

## ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR VIII — ADUBAÇÃO MINERAL EM SOLOS MASSAPÊ-SALMOURÃO (1957-58) (1)

R. ALVAREZ, A. L. SEGALLA, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Cana-de-açúcar, A. C. PIMENTEL WUTKE, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Fertilidade do Solo, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo*, (2) Instituto Agronômico

### RESUMO

Em 1957-58 foram conduzidas, em fazendas da Usina Itaiquara, com sede no Município de Tapiratiba, São Paulo, 18 experiências fatoriais  $3^3$  para N, P e K, usando-se 0, 80, 160 kg/ha de N e  $K_2O$ , como sulfato de amônio e cloreto de potássio, e 0, 90, 180 kg/ha de  $P_2O_5$ , como superfosfato simples. As áreas utilizadas, tôdas do grande tipo de solo massapê-salmourão, haviam sido cultivadas durante períodos muito diferentes, variando também o número de vêzes que foram adubadas com uma fórmula constituída quase exclusivamente de fósforo. O ano agrícola 1957-58 foi favorável à cultura da cana.

O efeito do fósforo só foi significativo em seis, das 18 experiências. Em média, destas e das duas doses, êle correspondeu a +8,3 t/ha, mas variou muito nas experiências individuais. Tendo alcançado +40,3 e +43,1 t/ha nas duas localizadas em áreas adubadas uma vez nas culturas anteriores, oscilou entre -3,5 e +12,5 t/ha nas 16 conduzidas em áreas que já haviam recebido duas a cinco adubações.

Entretanto, o efeito do potássio só não obteve significância em uma experiência e as respostas médias às suas doses 1 e 2 corresponderam, respectivamente, a +12,9 e +23,5 t/ha. Em uma experiência a dose 2 aumentou a produção de apenas 4,3 t/ha, mas em sete provocou aumentos de 11,3 a 18,5 e, nas outras dez, de 20,0 a 54,6 t/ha.

O efeito do nitrogênio, que correspondeu a +6,8 t/ha na média geral, só foi significativo em seis experiências. Mesmo na presença do potássio, que a tornou maior, a resposta à dose 2, +9,8 t/ha, não foi satisfatória.

Em média das 18 experiências, a produção de cana, que foi de 90,6 t/ha no tratamento sem adubo e passou a 101,4 t/ha no adubado exclusivamente com a dose 1 de fósforo (adubação semelhante à empregada pela usina), elevou-se a 135,8 t/ha no que recebeu as doses maiores dos três elementos.

A grande reação ao potássio é atribuída principalmente ao fato de, na sua maioria, as áreas estudadas terem sido cultivadas por longo tempo e recebido adubações quase exclusivamente fosfatadas. Essas adubações explicam, também, o pequeno efeito do fósforo na maior parte das experiências. É de estranhar que, em tais condições, as respostas ao nitrogênio não tenham sido mais pronunciadas.

(1) Trabalho apresentado na XV Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Campinas de 7 a 13 de julho de 1963. Os autores expressam seus agradecimentos ao saudoso Senhor João Batista de Lima Figueiredo, proprietário da Usina Itaiquara, e ao Senhor Sílvio Lima Dias, Chefe da Cultura, pela colaboração prestada. Recebido para publicação em 8 de outubro de 1963.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agronômico. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados.

## 1 – INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos sôbre a adubação da cana-de-açúcar realizados no Estado de São Paulo (1, 3, 8) mostraram que ela devia ser adubada principalmente com fósforo, acompanhado de pequenas doses de nitrogênio e potássio. Experiências posteriores (2, 4) revelaram a necessidade de aumentar a dose de potássio nas áreas que vinham sendo cultivadas com essa cultura há mais tempo. Isso mostra a conveniência de reexaminar o assunto periodicamente, seja para determinar as exigências das áreas novas, seja para rever as fórmulas a serem usadas nas já cultivadas e adubadas.

No presente trabalho são apresentados os resultados de 18 experiências de adubação da cana-de-açúcar, realizadas no ano agrícola 1957-58 em várias fazendas pertencentes à Usina Itaiquara e situadas nos Municípios de Tapiratiba, Caconde, São José do Rio Pardo e Mococa, nas quais a adubação dos canaviais foi introduzida em 1945. As áreas estudadas, tôdas do grande tipo de solo massapê-salmourão, foram cultivadas, antes das experiências, durante períodos muito diferentes, e receberam, em cada nôvo plantio de cana, cêrca de 100 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de farinha de ossos, acompanhados de diminutas quantidades de nitrogênio e potássio.

## 2 – MATERIAL E MÉTODO

Em um esquema fatorial  $3^3$ , com duas repetições, estudaram-se as doses 0, 80, 160 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio (designadas  $N_0$ ,  $N_1$  e  $N_2$ ), 0, 90, 180 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato simples ( $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ ) e 0, 80, 160 kg/ha de  $K_2O$ , como cloreto de potássio ( $K_0$ ,  $K_1$  e  $K_2$ ).

Os canteiros constaram de cinco fileiras de 8 m, aproveitando-se sômente as três fileiras centrais. Sendo de 1,50 m o espaçamento entre as fileiras, a área útil de cada canteiro correspondeu a 36 m<sup>2</sup>. Os toletes ou mudas foram colocados nos sulcos em seqüência ininterrupta. Usou-se a variedade CB. 38/22, que se comportava muito bem no solo em questão (9).

Na sua maioria, as experiências foram instaladas entre 18 de janeiro e 21 de fevereiro de 1957; sômente duas delas foram plantadas um pouco mais tarde. Efetuou-se a colheita em julho ou agôsto de 1958, quando as plantas tinham cêrca de 18 meses de idade.

As doses totais de fósforo foram aplicadas nos sulcos de plantio, em conjunto com tôda a dose menor e metade da maior de potássio, sendo a outra metade desta empregada dois meses mais tarde, naqueles sulcos, que ainda não estavam inteiramente nivelados. Quanto ao nitrogênio, empregaram-se 20 kg nos sulcos de plantio, 60 kg dois meses depois, com a segunda aplicação de potássio, completando-se a dose maior em outubro.

