

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, janeiro de 1962

N.º 4

ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

VI — FRACIONAMENTO DA DOSE DE POTÁSSIO¹

R. ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-Açúcar, e E. S. FREIRE, engenheiro-agrônomo², Instituto Agrônômico.*

RESUMO

Em vista da necessidade de empregar doses elevadas de potássio na cultura da cana-de-açúcar, realizou-se uma experiência preliminar, para estudar um método de aplicação mais eficiente que o usado na prática. No Estado de São Paulo, a cana é plantada em sulcos com cerca de 25 cm de profundidade, nos quais se aplicam as doses totais de adubos em contacto com as mudas. Os sulcos são cobertos, inicialmente, com leve camada de terra; com os tratamentos culturais é que, aos poucos, se completa seu enchimento.

Na presença de NP foram comparadas doses de 90, 180 e 270 kg/ha de K_2O , empregando-se cada dose de três maneiras: a) a usual, tendo-se tomado o cuidado de separar os adubos dos toletes por pequena camada de terra; b) metade dessa dose e metade dois meses depois, nos sulcos, que ainda se apresentavam com boa profundidade; c) um terço no plantio, outro dois meses depois, como no caso anterior, e o restante seis e meio meses mais tarde, a uns 20 cm da linha de plantas, pois os sulcos já se achavam praticamente aterrados.

O efeito do potássio correspondeu a +31% com a dose menor, +60% com a intermediária e +47% com a maior. Apesar dessa grande efeito, as diferenças entre os modos de aplicação foram pequenas e não significativas. Notou-se, porém, certa tendência para as doses maiores agirem melhor quando fracionadas. Não é provável que o potássio aplicado no plantio tenha sofrido apreciável arrastamento para fora do alcance das raízes. Por outro lado, as parcelas empregadas posteriormente ficaram em camadas do solo onde as raízes se desenvolveram antes que as plantas entrassem no período de maior exigência em nutrientes. Além de reduzir, em certos solos, as perdas por lixiviação, o fracionamento de doses elevadas de potássio contribui para evitar os efeitos danosos da excessiva concentração de sais nos sulcos de plantio. Por ter chovido antes e logo depois do plantio, este último aspecto não pôde ser devidamente apreciado na presente experiência.

¹ Recebido para publicação em 20 de dezembro de 1961. Os autores agradecem ao engenheiro-agrônomo Antônio Carlos Penteado, da Usina Tamoio, pelas facilidades proporcionadas à execução deste trabalho. A análise do solo foi efetuada na Seção de Agroeologia; a do caldo, na Seção de Tecnologia Agrícola.

² Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônômico.

1 — INTRODUÇÃO

Estudos recentes (1, 2, 3, 6) têm evidenciado a necessidade de aumentar-se a adubação potássica da cana-de-açúcar. Como, na grande cultura, os adubos são usualmente empregados nos sulcos de plantio, em contacto com os toletes (mudas), a Seção de Cana-de-Açúcar resolveu estudar um método eficiente para aplicar doses elevadas de potássio. O objetivo dêste trabalho é apresentar os resultados obtidos em uma experiência preliminar sôbre o assunto.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Em blocos ao acaso, com cinco repetições, foram comparados canteiros adubados sômente com NP (270 kg/ha de N e 160 kg/ha de P_2O_5) e canteiros em que, a essa adubação, se adicionaram doses de 90, 180 e 270 kg/ha de K_2O , sendo cada uma destas doses aplicada de três maneiras: a) de uma vez, na ocasião do plantio; b) metade no plantio e metade dois meses depois (no fim do período chuvoso); c) um têrço no plantio, um têrço dois meses depois e um têrço seis e meio meses mais tarde, isto é, oito e meio meses após o plantio (no início do seguinte período chuvoso).

