

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 5

Campinas, Maio de 1945

N.º 5

A COMPOSIÇÃO DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR (*)

(Contribuição para o estudo dos efeitos de adubações).

S. C. Sampaio

Os autores não concordam, ao apreciarem os efeitos dos elementos fertilizantes, aplicados às plantações canavieiras, com relação às possíveis alterações do caldo da cana de açúcar, devidas às adubações.

Noel Deerr (4), por exemplo, refere-se à crença generalizada de que a adubação altera a qualidade do caldo, citando os Algarismos seguintes, obtidos por Eckart, em Hawaii :

	Sacarose no caldo	Pureza do caldo
Cana sem adubação	18,26 %	90,69 %
Cana adubada	16,40 a 17,85%	89,16 a 90,60%

Eckart, segundo o mesmo autor, verificou resultados diferentes, em outros ensaios, isto é, maior riqueza e maior pureza do caldo em canas que receberam forte adubação completa.

Sobre os efeitos específicos dos principais elementos de fertilização, Deerr ainda faz referências ao dizer corrente de que "quanto mais cal no campo, tanto menos na Usina", (aliás, isto foi formalmente negado por A. Caminha (2)), e também de que os fosfatos melhoram o teor sacarino da cana, enquanto a potassa faz o inverso. Estes dois pontos foram também contestados pelos trabalhos de Harrison. Entretanto, acha êle que apenas o pêsso da cana é afetado, e as diferenças às vêzes observadas seriam provavelmente devidas aos diferentes graus de maturação da cana ou a outros fatôres incontroláveis que dificultam as comparações.

(*) Recebido para publicação em 21-12-44.

Nilo Cairo (1) afirmava, em 1924, aos plantadores de cana, que "a adubação química não aumenta a riqueza sacarina da cana" e "que se deve ser cauteloso com as doses de azoto (nitratos) a empregar, pois êle atua enèrgicamente sôbre a vegetação, deprimindo a riqueza sacarina da cana".

Vizioli (10) também acha que o tratamento das socas com adubos nitrogenados produz canas um pouco menos ricas em sacarose.

A deficiência de fósforo no solo, diz Earle (5), "provoca dificuldades na defecação e a produção de grande proporção de melaço". Comentando as opiniões antagônicas, relativas aos efeitos favoráveis ou não das adubações químicas aplicadas às culturas canavieiras, o mesmo autor conclui pela falta de razão para ambas as partes, e afirma ser "o teor em açúcar mais dependente da maturação do que de outro fator qualquer"; mas, continua êle, "esta questão nunca foi estudada suficientemente, e nós sabemos, pela análise do caldo, que canas de terrenos pobres em fosfatos e potassa contêm menos dêstes elementos e dão caldo de pureza mais baixa". "Sem dúvida, aplicações de ácido fosfórico e potassa corrigirão esta dificuldade".

Na sua palestra aos usineiros de Sergipe, A. Caminha (2) lhes afirma que, de um modo geral, a adubação química promove uma diminuição de açúcar na cana, notadamente com os adubos azotados.

F. B. Cruz (3) nos apresenta um quadro demonstrativo dos efeitos de adubações diversas sôbre a cana de açúcar, do qual extraímos os dados seguintes :

N.º do lote	DOSES DOS ELEMENTOS FERTILIZANTES	ANÁLISE DO CALDO			
		Brix	Sacarose	Glicose	Pureza
26	1 dose	19,8	17,2	2,06	86,83
27	1½ doses	19,6	16,6	2,29	85,06
28	2 doses	20,8	17,8	2,94	86,85
29	2½ doses	20,6	18,3	1,93	88,87
30	3 doses	18,9	16,9	2,23	88,51
31	dose dupla de P	21,4	17,5	2,88	51,61
32	dose tripla de P	21,0	17,5	2,83	81,81
33	dose quádrupla de P	20,5	16,4	3,73	78,10
34	dose dupla de N	20,9	19,1	1,59	93,52
35	dose tripla de N	21,3	17,9	3,16	84,03
36	dose quádrupla de N	20,6	15,7	4,49	75,99
37	dose dupla de K	20,7	17,7	2,23	85,65
38	dose tripla de K	19,8	15,1	4,28	75,47
39	dose quádrupla de K	21,0	18,6	1,97	88,40
40	Sem adubo	20,4	15,1	4,82	72,02

O exame dêste quadro nos mostra que, aumentando-se as dosagens da adubação química, a sacarose do caldo aumenta até um certo limite, para depois diminuir, o mesmo acontecendo com a pureza.

O mesmo autor afirma, no seu trabalho já referido, que a potassa é elemento que influi sobremaneira na cultura da cana de açúcar, "desempeñando papel importantísimo en cuanto á la cantidad de sacarosa elaborada por la misma". Com relação ao nitrogênio, diz êle . . . "en dosis elevadas pudiera originar graves inconvenientes derivados de excessos de principios albuminoideos". Mas, os seus pontos de vista sôbre os efeitos do fósforo é que são curiosos: "un abono que contenga en exceso el ácido fosfórico producirá cañas de buen desarrollo, pero su período evolutivo será tan rápido y la madurez tan prematura, que al hacer la recolección ya la caña habrá aguinado y talvez se hayan operado en la misma cambios que tiendam á disminuir la cantidad de sacarosa".

O Dr. N. M. Rydlewski (6) apresentou um relatório das suas observações feitas em culturas adubadas e não adubadas, concluindo assim: "In all these investigations during two grinding seasons all fertilized cane fields showed a considerable increase in juice purity".

"Les engrais potassiques semblent avoir une action sur la richesse saccharine des jus", disse Mr. J. de Laguarigue de Survilliers (9).

