

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 35

Campinas, junho de 1976

N.º 18

EFEITOS DO BORO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA EM ALGUNS SOLOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA.

I — CANA-PLANTA (1)

A. ESPIRONELLO (2), *Seção de Cana-de-Açúcar, Instituto Agrônomo, M. O. C. BRASIL SOBRINHO, Departamento de Solos e Geologia, ESALQ, USP, e T. IIGUE (2), Seção de Técnica Experimental e Cálculo, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Em condições de campo foram estudados os efeitos do boro na cana-de-açúcar var. CB 41-14, através da administração de doses crescentes do elemento a seis solos do município de Piracicaba, SP, mapeados ao nível de séries, a saber: Sertãozinho, Ibitiruna, Pau d'Alho, Bairrinho, Luiz de Queiroz e Guamium,

Administrou-se bórax ao solo, nas quantidades de 0, 10, 20, 30 e 40 kg/ha. Nos ensaios foram incluídos tratamentos que consistiram na aplicação de duas doses de zinco (10 e 20 kg/ha de sulfato de zinco), uma combinação de boro e zinco (20 kg/ha de cada produto), e um tratamento com B, Cu, Fe, Zn, Mn e Mo, além da testemunha geral, sem adubação.

Foram coletados dados de produção de cana, calculado o açúcar-provável do caldo e determinado o teor de boro em folhas de três posições na planta (+3, +1 e -1), em amostragens feitas aos cinco meses de idade.

Constatou-se que o boro e outros micronutrientes estudados não influenciaram a produção de cana e o teor de açúcar-provável. A análise foliar do boro revelou teores muito elevados, que indicam um suprimento em boro, nesses solos, acima do normal. Não houve respostas nos teores foliares, à aplicação de doses crescentes do elemento aos solos.

1 — INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, gramínea pertencente ao gênero *Saccharum* e cujas variedades atualmente em cultivo no Brasil são híbridos entre diversas es-

(1) Pesquisa realizada com ajuda financeira da FAPESP. Recebida para publicação em 6 de janeiro de 1976.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

pécies, é um dos principais produtos agrícolas do Estado de São Paulo, com área plantada aproximada de 800 mil hectares.

Piracicaba é o município de maior produção de cana no Estado e um dos principais do País; com uma área plantada de cerca de 45 mil hectares, produz aproximadamente 5% do total do Estado. Seus canaviais se acham situados nos mais diversos tipos de solos, desde alguns de alta fertilidade até outros mais pobres, onde as adubações mais pesadas se fazem necessárias.

Solos da região têm sido estudados em relação aos teores de boro (15) e de zinco (16), tendo-se constatado, quanto ao boro, serem alguns solos do município bem supridos, outros medianamente e um terceiro grupo, pobre nesse micronutriente. A cultura canieira de Piracicaba se assenta predominantemente nos solos mais bem supridos em boro; boa parcela, entretanto, está também distribuída nos mais pobres.

É volumosa a literatura mundial sobre o boro, porém escassa no que se refere à cana-de-açúcar, sobretudo em nosso País.

Em estudo de levantamento do estado nutricional de canaviais pela análise foliar, Gallo e colaboradores (28) verificaram que 9% deles se encontravam na faixa de carência provável de boro, que estabeleceram ser de 3-10 ppm B.

Há poucos estudos sobre os efeitos do boro na cana-de-açúcar, em São Paulo.

Alvarez & Wutke (10) estudaram a aplicação de diversos micronutrientes à cana vegetando em solos massapé-salmourão (podzólico vermelho-amarelo, orto) e terra-roxa-misturada (latossolo roxo), obtendo reação positiva ao boro, no primeiro solo.

A primeira demonstração de que o boro é essencial à cana-de-açúcar resultou de um trabalho de Van den Honert, em 1932; uma concentração de 0,1 ppm de B foi suficiente para restabelecer plantas que apresentavam sintomas de deficiência desse micronutriente (14).

Martin (33), estudando sintomas de deficiência de boro, verificou desenvolvimento anormal da cana em solução nutritiva desprovida desse micronutriente, com enfezamento da planta, apresentação de folhas cloróticas e distorcidas, lesões definidas nas folhas e no colmo, paralisação do crescimento dos tecidos meristemáticos e morte prematura da planta.