A fim de compreender-se melhor o modo de aplicação de cada dose, deve-se lembrar que em São Paulo a cana é geralmente plantada em sulcos com cêrca de 25 cm de profundidade, sendo os toletes cobertos com uma camada de terra de uns 10 cm; mais tarde, em consequência dos tratos culturais, é que os sulcos são progressivamente nivelados. A aplicação da dose total de uma só vez foi feita segundo o método usual em nosso meio, nos sulcos de plantio, tomando-se a precaução de separar o adubo dos toletes por leve camada de terra, para evitar danos na brotação inicial, em consequência das elevadas quantidades empregadas no experimento. Quando se dividiram as doses em duas parcelas, metade foi empregada como indicado e metade ao lado da linha de plantas, mas dentro dos sulcos, que ainda se apresentavam pouco aterrados. Finalmente, quando se dividiram as doses em três parcelas, as duas primeiras foram aplicadas como no caso anterior e, a terceira, a uns 20 cm da linha de plantas, pois que os sulcos já estavam quase nivelados.

Para referências, as doses de 90, 180 e 270 kg/ha de K_2O serão designadas, respectivamente, pelos números 1, 2 e 3 colocados à esquerda do símbolo K; as aplicações em uma, duas ou três parcelas, pelos índices 1, 2 e 3. Assim, $1K_2$, significa que a dose de 90 kg/ha

foi empregada em duas parcelas; $3K_1$, que a dose de 270 kg/ha foi aplicada de uma vez etc..

O nitrogênio, o fósforo e o potássio foram usados, respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. Enquanto a dose total de fósforo foi aplicada na ocasião do plantio, dividiu-se a de nitrogênio em três partes iguais, empregando-se uma no plantio, com os outros adubos, e as duas outras em cobertura, juntamente com as segunda e terceira parcelas de potássio.

Constaram os canteiros de cinco linhas de 8 m, sendo aproveitadas somente as três linhas centrais. Sendo de 1,50 m o espaçamento entre as fileiras, a área útil de cada canteiro correspondeu a 36 m². Os toletes ou mudas, da variedade CB. 40/69, foram colocados nos sulcos em seqüência ininterrupta.

A experiência foi instalada na Seção "Sede" da Usina Tamoio, situada no Município de Araraquara. A área utilizada, de terra-roxa-misturada, vinha sendo cultivada com cana-de-açúcar há muitos anos, recebendo, em cada novo plantio, 30-90-30 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O. Foram os seguintes os resultados da análise de uma amostra do solo, composta de subamostras tiradas de vários pontos da área em questão:

Areia grossa %	43	Ca ⁺⁺ e. mg [±]	0,90
Areia fina %	25	Mg ⁺⁺ e. mg [±]	0,92
Limo %	1	C %	0,90
Argila %	31	N %	0,08
PO ₄ --- e. mg [±]	0,30	Relação C/N	11,2
K ⁺ e. mg [±]	0,04	pH int.	5,7

Efetuu-se o plantio no dia 4 de fevereiro de 1958. Conforme esclarecido, nessa data fêz-se a primeira aplicação de adubos; a segunda e terceira aplicações foram executadas em 10 de abril e 27 de outubro do mesmo ano. Colheu-se em 5 de agosto de 1959.

Para análises do caldo, retiram-se amostras constituídas de 20 canas seguidas da linha central de cada canteiro. O cálculo do rendimento, em quilos de açúcar por tonelada de cana, foi feito utilizando-se a fórmula de Winter-Carp, Geerlig, modificada por Arce-neaux (4), tomando-se 88% como eficiência das caldeiras.

As quantidades mensais de chuva recolhidas pelo pluviômetro da Usina durante a execução da experiência foram as seguintes:

3 Extraído em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

4 Elementos trocáveis, em 100 g de solo.

MESES	1958	1959
	mm	mm
Janeiro	186	308
Fevereiro	179	225
Março	139	186
Abril	63	29
Maió	171	38
Junho	60	30
Julho	27	10
Agosto	9	44
Setembro	72	—
Outubro	275	—
Novembro	112	—
Dezembro	293	—
Total	1.586	—

Note-se que a queda pluviométrica foi mais elevada que a normal da zona em apreço (cêrca de 1.350 mm por ano), e que o plantio e as aplicações em cobertura foram precedidos e seguidos de períodos suficientemente chuvosos.