Estudando a cultura da cana de açúcar na ilha Maurice, Sornay (8) cita a opinião de Boname, o qual acha que o adubo não tem influência muito acentuada sôbre a riqueza da cana.

Em trabalho anterior (7), exibimos dados relativos a 6 experiências de adubação com cana de açúcar, conduzidas pela Secção de Cana de Açúcar, da Divisão de Experimentação e Pesquisas (Instituto Agrônômico), os quais reproduzimos aqui, nos quadros I e II.

Com os algarismos referentes aos efeitos dos tratamentos das canas pelos diversos fertilizantes aplicados às mesmas, obteríamos os gráficos que figuram às págs. 296, 297 e 298 que nos revelam o seguinte:

a) Os adubos nitrogenados conseguiram apenas diminuir a riqueza do caldo em sacarose (polarização), exceto na interação N P, tendo a presença do calcáreo piorado a sua posição, melhorando-a, porém, um pouco em NPK.

Com relação à pureza do caldo, pode-se dizer que o nitrogênio foi um elemento prejudicial.

b) O potássio foi sempre um elemento muito favorável, no que se refere à sacarose no caldo.

Q U A D R O I
ENSAIOS DE ADUBAÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR

N.º do Ensaio	LOCALIZAÇÃO	Tipo de Terra	Variedade	Data do plantio	ÉPOCA DOS CORTES		
					cana planta	1.ª soca	2.ª soca
4	Cosmópolis — Us. Ester	roxa	Co.-290	12-13/1/938	25-30/9/939	5-7 /9/939	29-31/7/941
5	Araraquara — Us. Tamoio	branca arenosa	Co.-290	13-14/1/938	12-18,8/939	9-11/8/940	—
6	Araraquara — Us. Tamoio	falsa-roxa	POJ.-213	18-19/1/938	28-30/8,939	14-15,8,940	—
8	S. Rita — Faz. Santana	roxa	?	2-3 /2/939	19-23/9/939	—	—
10	Limeira — Us. Boa Vista	roxa	POJ.-213	11-12/2/938	17-24/7/939	25-29,7,940	—
11	Piracicaba — Us. Monte Alegre	sil. arg. clara	Co.-281	25-26/1/938	14-19,8,939	26-27,7/940	—

Q U A D R O I I

ENSAIO DE ADUBAÇÃO Ns. 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 11

	S A C A R O S E %						P U R E Z A %									
	NPK	N	NK	P	NP	T	NPK	N	NK	P	NP	K	T			
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 4 x															
Com calcáreo...	20,00	19,95	19,80	19,76	20,02	20,03	20,15	20,10	20,29	89,97	89,89	88,75	89,12	88,18	88,85	89,87
Sem calcáreo...	19,82	20,26	19,94	20,43	19,83	20,23	20,18	20,21	91,08	91,07	88,76	90,37	89,19	88,54	90,09	90,03
Diferença...	+0,18	-0,31	-0,14	-0,67	+0,19	-0,20	-0,03	-0,11	-0,79	-1,10	+1,13	-1,62	-0,07	-0,36	-1,24	-0,16
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 5 x															
Com calcáreo...	19,49	20,01	18,99	19,05	19,91	19,42	19,28	19,23	88,36	90,36	88,12	88,22	89,88	88,10	88,66	88,86
Sem calcáreo...	19,46	19,61	19,55	19,34	19,85	19,51	19,46	19,80	87,68	89,76	89,07	88,54	88,85	88,98	88,66	89,39
Diferença...	+0,03	+0,40	-0,56	-0,29	+0,06	-0,09	-0,18	-0,57	+0,68	+0,60	-0,95	-0,32	+1,03	-0,88	—	-0,53
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 6 x															
Com calcáreo...	20,23	20,52	19,68	20,44	20,02	19,89	20,53	19,85	91,97	92,05	91,57	90,88	91,02	90,82	90,46	91,50
Sem calcáreo...	19,54	20,40	19,39	20,04	19,89	20,03	20,29	19,75	89,25	91,28	90,64	91,53	91,66	90,22	91,52	91,10
Diferença...	+0,69	+0,12	+0,29	+0,40	+0,13	-0,14	+0,24	+0,10	+2,72	+0,77	+0,93	+0,65	+0,64	+0,60	-1,06	+0,40
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 8 xx															
Com calcáreo...	20,53	19,85	20,61	20,49	20,48	20,54	20,60	20,40	92,24	91,32	92,62	92,48	93,07	93,14	92,35	91,97
Sem calcáreo...	20,40	20,38	20,36	20,09	20,30	20,48	20,32	20,40	93,07	93,00	92,13	91,81	92,57	93,11	92,21	92,66
Diferença...	+0,13	-0,53	+0,25	+0,40	+0,18	+0,06	+0,28	—	-0,83	-1,68	+0,49	+0,67	+0,50	+0,03	+0,14	-0,69
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 10 x															
Com calcáreo...	19,44	19,11	18,54	19,18	18,86	18,47	19,32	18,78	91,94	90,65	92,07	92,96	92,47	92,38	93,37	92,76
Sem calcáreo...	19,67	19,37	18,75	19,02	18,82	18,61	19,04	18,05	92,81	93,14	92,63	93,25	92,74	92,63	93,59	93,21
Diferença...	-0,23	-0,26	-0,21	+0,16	+0,04	-0,14	+0,28	+0,73	-0,87	-2,49	-0,56	-0,29	-0,27	-0,25	-0,22	-0,45
	ENSAIO DE ADUBAÇÃO N.º 11 x															
Com calcáreo...	19,51	19,44	19,20	19,44	19,51	19,85	19,10	19,20	90,31	89,99	89,93	91,25	90,75	91,28	89,72	90,99
Sem calcáreo...	19,76	20,02	19,38	18,71	19,83	19,84	19,19	19,27	89,44	92,28	90,13	90,32	91,38	91,84	89,51	92,51
Diferença...	-0,25	-0,62	-0,18	+0,73	-0,32	+0,01	-0,09	-0,07	+0,87	-2,29	-0,23	+0,93	-0,63	-0,56	+0,21	-1,52

