

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 19

Campinas, dezembro de 1960

N.º 63

ENSAIO DE ADUBAÇÃO N-P-K EM CANA-DE-AÇÚCAR (*)

R. ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-açúcar, A. ZINGRA DO AMARAL, engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, e H. VAZ DE ARRUDA, engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto*

RESUMO

No presente trabalho são apresentados os resultados obtidos em um ensaio de adubação de cana-de-açúcar, instalado em terra roxa-misturada do Glacial, na Usina Esmeralda, Município de Santo Antônio da Posse, e conduzido de março de 1957 a agosto de 1958.

O delineamento experimental, com cinco repetições, foi o de blocos ao acaso, constando de oito tratamentos: $N_0P_0K_0$, $N_0P_2K_2$, $N_1P_2K_2$, $N_2P_0K_2$, $N_2P_1K_2$, $N_2P_2K_1$, $N_2P_2K_0$ e $N_2P_2K_2$, em que o nitrogênio, fósforo e potássio foram estudados nos níveis de 0, 80 e 160 kg/ha.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes observações: a) o fósforo e o nitrogênio proporcionaram aumentos apreciáveis na produção de cana e influíram favoravelmente na riqueza do caldo de cana-de-açúcar; b) os aumentos de produção e riqueza do caldo, devidos ao potássio não alcançaram significação no nível de 5%.

1 — INTRODUÇÃO

Nestes últimos dez anos a cana-de-açúcar expandiu-se extraordinariamente, ocupando lugar de destaque entre as principais culturas do Estado de São Paulo. Na sua expansão foi essa gramínea cultivada em terras que apresentavam baixo grau de fertilidade. Para se avaliar as deficiências desses solos, nos principais elementos de fertilização, foram realizados estudos com a finalidade de conhecê-las.

(*) Os autores expressam seus agradecimentos ao engenheiro-agrônomo Joaquim Alcântara, pelas facilidades proporcionadas na Usina Esmeralda para realização do presente trabalho.

Recebido para publicação em 23 de junho de 1960.

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos em um experimento de adubação NPK em terras em que, pela primeira vez, se realizava a cultura da cana-de-açúcar. O objetivo foi obter dados sobre adubações mais adequadas para essas terras.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado em terra-roxa-misturada, oriunda de diabase e arenito do Glacial (7), localizada na Usina Esmeralda, Município de Santo Antônio da Posse.

As terras, muito pobres, eram recobertas por pastagens e nunca haviam sido adubadas, sendo êste o primeiro plantio de cana.

As principais características físicas e químicas dêsse solo eram:

pH	5,30
Carbono total (C%)	1,88
Nitrogênio total (N%)	0,13
K ⁺ e.mg por 100 g de terra	0,11
Ca ⁺⁺ e.mg por 100 g de terra	0,72
Mg ⁺⁺ e.mg por 100 g de terra	0,79
PO ₄ ⁻⁻⁻ (¹) e.mg por 100 g de terra	0,04
Argila %	54,90
Limo %	14,10
Areia Fina %	21,00
Areia Grossa %	10,00
Classe Textural	Argilosa (Arg.)

Nitrogênio, fósforo e potássio foram estudados cada um em presença da dose máxima dos outros dois, empregando-se um delineamento em blocos ao acaso, com oito tratamentos em cinco repetições. Os canteiros apresentavam área útil de 36,00 m². Os tratamentos foram os seguintes: N₀P₀K₀, N₀P₂K₂, N₁P₂K₂, N₂P₀K₂, N₂P₁K₂, N₂P₂K₁, N₂P₂K₀ e N₂P₂K₂.

Os elementos nitrogênio, fósforo e potássio foram fornecidos aos níveis de 0, 80 e 160 kg/ha, respectivamente pelo sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. No plantio foi aplicada toda a adubação fosfatada, juntamente com 20 kg de nitrogênio e 80 kg de potássio. Dois meses após empregarem-se 60 kg de nitrogênio e 80 kg

(¹) Extraído com H₂SO₄ 0,05N.

de potássio, isto é, completou-se a dose dupla de potássio. Em 30 de outubro foram empregados 80 kg de nitrogênio, completando-se a dose dupla deste nutriente.

Para análise do caldo retiraram-se 20 canas seguidas, da linha central de cada canteiro, tendo-se utilizado para o cálculo de açúcar provável a fórmula de Winter-Carp, Geerlings, modificada por Arceneaux (3), tomando-se 88% como eficiência das caldeiras. A variedade de cana-de-açúcar empregada foi a Co. 419, sendo o presente ensaio iniciado em 14 de março de 1957 e colhido em agosto de 1958.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

No transcorrer do experimento foram feitas observações com relação ao "stand" e desenvolvimento das plantas. Quando as plantas tinham cinco meses de idade, em setembro, fêz-se a última contagem do "stand", tendo-se observado que todos os tratamentos apresentavam-se praticamente sem falhas.