Conforme esclarecido, instalaram-se tôdas as experiências em solos do grande tipo massapê-salmourão, cujas características gerais foram descritas por Paiva e colaboradores (7). Segundo classificação mais recente (10), êsses solos pertencem às unidades Podzólico Vermelho Amarelo-Orto e Latossol Vermelho Amarelo-Orto. No quadro 1 encontram-se os resultados analíticos de amostras compostas dos solos das áreas utilizadas, as quais foram tiradas ao serem instaladas as experiências e analisadas segundo os métodos recomendados por Catani e colaboradores (6).

QUADRO 1. — Resultados analíticos de amostras compostas dos solos (massapê-salmourão) utilizados para as 18 experiências de adubação realizadas no ano agrícola 1957-58, em fazendas pertencentes à Usina Itaiquara

Número da experiência	pH int.	Teores totais %		Em e. mg por 100 g de solo				
				Sol. (1)	Trocáveis			
				C	N	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>
1 .....	5,65	1,44	0,13	0,04	0,07	1,92	0,76	4,44
2 .....	6,25	1,16	0,11	0,06	0,07	3,58	1,04	2,93
3 .....	6,20	2,28	0,25	0,07	0,15	5,64	1,29	5,32
4 .....	4,80	2,58	0,16	0,16	0,09	0,60	0,73	8,20
5 .....	5,00	1,26	0,12	0,15	0,07	0,68	0,41	5,94
6 .....	5,55	2,04	0,19	0,15	0,05	2,20	0,60	7,87
7 .....	6,20	1,24	0,16	0,11	0,07	3,74	1,10	4,82
3 .....	6,20	1,16	0,12	0,15	0,05	2,86	0,67	3,31
9 .....	6,30	1,86	0,18	0,12	0,15	5,20	1,39	4,94
10 .....	6,25	2,02	0,18	0,22	0,07	5,18	1,08	5,17
11 .....	6,50	1,56	0,17	0,18	0,05	6,06	1,13	3,08
12 .....	6,40	1,94	0,19	0,20	0,09	6,24	1,29	4,24
13 .....	6,20	1,58	0,15	0,38	0,12	4,82	1,28	4,86
14 .....	6,20	1,26	0,15	0,12	0,09	3,74	1,43	4,55
15 .....	5,55	1,40	0,15	0,15	0,08	1,62	0,81	5,63
16 .....	5,50	1,76	0,17	0,34	0,07	3,16	0,54	6,67
17 .....	5,75	1,40	0,16	0,20	0,07	2,38	0,74	5,09
18 .....	6,15	1,08	0,13	0,26	0,09	2,42	1,29	4,60

(1) Solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N.

Para dar uma idéia das condições meteorológicas durante a execução das experiências, na relação seguinte são mencionadas as temperaturas médias, em °C, e as quantidades mensais de chuva, em mm, observadas na Estação Experimental de Mococa.

MESES	1957		1958	
	°C	mm	°C	mm
Janeiro .....	23,0	248	24,0	335
Fevereiro .....	22,6	275	24,0	114
Março .....	22,1	242	22,4	236
Abril .....	20,6	110	20,4	64
Maio .....	18,4	32	18,7	107
Junho .....	17,9	22	18,0	47
Julho .....	17,5	89	18,2	10
Agosto .....	20,6	33	21,1	16
Setembro .....	21,0	112	—	—
Outubro .....	23,8	92	—	—
Novembro .....	22,6	84	—	—
Dezembro .....	23,8	162	—	—

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

De acôrdo com o plano descrito, instalaram-se 20 experiências, duas das quais foram eliminadas antes da colheita. As 18 aproveitadas ficaram distribuídas em nove diferentes fazendas pertencentes à Usina Itaiquara e situadas nos municípios já mencionados.

Essas experiências estão grupadas segundo as fazendas; contudo, para facilitar a identificação, cada uma será estudada com a denominação do local em que foi conduzida, e, além disso, receberá um número.

De modo geral, aos seis meses de idade os "stands" eram todos muito bons. Outros detalhes sôbre a execução de cada experiência serão mencionados ao serem apresentadas as produções obtidas.

#### 3.1 — FAZENDA FORTALEZA

As terras desta fazenda, originariamente cobertas de mata, por muitos anos foram ocupadas com cafèzais, que cederam lugar aos canaviais. Instalaram-se duas experiências, nos locais denominados Café Nôvo (Experiência 1) e Granadinha (Experiência 2).

**Experiência 1** — A área utilizada vinha sendo cultivada com cana há oito anos, tendo recebido, nesse período, duas adubações como a citada

no final do capítulo 1. As produções obtidas, que variaram de 49,1 t/ha no tratamento sem adubo, a 105,0 t/ha, no adubado com as doses maiores dos três elementos, acham-se no quadro 2.

O coeficiente de variação correspondeu a 12% e os efeitos do nitrogênio, do fósforo e do potássio foram lineares e altamente significativos. Efetivamente, as doses 1 e 2 de nitrogênio aumentaram a produção de, respectivamente, 7,4 e 12,9 t/ha; as de fósforo, de 11,0 e 14,0 t/ha; as de potássio, de 12,2 e 21,6 t/ha. A interação  $N_L \times K_L$  foi positiva e significativa ao nível de 5%.

**Experiência 2** — Em solo cultivado com cana há quatro anos e adubado somente uma vez. A produção passou de apenas 63,0 t/ha, no tratamento 000, para 139,4 t/ha, no 222 (quadro 2).

O coeficiente de variação atingiu 13% e o efeito do nitrogênio foi linear e altamente significativo: +12,4 t/ha com a dose 1 e +25,8 t/ha com a dose 2. As respostas às doses 1 e 2 de fósforo corresponderam, respectivamente, a +38,9 e +47,3 t/ha, mas tanto a componente linear como a quadrática foram significativas ao nível de 1%. A interação  $N_L \times P_L$ , positiva, também foi altamente significativa. Das 18 experiências, esta foi a única em que o potássio praticamente não aumentou a produção.

### 3.2 — FAZENDA BARREIRO

**Experiência 3** — A área utilizada para a experiência conduzida nesta fazenda esteve como pastagem durante muito tempo, passando a ser cultivada com cana há seis anos. Antes da experiência, só foi adubada uma vez. De 67,5 t/ha, no tratamento sem adubo, a produção elevou-se a mais de 130,0 t/ha nos melhores tratamentos (quadro 2).