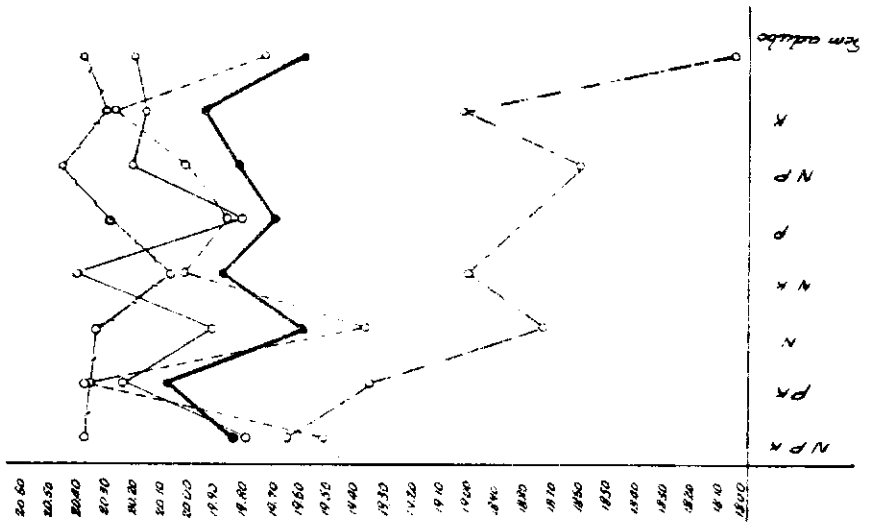
x — Ensaio com 2 cortes

xx — Ensaio com 1 corte

GRÁFICO DAS PERCENTAGENS DE SACAROSE NO CALDO (POLARIZAÇÃO) EM TERRAS ROXAS OU FALSA-ROXAS

— Cas. col. 4
 - - - - - 6
 - - - - - 7
 - - - - - 10
 — Média de 4 ensaios

I Sem colheita



II Com colheita

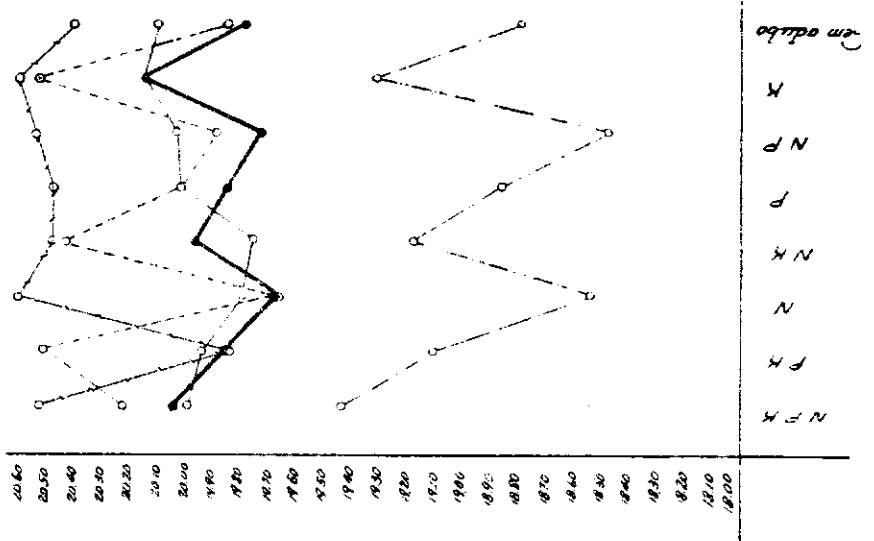
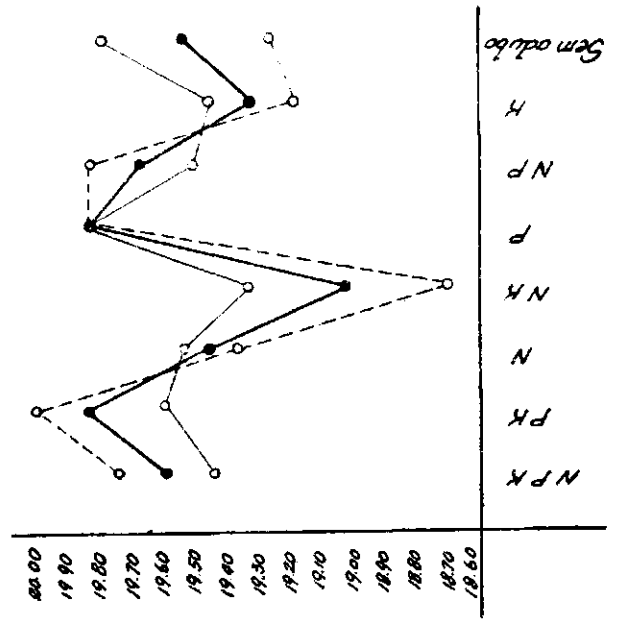


