmos, quantidade de K absorvida do fertilizante e utilização do K em porcentagem.

Tratamento	quantidade de K extraída (kg/ha)	quantidade de K absorvida do fertilizante (kg/ha)	utilização aparente do K (%)
Test. absoluta	41,70	-	-
Test. NP	41,45	-	-
KCl (D <sub>1</sub> )	53,61	12,03	14,49
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	53,24	11,66	14,04
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	47,99	6,41	7,72
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	67,28	25,70	30,96
KCl (D <sub>2</sub> )	64,98	23,40	28,19
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	65,16	23,58	28,40
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	61,42	19,84	23,90
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	64,13	22,55	27,16
CV (%)	15,38		

As quantidades extraídas variaram de 41,45 kg/ha e 67,28 kg/ha; as doses diferiram entre si ao nível de 5% e as testemunhas absoluta e NP diferiram dos demais tratamentos ao nível de 1%.

Quando se analisou a média das quatro fontes utilizadas, dentro de cada dose, obteve-se a maior média para a dose 2. Dentro dessa dose, o maior resultado foi obtido com a amostra 1.

Nesse caso, também, houve resposta à aplicação do potássio, pois, as testemunhas absoluta e NP, diferiram dos demais tratamentos.

O cloreto de potássio não se destacou em relação às fontes de potássio testadas, o que mostra que as mesmas foram tão ou mais eficientes que o KCl.

A maior média para as quantidades de potássio no colmo foi obtida com aplicação da amostra 3 na dose 1.

#### 4.3.5. Quantidades de potássio extraídas pelos grãos

Essas quantidades foram calculadas a partir das produções de grãos e das porcentagens de potássio extraídas pelos mesmos.

A Tabela 10 apresenta a quantidade de potássio extraída pelo grão em quilogramas por hectare, bem como a quantidade de potássio absorvida do fertilizante e a utilização do elemento em porcentagem. O cálculo da porcentagem aparente de utilização de potássio foi feito da mesma forma que

para os colmos, citado no ítem 4.3.3.1.

As quantidades extraídas, variaram de 13,00 kg/ha até 24,13 kg/ha; houve diferença ao nível de 1% para a interação doses versus amostras e ao nível de 5% para a interação testemunha absoluta versus demais tratamentos. As médias dos materiais dentro das duas doses diferiram entre si ao nível de 1% de probabilidade, sendo que a maior média foi obtida com a amostra 2 e a menor média com o cloreto de potássio.

Quando se analisou as fontes de K dentro da dose 2, a maior média também foi obtida com a amostra 2 e a menor com o cloreto de potássio.

O cloreto de potássio quando aplicado na dose 2 deu resultados negativos em termos de quantidade de potássio extraído pelos grãos.



Tabela 10. Quantidade de K extraída pelos grãos, quantidade de K absorvida do fertilizante e utilização do K em porcentagem.

Tratamento	quantidade de K extraída (kg/ha)	quantidade de K absorvida do fertilizante (kg/ha)	utilização aparente do K (%)
Test. absoluta	15,61	-	-
Test. NP	17,18	-	-
KCl (D <sub>1</sub> )	19,20	2,02	2,43
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	21,32	4,14	4,99
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	18,67	1,49	1,79
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	19,73	2,55	3,07
KCl (D <sub>2</sub> )	13,00	-	-
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	20,00	2,82	3,40
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	24,13	6,95	8,37
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	16,27	-	-
CV (%)	11,22		

Teste de Tukey 5% para amostras

D.M.S. = 3,36

KCl	=	16,11	c
A <sub>1</sub>	=	20,66	ab
A <sub>2</sub>	=	21,40	a
A <sub>3</sub>	=	18,00	bc

Os valores seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

- Teste de Tukey para amostras dentro da dose 2.

D.M.S. = 4,75

---

KCl	=	13,00	c
A <sub>1</sub>	=	20,00	ab
A <sub>2</sub>	=	24,13	a
A <sub>3</sub>	=	16,27	bc

---

Os valores seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

#### 4.3.6. Quantidades de potássio extraídas pelos colmos e grãos,

A Tabela 11 apresenta a quantidade total de K extraída pelos colmos e grãos em quilogramas por hectare.

Observa-se que estes valores variaram de 57,31 kg/ha a 87,01 kg/ha, sendo que a maior quantidade de K extraído foi obtida com a aplicação da amostra 3 (dose 1), seguida pelas amostras 2 e 1 na dose 2.