O coeficiente de variação foi de 12%. Conquanto os efeitos médios do nitrogênio e do potássio não tenham alcançado significância, suas componentes lineares foram significativas ao nível de 5%; contudo, as respostas às doses maiores corresponderam, respectivamente, a tão somente +8,9 e +11,4 t/ha. O efeito médio do fósforo é que atingiu +40,3 t/ha e foi altamente significativo, mas tanto a componente linear como a quadrática mostraram-se significativas ao nível de 1%. A interação  $N_L \times K_L$  foi positiva e significativa.

### 3.3 — FAZENDA CAMPO ALEGRE

Para o tipo de solo em estudo, as terras desta fazenda são, geralmente, de boa topografia, mas de baixa fertilidade, e estavam como pastagem

QUADRO 2. — Experiências fatoriais 3<sup>a</sup> para N, P e K, conduzidas em solo massapê-salmourão, no ano agrícola 1957-58, em fazendas pertencentes à União Itaquara. Produções de cana-planta obtidas nos locais denominados Café Novo (Experiência 1) e Granadinha (Experiência 2), da Fazenda Fortaleza, na Fazenda Barreiro (Experiência 3) e nos locais Pastagens (Experiência 4), Vista Alegre (Experiência 5) e Artur Ramos (Experiência 6) da Fazenda Campo Alegre.

Níveis de N, P e K	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
000 .....	49,1	63,0	67,5	74,3	45,9	90,2
001 .....	76,5	55,1	79,3	63,2	74,1	100,4
002 .....	72,1	65,5	85,4	79,4	78,0	135,3
010 .....	64,8	79,0	106,7	94,8	41,4	96,0
011 .....	73,1	94,8	109,3	89,0	60,5	101,5
012 .....	77,0	92,0	126,1	94,3	88,6	141,9
020 .....	68,7	87,2	104,8	53,6	44,8	92,2
021 .....	84,4	81,4	114,3	82,7	64,0	106,0
022 .....	80,1	92,3	136,6	96,0	97,2	132,1
100 .....	58,6	53,7	76,6	77,5	43,5	59,7
101 .....	66,2	62,3	80,6	74,3	65,5	108,0
102 .....	75,9	74,0	92,9	87,3	80,8	121,8
110 .....	87,6	99,9	123,6	83,3	45,9	80,8
111 .....	74,7	107,5	113,9	88,8	76,9	112,4
112 .....	98,7	92,7	127,9	84,0	93,7	152,7
120 .....	71,8	107,7	120,2	68,9	45,1	65,8
121 .....	86,0	106,9	131,1	77,9	84,6	123,3
122 .....	92,9	117,2	131,2	103,7	99,7	140,4
200 .....	74,0	77,3	100,5	59,6	27,0	92,9
201 .....	63,7	55,8	73,4	66,9	52,6	104,8
202 .....	95,8	59,7	81,7	90,2	82,3	133,2
210 .....	58,4	116,7	110,1	76,8	46,9	81,3
211 .....	94,0	117,9	134,7	100,3	74,5	130,5
212 .....	102,6	116,0	125,7	85,1	99,3	125,2
220 .....	72,3	125,3	122,8	75,5	61,8	67,5
221 .....	96,6	134,2	131,6	78,6	65,5	127,2
222 .....	105,0	139,4	129,0	101,4	81,9	135,0
<b>MÉDIAS</b>						
N <sub>0</sub> .....	71,8	78,9	103,3	80,8	66,1	110,6
N <sub>1</sub> .....	79,2	91,3	110,9	82,9	70,7	107,2
N <sub>2</sub> .....	84,7	104,7	112,2	81,6	65,8	110,8
P <sub>0</sub> .....	70,2	62,9	82,0	74,8	61,1	105,1
P <sub>1</sub> .....	81,2	101,8	119,8	88,5	69,7	113,6
P <sub>2</sub> .....	84,2	110,2	124,7	82,0	71,6	109,9
K <sub>0</sub> .....	67,3	90,0	103,7	73,8	44,7	80,7
K <sub>1</sub> .....	79,5	90,7	107,6	80,2	68,7	112,7
K <sub>2</sub> .....	88,9	94,3	115,1	91,3	89,1	135,3

antes de serem utilizadas para a cultura da cana. Os três primeiros plantios só permitiam um corte, pois as socas eram economicamente inaproveitáveis. Instalaram-se três experiências, nos locais Pastagens (Experiência 4), Vista Alegre (Experiência 5) e Artur Ramos (Experiência 6).

**Experiência 4** — Em solo ocupado por canaviais há seis anos e adubado nos três plantios anteriores à experiência. As produções (quadro 2) alcançaram cerca de 100 t/ha nos melhores tratamentos.

O coeficiente de variação atingiu 17% e o efeito do nitrogênio foi praticamente nulo. O fósforo proporcionou, em média das duas doses, um aumento de 10,5 t/ha, sendo que, na decomposição da variância, somente a componente quadrática alcançou significância. O potássio comportou-se bem melhor, pois seu efeito linear foi altamente significativo: as doses 1 e 2 aumentaram a produção de, respectivamente, 6,4 e 17,5 t/ha. As interações não alcançaram significância.

**Experiência 5** — No local Vista Alegre, a cana vinha sendo cultivada há nove anos, tendo recebido, nesse período, quatro adubações. As produções (quadro 2) aproximaram-se de 100 t/ha nos melhores tratamentos, mas baixaram consideravelmente naqueles sem potássio.

O coeficiente de variação correspondeu a 16%. A reação ao nitrogênio foi quase nula e o efeito linear do fósforo, embora significativo ao nível de 1%, com a dose maior só alcançou +10,5 t/ha. O efeito do potássio foi altamente significativo e linear: os aumentos provocados pelas doses 1 e 2 atingiram, respectivamente, 24,0 e 44,4 t/ha. Não houve interações significativas.

**Experiência 6** — A área utilizada teve cana nos últimos dez anos e recebeu quatro adubações. Na experiência, as produções (quadro 2) elevaram-se a 135,3 t/ha em média dos tratamentos que tiveram a dose 2 do potássio.

O coeficiente de variação foi de 13% e as respostas médias ao nitrogênio e ao fósforo, não significativas, corresponderam, respectivamente, a -1,6 e +6,6 t/ha. O efeito do potássio, porém, foi linear e altamente significativo, tendo as respostas às doses 1 e 2 alcançado, respectivamente, +32,0 e 54,6 t/ha. As interações não foram significativas.