GRÁFICO DAS PORCENTAGENS DE SACAROSE DO CALDO (POLARIZAÇÃO) EM TERRAS CLARAS, SILICOSAS

— Ens ad. 5
 - - - " " 11
 — Média dos 2 ensaios

I Sem calcário



II Com calcário

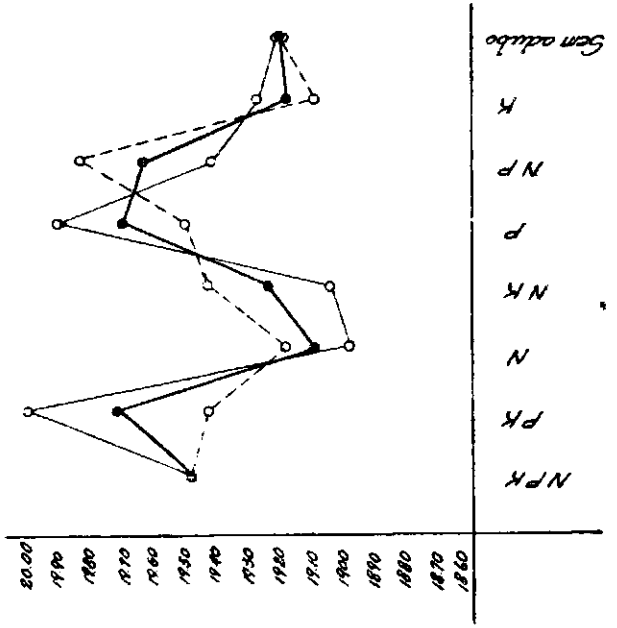
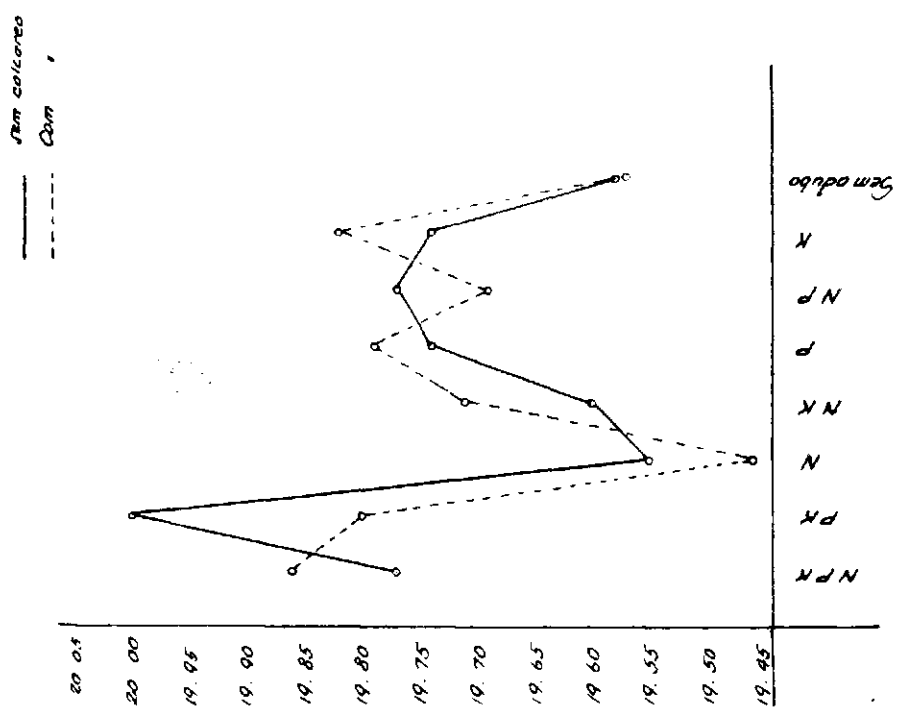


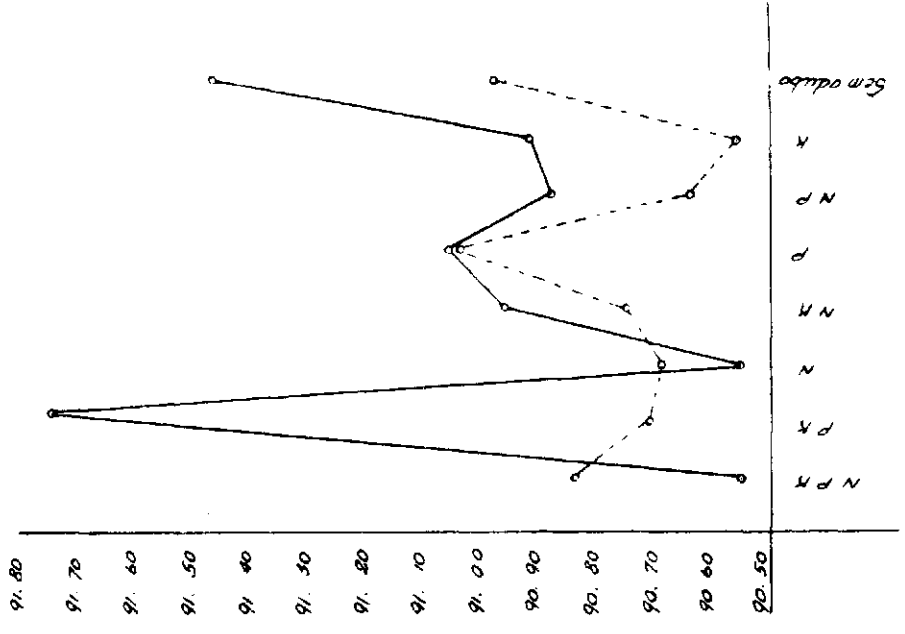
GRÁFICO DAS MÉDIAS DA POLARIZAÇÃO E PUREZA DO CALDO PARA TRATAMENTOS DIFERENTES

(Média de 6 ensaios de adubação)

I. Polarização



II. Pureza



Quanto à pureza, o efeito unilateral de K, foi de a diminuir, comparativamente às canas não adubadas, mas contribuindo para melhorar os efeitos de N e de P; a presença do calcáreo lhe foi um tanto desfavorável.

c) Com respeito ao fósforo nota-se que o mesmo não conseguiu sêzinho, como aconteceu com o potássio, aumentar a pureza do caldo, em relação às canas não adubadas; entretanto, a sua presença melhorou os efeitos de N e de K, menos em NPK.