Tabela 11. Quantidade total de K extraído pelos colmos e grãos.

Tratamento	Quantidade total de K extraído (kg/ha)
Test. absoluta	57,31
Test. NP	58,63
KCl (D <sub>1</sub> )	72,81
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	74,56
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	66,66
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	87,01
KCl (D <sub>2</sub> )	77,98
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	85,16
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	85,55
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	80,40

#### 4.3.7. Análises tecnológicas

##### 4.3.7.1. Brix refratométrico

A Tabela 12 mostra os valores de Brix expressos em porcentagem de caldo e porcentagem de sorgo.

Não houve diferença significativa entre os diversos tratamentos, no entanto, a maior média foi obtida quan

do se aplicou a amostra 3 na dose 2 (200 kg de  $K_2O$ /ha).

Tabela 12. Valores de Brix expressos em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo.

Tratamento	$^{\circ}$ Brix (% caldo)	$^{\circ}$ Brix (% sorgo)
Test. absoluta	14,23	12,24
Test. NP	15,10	12,95
KCl ( $D_1$ )	15,20	13,18
$A_1$ ( $D_1$ )	15,07	12,95
$A_2$ ( $D_1$ )	15,30	13,10
$A_3$ ( $D_1$ )	14,37	12,37
KCl ( $D_2$ )	15,07	12,91
$A_1$ ( $D_2$ )	14,57	12,40
$A_2$ ( $D_2$ )	15,43	13,24
$A_3$ ( $D_2$ )	15,67	13,48
CV (%)	6,87	6,57

Segundo SERRA (1976) os valores de  $^{\circ}$ Brix em porcentagem de caldo de sorgo sacarino variam de 16 a 20% na época da colheita.

TEIXEIRA e PURCHIO (1954) trabalhando com três cultivares, obtiveram 16,9% de Brix em porcentagem de caldo, na época da colheita.

BERNAL *et alii* (1973), no México, aplicando 50 kg de  $K_2O$  por hectare, determinaram valores de Brix em porcentagem de sorgo igual a 13,82%, na colheita de plantas maduras.

Em ensaio realizado por TEIXEIRA *et alii* (1977) com a cultivar SART, obteve-se 14% de Brix por cento de caldo.

#### 4.3.7.2. Pol do caldo extraído

A Tabela 13 mostra valores de Pol em porcentagem de sorgo.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, para os valores de Pol em porcentagem de caldo extraído, a testemunha absoluta diferiu dos demais tratamentos ao nível de 1%.

O melhor resultado para os valores de Pol obtidos em porcentagem de caldo e de sorgo foi obtido com a aplicação da Amostra 3 na dose 2 (200 kg de  $K_2O$ /ha), seguida do KCl na dose 1. Novamente observou-se o efeito negativo do

KCl quando aplicado na dose 2 (200 kg K<sub>2</sub>O/ha).

Tabela 13. Valores de Pol expressos em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo.

Tratamento	Pol (% caldo)	Pol (% sorgo)
Test. absoluta	7,15	6,53
Test. NP	8,49	6,91
KCl (D <sub>1</sub> )	9,87	8,11
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	9,28	7,56
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	9,32	7,57
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	8,16	7,00
KCl (D <sub>2</sub> )	9,39	7,64
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	8,85	7,15
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	9,66	7,86
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	10,00	8,16
CV (%)	12,99	13,87

#### 4.3.7.3. Fibra por cento sorgo

A Tabela 14 mostra as porcentagens de fibra no

sorgo; não houve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, a maior média foi obtida com aplicação da Amostra 1 na dose 2.

Tabela 14. Porcentagens de fibra no sorgo.

Tratamentos	Fibra (% sorgo)
Test. Absoluta	12,13
Test. NP	12,37
KCl (D <sub>1</sub> )	11,61
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	12,10
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	12,47
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	12,06
KCl (D <sub>2</sub> )	12,42
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	12,80
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	12,34
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	12,50
CV (%)	6,02

Em ensaio realizado por TEIXEIRA *et alii* (1977) com a cultivar 'SART', obteve-se 67% de fibras no sorgo.

## 4.3.7.4. Caldo extraído

A Tabela 15 mostra resultados de porcentagem do caldo extraído, sendo que, também neste caso não se observou diferença significativa, estatisticamente, entre os diversos tratamentos, devendo-se citar que, o tratamento onde não se aplicou fertilizantes (testemunha absoluta) foi o que apresentou maior média.