Van Dillewijn (41) relata que o boro, constituindo aproximadamente 0,01% (100 ppm) do peso seco da cana-planta, é essencial para o desenvolvimento normal; para a planta que vegeta em solução nutritiva, 0,1 ppm é o suficiente para evitar sintomas de deficiência.

Humbert (29) menciona que deficiências de Fe, Mn, Zn, B e sílica na cana-de-açúcar, em condições de campo, são observadas só ocasionalmente.

Samuels e colaboradores (37), em cinco ensaios de campo em Porto Rico, não encontraram influência da aplicação de micronutrientes no teor de sacarose nem na produção da cana. Enquanto em trabalhos com solu-

ções nutritivas se obtém alguma evidência sobre a necessidade de certos micronutrientes para a produção normal de sacarose, a maioria dos solos contém suficiente provimento dos principais micronutrientes, de sorte que não se obtém resposta apreciável na produção e no teor de sacarose, quando quantidades crescentes de micronutrientes são administradas.

Landrau e outros (31), também em Porto Rico, em oito ensaios de aplicação de boro à cana, em condições de campo, verificaram que, em geral, as respostas foram variáveis, porém insignificantes.

Cheong, aplicando fritas que continham Fe, Cu, Zn, Mn, B e Mo à cana-de-açúcar, não obteve resposta significativa, na produção de cana, a qualquer dos elementos mencionados. Sintomas de carência de micronutrientes na cana, no referido solo, são raros, passageiros, sem qualquer efeito sensível na produção. No caso do boro, encontrou uma variação de 5,8 a 11,0 ppm na lâmina foliar, sendo de 1 ppm o nível crítico. Verificou que os teores de micronutrientes nas folhas estão abaixo dos níveis tóxicos (17).

No presente trabalho, em ensaios de campo, estudou-se o efeito do boro na cana-de-açúcar, administrando doses crescentes do referido micronutriente a seis solos do município de Piracicaba. Os locais escolhidos vêm sendo cultivados com cana-de-açúcar de longa data, nunca tendo recebido adubações específicas com micronutrientes, exceto como impurezas eventuais de alguns fertilizantes.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 1970/71, foram instalados seis ensaios de campo em diferentes solos do município de Piracicaba, SP, classificados ao nível de série, de acordo com Ranzani e colaboradores (36).

Das séries, que foram escolhidas **a priori** segundo os seus suprimentos em boro disponível (15), foram consideradas bem supridas as que apresentaram teores apreciáveis nos diversos horizontes do perfil, como Pau d'Alho, Luiz de Queiroz e Bairrinho; mal suprida, a Ibitiruna, que mostrou baixos valores; e medianamente suprida, a Sertãozinho. A Guamium não foi estudada na referida publicação (3).

As séries Luiz de Queiroz e Guamium, situadas na Usina Monte Alegre, cultivadas com cana-de-açúcar há cerca de cem anos, representam ponderável área de cultivo da gramínea no município de Piracicaba.

Os ensaios foram instalados nas seguintes glebas:

(3) Paralelamente aos ensaios de campo relatados neste trabalho, foram realizados testes biológicos (15, 19, 39) com amostras dos solos estudados. Empregando o girassol como planta-indicadora, concluiu-se serem os solos em apreço ligeiramente deficientes ou não deficientes em boro (22).

Série	Local
Sertãozinho	Campo Experimental do Departamento de Solos e Geologia, ESALQ, Piracicaba;
Ibitiruna	Propriedade de Luís Magalhães e Irmão, Bairro do Serrote, Piracicaba;
Pau d'Alho	Propriedade de Albano Zuin & Filhos, Bairro Bela Vista, estrada Piracicaba-Almeidas, Piracicaba;
Bairrinho	Propriedade de Antônio Basso & Filhos, Arraial de São Bento, Piracicaba;
Luiz de Queiroz	Fazenda Macabá, Usina Monte Alegre, Piracicaba;
Guamium	Ibidem

Foram tomadas amostras de solos pelo critério da amostragem composta (2) e efetuaram-se determinações químicas usuais pelo método adaptado por Vettori (42), cujos resultados constam do quadro 1.

Essas mesmas amostras de solo foram utilizadas para as determinações químicas de boro solúvel em água, empregando-se o método de Dible e colaboradores (21).