3 — RESULTADOS

3.1 — VEGETAÇÃO

Na primeira visita à experiência, efetuada em 10 de abril, observou-se que, de modo geral, a brotação se processou normalmente e o "stand" era muito bom, quase sem falhas. Observou-se também que, em regra, as plantas estavam mais altas, mais perfilhadas e com coloração verde mais intensa que as de canteiros deixados sem qualquer adubação, ao lado da experiência. Nessa ocasião, tendo as plantas cêrca de um e meio mês de idade, ainda não se notavam diferenças nítidas entre os tratamentos em estudo.

Na segunda inspeção, feita em 5 de agosto, quando as plantas tinham cinco e meio meses de idade, o "stand" continuava muito bom; notou-se, todavia, que em alguns canteiros adubados com $2K_1$ e $3K_1$ (respectivamente com 180 e 270 kg/ha de K_2O no plantio), principalmente nos que receberam maior dose, o desenvolvimento das plantas, na mesma linha, era desuniforme. De modo geral, as plantas adubadas somente com NP apresentavam sintomas de deficiência de potássio e estavam bem inferiores às que, adicionalmente, receberam êsse

nutriente. Destas últimas, as menos desenvolvidas, e que também exibiam, embora com pequena intensidade, sintomas de deficiência, eram as que haviam recebido $1K_3$ e $1K_2$, indicando a necessidade de aplicar, nas terras mais pobres de potássio, dose superior a 45 kg/ha de K_2O por ocasião do plantio.

Finalmente, em 27 de outubro, tendo as plantas oito e meio meses de idade, verificou-se que, guardadas as devidas proporções, tudo continuava como na visita anterior.

QUADRO 1. — Resultados médios de uma experiência de adubação da cana-de-açúcar (cana-planta) realizada na Usina Tamoio, para estudar, na presença de nitrogênio e fósforo, o efeito de 90, 180 e 270 kg/ha de K_2O (respectivamente, doses $1K$, $2K$ e $3K$), sendo cada dose aplicada de três maneiras K_1 — de uma vez, na ocasião do plantio; K_2 — metade no plantio e metade dois meses depois; K_3 — um terço no plantio, um terço dois meses depois e um terço 6 1/2 meses mais tarde.

Tratamentos	Cana		Açúcar provável por t de cana	Açúcar	
	Produções	Efeito do potássio		Produções	Efeito do potássio
	t/ha	t/ha	kg	t/ha	t/ha
NP	59,1	—	123,0	7,29	—
NP + $1K_1$	77,2	+18,1	125,2	9,67	+2,38
NP + $1K_2$	77,1	+18,0	122,3	9,42	+2,13
NP + $1K_3$	78,6	+19,5	124,4	9,77	+2,48
Médias	77,6	+18,5	124,0	9,62	+2,33
NP + $2K_1$	92,3	+33,2	125,8	11,62	+4,33
NP + $2K_2$	96,6	+37,5	125,6	12,12	+4,83
NP + $2K_3$	94,0	+34,9	123,3	11,58	+4,29
Médias	94,3	+35,2	124,9	11,78	+4,49
NP + $3K_1$	82,7	+23,6	123,3	10,20	+2,91
NP + $3K_2$	88,7	+29,6	123,6	10,96	+3,67
NP + $3K_3$	88,6	+29,5	122,8	10,87	+3,58
Médias	86,7	+27,6	123,2	10,68	+3,39
NP + K_1 (1)	84,1	+25,0	124,8	10,50	+3,21
NP + K_2 (1)	87,5	+28,4	123,8	10,83	+3,54
NP + K_3 (1)	87,0	+28,0	123,5	10,74	+3,45
Médias	86,2	+27,1	124,0	10,69	+3,40

1 Médias das doses 1, 2 e 3 de potássio.

3.2 — PRODUÇÃO DE CANA

As produções obtidas nos diversos tratamentos se encontram no quadro 1; os resultados da análise estatística, no quadro 2.