As observações de campo indicaram que o nitrogênio e o fósforo, especialmente este último, foram os elementos limitantes da perfilhagem e desenvolvimento das plantas nestas condições. A testemunha geral (sem adubo) e o tratamento em ausência de fósforo apresentaram plantas pouco desenvolvidas, revelando a pobreza dessas terras em fósforo disponível, confirmadas, mais tarde, pelas baixas produções obtidas nesses tratamentos; as folhas eram mais estreitas e menores do que as normais (figura 1-A e B), e exibiam uma coloração verde-cinza. O efeito benéfico do fósforo na brotação inicial e na perfilhagem da cana-de-açúcar já é fato bastante conhecido e observado entre nós (2, 6) (figura 1-C e D).

A deficiência de nitrogênio também foi observada nas plantas quando satisfeitas, pelo menos parcialmente, em suas necessidades de fósforo. O nitrogênio, embora em menor grau do que o verificado para o fósforo, influenciou na perfilhagem e desenvolvimento das plantas. Nestes tratamentos as folhas das plantas eram mais longas e largas (figura 1-E e F), apresentando uma cor verde intensa, e menos ásperas ao tato.

As fotografias apresentadas na figura 1 mostram o estado de desenvolvimento das plantas com cinco meses de idade. As produções de cana-de-açúcar, por hectare, constam do quadro 1, figurando a análise da da variância no quadro 2.

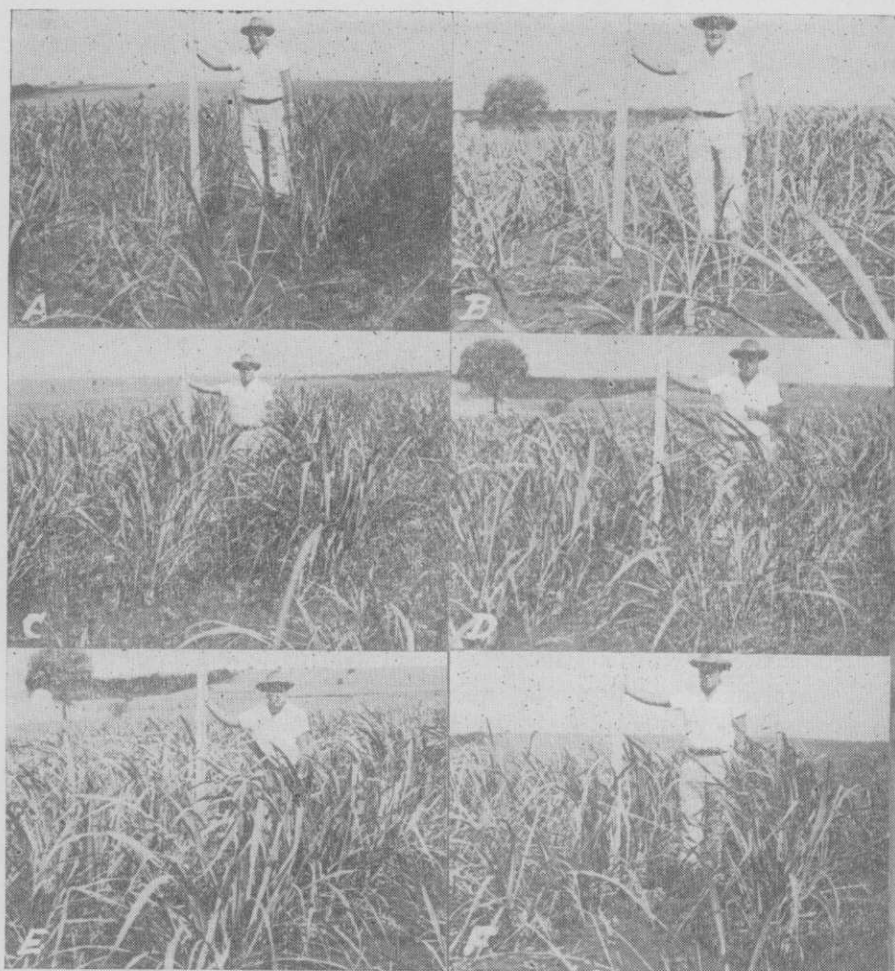


FIGURA.1. — Ensaio de adubação NPK em cana-de-açúcar. Usina Esmeralda, 1957:
 A — testemunha geral; B — $N_2P_0K_2$; C — $N_2P_2K_2$; D — $N_2P_1K_2$; E — $N_1P_2K_2$;
 F — $N_0P_2K_2$ (Fotografias tomadas cinco meses após a germinação).