Efetuada a aração das glebas escolhidas, aplicou-se calcário dolomítico, que continha 28% de CaO e 18% de MgO, quando a respectiva análise química indicou necessidade do corretivo (4). Em seguida, o terreno foi gradeado, para incorporação do calcário.

Dois meses após a calagem, o terreno foi sulcado numa profundidade de aproximadamente 30 cm, e adubado de acordo com os tratamentos seguintes:

1. Testemunha geral, sem adubação (TG)
2. NPK (sem micronutriente) (NPK)
3. NPK + 1 dose de boro (10 kg/ha de bórax) (1B)
4. NPK + 2 doses de boro (20 kg/ha de bórax) (2B)
5. NPK + 3 doses de boro (30 kg/ha de bórax) (3B)
6. NPK + 4 doses de boro (40 kg/ha de bórax) (4B)
7. NPK + 1 dose de zinco (10 kg/ha de sulfato de zinco) (1Zn)
8. NPK + 2 doses de zinco (20 kg/ha de sulfato de zinco) (2Zn)
9. NPK + (2B + 2Zn)
- 10- NPK + (2B + 2Zn + Fe + Cu + Mn + Mo) (M)

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas constaram de seis linhas de cana com 1,50 m de

(*) Para as séries Bairrinho e Pau D'Alho, essa prática foi dispensável.

QUADRO 1. — Características químicas de solos do município de Piracicaba, SP, onde foram realizados ensaios de campo para verificação de efeito do boro em cana-de-açúcar (*)

SOLO	pH	C % Total	Teor trocável em e. mg/100 g de solo					H +
			PO ₄ s--	K +	Ca s +	Mg s +	Al s +	
Sertãozinho	5,3	0,84	0,11	0,06	1,76	0,43	0,53	4,93
Ibitiruna	5,0	0,42	0,23	0,13	1,22	0,30	0,67	3,10
Pau d'Alho	6,5	0,14	0,12	0,62	6,14	6,85	0,32	3,94
Bairrinho	6,4	0,99	0,10	0,64	8,08	1,76	0,29	3,30
Luiz de Queiroz	4,9	1,56	0,14	0,14	1,95	0,62	0,98	7,41
Guamium	5,0	1,56	0,13	0,15	2,24	0,48	0,88	7,39

(*) Análises realizadas em amostras de terra tomadas nos 20 cm superficiais do solo.

espaçamento e com 10 m de comprimento, constituindo bordaduras as duas linhas laterais extremas.

O nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio, na dose de 80 kg/ha de N. O fósforo, como superfosfato simples, à razão de 100 kg/ha de P_2O_5 . O potássio, como cloreto, na dose de 120 kg/ha de K_2O . O boro, sob a forma de tetraborato de sódio ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) — bórax (11% B), e o zinco sob a forma de sulfato, nas doses indicadas. O ferro divalente, o cobre e o manganês foram empregados nas formas de seus respectivos sulfatos, na base de 20 kg/ha de cada composto, e o molibdênio, na forma de molibdato de amônio, 0,5 kg/ha.

A dose total de fósforo, a metade da de potássio e do nitrogênio, toda a dose de boro e demais micronutrientes foram aplicadas nos sulcos, por ocasião do plantio e antes da distribuição das mudas de cana. O restante das doses de potássio e de nitrogênio foi aplicado em cobertura, ao lado das linhas de cana, três meses após o plantio. O boro e os demais micronutrientes foram previamente misturados com uma pequena parte do superfosfato simples, a fim de, aumentando-lhe o volume, facilitar sua aplicação no terreno. O molibdato de amônio foi aplicado dissolvido em água.

As doses, formas e parcelamentos dos fertilizantes foram baseados em trabalhos da Seção de Cana-de-Açúcar, Instituto Agrônomo (4-11, 23, 26).

A cana foi plantada em outubro de 1970, imediatamente após a sulcação e a adubação do terreno, para obter a chamada "cana-de-ano". Empregou-se a variedade CB 41-14, cujas características se encontram em trabalho de Segalla (40).