A riqueza do caldo foi aumentada na presença de P, o qual melhorou os efeitos de K e de N. O corretivo calcáreo, em geral, corroborou nestes efeitos.

Mas, como vimos, há ensaios em terras coloridas — roxas ou falsa-roxas — e em terras arenosas, claras. Examinemos, portanto, em separado, os efeitos das adubações sobre a riqueza e a pureza do caldo das canas, para cada uma dessas condições de solo.

Para isso, achamos conveniente organizar os gráficos que figuram às páginas de ns. 300 a 303.

Examinando-se os algarismos obtidos nos dois grupos diferentes de terras, nos quais se instalaram êstes ensaios de adubação, verificamos, em média, o seguinte, para as condições em que se experimentou:

I. N I T R O G Ê N I O

a) **Terras roxas ou falsa-roxas.**

De um modo geral, êste elemento contribuiu para uma diminuição do teor de sacarose no caldo, tendo apenas podido aumentar de 0,14% o efeito do fósforo com NP. Em todos os outros casos, o nitrogênio teria prejudicado. A presença do calcáreo fêz com que ainda mais se acentuassem os seus efeitos negativos.

A pureza do caldo sofreu a mesma influência do adubo nitrogenado que a sua riqueza em sacarose, isto é, foi por êle prejudicada. A presença do calcáreo teria atenuado êste seu efeito, menos na interação NK.

b) **Terras arenosas, claras.**

A influência prejudicial dêste elemento foi aqui mais visível do que nas terras roxas ou falsa-roxas.

A pureza do caldo decresceu, quase sempre, quando o nitrogênio estava presente, menos nas interações NP e NK onde a sua presença,