#### 3.4 — FAZENDA GUAXUPÉ

Conduzidas três experiências nos locais Coruja (Experiência 7), Café (Experiência 8) e Rancho de Pesca (Experiência 9).

**Experiência 7** – Localizada numa área cultivada com cana há 18 anos e adubada quatro ou cinco vezes antes da experiência. Nesta, as produções (quadro 3) foram boas, sendo que a do tratamento 222 se elevou a 143,6 t/ha.

O coeficiente de variação correspondeu a 10%. O fósforo praticamente não modificou a produção, mas os efeitos do nitrogênio e do potássio foram lineares e significativos ao nível de 1%. As doses 1 e 2 de nitrogênio aumentaram a produção de, respectivamente, 11,3 e 21,8 t/ha; as de potássio, de 12,9 e 20,0 t/ha. As interações não foram significativas.

**Experiência 8** – Em solo cultivado e adubado como no da experiência anterior. As produções (quadro 3), nos melhores tratamentos, passaram de 160 t/ha.

O coeficiente de variação foi de apenas 9%. A adição de fósforo depressiu ligeiramente a produção. O efeito da dose 1 de nitrogênio correspondeu a +31,1 e o da dose 2 atingiu +46,3 t/ha, sendo que a componente linear foi significativa ao nível de 1%, e, a quadrática, ao de 5%. A resposta ao potássio foi linear e altamente significativa: as doses 1 e 2 aumentaram a produção de, respectivamente, 10,9 e 18,5 t/ha. Não houve interações significativas.

**Experiência 9** – No local Rancho de Pesca, situado à margem do Rio Pardo, as terras eram planas e a cana vinha sendo cultivada há 15 anos, já tendo recebido 4-5 adubações. As produções (quadro 3) foram muito boas, tendo o coeficiente de variação baixado a 8%.

O nitrogênio e o fósforo praticamente não modificaram a produção, mas o efeito do potássio, embora relativamente pequeno, foi linear e significativo ao nível de 5%: a dose 1 aumentou a produção de apenas 6,0 t/ha, ao passo que a 2 a elevou de 11,2 t/ha. A interação  $N_L \times K_L$  foi altamente significativa.

### 3.5 – FAZENDA GUAXUPEZINHO

As terras desta fazenda, primitivamente cobertas de mata, tiveram cafézais durante muito tempo e, nos últimos 20 anos, canaviais. Instalaram-se três experiências, nos locais Sede (Experiência 10), Mamoeiro (Experiência 11) e Paiolão (Experiência 12), tôdas em áreas adubadas 4-5 vezes nos anos anteriores.

QUADRO 3. — Experiências fatoriais  $3^3$  para N, P e K, conduzidas em solo massapé-salmourão, no ano agrícola 1957-58, em fazendas pertencentes à Usina Itaiquara. Produções de cana-planta obtidas nos locais denominados Coruja (Experiência 7), Café (Experiência 8) e Rancho de Pesca (Experiência 9), da Fazenda Guaxupé, e Sede (Experiência 10), Mamoeiro (Experiência 11) e Paiolão (Experiência 12) da Fazenda Guaxupézinho

Níveis de N, P e K	Exp. 7	Exp. 8	Exp. 9	Exp. 10	Exp. 11	Exp. 12
	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
000 .....	95,7	85,7	146,1	122,5	112,6	114,0
001 .....	96,4	130,7	138,2	131,9	127,3	119,0
002 .....	116,4	133,5	147,2	135,8	136,6	123,7
010 .....	92,8	104,3	148,1	107,5	116,5	109,4
011 .....	101,3	106,3	149,2	132,2	130,3	141,3
012 .....	119,8	117,5	155,6	160,0	138,9	140,0
020 .....	97,2	114,4	150,1	128,6	126,5	112,5
021 .....	100,5	90,9	154,6	148,3	123,3	137,0
022 .....	99,4	121,1	141,3	137,7	142,6	116,9
100 .....	103,6	130,3	159,0	105,5	115,8	111,6
101 .....	115,6	142,3	142,8	160,5	115,4	129,3
102 .....	125,4	152,7	159,4	160,3	138,0	128,6
110 .....	93,3	124,4	144,4	145,1	117,9	123,0
111 .....	123,7	153,7	150,7	142,3	146,2	122,6
112 .....	115,8	158,7	155,1	150,4	138,1	101,5
120 .....	94,8	139,1	153,7	122,4	121,8	106,4
121 .....	126,8	135,0	149,5	131,4	120,8	132,2
122 .....	122,6	148,2	154,0	145,0	138,8	143,2
200 .....	105,1	163,5	119,0	114,3	122,6	116,6
201 .....	125,1	162,3	166,2	131,2	125,7	134,2
202 .....	125,9	156,1	165,1	135,4	141,1	136,2
210 .....	106,0	141,2	147,1	114,6	116,8	112,3
211 .....	124,0	173,7	149,4	132,1	123,6	116,1
212 .....	131,4	167,4	157,5	141,9	139,2	134,6
220 .....	131,8	145,8	129,4	116,0	102,2	125,9
221 .....	122,6	151,7	150,1	140,6	142,2	120,9
222 .....	143,6	159,3	162,4	164,5	136,9	146,5
MÉDIAS						
N <sub>0</sub> .....	102,2	111,6	147,8	133,8	128,3	123,8
N <sub>1</sub> .....	113,5	142,7	152,1	140,3	128,1	122,0
N <sub>2</sub> .....	124,0	157,9	149,6	132,2	127,8	127,1
P <sub>0</sub> .....	112,2	139,7	149,2	133,1	126,2	123,7
P <sub>1</sub> .....	112,1	138,6	150,8	136,2	129,7	122,3
P <sub>2</sub> .....	115,5	133,9	149,5	137,2	128,4	126,9
K <sub>0</sub> .....	102,3	127,6	144,1	119,6	117,0	114,7
K <sub>1</sub> .....	115,2	138,5	150,1	139,0	128,3	128,1
K <sub>2</sub> .....	122,3	146,1	155,3	147,9	138,9	130,1

**Experiência 10** — Boas produções (quadro 3) e coeficiente de variação de 10%.

As respostas ao nitrogênio e ao fósforo foram pequenas e sem significância estatística. O efeito do potássio, porém, foi linear e significativo ao nível de 1%, tendo as doses 1 e 2 desse elemento provocado aumentos de, respectivamente, 19,4 e 28,3 t/ha. Não se observaram interações.