Aos cinco meses de idade das plantas, foram efetuadas amostragens de folhas para as análises de boro, tomando-se vinte folhas por parcela, nas duas linhas centrais. Folhas das posições +1, +3, e -1 foram colhidas segundo critério de Kuijper, recomendado por Van Dillewijn (41) e por Gallo e outros (27). Tal critério permite definir, de modo racional, a posição da folha no colmo, de acordo com a idade fisiológica. A folha de posição +1 é aquela cuja juntura (colarinho ou "dewlap" — parte externa da junção da lâmina com a bainha) é a primeira, a partir do ápice da cana, totalmente visível. É a mais nova folha desdobrada. As folhas mais velhas são designadas, por ordem: +2, +3, +4 etc., e as mais novas: 0, -1, -2.

Correspondendo a cada uma das citadas posições, coletaram-se as folhas retirando uma de cada posição, para cada cana. Excluída a nervura principal, utilizaram-se para análise os 20 cm centrais de cada lâmina foliar, de acordo com Evans (24), Courty e outros (20) e Gallo e outros

(27). Depois de secas a 65-70°C, as folhas foram finamente moídas em moinho Wiley de tamanho médio, de malha 20 e dotado de partes de aço inoxidável especial para trabalhos com micronutrientes.

No material assim preparado e embalado em sacos plásticos, analisou-se o boro pelo método colorimétrico da curcumina, segundo Dible e outros (21) e Lott e outros (32).

Aos doze meses de idade, a cana foi colhida e pesada, para a obtenção de dados de produção, pela transformação dos dados de kg/canteiro em t/ha. Nessa ocasião coletaram-se ao acaso, nas duas linhas centrais, dez colmos de cada parcela para as determinações tecnológicas — brix e polarização do caldo, para o cálculo do açúcar-provável por tonelada de cana.

Determinou-se o brix através do brix areométrico, graduado a 20°C (34). A polarização do caldo, preparado conforme o método do subacetato seco de Horne segundo Schmitz, citado por Meade (34), foi efetuada em polarímetro fotoelétrico Carl Zeiss, de precisão 0,005°.

O cálculo do açúcar-provável foi realizado pela fórmula de Winter-Carp-Geerlig, modificada por Arcenaux (12), com os fatores de correção 0,985 para brix, 0,97 para sacarose e 76% para extração, sendo que a eficiência das caldeiras foi modificada de 100 para 88%, segundo Aguirre (1), a fim de melhor adaptar os cálculos às nossas usinas de açúcar.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 — ENSAIOS DE CAMPO

No quadro 2 encontram-se os dados médios de produção de cana obtidos nos seis ensaios de campo.

O teste F não revelou diferenças significativas entre os tratamentos, na Série Sertãozinho, onde nem mesmo a testemunha geral, sem adubação, diferiu do tratamento adubação completa NPK sem micronutrientes, apesar de, à exceção de fósforo, tratar-se de solo mal suprido de nutrientes (quadro 1).

O teor de boro solúvel da camada superficial (Ap) encontrado nesse solo foi de 0,20 ppm, considerado médio (15). O teste com girassol demonstrou tratar-se de solo ligeiramente deficiente ou não deficiente, de acordo com o critério de Colwell (19). A administração de 0,1 ppm de boro foi suficiente para o normal desenvolvimento do girassol em altura, não havendo aumento no peso da matéria seca dessa planta pela aplicação do elemento (22). De outra parte, o teor de boro nas folhas (média das três posições consideradas), referente ao tratamento NPK, foi de 21,2 ppm (quadro 8), que, comparado com as indicações da literatura, pode ser

QUADRO 2. — Produções médias (t/ha) de cana, obtidas em ensaios de campo realizados em 1970-71, em seis solos do município de Piracicaba, SP, para o estudo do efeito da aplicação de boro em culturas da var. CB 41-14

TRATAMENTO	SOLO								Médias
	Sertãozinho	Ibitiruna	Pau D'Alho	Bairrinho	Luiz de Queiroz	Guamium			
TG	99,3	88,2	77,4	61,7	66,5	77,9			78,5
NPK	108,7	113,6	106,2	94,7	90,2	104,2			102,9
NPK + 1B	111,4	112,0	100,4	91,6	85,4	99,0			100,0
NPK + 2B	113,9	105,5	100,5	95,2	87,9	102,8			101,0
NPK + 3B	113,6	110,1	104,4	88,6	90,3	101,1			101,3
NPK + 4B	110,3	103,1	101,3	88,7	90,6	101,1			99,2
NPK + 1Zn	107,6	116,6	109,3	91,5	90,6	100,1			102,6
NPK + (2B + 2Zn)	111,7	116,1	101,4	91,8	85,7	99,7			101,1
NPK + 2Zn	109,8	115,1	112,8	95,4	89,7	102,9			104,3
NPK + M	117,3	114,1	97,3	92,3	85,1	101,6			101,3
F	2,03 n.s.	16,23 **	3,35 **	14,27 **	6,05 **	19,35 **			—
s(m)	3,4	3,7	5,2	2,6	3,0	1,7			—
C.V. %	6,1	6,8	10,3	5,9	6,9	3,5			—