Tabela 15. Porcentagem de caldo extraído.

Tratamento	Porcentagem de caldo extraído
Test. absoluta	67,93
Test. NP	65,00
KCl (D <sub>1</sub> )	64,33
Amostra 1 (D <sub>1</sub> )	66,90
Amostra 2 (D <sub>1</sub> )	65,80
Amostra 3 (D <sub>1</sub> )	67,30
KCl (D <sub>2</sub> )	65,67
Amostra 1 (D <sub>2</sub> )	65,50
Amostra 2 (D <sub>2</sub> )	64,77
Amostra 3 (D <sub>2</sub> )	66,10
CV (%)	3,83



Segundo COLEMAN (1975) considera-se como uma boa cultivar, aquela que apresenta 50% ou mais de extração, em moenda de um terno. Conforme citado pela EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1979), valores acima de 55% de extração são os melhores quando se utiliza moenda.

#### 4.3.7.5. Açúcares totais

A Tabela 16 apresenta os valores de açúcares totais em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo. Somente a testemunha absoluta diferiu dos demais tratamentos ao nível de 5%. Nos tratamentos onde se aplicou os materiais potássicos, os teores de açúcares totais por cento caldo variaram de 12,03% a 12,81 e os teores de açúcares totais por cento sorgo variaram de 10,34% a 11,01%.

TEIXEIRA e PURCHIO (1954) utilizando cultivares do Instituto Agronômico de Campinas, obtiveram 15,7% de açúcares totais em porcentagem de caldo extraído para sorgo no período da colheita.

SERRA (1976) em Ribeirão Preto obteve valor de 17% de açúcares totais no caldo extraído, para um ensaio realizado. O autor cita que valores de açúcares totais no caldo no período da colheita geralmente variam de 14 a 20%.

Tabela 16. Teores de açúcares totais em porcentagem de caldo extraído e porcentagem de sorgo.

Tratamento	A. totais (% caldo)	A. totais (% sorgo)
Test. absoluta	11,49	9,89
Test. NP	12,39	10,62
KCl (D <sub>1</sub> )	12,72	11,02
A <sub>1</sub> (D <sub>1</sub> )	12,76	10,98
A <sub>2</sub> (D <sub>1</sub> )	12,76	10,91
A <sub>3</sub> (D <sub>1</sub> )	12,03	10,34
KCl (D <sub>2</sub> )	12,80	10,96
A <sub>1</sub> (D <sub>2</sub> )	12,34	10,50
A <sub>2</sub> (D <sub>2</sub> )	12,58	10,80
A <sub>3</sub> (D <sub>2</sub> )	12,81	11,01
CV (%)	6,24	6,32

Conforme resultados do Ensaio Nacional de Sorgo Sacarino, da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1979) aos 115 dias após semeadura os valores de açúcares totais foram iguais a 10%.

## 4.3.7.6. Pureza do sorgo

Dados relativos a teores médios de pureza do sorgo encontram-se na Tabela 17. Não houve diferença significativa em termos estatísticos entre os diferentes tratamentos, porém, a maior média foi obtida com a utilização do Cloreto de Potássio a 100 kg de  $K_2O$ /ha.

Tabela 17. Porcentagens de pureza do sorgo.

Tratamento	Pureza do sorgo (%)
Test. absoluta	53,35
Test. NP	53,36
KCl ( $D_1$ )	61,53
Amostra 1 ( $D_1$ )	58,38
Amostra 2 ( $D_1$ )	57,79
Amostra 3 ( $D_1$ )	56,59
KCl ( $D_2$ )	59,18
Amostra 1 ( $D_2$ )	57,66
Amostra 2 ( $D_2$ )	59,36
Amostra 3 ( $D_2$ )	60,53
CV (%)	8,70

Em ensaio realizado no México, por BERNAL *et alii* (1973) encontrou-se 65,56% de pureza do sorgo quando o sorgo era colhido maduro.

#### 4.3.7.7. Pureza dos açúcares totais

Dados de pureza dos açúcares totais encontram-se na Tabela 18, sendo que não se constatou diferença significativa entre os vários tratamentos utilizados. A maior média foi obtida com aplicação do Cloreto de Potássio na dose 2 (200 kg  $K_2O$ /ha).

Tabela 18. Pureza dos açúcares totais.