**Experiência 11** — Boas produções (quadro 3) e coeficiente de variação de 7%.

As adições de nitrogênio e de fósforo não modificaram a produção, ao passo que o efeito do potássio foi linear e altamente significativo: +11,3 t/ha com a dose 1 e +21,9 t/ha, com a 2. As interações não alcançaram significância.

**Experiência 12** — Como nas duas experiências anteriores, as produções, que se acham no quadro 3, foram boas. O coeficiente de variação atingiu 13%.

Somente o potássio aumentou a produção, e seu efeito foi linear e significativo ao nível de 1%, tendo a resposta à sua dose 2 correspondido a +15,4 t/ha. Não houve interações.

### 3.6 — FAZENDA RETIRO

Conduzidas duas experiências, uma no local denominado Olaria (Experiência 13) e outra no Sítio Velho (Experiência 14). Em ambos os locais, após a derrubada da mata, 30 anos antes das experiências, o terreno passou a ser ocupado por canaviais, que receberam 4-5 adubações nos últimos 12 anos.

**Experiência 13** — As produções (quadro 4) oscilaram, nos diversos tratamentos, entre 96,9 e 147,2 t/ha. O coeficiente de variação elevou-se a 14%.

Os efeitos lineares do nitrogênio e do potássio foram significativos ao nível de 5%, e as respostas às suas doses 2 atingiram, respectivamente, +12,7 e +13,3 t/ha. O fósforo aumentou a produção de 9,0 t/ha, em média das duas doses, mas esse aumento não alcançou significância. As interações não foram significativas.

**Experiência 14** — Boas produções e coeficiente de variação de 9%.

O efeito do nitrogênio foi ligeiramente positivo e o do fósforo, ligeiramente negativo. Entretanto, o do potássio atingiu +15,6 t/ha, em mé-

QUADRO 4. - Experiências fatoriais  $3^3$  para N, P e K, conduzidas em solo massapê-salmourão, no ano agrícola 1957-58, em fazendas pertencentes à Usina Itaiquara. Produções de cana-planta obtidas nos locais denominados Olaria (Experiência 13) e Sítio Velho (Experiência 14), da Fazenda Retiro, Soja (Experiência 15) e Ipê (Experiência 16), da Fazenda Rocinha, e nas Fazendas Itaiquara (Experiência 17) e Barra (Experiência 18)

Níveis de N, P e K	Exp. 13	Exp. 14	Exp. 15	Exp. 16	Exp. 17	Exp. 18
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
000 .....	101,2	87,5	105,7	75,1	119,1	76,1
001 .....	96,9	125,8	114,5	117,0	137,9	99,1
002 .....	107,7	106,7	122,0	134,4	171,2	122,6
010 .....	102,3	99,3	124,8	85,5	146,9	104,8
011 .....	124,3	111,5	110,4	104,4	137,8	103,0
012 .....	119,1	107,3	135,8	132,6	153,0	123,3
020 .....	113,7	103,2	112,2	75,1	167,6	85,9
021 .....	111,4	99,2	120,0	115,5	152,0	111,4
022 .....	118,7	115,7	132,9	134,6	145,0	110,4
100 .....	104,7	102,5	98,0	90,5	131,2	107,5
101 .....	124,4	115,3	103,0	94,3	151,0	110,8
102 .....	115,4	115,5	120,2	125,2	145,3	110,1
110 .....	113,0	101,1	107,2	70,4	118,0	94,4
111 .....	106,5	107,5	119,4	124,0	171,5	88,5
112 .....	118,9	115,4	146,8	121,1	185,3	115,8
120 .....	119,3	92,6	98,3	80,7	160,7	122,8
121 .....	123,2	116,2	129,6	107,3	142,3	108,2
122 .....	129,3	110,8	132,6	128,0	158,9	133,6
200 .....	103,0	97,0	112,3	73,0	156,6	96,6
201 .....	127,9	116,8	121,8	136,6	128,4	100,1
202 .....	117,9	116,2	144,1	123,4	192,3	127,2
210 .....	113,3	104,0	104,5	65,0	133,9	82,4
211 .....	133,1	112,8	116,6	112,9	127,5	121,2
212 .....	147,2	119,8	130,8	125,5	154,1	121,7
220 .....	111,5	90,3	117,2	96,7	139,5	95,4
221 .....	128,7	103,7	119,1	104,2	148,5	118,7
222 .....	127,1	118,0	148,7	131,5	188,9	125,1
MÉDIAS						
N <sub>0</sub> .....	110,6	106,3	119,8	108,2	147,8	104,1
N <sub>1</sub> .....	117,2	108,5	117,2	104,7	151,6	110,2
N <sub>2</sub> .....	123,3	108,7	123,9	107,6	152,2	109,8
P <sub>0</sub> .....	111,0	109,3	115,8	107,8	148,1	105,6
P <sub>1</sub> .....	119,7	108,8	121,8	104,6	147,6	106,1
P <sub>2</sub> .....	120,3	105,5	123,4	108,2	155,9	112,4
K <sub>0</sub> .....	109,1	97,5	108,9	79,1	141,5	96,2
K <sub>1</sub> .....	119,6	112,1	117,2	112,9	144,1	106,8
K <sub>2</sub> .....	122,4	114,0	134,9	128,5	166,0	121,1

dia das duas doses, e foi altamente significativo, sendo que as componentes linear e quadrática também foram significativas: a primeira, ao nível de 1%, e a segunda, ao de 5%. As interações não obtiveram significância.

### 3.7 - FAZENDA ROCINHA

Instalaram-se duas experiências, nos locais Soja (Experiência 15) e Ipê (Experiência 16), ocupados há 16-18 anos com a cultura da cana e adubados 4-5 vezes nesse período. Antes da cana, as terras do local Soja, de baixa fertilidade, eram utilizadas como pastagem; as do Ipê, para culturas anuais de colonos.

**Experiência 15** - As produções (quadro 4) oscilaram entre 98,0 e 148,7 t/ha e o coeficiente de variação correspondeu a 8%.

O nitrogênio não modificou a produção e o efeito linear do fósforo, embora significativo ao nível de 5%, só alcançou +7,6 t/ha com a dose 2. Todavia, o efeito médio do potássio foi altamente significativo e, na decomposição da variância, somente a componente linear se mostrou significativa (ao nível de 1%). Efetivamente, as doses 1 e 2 de potássio proporcionaram aumentos de, respectivamente, 8,3 e 26,0 t/ha. As interações não foram significativas.