O coeficiente de variação foi pequeno, de apenas 8,1%. Em média das três doses e dos três modos de aplicação, o efeito do potássio atingiu +27,1 t/ha de cana e foi altamente significativo. As diferenças entre as épocas de aplicação e a interação doses x fracionamento não foram significativas. A diferença entre doses, porém, foi altamente significativa, e o estudo das componentes mostrou que tanto a linear como a quadrática foram significativas ao nível de 1%, indicando que a curva das produções foi do tipo parabólico. Efetivamente, enquanto os aumentos de produção provocados pelas doses 1 e 2 de potássio foram, em média dos três modos de aplicação, de respectivamente 18,5 e 35,2 t/ha (31 e 60%), o devido à dose 3 baixou para 27,6 t/ha (47%).

Embora as diferenças entre os modos de aplicação e a interação doses x fracionamento não tenham sido significativas, convém assinalar que as relações entre as respostas às doses 1, 2 e 3 de potássio foram, respectivamente, 100:183:130 com K_1 , 100:208:164 com K_2 e 100:179:151 com K_3 . Vê-se, assim, que a resposta à dose 2, que foi sempre a melhor, atingiu o máximo quando se aplicou metade na ocasião do plantio e metade dois meses depois deste. Com essa combinação ($2K_2$) obteve-se a maior produção (96,6 t/ha) e, ao mesmo tempo, o maior efeito do potássio (+37,5 t/ha ou +63%). Deve-se notar, também, que as depressões provocadas pela dose 3, em relação à dose 2, foram menores quando parte do potássio foi aplicado em cobertura.

Correspondentemente, as relações entre as respostas ao potássio aplicado segundo os métodos K_1 , K_2 e K_3 foram, na mesma ordem, 100:99:108 com a dose 1, 100:113:105 com a dose 2 e 100:125:125 com a dose 3. Verifica-se, agora, que a vantagem do parcelamento cresceu à medida que se aumentaram as doses totais do elemento em estudo.

QUADRO 2. — Experiência de adubação da cana-de-açúcar conduzida na Usina Tamoio. Análise da variância dos dados referentes à produção de cana apresentados no quadro 1.

Fontes de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	49	7 986,53		
Blocos	4	796,05	199,01	4,36**
Tratamentos	9	5 549,24	616,58	13,52**
NP x NPK	1	3 293,47	3 293,47	72,24**
Doses (D)	2	2 083,38	1 041,69	22,85**
DL	1	612,01	612,01	13,42**
DQ	1	1 471,37	1 471,37	32,27**
Fracionamento	2	102,58	51,49	
Int. doses x fracionamento ...	4	69,81	17,45	
Resíduo	36	1 641,24	45,59	

3.3 — PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

Os dados do rendimento de açúcar por tonelada de cana se acham na quarta coluna do quadro 1. Observa-se certa tendência para o rendimento médio aumentar com a adição das doses 1 e 2 de potássio e diminuir com o retardamento da aplicação de uma parte das doses. Contudo, a variação dentro dos mesmos tratamentos foi maior que os aumentos produzidos e as diferenças entre as médias não foram significativas.

Nessas condições, os efeitos dos diversos tratamentos na produção provável de açúcar, conforme se vê nas duas últimas colunas do quadro 1, foram proporcionais aos obtidos na tonelage de cana, tendo a análise estatística revelado que os graus de significância foram os mesmos nos dois casos.

4 — DISCUSSÃO

A produção do tratamento NP atingiu 59,1 t/ha de cana e a adição das doses 1, 2 e 3 de potássio aumentou-a, em média dos três modos de aplicação, de respectivamente 31, 60 e 47%. Com quaisquer dos modos de aplicação, as produções obtidas com a dose 3 foram sempre inferiores às da dose 2. Associados às observações feitas durante o desenvolvimento das plantas, esses resultados mostram que aquela dose — correspondente a 270 kg/ha de K_2O — foi excessiva para as condições da experiência.

Apesar do grande efeito do potássio, as diferenças entre os três modos de aplicação, em média das três doses, foram muito pequenas e não significativas. Todavia, observou-se que a resposta à dose 2 (180 kg/ha de K_2O), que foi sempre a mais eficiente, alcançou o máximo quando empregada metade por ocasião do plantio e metade dois meses mais tarde, tendo as plantas mês e meio de idade. A vantagem da aplicação de uma parte do potássio em cobertura se tornou mais evidente quando se elevaram as doses totais desse elemento: as plantas que só receberam 30 ou 45 kg/ha de K_2O no plantio (tratamentos $1K_1$ e $1K_2$), apresentavam, aos cinco e meio meses de idade, sintomas de deficiência de potássio; por outro lado, as que receberam, naquela ocasião, 180 ou 270 kg/ha de K_2O (tratamentos $2K_1$ e $3K_1$), apresentavam sinais atribuídos ao excesso de concentração de sais no volume de solo que envolvia os toletes.

