

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*

Vol. 15

Campinas, janeiro de 1956

N.º 3

## RESULTADOS DE ENSAIOS DE ADUBAÇÃO EM CANA DE AÇÚCAR (\*)

J. M. DE AGUIRRE JR., R. ALVAREZ, A. L. SEGALLA, *engenheiros agrônomos, Seção de Cana de Açúcar*, H. V. ARRUDA, *engenheiro agrônomo, Seção de Técnica Experimental e A. C. PENTEADO, engenheiro agrônomo, Usina Tamóio*

### RESUMO

No presente trabalho são apresentados resultados preliminares, obtidos em quatro ensaios de adubação da cana de açúcar de 18 meses, instalados na Usina Tamóio, Município de Araraquara, em 1951. O objetivo foi obter dados sobre as adubações mais adequadas, para os diversos tipos de solo daquela Usina.

Estudaram-se quatro níveis de fósforo e de potássio, em presença e ausência de nitrogênio protéico, utilizando-se um delineamento fatorial  $2 \times 4 \times 4$  (NPK). Os níveis dos fertilizantes empregados, em kg/ha, foram 0 e 30 de nitrogênio e 0,30, 60 e 90 de  $P_2O_5$  e de  $K_2O$ . O nitrogênio foi empregado sob a forma de torta de algodão e o fósforo e o potássio, sob as formas de superfosfato simples e cloreto, respectivamente. A adubação foi realizada nos sulcos, por ocasião do plantio, e a variedade de cana empregada a Co. 290.

Os resultados mostraram que o nitrogênio sob a forma protéica elevou significativamente a produção nos quatro ensaios. O fósforo em três ensaios apresentou aumento significativo de produção, proporcional aos níveis de  $P_2O_5$  empregados, o mesmo se verificando com relação ao potássio, em dois desses ensaios.

### 1 - INTRODUÇÃO

Em 1936 a Seção de Cana de Açúcar do Instituto Agrônomo iniciou o estudo de adubação para os canaviais de São Paulo (1). Os primeiros ensaios tiveram por finalidade estudar a reação da cana aos elementos N, P e K, nas condições de solo e clima do Estado de São Paulo. Os resultados obtidos mostram que as reações aos elementos fertilizantes são variáveis. Observou-se, de um modo geral, uma reação ao fósforo e, em diversos casos, resposta favorável ao potássio e ao nitrogênio (2,5). Após êsses estudos, Sampaio (6) visando obter dados que permitissem conhecer não somente as necessidades qualitativas em elementos principais de fertilização, como também as exigências quantitativas nêstes elementos, iniciou estudos em diferentes regiões do Estado. Os resultados dos ensaios, em um total de quatro, foram variáveis quanto ao comportamento dos elementos fertilizantes. Em dois dos experimentos os nutrientes estudados não apresentaram reação. Nos outros dois o emprêgo do fósforo produziu aumento significa-

(\*) Recebido para publicação em 30 de setembro de 1955.

tivo de produção. Quanto ao nitrogênio verificou-se um decréscimo de produção em um ensaio, não tendo o potássio apresentado reação alguma (3, 4, 7). Estes ensaios, devido às variações observadas em relação aos elementos estudados, vieram pôr em evidência a necessidade da experimentação local, tôda vez que se desejar proporcionar à cana de açúcar uma adubação econômica adequada.

O presente trabalho apresenta os resultados de quatro ensaios de adubação em cana de ano e meio, instalados na Usina Tamóio, Estado de São Paulo. Os experimentos foram localizados nas seções Serra D'Água, Mantuana, Sede e Bela Vista. O objetivo foi obter dados sôbre as adubações mais adequadas para aquelas terras. Estudaram-se quatro níveis de fósforo e de potássio, em presença e ausência de nitrogênio protéico.

## 2 - MATERIAL E MÉTODO

Os quatro ensaios aqui discutidos foram instalados em terras de diferentes graus de fertilidade e já cultivadas há alguns anos com cana, sendo dois dêles em terra roxa-misturada (n.º 50 e 52), um em terra arenosa (n.º 51), e o quarto (n.º 53), em terra roxa legítima (1).