Os dados mostram que o emprêgo do nitrogênio influiu de modo apreciável na produção de cana. O estudo estatístico das doses de nitrogênio revela um aumento linear de produção altamente significativo. Êste aumento foi de 19,5 toneladas de cana por hectare para o nível de 80 kg/ha de nitrogênio. Entre êste nível e o de 160 kg/ha houve um acréscimo de 17,1 toneladas por hectare. Embora a necessidade dêste

QUADRO 1. — Produções de cana-de-açúcar da variedade Co. 419, obtidas de cana-plantas em terra roxa-misturada do Glacial

Tratamentos	Repetições					Totais	Médias
	I	II	III	IV	V		
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
NoPoKo	41,8	29,4	29,2	41,7	45,0	187,1	37,4
N ₂ PoK ₂	38,1	44,3	54,3	43,2	50,0	229,9	46,0
N ₂ P ₁ K ₂	111,1	116,3	117,4	105,7	108,2	558,7	111,7
NoP ₂ K ₂	81,8	87,8	91,4	79,1	95,5	435,6	87,1
N ₁ P ₂ K ₂	107,6	111,1	109,1	89,6	116,9	534,3	106,6
N ₂ P ₂ Ko	109,1	108,1	135,4	104,6	117,9	575,1	115,0
N ₂ P ₂ K ₁	118,5	113,5	137,3	116,9	137,1	623,3	124,7
N ₂ P ₂ K ₂	122,2	109,5	120,9	133,2	132,9	618,7	123,7

QUADRO 2. — Análise da variância dos resultados da produção de cana

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	4	930,38		
Tratamentos ..	7	41 504,73		
N _L	1	3 352,56	3 352,56	55,23**
N _Q	1	6,81		
P _L	1	15 116,54	15 116,54	249,03**
P _Q	1	2 408,46	2 408,46	39,67**
K _L	1	190,10	190,10	3,13
K _Q	1	92,92	92,92	
Erro	28	1 699,62	60,70	
Total	39	44 134,73		

Coef. var. = 8,3%

nutriente seja muito grande, êste aumento só se verificaram quando satisfeitas as necessidades de fósforo.

O fósforo foi o elemento responsável pelos maiores acréscimos verificados na produção de cana. A análise da variância mostra que as componentes linear e quadrática são altamente significativas. Os acrés-

cimos observados foram de 65,7 e 77,7 toneladas de cana por hectare, correspondentes, respectivamente, aos níveis de 80 e 160 kg/ha de P_2O_5 . Como se verifica, a relação entre as doses e os acréscimos de produção não são proporcionais, diminuindo êstes com o aumento da dose empregada. Nêste caso a relação entre as doses e os acréscimos é explicada pela curva parabólica do 2º grau, ou melhor ainda pela curva exponencial de Mitscherlich.

Os resultados obtidos com o fósforo nêste experimento vieram confirmar estudo anterior, em que êle foi pesquisado nos níveis de 0, 60, 120 e 240 kg/ha (1).

O emprêgo de 80 kg/ha de K_2O proporcionou um aumento de 9,7 toneladas de cana. Entre êste nível e o de 160 não houve acréscimo, embora tenha se observado que a componente linear esteja próxima do limite de significância a 5%.

Com relação ao açúcar por tonelada de cana, os resultados são apresentados no quadro 3, figurando a análise da variância no quadro 4.

QUADRO 3. — Produções prováveis de açúcar em quilos por tonelada de cana da variedade Co. 419, em terra-roxa-misturada do Glacial

Tratamentos	Repetições					Totais	Médias
	I	II	III	IV	V		
	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>	<i>kg/t</i>
NoPoKo	107,2	106,6	107,1	107,3	111,0	539,2	107,8
N ₂ PoK ₂	108,3	111,3	110,1	108,2	112,3	550,2	110,0
N ₂ P ₁ K ₂	112,8	114,7	114,5	114,7	119,1	575,8	115,2
NoP ₂ K ₂	115,4	117,6	114,9	114,7	116,7	579,3	115,9
N ₁ P ₂ K ₂	114,7	118,5	117,0	118,6	115,4	584,5	116,9
N ₂ P ₂ K ₀	117,6	116,9	112,7	120,8	119,8	587,8	117,6
N ₂ P ₂ K ₁	121,4	116,8	115,4	119,9	114,9	588,4	117,7
N ₂ P ₂ K ₂	121,0	118,8	119,0	116,4	120,1	595,3	119,1