GRÁFICO DA PUREZA DO CALDO DAS CANAS DOS ENSAIOS EM TERRAS ROXAS OU FALSA-ROXAS, COM CALCÁREO

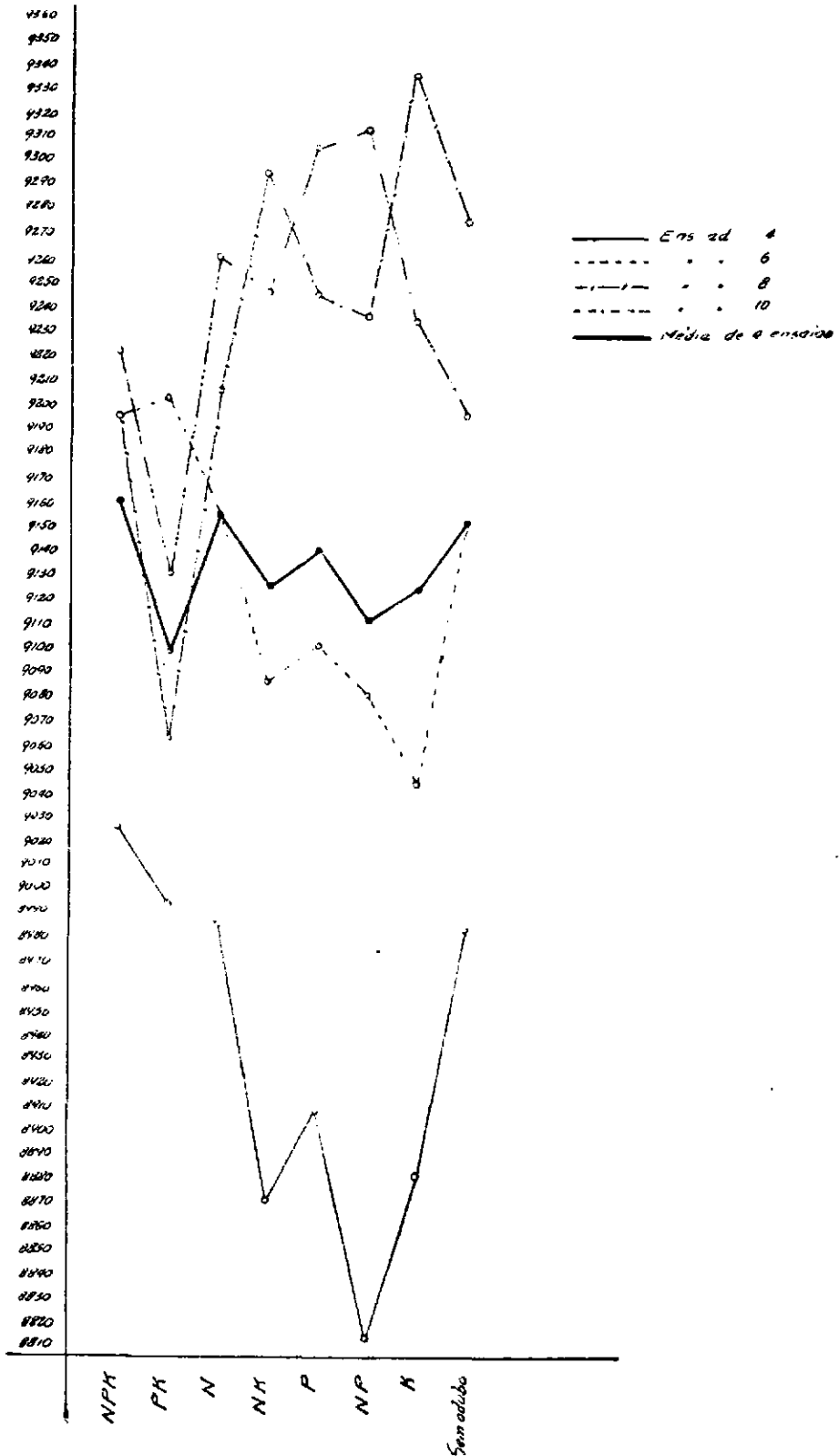


GRÁFICO DA PUREZA DO CALDO DAS CANAS DOS ENSAIOS EM TERRAS ROXAS OU FALSA-ROXAS SEM CALCÁREO

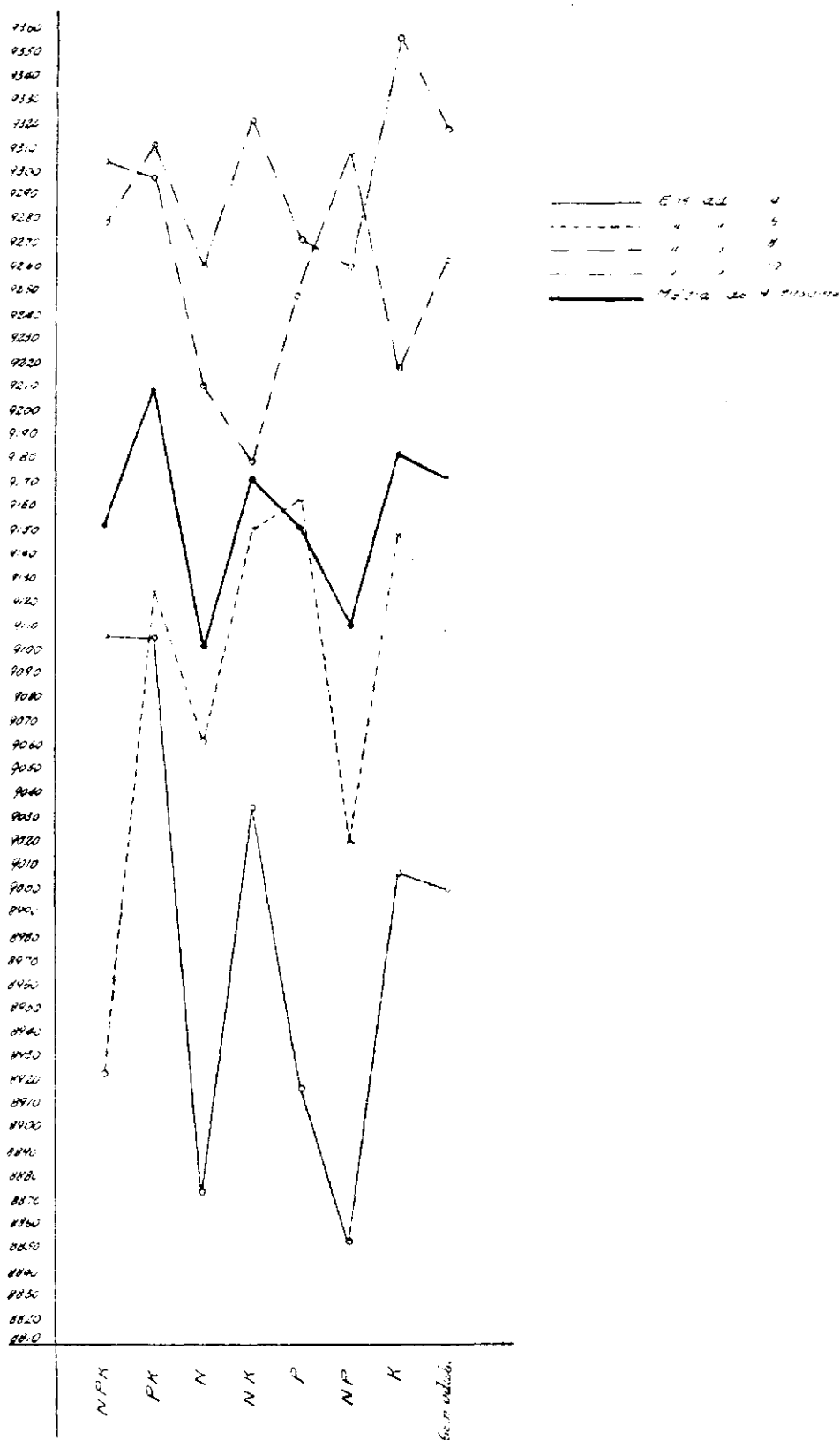


GRÁFICO DA PUREZA DO CALDO DAS CANAS DOS ENSAIOS EM TERRAS CLARAS-SILICOSAS, COM CALCÁREO -

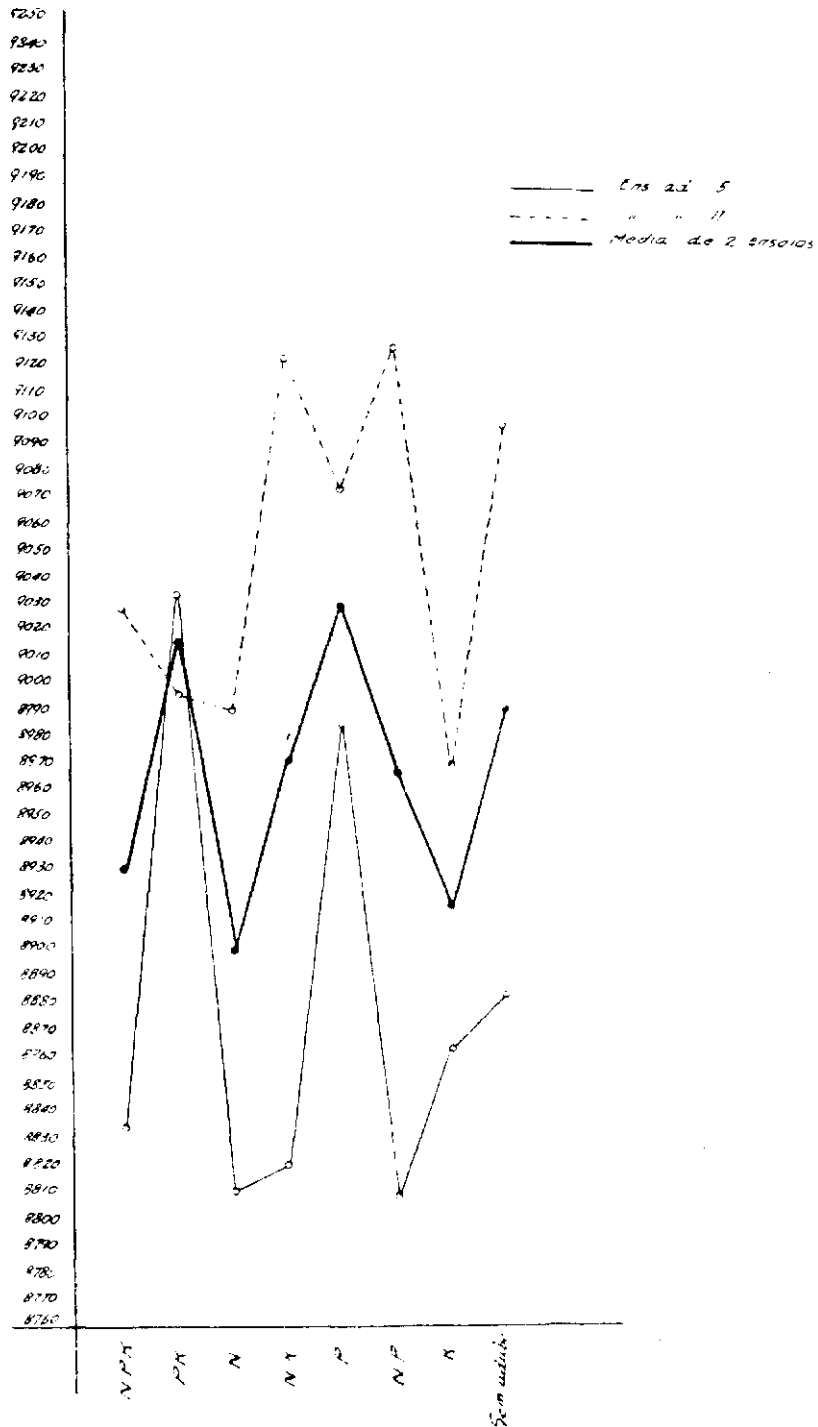


GRÁFICO DA PUREZA DO CALDO DAS CANAS DOS, ENSAIOS EM TERRAS CLARAS, SILICOSAS, SEM CALCAREO



melhorou os efeitos dos outros elementos. O calcáreo apenas modificou estas condições para a interação NP, para agravar a má influência do fertilizante nitrogenado.

II. P O T Á S S I O

a) **Terras roxas ou falsa-roxas.**

O potássio é o fertilizante que mais acentuadamente teria influído para melhorar a riqueza do caldo em sacarose, sendo que a sua presença contribuiu para a maior eficiência do fósforo e do nitrogênio, neste sentido. A presença do calcáreo não teria alterado a situação.

Mas, sempre que o potássio esteve presente, a pureza aumentou. A aplicação do calcáreo prejudicou, neste caso, a ação benéfica do potássio.

b) **Terras arenosas, claras.**

Neste tipo de terras, já o efeito do potássio é desfavorável ou indiferente, para a riqueza sacarina do caldo. A sua situação é levemente melhorada com a aplicação do calcáreo ao terreno.