Usou-se para os quatro ensaios um delineamento fatorial 2x4x4 (NPK), com três repetições e com 2/3 de confundimento NPK e 1/3 de confundimento PK, em cada repetição. Os canteiros tiveram sempre a dimensão de 10 x 6 m, com 4 linhas úteis e uma de separação entre êles.

Os níveis de fertilizantes usados por hectare foram de 0 e 30 kg de nitrogênio; 0, 30, 60 e 90 kg de  $P_2O_5$ ; 0, 30, 60 e 90 kg de  $K_2O$ . O nitrogênio foi empregado sob a forma de torta de algodão, e o fósforo e o potássio, sob as formas de superfosfato simples e cloreto, respectivamente. A adubação foi realizada nos sulcos, por ocasião do plantio. A variedade de cana empregada foi a Co. 290, a mais cultivada no Estado de São Paulo. O plantio foi executado como se faz normalmente, colocando-se 20 toletes de três gemas em cada 10m de sulco, e os tratos culturais, os usuais para a cultura. Todos os ensaios tiveram desenvolvimento normal.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nos quadros 1, 2 e 3 referem-se a médias de três repetições; os resultados das análises da variância são apresentados nos quadros 4, 5, 6 e 7.

### 3.1 - ENSAIO N.º 50

Êste ensaio foi instalado em 6 de março de 1951, em terra roxa-misturada, de baixa produtividade, na seção Serra D'Água, e colhido em 22 de agosto de 1952.

A análise dos resultados revelou um aumento significativo de produção para o emprêgo de 30 kg/ha de nitrogênio, o qual foi de 11% em relação ao nível 0 (quadro 2).

(1) Os números entre parênteses referem-se à numeração dos ensaios dada pela Seção de Cana de Açúcar.

QUADRO 1. — Produções médias dos ensaios de cana de açúcar da variedade Co. 290, obtidas em 1952 no 1.º corte (cana de ano e meio) dos ensaios instalados na Usina Tamóio, de acôrdo com os tratamentos

Tratamentos	Produções médias de cana			
	Seção Serra D'Água	Seção Mantuana	Seção Sede	Seção Bela Vista
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> -----	45,3	52,1	36,3	100,2
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub> -----	59,1	33,3	43,5	100,5
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> -----	50,9	28,9	42,0	105,6
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>3</sub> -----	51,5	33,6	58,0	100,0
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub> -----	49,6	27,5	37,4	95,5
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> -----	61,1	37,4	47,2	110,7
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> -----	64,8	37,6	43,9	108,6
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> -----	55,3	40,4	55,8	108,3
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> -----	55,1	37,9	40,0	115,2
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> -----	60,7	35,4	46,7	111,5
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> -----	67,3	41,8	48,5	108,4
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> -----	66,5	35,5	46,5	120,4
N <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>0</sub> -----	68,3	42,2	44,4	109,5
N <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> -----	63,0	39,8	43,5	124,2
N <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> -----	70,8	42,2	44,8	119,9
N <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> -----	56,9	43,2	52,8	114,9
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> -----	60,7	34,1	49,5	92,6
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub> -----	64,9	36,5	43,5	108,5
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> -----	54,9	43,5	49,0	113,5
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>3</sub> -----	55,7	43,5	52,6	101,8
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub> -----	66,8	41,5	46,2	109,5
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> -----	56,6	36,3	50,0	117,6
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> -----	72,6	40,0	49,0	115,4
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> -----	61,4	41,2	48,5	122,0
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub> -----	67,5	46,2	46,8	131,5
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> -----	66,1	41,6	46,7	120,5
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> -----	61,4	41,8	52,5	118,4
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> -----	73,7	47,9	50,9	119,5
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>0</sub> -----	69,5	39,7	45,4	131,1
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> -----	70,9	44,7	52,2	122,8
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> -----	69,8	42,8	51,2	120,4
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> -----	76,3	48,6	52,5	121,3

O fósforo apresentou reação altamente significativa. O estudo da variação entre níveis mostrou um aumento crescente de produção, correspondente aos níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> empregados, sendo que êstes aumentos foram de 10,5, 16,9 e 23,1%, respectivamente para os níveis de 30, 60 e 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em relação ao nível 0 (quadro 2).

O potássio não apresentou reação (quadro 3), e nenhuma das interações foi significativa.