Os dados mostram que a adubação influiu favoravelmente na produção de açúcar por tonelada de cana. O nitrogênio e o fósforo elevaram a riqueza do caldo, sendo linear a relação entre as doses empregadas e o açúcar provável obtido por tonelada de cana. O potássio, como na

QUADRO 4. — Análise da variância da produção de açúcar provável

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	4	22,26		
Tratamentos ..	7	552,31	78,90	
NL	1	25,60	25,60	5,54*
Nq	1	1,04	1,04	
PL	1	203,40	203,40	44,02**
Pq	1	1,24	1,24	
KL	1	5,62	5,62	
Kq	1	1,32	1,32	
Erro	28	129,42	4,62	
Total	39	703,99		

produção de cana por hectare, não revelou efeito significativo no aumento da riqueza do caldo.

Em estudos realizados em vasos, por Camargo e Bolliger (4), verificaram êstes autores a influência benéfica da adubação fosfatada na produção de açúcar.

Samuels e colaboradores (8), estudando cêrca de 150 experiências realizadas pela Estação Experimental de Pôrto Rico, observaram que o nitrogênio e o potássio concorreram para elevar a concentração de sacarose na cana, quando êstes elementos proporcionaram aumento na produção de cana superiores a 27% e 10%, respectivamente. Não observaram efeito devido ao fósforo, mas esclareceram que os aumentos de produção de cana devidos a êstes elemento foram significantes.

Coury e colaboradores (5), em experimento de campo já haviam observado a influência benéfica do fósforo no aumento de riqueza do caldo da cana.

4 — CONCLUSÕES

A análise dos resultados, sob as condições do experimento, permite tirar as seguintes conclusões:

a) o emprêgo de nitrogênio resultou em aumento apreciável de produção, sendo linear a relação entre as doses empregadas e as produ-

ções obtidas; sua ação sobre a riqueza do caldo da cana foi linear e altamente significativa;

b) o fósforo foi o nutriente que maiores aumentos proporcionou na produção de cana; as componentes linear e quadrática foram altamente significativas, indicando que os acréscimos da produção não são proporcionais às doses empregadas do nutriente; a relação entre as doses e as produções obtidas é explicada pela curva exponencial de Mitscherlich; o fósforo beneficiou extraordinariamente a perfilhagem e desenvolvimento iniciais das plantas; este nutriente elevou, significativamente, a riqueza do caldo, sendo linear a relação entre as doses empregadas e o açúcar por tonelada de cana obtido;

c) os aumentos produzidos pelo potássio não foram significativos a 5%.

A N-P-K FERTILIZER EXPERIMENT FOR THE SUGAR CANE

SUMMARY

The sugar cane yield response to various combinations of three levels of N-P-K was studied in an experiment carried out on a Glacial type of mixed red soil ("terra-roxa-misturada"), at the Usina Esmeralda, from March 1957 to August 1958. The three levels, 0, 80 and 160 kg/ha of N-P-K were combined as follows: $N_0P_0K_0$, $N_0P_2K_2$, $N_1P_2K_2$, $N_2P_0K_2$, $N_2P_1K_2$, $N_2P_2K_1$, $N_2P_2K_0$, and $N_2P_2K_2$. Five replications of the treatments were laid out in randomized plots. The results obtained permitted the following conclusions:

(a) Phosphorus and nitrogen increased the yield appreciably and improved the sugar content of the canes; (b) the increase in yield and in sugar content due to potassium was not significant at the 5% level.

LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. II — Adubação fosfatada quantitativa. *Bragantia* 16:[297]-302. 1957.
2. ———, ———, CATANI, R. A. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. IV — Fertilizantes fosfatados. *Bragantia* 17:[355]-362. 1958.
3. ARCENEUX, G. A simplified method of theoretical sugar yield calculations. *Inst. Sugar J.* 38:264-265. 1935.
4. CAMARGO, T. & BOLLIGER, R. Influência do pH do solo sobre a porcentagem de açúcar na cana. Campinas, Instituto agrônomo, 1937. 14p. (Boletim técnico n.º 8)

5. COURY, T., MALAVOLTA, E., GOMES, F. P. [e outros]. A diagnose foliar na cana-de-açúcar. I. Resultados preliminares. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1957. 28 p.
6. DILLEWIJN, C. VAN. Botany of sugarcane. Waltham, Mass., Chronica Botânica Co., 1952. 371 p.
7. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. [e outros]. Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[2271-253. 1951.
8. SAMUELS, G., LUGO-LOPES, M. A. & LANDRAUX, P. (júnior). Influência de fertilizantes sobre el contenido sacarose de la caña. *Mundo azuc.* 41(1):18-20. 1953.