Relativamente à pureza, as cousas também correram diferentemente do que para as terras coloridas de roxo, isto é, a presença dêste fertilizante só pôde ser favorável uma vez, na interação PK; e o calcáreo modificou a situação apenas para favorecer o seu efeito na interação NK.

III. F Ó S F O R O

a) **Terras roxas ou falsa-roxas.**

A adubação fosfatada não conseguiu resultados extraordinários, tendo, entretanto, o elemento fósforo, em média, contribuído para melhorar os efeitos das adubações nitrogenadas ou potássicas quanto à riqueza do caldo das canas. Casos houve em que êle teria agido de modo a baixar esta riqueza. O calcáreo não modificou, nitidamente, a sua posição, em conjunto.

Relativamente à pureza, pôde apenas melhorar a ação de K, em PK; mas o caldo das canas não adubadas era mais puro do que o das adubadas com fósforo. A presença do calcáreo foi indiferente ou desfavorável à ação do fósforo.

b) Terras arenosas, claras.

A ação favorável do fósforo pôde ser bem verificada nestes tipos de terra, pois o aumento da riqueza do caldo foi bem visível para as canas criadas em canteiros adubados com fórmulas em que entrou aquêlê elemento; o calcáreo não modificou esta situação.

Com relação à pureza, os seus efeitos benéficos também se fizeram sentir, porém com menor intensidade.

IV. CALCÁREO

a) Terras roxas ou falsa-roxas.