### 3.2 - ENSAIO N.º 51

O segundo ensaio da série foi instalado em 8 de março de 1951, em terra arenosa muito pobre, na seção Mantuana, e a colheita processou-se em 12

QUADRO 2. — Produções médias dos ensaios de cana de açúcar da variedade Co. 290, correspondentes aos diferentes níveis de fósforo e azoto, e aumento percentual em relação ao nível 0

Níveis de N em kg/ha	Níveis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg/ha e produções médias de cana					Aumento
	0	30	60	90	Médias	
Seção — Serra D'Água Terra roxa-misturada						
0	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	%
0	51,7	57,7	62,4	64,7	59,1	-----
30	59,0	64,7	67,2	71,6	65,6	11,0
Média	55,4	61,2	64,8	68,2	-----	-----
Aumento %	-----	10,5	16,9	23,1	-----	-----
Seção — Mantuana Terra arenosa						
0	32,0	35,7	37,6	41,9	36,8	-----
30	39,4	39,8	44,4	43,9	41,9	13,8
Média	35,7	37,7	40,9	42,9	-----	-----
Aumento %	-----	5,6	14,6	20,2	-----	-----
Seção — Sede Terra roxa-misturada						
0	44,9	46,1	45,4	46,4	45,7	-----
30	48,6	48,4	49,2	50,3	49,1	7,4
Média	46,8	47,3	47,3	48,3	-----	-----
Aumento %	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Seção — Bela Vista Terra roxa legítima						
0	101,6	105,8	113,9	117,1	109,6	-----
30	104,1	116,1	122,6	123,6	116,6	6,4
Média	102,8	111,0	118,2	120,4	-----	-----
Aumento %	-----	8,0	15,0	17,1	-----	-----

de agosto de 1952. Os resultados mostraram produções muito baixas para a cultura de cana de ano e meio.

O nitrogênio, no nível de 30 kg/ha, proporcionou um aumento significativo de produção, de 13,8% em relação ao nível 0 (quadro 2).

Entre os níveis de fósforo as diferenças foram altamente significativas. O estudo da variação indicou um aumento de produção correspondente aos níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> empregados, sendo de 5,6, 14,6 e 20,2%, respectivamente para os níveis de 30, 60 e 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em relação ao nível 0 (quadro 2).

O potássio apresentou aumento linear de produção, isto é, os aumentos foram proporcionais aos níveis empregados, sendo de 1,3, 5,8 e 10,0%, respectivamente aos níveis de 30, 60 e 90 kg/ha de K<sub>2</sub>O (quadro 3).

### 3.3 - ENSAIO N.º 52

O ensaio n.º 52 foi instalado em 12 de março de 1951, em terra roxa-misturada muito pobre, na seção Sede, e colhido em 6 de agosto de 1952.

QUADRO 3. — Produções médias dos ensaios de cana de açúcar da variedade Co. 290, correspondentes aos diferentes níveis de potássio e azoto, e aumento porcentual em relação ao nível 0

Níveis de N em kg/ha	Níveis de K <sub>2</sub> O em kg/ha e produções médias de cana					Aumento
	0	30	60	90	Médias	
Seção — Serra D'Água Terra roxa-misturada						
0	t/ha 54,6	t/ha 60,9	t/ha 63,4	t/ha 57,5	t/ha 59,1	-----
30	66,1	64,9	64,7	66,8	65,6	11,0
Média	60,3	62,9	64,0	62,0	-----	-----
Aumento %	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Seção — Mantuana Terra arenosa						
0	34,9	36,5	37,6	38,2	36,8	-----
30	40,4	39,8	42,0	45,3	41,9	13,8
Média	37,6	38,1	39,8	41,7	-----	-----
Aumento %	-----	1,3	5,8	10,0	-----	-----
Seção — Sede Terra roxa-misturada						
0	39,5	45,2	44,8	53,3	45,7	-----
30	47,0	48,0	50,4	51,1	49,1	7,4
Média	43,2	46,6	47,6	52,2	-----	-----
Aumento %	-----	7,9	10,2	20,8	-----	-----
Seção — Bela Vista Terra roxa legítima						
0	105,1	111,7	110,6	110,9	109,6	-----
30	115,9	117,3	116,9	116,1	116,6	6,4
Média	110,5	114,5	113,8	113,8	-----	-----
Aumento %	-----	-----	-----	-----	-----	-----