**Experiência 16** - As produções (quadro 4) elevaram-se de 79,1 t/ha, na média dos tratamentos sem potássio, para 128,5 t/ha, na dos que receberam a dose maior desse elemento. O coeficiente de variação foi de 9,5%.

O nitrogênio e o fósforo deprimiram ligeiramente a produção, ao passo que o efeito médio do potássio foi altamente significativo, tendo as respostas às suas doses 1 e 2 atingido, respectivamente, +33,8 e +49,4 t/ha. Contudo, tanto a componente linear como a quadrática foram significativas ao nível de 1%. Não houve interações.

### 3.8 - FAZENDA ITAIQUARA

Nesta fazenda, instalou-se uma só experiência, no local Mato Queimado (Experiência 17). As terras desse local, de baixa fertilidade e utilizadas como pastagem até 1950, quando passaram a ser cultivadas com cana, não permitiam, de início, mais de um corte. Contudo, tendo recebido, daí até a instalação da presente experiência, 2 t/ha de calcário, duas aplicações de cerca de 10 t/ha de torta de filtro-prensa e três adubações como a mencionada no final do capítulo 1, melhoraram consideravelmente.

Na ocasião em que se começou a plantar cana nessa área, fêz-se uma experiência de adubação, já relatada (5), e cujos resultados serão resumidos adiante, pois servem para medir as modificações operadas na sua fertilidade.

**Experiência 17** — As produções (quadro 4) foram magníficas, sendo de 11% o coeficiente de variação.

Em média das duas doses, os efeitos do nitrogênio e do fósforo, não significativos, corresponderam, respectivamente, a +4,1 e +3,6 t/ha. O do potássio, porém, foi altamente significativo e linear, tendo a dose 2 provocado um aumento de 24,5 t/ha. Das interações, somente  $P_L \times K_L$  foi significativa e positiva.

### 3.9 — FAZENDA BARRA

Cultivadas anteriormente por pequenos lavradores, as terras desta fazenda passaram a ser ocupadas por canaviais da usina, oito anos antes da presente experiência (Experiência 18), e durante êsse período receberam três adubações. Os resultados da experiência, instalada no local denominado América, acham-se no quadro 4.

**Experiência 18** — O coeficiente de variação atingiu 14%. As respostas ao nitrogênio e ao fósforo foram pequenas e não significativas. Entretanto, o efeito do potássio foi altamente significativo e linear, elevando-se de +10,9 t/ha, com a dose 1, para +24,9 t/ha com a dose 2. Não houve interações significativas.

## 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O ano agrícola 1957-58 foi favorável à cultura da cana e as produções obtidas nas experiências individuais oscilaram entre satisfatórias e muito boas. Em média das 18 experiências, a produção de cana, que foi de 90,6 t/ha, no tratamento sem adubo, passou a 101,4 t/ha no adubado exclusivamente com a menor dose de fósforo (010) e elevou-se a 135,8 t/ha no que recebeu as doses maiores dos três elementos (222).

O tratamento 010, que corresponde, aproximadamente, à adubação que era empregada pela usina, mostrou-se inadequado para as condições médias das áreas estudadas, por falta de nitrogênio e, principalmente, de potássio. Por outro lado, o tratamento 222, conquanto tenha proporcionado

nado a maior produção, também não foi o mais conveniente para a maioria dessas áreas, por ter excesso de fósforo e de nitrogênio.

Nas linhas seguintes serão estudados os efeitos dos três elementos.

#### 4.1 – EFEITO DO FÓSFORO

No conjunto das experiências e em média das duas doses empregadas, o efeito do fósforo correspondeu a +8,3 t/ha, mas diferiu muito nas experiências individuais: tendo atingido +40,3 e +43,1 t/ha em duas e oscilado entre +6,6 e +12,5 em seis, nas outras dez variou entre -3,5 e +3,7 t/ha.

O efeito linear do elemento em estudo só foi significativo em cinco experiências, sendo que em duas destas a componente quadrática também alcançou significância; em uma outra, apenas a componente quadrática se mostrou significativa. Efetivamente, na média geral, as respostas às doses 1 e 2, respectivamente +7,6 e +9,0 t/ha, pouco diferiram.

Somente em um caso a interação  $N_L \times P_L$  obteve significância, o mesmo acontecendo com a  $P_L \times K_L$ , e, no conjunto das 18 experiências, a presença do nitrogênio, bem como a do potássio, pouco aumentou o efeito do fósforo.

Para apreciar o efeito do fósforo com mais detalhes, separaram-se as experiências segundo o número de vezes que as áreas utilizadas haviam sido adubadas, nas culturas anteriores, com a fórmula usada pela usina, constituída quase exclusivamente daquele elemento. Confirmando o que se esperava, as respostas às doses 1 e 2 atingiram, respectivamente, +38,4 e +45,1 t/ha (+53 e +62%), na média das duas localizadas em áreas adubadas uma vez, baixaram para +8,4 e +9,4 t/ha (+10 e +11%), na média das três situadas em áreas adubadas 2-3 vezes, e reduziram-se a +2,6 e +3,4 t/ha (+2,2 e +2,9%), na média das 13 conduzidas em áreas que haviam recebido 4-5 adubações. Deve-se acrescentar que, neste último grupo, somente em quatro locais as respostas à dose 2 variaram entre +7,6 e +10,5 t/ha; nas outras nove, elas oscilaram entre -5,8 e +4,8 t/ha.

Como não houve experiência em áreas não adubadas, convém mencionar que, cerca de 50 m da área utilizada para a Experiência 17, instalou-se, em 1950-51, quando ela ainda não havia recebido qualquer adubação, pois estava como pastagem, um ensaio comparativo de vários fosfatos (5). Nesse ensaio, a produção elevou-se de 18,8 t/ha, no tratamento NK, para 45,5 t/ha, no que recebeu, adicionalmente, 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato. O efeito dessa dose de fósforo correspondeu,

portanto, a +142%. Enquanto isso, na Experiência 17, realizada depois que a área tinha sido cultivada com cana e adubada quatro vezes, as produções foram elevadas, mas a resposta à dose de 180 kg/ha de  $P_2O_5$  correspondeu a tão somente +7,8 t/ha ou +5%.