Mesmo ignorando a superioridade que o parcelamento da dose de potássio manifestou em certos casos, e admitindo, de acordo com a análise estatística, que êle foi apenas equivalente ao emprêgo de toda a dose na ocasião do plantio, os resultados da experiência mostram, claramente, que as parcelas aplicadas em cobertura foram aproveitadas pelas plantas. Basta citar, como exemplo, que enquanto a produção do tratamento $1K_1$ foi de 77,2 t/ha, a do adubado com $2K_1$, que só recebeu, no plantio, uma parcela correspondente a $1K_1$, elevou-se a 96,6 t/ha, aumento êsse que deve ser atribuído à metade da dose aplicada em cobertura. Resta saber se essa parcela desceu para a zona das raízes, ou se estas é que se desenvolveram onde o adubo foi colocado.

Baseados em que o movimento do potássio no solo é bastante lento, vários autores desaconselham sua aplicação em cobertura. Russell (11) afirma que somente em solos arenosos e pobres de matéria orgânica o elemento em aprêço se move facilmente; nos solos com apreciável teor de argila, seu arrastamento é lento, a não ser que a dose aplicada seja maior do que a capacidade de adsorção da camada superficial do solo. Truog e Jones (13), depois de examinar a literatura sobre o assunto, concluem que nos solos cultivados, as perdas de potássio por lixiviação geralmente são muito pequenas; somente nos solos arenosos, quando adubados com doses muito elevadas, há risco de perdas sérias. Acrescentam que o risco de arrastamento é maior quando abundantes chuvas caem pouco depois da aplicação, enquanto o potássio está em solução (antes, portanto, de ter sido

adsorvido). Jacob (9) faz considerações semelhantes e diz que a aplicação do potássio em cobertura só deve ser feita em casos de emergência, quando não se tiver podido empregá-lo antes do plantio.

Tendo em vista essas afirmativas e sabendo-se que o solo utilizado para a experiência tinha bom teor de argila, não se deveria esperar que a cana absorvesse, em tempo útil, o potássio empregado em cobertura, se ela fôsse como a maioria das plantas anuais. Mas o fato é que a planta em estudo tem longo ciclo vegetativo e sua cultura, no Estado de São Paulo, é conduzida de modo a possibilitar a presença do potássio assim aplicado em camadas do solo normalmente ocupadas pelas raízes.

Plantada entre janeiro e março, a melhor época para São Paulo, a cana se desenvolve um pouco na fase inicial; mas, durante o período seco e frio, que vai normalmente de abril a setembro, diminui o ritmo de crescimento, só entrando em grande atividade a partir de outubro. Em pesquisas de Catani e seus colaboradores (5), do plantio até o começo de outubro essa planta, adubada com 40-100-40 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$, absorveu apenas 15% da quantidade total de potássio consumida até o primeiro corte. Como nessas pesquisas a cana foi plantada em abril, é lícito supor que, plantando-se mais cedo, seja bem maior o consumo do período inicial. De qualquer maneira, este representa apenas pequena parte do consumo total da chamada "cana de ano e meio".