Tratamento	Pureza dos açúcares totais (%)
Test. absoluta	80,74
Test. NP	82,05
KCl ( $D_1$ )	83,68
A <sub>1</sub> ( $D_1$ )	84,67
A <sub>2</sub> ( $D_1$ )	83,39
A <sub>3</sub> ( $D_1$ )	83,71
KCl ( $D_2$ )	84,93
A <sub>1</sub> ( $D_2$ )	84,69
A <sub>2</sub> ( $D_2$ )	81,52
A <sub>3</sub> ( $D_2$ )	81,74
CV (%)	3,31

## 4.3.7.8. Açúcar total recuperável

A Tabela 19 mostra as quantidades de açúcar total recuperável em quilogramas por tonelada de colmo e quilogramas por hectare. Observa-se que, no primeiro caso, houve diferença significativa ao nível de 1% entre a testemunha absoluta e os demais tratamentos e ao nível de 5% entre a testemunha NP e os demais tratamentos. Os demais tratamentos não diferiram entre si, sendo que a maior média foi obtida com aplicação da amostra 2 na dose 2 (200 kg de  $K_2O$ /ha).

Tabela 19. Quantidade de açúcar total recuperável (kg/t de sorgo e kg/ha).

Tratamento	açúcar total recuperável	
	(kg/t de colmo)	kg/ha
Test. absoluta	20,50	530
Test. NP	22,07	626
KCl ( $D_1$ )	38,20	1023
$A_1$ ( $D_1$ )	31,30	950
$A_2$ ( $D_1$ )	30,57	926
$A_3$ ( $D_1$ )	27,17	949
KCl ( $D_2$ )	38,20	1150
$A_1$ ( $D_2$ )	28,10	868
$A_2$ ( $D_2$ )	40,90	1370
$A_3$ ( $D_2$ )	37,03	1170
CV (%)	21,29	0,98

Teste Tukey 5% para adubos dentro da dose 1 para quantidade de açúcar/ha.

D.M.S. = 21,69

---

KCl	=	1023,00	a
Amostra 1	=	950,00	b
Amostra 3	=	945,00	b
Amostra 2	=	926,00	c

---

Teste Tukey 5% para adubos dentro da dose 2 para kg/ha de açúcar.

D.M.S. = 21,69

---

Amostra 2	=	1370,00	a
Amostra 3	=	1170,00	b
KCl	=	1150,00	b
Amostra 1	=	868,00	c

---

## 4.3.7.9. Álcool teórico

As quantidades de álcool teórico (álcool/t de colmo e álcool/ha) no sorgo aparecem na Tabela 20. Para o álcool/t colmo, somente a testemunha absoluta diferiu, em termos estatísticos, dos demais tratamentos; a média mais alta foi obtida com aplicação do KCl na dose 1 e a seguir veio o tratamento onde se utilizou da amostra 3 na dose 2 (200 kg/ha de  $K_2O$ ).

Tabela 20. Quantidade de álcool teórico (litros de álcool por tonelada de colmo e litros/ha).

Tratamento	Quantidade de álcool	
	(l/t de sorgo)	l/ha
Test. absoluta	46,00	1191
Test. NP	49,86	1414
KCl ( $D_1$ )	52,33	1402
$A_1$ ( $D_1$ )	51,90	1575
$A_2$ ( $D_1$ )	51,36	1557
$A_3$ ( $D_1$ )	48,50	1694
KCl ( $D_2$ )	51,60	1553
$A_1$ ( $D_2$ )	49,00	1514
$A_2$ ( $D_2$ )	50,80	1702
$A_3$ ( $D_2$ )	52,06	1646
CV. (%)	6,90	0,89

Teste Tukey 5% para amostras dentro da dose 1. (1/ha de álcool)

D.M.S. = 31,56

---

Amostra 3	=	1.694	a
Amostra 1	=	1.575	b
Amostra 2	=	1.557	b
KCl	=	1.402	c

---

Teste Tukey 5% para amostras dentro da dose 2 (1/ha de álcool)

D.M.S. = 31,56

---

Amostra 2	=	1.702	a
Amostra 3	=	1.646	b
KCl	=	1.553	c
Amostra 1	=	1.514	d

---



SERRA (1976) em ensaio realizado na região de Ribeirão Preto fez estimativas de produtividade em álcool da ordem de 70 l/t de colmo de sorgo. Porém, TEIXEIRA *et alii* (1977) obtiveram 34 l álcool/t de sorgo.