QUADRO 4. — Resultados da análise da variância do Ensaio da Seção Serra D'Água

Fontes de variação	S. Q.	G. L.	Q. M.	F
Entre blocos	13.987,96	11		
Entre doses de N	1.013,35	1	1.013,35	11,14**
Entre doses de P	2.156,84	3	718,94	7,90**
P linear	2.117,22	1	2.117,22	23,93**
Resto	39,62	2		
Entre doses de K	175,66	3	58,55	
Interações :				
N P	24,07	3	8,02	
N K	400,95	3	133,65	
P K	815,49	9	90,61	
N P K	122,79	9	13,64	
Erro	4.822,77	53	90,99	
Total	23.519,88	95		

As produções, como nos dois ensaios anteriores, foram muito baixas para a cultura da cana de açúcar.

O emprêgo de 30 kg/ha de nitrogênio elevou significativamente a produção, sendo de 7,4% o aumento em relação ao nível 0 (quadro 2).

QUADRO 5. — Resultados da análise da variância do Ensaio da Seção Mantuana

Fontes de variação	S. Q.	G. L.	Q. M.	F
Entre blocos	890,72	11		
Entre doses de N	614,58	1	614,58	12,79**
Entre doses de P	750,53	3	250,17	5,21**
P Linear	742,27	1	742,27	15,44**
Resto	8,26	2		
Entre doses de K	248,53	3	82,84	
K linear	234,78	1	234,78	4,88*
Resto	13,75	2		
Interações :				
N P	110,06	3	36,68	
N K	47,16	3	15,72	
P K	106,74	9	11,86	
N P K	414,57	9	46,03	
Erro	2.546,58	53	48,05	
Total	5.729,47	95		

QUADRO 6. — Resultados da análise da variância do Ensaio da Seção Sede

Fontes de variação	S. Q.	G. L.	Q. M.	F
Entre blocos	3.253,73	11		
Entre doses de N	285,32	1	285,32	8,60**
Entre doses de P	31,63	3		
Entre doses de K	982,60	3	327,53	9,88**
K linear	929,91	1	929,91	28,08**
Resto	52,69	2		
Interações :				
N P	9,52	3		
N K	316,89	3	105,63	
P K	201,14	9	22,35	
N P K	375,10	9	41,67	
Erro	1.756,69	53	33,14	
Total	7.212,64	95		

QUADRO 7. — Resultados da análise da variância do Ensaio da Seção Bela Vista

Fontes de variação	S. Q.	G. L.	Q. M.	F
Entre blocos	2.791,05	11		
Entre doses de N	1.175,30	1	1.175,30	12,51**
Entre doses de P	4.525,91	3	1.508,64	16,06**
P linear	4.296,63	1	4.296,63	45,73**
Resto	229,28	2		
Entre doses de K	225,82	3	75,27	
Interações :				
N P	206,43	3	68,81	
N K	109,68	3	39,89	
P K	918,93	9	102,10	
N P K	649,72	9	72,19	
Erro	4.979,21	53	93,95	
Total	15.592,05	95		

O fósforo não apresentou reação (quadro 2), e o potássio mostrou diferenças altamente significativas entre os diversos níveis. Os aumentos de produção foram correspondentes aos níveis empregados, sendo de 7,2, 10,2 e 20,8%, respectivamente aos níveis de 30, 60 e 90 kg/ha de K<sub>2</sub>O (quadro 3).

## 3.4 - ENSAIO N.º 53

O quarto ensaio da série foi instalado em 14 de março de 1951, em terra roxa legítima, na seção Bela Vista e sua colheita processou-se em 21 de agosto de 1952. Os resultados do ensaio mostraram produções muito boas para a cana de açúcar.

O estudo estatístico dos resultados revelou que o nitrogênio, no nível de 30 kg/ha, elevou significativamente a produção, sendo de 6,4% em relação ao nível 0 (quadro 2).