Outro fator que contribuiu para o êxito da adubação potássica em cobertura foi o modo de plantar a cana em São Paulo. No capítulo 2 já se esclareceu que somente algum tempo mais tarde é que se completa o enchimento dos sulcos de plantio. Na experiência relatada, a primeira aplicação em cobertura foi feita nesses sulcos, dois meses após o plantio, quando eles ainda estavam bem profundos. Por ocasião da segunda cobertura, efetuada no fim de outubro, os sulcos estavam quase nivelados; mas então já havia entrado o período chuvoso, quando a cultura "fecha" e sombreia completamente o solo, enchendo a camada superficial de raízes. Confirmando trabalhos feitos no estrangeiro por Evans (7) e Stevenson (12), investigações de Inforzato e Alvarez (8) mostraram que, também em São Paulo, boa parte do sistema radicular da cana fica nos primeiros 10 cm a partir da superfície do solo. Nessas condições, mesmo permanecendo na camada superficial, o potássio aplicado em cobertura pôde ser convenientemente aproveitado. Todavia, como entre aplicação e absorção há certo inter-

valo, podem ocorrer períodos de deficiência, como o assinalado no capítulo 3.2, quando as doses empregadas no plantio são pequenas. Para evitá-los, devem-se determinar melhor as quantidades a serem adicionadas em cada época.

Convém mencionar que, em uma série de experiências em solo massapê-salmourão (3), muito mais argiloso que o estudado no presente trabalho, também se observou a eficácia da aplicação, na cana-de-açúcar, de metade da dose total de potássio em cobertura.

Embora as diferenças, na presente experiência, fôsem pequenas e sem significância estatística, as aplicações $2K_1$ e $3K_1$ deram resultados inferiores aos das correspondentes doses empregadas parceladamente. Não parece provável que isso tenha sido causado pelo arrastamento de uma parte do potássio aplicado de uma vez, pois, mesmo na camada superficial, que foi a analisada, o solo utilizado para a experiência tinha bom teor de argila, e, conforme se depreende do trabalho de Paiva e seus colaboradores (10), nos solos paulistas, com exceção de alguns aluvionais, êsse teor aumenta com a profundidade. Acresce ainda que, não sendo atingida pelo arado, geralmente a camada abaixo do fundo dos sulcos é muito mais compacta que a superficial, e, além disso, mesmo quando nova, a cana também tem raízes bem profundas (8). Assim, é mais provável que a causa da citada inferioridade tenha sido excessiva concentração de sais nas proximidades dos toletes. Talvez porque entre êstes e os adubos foi colocada pequena camada de terra, e ainda porque choveu antes e logo depois do plantio, não se verificaram reduções nos "stands"; mas as plantas que receberam as doses mais elevadas podem ter sofrido prejuízos de outra natureza, como danos nas raízes, atraso na brotação etc.. Exigindo freqüentes e meticulosas observações, isso não pôde ser constatado; notou-se, contudo, que o crescimento das plantas adubadas com $2K_1$ e $3K_1$ não apresentava a mesma uniformidade observada nos outros tratamentos, sinal evidente de que algo de anormal deve ter ocorrido com elas.

Ainda que a aplicação de potássio em cobertura não seja necessária para evitar o arrastamento dêsse elemento, as considerações feitas linhas atrás indicam que, na cultura da cana, ela poderá contribuir para atenuar o inconveniente de se empregarem doses elevadas de adubos em contacto com os toletes, o que geralmente prejudica as plantas, sobretudo quando o tempo corre sêco após o plantio.

5 — CONCLUSÕES

a) O tratamento NP produziu 59,1 t/ha de cana e as respostas às doses adicionais de 90, 180 e 270 kg/ha de K_2O corresponderam a, respectivamente, +31, +60 e +47%. Apesar dêsse grande efeito do potássio, as diferenças entre as aplicações das doses totais nos sulcos de plantio e as fracionadas foram pequenas e não significativas. Notou-se, todavia, que o fracionamento tendeu a se mostrar mais vantajoso quando se aumentaram as doses empregadas.

b) Não é provável que o potássio aplicado por ocasião do plantio tenha sido arrastado, em escala apreciável, para fora do alcance das raízes. Por outro lado, em virtude de condições peculiares à cultura da cana-de-açúcar, as parcelas empregadas posteriormente ficaram em camadas do solo onde as raízes se desenvolveram e puderam aproveitá-las no período de maior exigência.

c) Os resultados indicaram que o fracionamento de doses elevadas de potássio é um processo conveniente para a cultura da cana-de-açúcar porque, além da possibilidade de reduzir, em certos solos, as perdas por lixiviação, contribui para evitar excessiva concentração de sais nas proximidades dos toletes.