Tabela 21. Valores para grau de liberdade, quadrado médio e teste F das análises de sorgo.

Causa de Variação	GL	Produção em colmos		Produção em grãos		% k nos colmos		% K nos grãos	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	2	131,05	NS	102.911,25	NS	0,025	NS	0,0008	NS
Doses (Do)	1	5,12	NS	7.739,25	NS	0,028	NS	0,0063	NS
Amostras (Am)	3	25,32	NS	1.676.880,92	NS	0,028	NS	0,0022	NS
Interação (Do x Am)	3	14,53	NS	2.604.890,17	*	0,005	NS	0,0018	NS
Test. obs. versus demais trat.	1	71,21	NS	128.139,50	NS	0,026	NS	0,0017	NS
Test. NP versus demais trat.	1	12,30	NS	2.134.755,25	NS	0,102	NS	0,0015	NS
Resíduo	18	52,84	-	567.465,04	-	0,013	-	0,0030	-
Amostras dentro Do 1	3	33,46	NS	1.151.662,78	NS	0,024	NS	0,0019	NS
Amostras dentro Do 2	3	6,39	NS	2.130.108,29	**	0,009	NS	0,0021	NS
Doses dentro DC1	1	16,31	NS	1.248.528,13	NS	0,002	NS	0,0080	NS
Doses dentro Am 1	1	0,43	NS	67.416,00	NS	0,024	NS	0,0000	NS
Doses dentro Am 2	1	15,31	NS	5.295.961,48	**	0,019	NS	0,0037	NS
Doses dentro Am 3	1	16,66	NS	1.210.504,13	NS	0,000	NS	0,0000	NS

NS = não significativo

\* = significativo ao nível de 5%

\*\* = significativo ao nível de 1%.

Causa de Variação	GL	Quantidade de K extraída pelo colmo		Quantidade de K extraída pelos grãos	
		QM	F	QM	F
Doses (Do)	1	422,44	*	11,38	NS
Amostras (Am)	3	122,81	NS	35,79	**
Interação Do x Am	3	90,00	NS	37,19	**
Test. absoluta versus demais trat.	1	866,90	**	31,37	*
Test. NP versus demais trat.	1	714,97	**	5,88	NS
Resíduo	20	74,50	-	4,32	-
Amostras dentro Do 1	3	203,88	NS	3,93	NS
Amostras dentro Do 2	3	8,94	NS	69,05	**
Doses dentro Am 1	1	193,89	NS	57,64	**
Doses dentro Am 2	1	213,05	NS	2,60	NS
Doses dentro Am 3	1	270,58	NS	44,75	**
Doses dentro Am 4	1	14,92	NS	17,92	NS

Tabela 22. Valores para grau de liberdade, quadrado médio e teste F das análises tecnológicas.

Causa de Variação	GL	Brix % sorgo		Brix % caldo		Pol % sorgo		Pol % caldo	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Doses (Do)	1	0,06	NS	0,24	NS	0,11	NS	0,60	NS
Amostras (Am)	3	0,26	NS	0,31	NS	0,29	NS	0,49	NS
Interação Do x Am	3	0,78	NS	0,90	NS	0,87	NS	1,76	NS
Test. abs. versus demais trat.	1	1,34	NS	1,92	NS	3,25	NS	12,48	**
Test. NP versus demais trat.	1	0,01	NS	0,03	NS	0,96	NS	0,91	NS
Resíduo	20	0,71	-	1,06	-	1,06	-	1,37	-

NS = não significativo

\* = significativo ao nível de 5%

\*\* = significativo ao nível de 1%.

Causa de Variação	GL	Fibra % sorgo		Caldo Extraído (%)		Açúcares totais (% caldo extraído)		Açúcares totais (% sorgo)	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Doses (Do)	1	0,81	NS	1,98	NS	0,03	NS	0,000	NS
Amostras (Am)	3	0,27	NS	3,75	NS	0,13	NS	0,116	NS
Interação Do x Am	3	0,31	NS	2,46	NS	0,42	NS	0,349	NS
Test. abs. versus demais trat.	1	0,03	NS	12,18	NS	3,24	*	2,283	*
Test NP versus demais trat.	1	0,06	NS	2,88	NS	0,01	NS	0,003	NS
Resíduo	20	0,54	-	6,37	-	0,60	-	0,459	-