Tudo indica, assim, que o solo massapê-salmourão, a não ser quando repetidamente adubado com fósforo nas culturas anteriores, responde muito bem à adição desse elemento, e que as pequenas respostas obtidas na maioria das experiências agora relatadas, resultaram da acumulação de fósforo residual nas respectivas áreas. Aliás, é ponto pacífico, na literatura, que o efeito residual do fósforo é geralmente grande.

#### 4.2 - EFEITO DO POTÁSSIO

Contrastando com o do fósforo, o efeito do potássio só não obteve significância em uma experiência, e, no conjunto das 18, as respostas às suas doses 1 e 2 alcançaram, respectivamente, +12,9 e +23,5 t/ha (+14 e +23%).

Na única experiência em que o efeito do potássio não obteve significância, a dose 2 aumentou a produção de apenas 4,3 t/ha; entretanto, os aumentos que ela proporcionou variaram de 11,2 a 18,5 t/ha, em sete casos, de 20,0 a 28,6 t/ha, em outros sete, e de 44,4 a 54,6 t/ha nos demais. Deve-se acrescentar que, das 17 áreas que responderam significativamente ao potássio, em 14 o efeito  $K_L$  se mostrou significativo ao nível de 1% e, em três, ao de 5%; e, ainda, que o efeito  $K_0$  só alcançou significância em dois casos.

A interação  $PL \times K_L$  só atingiu o nível de significância em uma experiência, e, no conjunto das 18, a presença do fósforo praticamente não modificou o efeito do potássio. Nas experiências individuais, apenas em três a interação  $NL \times K_L$  alcançou significância; todavia, na média geral, notou-se nítida tendência de as respostas ao potássio crescerem à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, conforme se observa na seguinte relação:

NÍVEIS DE K	<i>Respostas ao K, em t/ha, quando os níveis de N foram</i>		
	0	1	2
1 .....	+10,5	+13,5	+14,9
2 .....	+21,4	+22,9	+26,4
Médias .....	+15,9	+18,2	+20,6

Em números relativos, as respostas ao potássio (médias das duas doses) passaram de +16%, na ausência, para +18 e +20%, na presença de, respectivamente,  $N_1$  e  $N_2$ , indicando que a melhoria há pouco observada não resultou somente da elevação dos níveis de produção pelo nitrogênio, mas, também, de apreciável estímulo desse elemento à atuação do potássio.

Dentre os solos minerais do Estado de São Paulo, o massapê-salmouirão é dos mais ricos em elementos químicos em estado potencial e dos que mostram maiores teores de potássio trocável (7). Acontece, porém, que as áreas estudadas no presente trabalho haviam sido cultivadas com café, cana e outras plantas, praticamente sem adubação potássica. Das 18 experiências, oito foram instaladas em locais continuamente explorados, no mínimo, durante 20 anos; cinco, durante 15 a 18 anos, e cinco, durante 6 a 10 anos. Antes de serem postas em cultura, as áreas do último grupo serviam como pastagens, justamente por serem de baixa fertilidade.

Juntando-se a esses fatos o de ser a cana exigente em potássio, tem-se plena explicação da grande reação a esse elemento na maioria das experiências.

#### 4.3 - EFEITO DO NITROGENIO

O efeito do nitrogênio obteve significância em apenas seis experiências. Na média Jestas, as respostas às suas doses 1 e 2 corresponderam, respectivamente, a +12,7 e +21,4 t/ha (+13 e +22%). As médias das duas doses variaram de +8,3 a +10,1 t/ha, em três casos, e de +16,6 a +38,7 t/ha, nos outros três.

A interação  $N_L \times P_L$  só foi significativa em uma experiência (justamente naquela em que se observou o maior efeito do fósforo e o menor do potássio), e, na média das 18, a presença do fósforo pouco aumentou a reação ao nitrogênio. Todavia, a interação  $N_L \times K_L$  alcançou significância em três experiências, sendo que, no conjunto das 18, a presença do potássio tornou o efeito do nitrogênio mais acentuado, tanto em números absolutos como em relativos. Assim é que as respostas às suas doses 1 e 2 se elevaram de, respectivamente, +3,8 e +5,1 t/ha (+4 e +5%), na ausência, para +6,0 e +9,8 t/ha (+5 e +9%), na presença do potássio.

Quando empregado na presença das doses 2 de fósforo e de potássio é que o nitrogênio obteve o seu maior efeito, na média das 18 experiências. Nesse caso, as respostas às suas doses 1 e 2 elevaram-se, respectivamente, a +10,0 e +16,3 t/ha (+8 e +14%). Mas, para isso, tornou-se

necessária a presença de uma dose de fósforo evidentemente excessiva para a maioria das áreas estudadas.

Tratando-se de experiências localizadas, na maioria, em áreas repetidamente cultivadas há muitos anos, era de esperar que as respostas ao nitrogênio fossem mais pronunciadas e mais frequentes. Deve-se notar, contudo, que em nenhuma das áreas utilizadas o teor desse elemento no solo podia ser considerado baixo, conforme se verá no capítulo seguinte.

## 5 — CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SOLOS E SUAS RELAÇÕES COM A PRODUÇÃO

Os resultados das análises químicas do solo das 18 áreas utilizadas para as experiências constam do quadro 1.

Os índices pH foram 4,80 e 5,00 em duas áreas, variaram entre 5,50 e 5,75, em cinco, e entre 6,15 e 6,50, nas outras onze. Em média das correspondentes experiências, do primeiro grupo para o terceiro, as produções de cana elevaram-se de 60,1 para 87,8 e 97,4 t/ha, nos tratamentos sem adubo, e de 91,7 para 141,8 e 141,1 t/ha, nos adubados com as doses maiores dos três elementos. Naqueles sem adubo, a relação foi 100:146:162; nos adubados, 100:155:154. Assim, tanto na média dos tratamentos sem adubo como na dos adubados, as produções das áreas com pH 4,80-5,00 foram muito inferiores às daquelas que tinham pH 5,50-5,75; entretanto, em comparação com as destas, as das áreas com pH 6,15-6,50, embora ainda apresentassem pequena superioridade nos tratamentos sem adubo, permaneceram no mesmo nível nos adubados. Portanto, nas condições das experiências, a cana, quando bem suprida de elementos nutritivos, satisfiz-se com solos de pH acima de 5,50.