O calcáreo, quando aplicado a êstes tipos de terra, proporcionou um aumento total de 4,70% de sacarose (polarização) no caldo; e o seu efeito médio, para cada tratamento, foi o seguinte:

	Aumento de sacarose	Diminuição de sacarose
NPK	0,77%	—
PK	0,98%	—
N	0,19%	—
NK	0,29%	—
P	0,54%	—
NP	0,44%	—
K	0,77%	—
Sem adubo.....	0,72%	—

Relativamente às alterações da pureza do caldo, com referência à aplicação ao terreno do corretivo calcáreo, constatou-se o seguinte:

	Aumento de pureza	Diminuição de pureza
NPK	0,23%	—
PK	—	4,50%
N	0,27%	—
NK	—	0,59%
P	0,80%	—
NP	0,02%	—
K	—	2,38%
Sem adubo.....	—	0,90%

Houve, portanto, no balanço, um resultado de 7,05% contra o tratamento; o calcáreo que pôde melhorar a riqueza do caldo, prejudicou, no entanto, a sua pureza.

b) **Terras arenosas, claras.**

Ao contrário do que ocorreu no caso precedente, a aplicação do calcáreo motivou uma diminuição total de 1,69% de sacarose no caldo. O efeito total do corretivo, sôbre a percentagem do açúcar no caldo, para cada tratamento, foi o seguinte :

	Aumento de sacarose	Diminuição de sacarose
NPK	—	0,22%
PK	—	0,22%
N	—	0,74%
NK	0,44%	—
P	—	0,26%
NP	—	0,08%
K	—	0,27%
Sem adubo.....	—	0,64%

Quanto à pureza, esta foi também prejudicada pela presença do calcáreo, que, no total, promoveu uma baixa de pureza de 3,59%. O efeito total do corretivo, sôbre a pureza, para cada tratamento, pode ser assim representado :

	Aumento de sacarose	Diminuição de sacarose
NPK	1,55%	—
PK	—	1,69%
N	—	1,18%
NK	0,61%	—
P	0,40%	—
NP	—	1,44%
K	0,21%	—
Sem adubo.....	—	2,05%

SUMÁRIO

Analisando-se o que vimos de expor, para as condições experimentadas, verifica-se o seguinte :

1. Os diversos elementos fertilizantes comumente aplicados às culturas canavieiras exerceram alguma influência sobre a riqueza e a pureza do caldo.

2. Os adubos nitrogenados, em geral, deprimiram o teor em sacarose do caldo, assim como prejudicaram a sua pureza, e isto se dá tanto nas terras coloridas como nas arenosas, claras.

3. Os fertilizantes potássicos, em conjunto, favoreceram a formação do açúcar no caldo, não se notando o mesmo efeito nítido na melhoria da pureza do mesmo. Nas terras roxas ou falsa-roxas a sua ação favorável foi acentuada tanto para o enriquecimento do caldo como para melhorar a pureza deste ; mas, nas terras arenosas, claras, as cousas aconteceram às avessas.

4. Apreciando o efeito geral do fósforo, podemos notar que não teve êle a virtude de controlar a pureza. Apenas colaborou para melhorar os efeitos de N e de K ; mas a riqueza do caldo sofreu uma influência favorável, o que se acentuou na presença do calcáreo.

O comportamento do adubo fosfatado não foi uniforme para os diferentes tipos de terra. Nas terras coloridas a sua contribuição foi medíocre para quaisquer melhorias da qualidade do caldo ; nas terras arenosas, claras, entretanto, êle foi um fator nítidamente capaz de aumentar a sua riqueza em sacarose, o que se não modificou na presença do calcáreo ; mas isto não aconteceu com a mesma intensidade quanto à pureza, apesar de o elemento fósforo ter contribuído para melhorar os efeitos de N e de K, menos na interação NPK.

5. O calcáreo, englobadamente nos 6 ensaios aqui referidos, apresentou um balanço favorável, quanto ao enriquecimento do caldo em sacarose, de 3,01% ; mas, com referência à pureza, o seu efeito foi desfavorável, e de maneira nítida, com saldo deficitário de 10,64%.

Examinando-se, porém, por partes, vê-se que, se o corretivo colabora valiosamente para a melhoria da qualidade do caldo da cana de açúcar, em terras roxas ou falsa-roxas, êle o desmerece nas terras arenosas, claras.

6. Em média, a riqueza em sacarose do caldo e a pureza deste são maiores nas terras coloridas do que nas arenosas, claras.

LITERATURA CITADA

1. **Cairo, Nilo.** *Em* O Livro da Cana de Açúcar, pág. 33-34: 2.^a ed., Empresa Gráfica Paranaense, Curitiba. 1924.
2. **Caminha Filho, Adrião.** Cultura da Cana de Açúcar. Bol. Min. Agric., Rio de Janeiro. 1939.
3. **Cruz, F. B.** Consideraciones Generales sobre el Cultivo de la Caña. Bol. Est. Central Agron. 5: 17-33. 1907.
4. **Deerr, Noel.** *Em* "Cane Sugar", pág. 92-93: 2.^a ed. Norman Rodger, London. 1921.
5. **Earle, F. S.** *Em* "Sugar Cane and its Culture", pág. 236-241: The Wiley Agr. Series, New York. 1928.
6. **Rydlowski, N. M.** Relation between fertilizers and sucrose contents of the cane. Proceed. 3.^o Congr. Aç. da Ass. Tecn. Azucareros de Cuba, 34. 1929.
7. **Sampaio, S. C.** Contribuição para o estudo da adubação dos canaviais paulistas. *Bragantia* 4: 583-590. 1944.
8. **Sornay P. de.** *Em* La Canne a Sucre a l'Île Maurice, pág. 247: ed. Augustin Challamel, Paris. 1920.
9. **Survilliers, J. de Laguarigue de.** *Em* Manuel de Sucrerie de Cannes, pág. 17: ed. Dunod, Paris. 1932.
10. **Vizioli, José.** A Industria Assucareira na Rep. Argentina. Bol. Secret. Agric. Ind. e Com. e Obras Publ. Estado São Paulo, 15. 1927.