Causa de Variação	GL	Pureza açúcares totais		Açúcar total recuperável /t sorgo		álcool teórico (l/t sorgo)		Açúcar total recuperável por ha		álcool teórico por ha	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Doses (Do)	1	0,66	NS	107,95	NS	0,10	NS	189037,50	**	13113,37	**
Amostras (Am)	3	7,28	NS	85,17	NS	3,59	NS	61810,50	**	238,91	**
Interação Do x Am	3	5,58	NS	71,30	NS	10,81	NS	71402,49	**	110,02	**
Test. absol. versus demais trat.	1	14,83	NS	380,01	**	62,08	*	723148,16	**	2164,20	**
Test. NP versus demais trat.	1	2,68	NS	300,20	*	0,83	NS	363440,13	**	219,05	**
Resíduo	20	7,56	-	45,16	-	12,10	-	88,23	-	186,81	-
Doses dentro KCl								24193,50	**	34201,49	**
Doses dentro Am 1								10085,99	**	5581,50	**
Doses dentro Am 2								295703,99	**	31537,50	**
Doses dentro Am 3								73261,50	**	3456,00	**
Aubos dentro Do 1								5330,00	**	43118,00	**
Aubos dentro Do 2								127882,99	**	22068,75	**

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos e analisados, pode-se concluir que:

1. O material potássico designado por amostra 2 apresentou maior teor de  $K_2O$  solúvel em ácido cítrico 2% e resultou em maior produção de grãos e maior quantidade de potássio exportado pelos mesmos, quando aplicado na dose 2 (200 kg/ha de  $K_2O$ ).

2. O material potássico designado por amostra 1 apresentou a menor granulometria, porém, nem sempre o material de menor grau de finura é o mais solúvel e o mais eficiente.

3. Houve resposta à aplicação das fontes de po

potássio no que diz respeito aos teores deste elemento nos colmos e à quantidade do elemento extraída pelos mesmos, porém, não houve diferença entre as fontes utilizadas.

4. O cloreto de potássio, quando aplicado na dose 2 (200 kg/ha de  $K_2O$ ) teve efeito negativo na produção de grãos, na porcentagem de potássio nos grãos e na quantidade de potássio extraída pelos mesmos.

5. Houve resposta à aplicação das fontes de potássio no que diz respeito à quantidade de açúcar total recuperável e produção de álcool teórico, porém, o comportamento das fontes foi semelhante.

## 6. LITERATURA CITADA

ALLEN, S.E. e D.A. MAYS, 1974. Coated and other slow-release fertilizers for forages. In: MAYS, D.A., ed. *Forage fertilization*. Madison, American Society of Agronomy, p. 559-82.

ARAÚJO, N.Q.; H.F. CASTRO e A.E.S. VISCONTI, 1977. Sorgo: matéria-prima renovável para a produção de etanol na escala energética. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 90(2) : 84-101.

BERNAL, M.T., F.S. GARCIA e R.C. GONZALES, 1973. El cultivo del sorgo azucarero (*Sorghum bicolor*). *Memorias Asociación de Tecnicos Azucareros de Cuba*, La Habana, 3: 99-109.

BOOK, O.J., R.A. CATANI e E.S. FREIRE, 1960. Adubação da batatinha: experiências com leucita, sulfato e cloreto de potássio. *Bragantia*, Campinas, 19(51): 811-28.

- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974a. *Análises químicas para avaliar a fertilidade do solo*. Piracicaba, ESALQ/USP, 57 p. (Boletim Técnico Científico, 37).
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974b. Avaliação da fertilidade do solo - Métodos de análise. Piracicaba, Livroceres, 61 p.
- COCHRAN, W.G. e G.N. COX, 1957. *Experimental designs*. 2. ed. New York, John Wiley, 611 p.
- COLEMAN, O.H., 1975. Jarabe y azúcar del sorgo dulce. In: WALL, J.S. e W.M. ROSS. *Producción y usos del sorgo*. Buenos Aires, Ed. Hemisfério Sur, p. 239-250.
- COPERSUCAR, 1980. Amostragem e análise da cana-de-açúcar, Piracicaba, 37 p.
- DE MENT, J.D. e G. STANFORD, 1959. Potassium availability of fused potassium phosphates. *Agronomy Journal*, Madison, 51: 282-285.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979. *Resultados do ensaio nacional de sorgo sacarino, 1977/78*. Sete Lagoas, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 46 p. (Boletim Técnico, n. 2)
- EVANS, H.J. e G.J. SORGER, 1966. Role of mineral elements with emphasis on univalent cations. *Annual Review Plant Physiology*, Palo Alto, 17: 47-76.