Os teores de fosfato solúvel em  $H_2SO_4$  (6) oscilaram de 0,04 a 0,07 e.mg em quatro, de 0,11 a 0,15 em sete, e de 0,18 a 0,38, em outros sete casos. Correspondentemente, o efeito médio da adubação fosfatada, que atingiu +26,6 t/ha nas áreas do primeiro grupo, baixou para +2,8 e +3,2 t/ha nas dos outros dois. Enquanto as respostas do primeiro grupo foram tôdas significativas, das sete do segundo apenas duas alcançaram o nível de significância, e nenhuma, das sete do terceiro atingiu esse nível.

Em média, das 13 áreas adubadas 4-5 vezes com fósforo nas culturas anteriores, o teor de  $PO_4^{-3}$  do solo elevou-se a 0,19 e.mg, ao passo que, na média das cinco que receberam 1-3 dessas adubações, êle só alcançou 0,10 e.mg. Isso corrobora as apreciações feitas no capítulo 4.1, sobre as respostas ao fósforo nessas áreas.

Para verificar a influência do pH do solo sobre seu teor de fósforo solúvel, tomaram-se as 13 áreas que receberam, nas culturas anteriores, 4-5 adubações fosfatadas. Em média das cinco com pH 5,00-5,75, e das oito com pH 6,15-6,50, os teores de  $\text{PO}_4^{--3}$  foram, respectivamente, 0,20 e 0,19 e.mg, indicando que, nas condições das experiências e dentro dos limites estudados, os teores de fósforo não se mostraram relacionados com o pH do solo. A inclusão, no cálculo, das áreas com diferentes adubações anteriores, não alterou essa constatação.

Os teores de potássio trocável variaram entre 0,05 e 0,09 e.mg, em 15 experiências, e entre 0,12 e 0,15 e.mg, nas restantes. Nesses dois grupos, situados, respectivamente, dentro dos limites de teores baixos e médios estabelecidos por Catani e colaboradores (6), as respostas médias à adubação potássica corresponderam a +20,0 e +9,4 t/ha. Nas três do último grupo, elas foram significativas ao nível de 5%; em 14, das 15 do primeiro, ao nível de 1%. Deve-se assinalar que a única experiência em que o aumento de produção devido ao potássio não alcançou significância foi uma cujo solo tinha apenas 0,07 e.mg de  $\text{K}^+$ .

As porcentagens de nitrogênio total oscilaram de 0,11 a 0,13, em cinco casos, e de 0,15 a 0,25, em treze. Em nenhum caso, segundo os limites adotados por Catani e colaboradores(6), elas foram baixas. As respostas médias à adubação nitrogenada caíram de +15,2 t/ha, no primeiro grupo, para +3,5 t/ha no segundo. Em cada um desses grupos observaram-se três efeitos significativos. Interessante é que na área com o maior teor de nitrogênio, 0,25%, o efeito médio desse elemento obteve significância. Parece não ter havido, nas áreas estudadas, relação entre o pH do solo e seus teores de nitrogênio.

#### FERTILIZER EXPERIMENTS WITH SUGAR CANE IN "MASSAPÊ-SALMOURÃO" SOILS

##### SUMMARY

Eighteen  $3^3$  factorial experiments using 0, 80, 160 kg/ha (kilograms to the hectare) of N and  $\text{K}_2\text{O}$ , and 0, 90, 180 kg/ha of  $\text{P}_2\text{O}_5$ , were conducted in 1957-58 in farms belonging to the sugar factory Itaquara, located at Tapiratiba, State of São Paulo. The areas studied, all of the "massapê-salmourão" type of soil, had been cropped during different periods and, when fertilized, received a mixture containing almost exclusively phosphorus.

The effect of phosphorus was significant only in six of the 18 experiments. The average responses to it reached +40.3 and +43.1 t/ha (metric tons of cane per hectare) in two trials located on areas which had received one phosphorus application

in the previous crops, but varied between  $-3.5$  and  $+12.5$  t/ha in the 16 areas that had received two to five such applications.

Contrarily to that of phosphorus, the effect of potassium was significant in all but one trial and the average responses to the rates of 80 and 160 kg/ha of  $K_2O$  corresponded to  $+12.9$  and  $+23.5$  t/ha, respectively.

The effect of nitrogen was generally unsatisfactory and significant only in six experiments. Even in the presence of potassium, which increased the need for it, the average response to its larger dose was  $+9.8$  t/ha.

While the average yield was 90.6 t/ha in the unfertilized plots and 101.4 t/ha in those exclusively fertilized with 90 kg/ha of  $P_2O_5$  (a treatment similar to that previously used by the farmer), that of the plots which received the larger doses of the three elements reached 135.8 t/ha.

Most of the areas studied were cropped for long time and fertilized almost exclusively with phosphorus. These facts explain the high responses to potassium and the small effect of phosphorus in the greatest part of the trials. The information available are not sufficient to explain why, in such conditions, the responses to nitrogen were not higher.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. M. (júnior). Súmula dos trabalhos realizados pela Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agrônômico, de 1935 a 1948. (Não publicado).
2. ———, ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. [e outros]. Resultados de ensaios de adubação em cana-de-açúcar. *Bragantia* 15:[27]-34. 1956.
3. ———, ARRUDA, H. C. & RODRIGUES, A. J. (filho). A preliminary note on the field experimentation of the Cane Sugar Section, Instituto Agrônômico, São Paulo, Brazil. In International Congress of Sugar Cane Technologists, 6<sup>th</sup>, Baton Rouge, La., 1938. Proceedings, p. 672-679. (Separata).
4. ———, SEGALLA, A. L. & ALVAREZ, R. Relatório da Seção de Cana-de-açúcar do Instituto Agrônômico para os anos de 1952-53. 1954. (Não publicado).
5. ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L., CATANI, R. A. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. I — Adubação fosfatada em solo massapê-salmourão. *Bragantia* 16:[65]-72. 1957.
6. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, 1955. 29 p. (Boletim n.º 69).
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:[227]-253. 1951.
8. SAMPAIO, S. C. Contribuição para o estudo da adubação dos canaviais paulistas. *Bragantia* 4:[533]-590. 1944.
9. SEGALLA, A. L. & ALVAREZ, R. Variedades de cana-de-açúcar. II — Série de ensaios realizados no período 1953-1956. *Bragantia* 17:[45]-79. 1958.
10. Serviço Nacional de Pesquisas Agrônômicas, Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634 p. (Boletim n.º 12).