O emprêgo de fósforo elevou significativamente a produção. O estudo da variação mostrou aumentos de produção correspondentes aos níveis de  $P_2O_5$  empregados. Entre os níveis 60 e 90 kg/ha de  $P_2O_5$  o aumento não foi proporcional. Os aumentos de produção foram de 8, 15 e 17,1%, respectivamente para os níveis de 30, 60 e 90 kg/ha de  $P_2O_5$  (quadro 2).

Entre os níveis de potássio empregados, as diferenças não foram significativas (quadro 3).

## 4 - CONCLUSÕES

A análise dos resultados permitiu tirar as conclusões dadas a seguir.

a) Em todos os solos estudados o emprêgo de 30 kg/ha de nitrogênio, sob a forma protéica (torta de algodão), produziu um aumento significativo de produção, sendo, portanto, aconselhável o emprêgo desta dose de nitrogênio sob a forma de torta, aplicada na ocasião do plantio.

b) Em relação ao fósforo as reações foram variáveis. Para os solos estudados, na seção Bela Vista seria aconselhável o emprêgo de 60 kg/ha de  $P_2O_5$  e, para aquêles das seções Serra D'Água e Mantuana, de 90 kg/ha de  $P_2O_5$ .

c) Os resultados referentes à aplicação do potássio revelaram a necessidade dêste elemento na doses de 60 e 90 kg/ha de  $K_2O$ , respectivamente para os solos das seções Mantuana e Sede.

d) Devido à baixa produtividade apresentada pelos solos das seções Serra D'Água, Mantuana e Sede, recomenda-se a realização de estudos visando à sua restauração.

## FERTILIZER EXPERIMENTS WITH SUGAR CANE

## SUMMARY

Four fertilizer experiments were planted at the Usina Tamóio, Araraquara, São Paulo. Two of the trials were located in the "terra roxa misturada" type of soil (Sections Serra D'Água and Sede); one in sandy soil (Mantuana Section), and one in "terra roxa legítima" (Bela Vista Section).

A 2x4x4 factorial design was used in the four tests, and the fertilizer levels per hectare were as follows: Nitrogen, 0 and 30 kg of N; Phosphorus and Potassium, 0, 30, 60 and 90 kg of  $P_2O_5$  and  $K_2O$ , respectively. Nitrogen was used as cotton seed meal, and

phosphorus and potassium were employed as superphosphate and potassium chloride. The fertilizers were added to the furrows before planting, and the variety used was Co. 290. Harvesting was done after 18 months.

The statistical analysis of the data from the four trials gave the following indications :

a) Nitrogen applied as cotton seed meal at the rate of 30 kg of N per hectare prior to planting gave a significant increase in yield in the three types of soil;

b) yield increases due to phosphorus application were recorded in three of the tests: the rate of 60 kg/ha of  $P_2O_5$  is indicated for the Bela Vista Section, whereas for the Serra D'Água and Mantuana Sections the rate of 90 kg/ha was better;

c) Potassium should be employed at the rate of 60 kg/ha in the Mantuana Section, and at the rate of 90 kg/ha in the Sede Section.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. M. (júnior), ARRUDA, H. C. & RODRIGUES, A. J. (filho). A preliminary note on the field experimentation of the Cane Sugar Section, Inst. Agr. São Paulo-Brasil. *In* International Congress of Sugar Cane Technologists, 6 th, Baton Rouge, La., 1938. Proceedings. p. 672-679. (Separata)
2. ----- Ensaio de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana de Açúcar do Instituto agrônomo, para o ano de 1940 [Não publicado]
3. -----, CÔRTE BRILHO, C., SEGALLA, A. L. & RODRIGUES, J. B. Ensaio de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana de Açúcar do Instituto agrônomo, para o ano de 1947 [Não publicado]
4. ----- Ensaio de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana de Açúcar do Instituto agrônomo, para o ano de 1948 [Não publicado]
5. SAMPAIO, S. C. Contribuição para o estudo da adubação dos canaviais paulistas. *Bragantia* 4:[553] - 590. 1944.
6. ----- Ensaio de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana de Açúcar do Instituto agrônomo, para o ano de 1945. [Não publicado]
7. -----, SEGALLA, A. L. & RODRIGUES, J. B. Ensaio de adubação. *In* Relatório da Seção de Cana de Açúcar do Instituto agrônomo, para o ano de 1946 [Não publicado]