- EVANS, H.J. e R.A. WILDES, 1971. Potassium and its role in enzymes activation. In: INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE. *Potassium in biochemistry and physiology*. Berna,
- FORS, A.L., 1971. Los esfuerzos in México sobre el sorgo dulce como cosecha complementaria a la caña de azúcar. *Sugar y Azúcar*, New York, 55(7): 50-54.
- FUJIMORI, K., 1979. Emprego da Kalsilita (ou Kaliofilita) ( $KAlSiO_4$ ) obtida da rocha potássica como fertilizante. In: Resumos do XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Manaus, p. 48.
- GAUCH, H.G., 1972. *Inorganic plant nutrition*. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, 488 p.
- GRAHAM, E.R. e W.A. ALBRECHT, 1952. Potassium bearing minerals as soil treatment. *Bull. Missouri Agric. Expt. Sta. Res.*, Columbia, n. 510, 12 p. Apud *Soils and Fertilizers*, Harpenden, 16: 464, 1953. [ref. 2288].
- JACKSON, W.A. e R.J. VOLK, 1968. Role of potassium in photosynthesis and respiration. In: KILMER, V.J., YOUNTS, S.E.; BRADY, N.C., ed. *Role of potassium in agriculture*. Madison, American Society of Agronomy, p. 109-45.



- JOHNSTONE, S., 1922. *Potash*. Monographs on mineral resources, Londres, John Murray, 122 p.
- LIMA, M.C. de A., J.P. LEITE e M.A. LYRA, 1969. *Emprego de rochas trituradas como fertilizante potássico na lavoura canavieira*. Recife, Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, 37 p. (Boletim Técnico, 40).
- MALAVOLTA, E., 1976. *Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 528 p.
- MALAVOLTA, E., 1977. O potássio e a planta. *Boletim técnico. Instituto da Potassa, Piracicaba, nº 1, 60 p.*
- MC LEAN, E.O., 1965. Aluminium. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, v. 2, p. 978-998. (Agronomy, 9)
- NEPTUNE, A.M.L., T. MURAOKA, K. FUJIMORI e A.A. VIDAL, 1980. Disponibilidade do potássio a partir de vários materiais potássicos, utilizando o arroz como planta indicadora. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v. 37.
- NEVES, O.S., P.A. CAVALERI, E. ABRAMIDES e E.S. FREIRE, 1960. Adubação do algodoeiro. X. Ensaio com diversos adubos potássicos. *Bragantia*, 19(12): 183-200.

- REEVES, JR., S.A., 1976. Sweet Sorghum Report, 1975. College Station, Texas Agricultural Experiment Station, 22 p. (Research Technical Report, 76-3).
- ROSOLEM, C.A., 1979. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e adubação do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Piracicaba, ESALQ/USP, 137 p. (Tese de Doutorado)
- SADER, R., E.A. DE SOUZA e M.H. AKABANE, 1979. Marcha de absorção dos nutrientes NPK pela cultura do sorgo e produção de matéria seca. In: Anais da XII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, Goiania, p. 137.
- SERRA, G.E., 1976. Algumas considerações sobre as possibilidades de matérias-primas para a produção de álcool etílico. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 87(3): 44-51.
- SNEDECOR, G.W. e W.G. COCHRAN, 1967. *Statistical methods*. 6 ed. Ames, Iowa State University, 593 p.
- TEIXEIRA, C.G. e M.J. PURCHIO, 1954. Fermentação alcoólica de sorgo. *Relatório anual do laboratório de microbiologia do IAC*, Campinas, p. 12-15.
- TEIXEIRA, C.G., M.J. PURCHIO, T.J.A. MENEZES, A.M. SALES e T. ARAKAKI, 1977. Produção de álcool etílico de sorgo sacarino. In: I Simpósio Brasileiro de Sorgo, Brasília, p. 99-104.

VIDAL, A.A., A.M.L. NEPTUNE, K. FUJIMORI e T. MURAOKA, 1980.

Kalsilitas obtidas de rocha potássica como fonte de potássio. In: Resumos da XVI Reunião Brasileira de Ciência do Solo, Cuiabá, p. 32.