d) Sintomas de deficiência de potássio, observados aos seis meses nos tratamentos que só receberam 30 ou 45 kg/ha de K_2O no plantio, evidenciaram a necessidade de, nos solos muito pobres, empregarem-se doses mais elevadas nessa ocasião, para evitar que o crescimento das plantas seja prejudicado durante o intervalo entre as aplicações posteriores e sua absorção pelas raízes. Este ponto, de grande importância, deve ser melhor estudado.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH SUGAR CANE
VI — SPLIT-APPLICATIONS OF POTASH

SUMMARY

In view of the need for higher rates of potash fertilizers for sugar cane, a preliminary experiment was conducted to study some methods of application. Rates of applications of 90, 180 and 270 kilograms of K_2O to the hectare were compared in the presence of NP, each rate being applied in three ways: according to the usual method, i. e. the whole quantity in the furrows, at planting time; half the quantity at planting and half two months later; one third at planting and each of the other

two thirds two and 8 1/2 months afterwards. In São Paulo the cane cuttings are planted in deep furrows and slightly covered with soil, the filling of the furrows being achieved gradually, with the usual cultivations. The first post-planting application was made in those semi-filled furrows; the second, 20 centimeters to the side of the rows, as the furrows were almost levelled.

The average response to potash was very high, but the methods of application did not differ significantly. Nevertheless, it was observed that the higher rates were more effective when splitted, and the advantage of splitting increased as the total dose was increased. It seems that no appreciable losses by leaching of the doses applied at planting occurred. On the other hand, the plants could utilize the post-planting fractions, for they were present in soil layers where roots developed before the period of intensive uptake of nutrients. Besides reducing possible losses by leaching in certain soils, splitting of higher rates of potash would contribute to avoid excessive salt concentration in the planting furrows. Although some symptoms of salt-injury were observed, the damage was not serious in the present experiment, because it rained before and soon after planting.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. M. (júnior), ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. [e outros]. Resultados de ensaios de adubação em cana-de-açúcar. *Bragantia* 15:[27]-34. 1956.
2. ALVAREZ, R., ARRUDA, H. V. & GARGANTINI, H. Adubação da cana-de-açúcar. V — Ensaio preliminar de adubação N-P-K em terra-roxa. *Bragantia* 19:[361]-368. 1960.
3. ———, SEGALLA, A. L. & WUTKE, A. C. P. Adubação da cana-de-açúcar. VIII — Adubação mineral em solo massapê-salmourão [Em preparo].
4. ARCENEUX, G. A simplified method of theoretical sugar yield calculations. *Ind. Sug. J.* 38:264-265. 1935.
5. CATANI, R. A., ARRUDA, H. C., PELEGRINO, D. [e outros]. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxôfre e silício pela cana-de-açúcar, Co.419, e o seu crescimento em função da idade. *An. Esc. Agric. Queiroz* 16:[167]-190. 1959 (Separata n.º 256).
6. COURY, T., MALAVOLTA, E., GOMES, F. PIMENTEL [e outros]. A diagnose foliar na cana-de-açúcar. I — Resultados preliminares. São Paulo, Gráfica Furest Ltda., 1957. 28 p.
7. EVANS, H. The root-system of the sugar-cane. Pt. I — Methods of study. *Emp. J. exp. Agric.* 3:351-362. 1935.
8. INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. Co.290, em solo tipo terra-roxa-legítima. *Bragantia* 16:[1]-13. 1957.

9. JACOB, A. KALI — Gewinnung und Anwendung der Kalidüngesalze. Melsungen, Verlag J. Neumann-Neudamm, 1955. 159 p.
10. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. [e outros]. Observações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.
11. RUSSEL, E. J. Soil conditions and plant growth. (8.^o edição, revista por E. W Russell). London, Longmans, Green & Co., 1950. 635 p.
12. STENVENSON, G. C. Root development of the sugar-cane in Barbados. *Emp. J. exp. Agric.* 5:239-247. 1937.
13. TRUOG, E. & JONES, R. J. Fate of soluble potash applied to soils. *Ind. and Engn. Chemistry* 30:882-885. 1938.