** significativo a 1%

n.s. não significativo

considerado alto apesar de ser um dos mais baixos, em confronto aos demais ensaios, nos quais o teste F revelou diferenças significativas entre os tratamentos.

No quadro 3 constam as diferenças mínimas significativas fornecidas pelo teste de Duncan, na comparação das médias de produção.

Em cinco ensaios, o tratamento testemunha geral sem adubação (TG) foi estatisticamente inferior aos demais, ao nível de 5% de probabilidade. Comparando os tratamentos TG e NPK, observa-se que os aumentos devidos à aplicação dos três elementos (NPK) foram, 25,4, 28,8, 33,0, 23,7 e 26,3 t/ha, respectivamente para as séries Ibitiruna, Pau d'Alho, Bairrinho, Luiz de Queiroz e Guamium, correspondentes a 28,8, 37,2, 53,5, 35,6 e 33,8%. Comparando-os com os dados de análise química (quadro 1), verifica-se que, mesmo nos solos mais bem supridos de nutrientes, houve aumentos de produção.

No ensaio da série Ibitiruna o tratamento NPK + 4B, foi inferior aos tratamentos NPK + 1Zn e NPK + (2B + 2Zn), que não diferiram entre si. Entretanto, comparando esses três tratamentos com o NPK sem micronutrientes, não se encontrou diferença significativa na produção de cana. Os demais tratamentos adubados não diferiram entre si. Nesse solo, foi de 0,09 ppm o teor de boro solúvel obtido, considerado baixo (15). O teste do girassol demonstrou tratar-se de um solo ligeiramente deficiente ou não deficiente. Esse solo foi o que melhor reagiu à aplicação de boro, com aumentos significativos até à dose de 0,4 ppm, na altura e na matéria seca o girassol (40 cm na dose 0 e 73.7 cm).

QUADRO 3. — Diferenças mínimas significativas (Duncan, 5%) para as produções médias (t/ha) de cana-de-açúcar da variedade CB-41/14, obtidas em ensaios de campo em cinco tipos de solos do município de Piracicaba, SP, para verificação de efeitos da aplicação de boro ao solo

d.m.s. (t/ha)	SOLOS				
	Ibitiruna	Pau d'Alho	Bairrinho	Luiz de Queiroz	Guamium
D 10	12,6	17,6	8,9	10,0	5,8
D 9	12,5	17,5	8,8	9,9	5,8
D 8	12,5	17,4	8,8	9,9	5,8
D 7	12,3	17,2	8,7	9,8	5,7
D 6	12,2	17,0	8,6	9,7	5,6
D 5	12,0	16,7	8,4	9,5	5,5
D 4	11,7	16,4	8,2	9,3	5,4
D 3	11,4	15,9	8,0	9,0	5,3
D 2	10,9	15,2	7,6	8,6	5,0

na dose 0,4 ppm de B) (22). O teor de boro nas folhas (médias das três posições consideradas), correspondente ao tratamento NPK, foi de 45,8 ppm, bastante elevado.

Nas demais séries, os tratamentos adubados não diferiram entre si, indicando que o boro e os demais micronutrientes aplicados não provocaram elevação da produção de cana.

Os teores de boro solúvel no solo e as doses suficientes para o crescimento e peso da matéria seca do girassol encontram-se na relação dada a seguir:

SÉRIE	Boro solúvel no solo	Doses de B suficientes para o desenvolvimento do girassol (22)	
		altura ppm	peso seco ppm
Pau d'Alho	0,31 (teor alto)	0,0	0,4
Bairrinho	0,41 (teor alto)	0,2	0,0
Guamium	0,14 (teor médio)	0,2	0,1
Luiz de Queiroz	0,07 (teor baixo)	0,4	0,6

Os teores de boro nas folhas (médias das três posições consideradas), referentes ao tratamento NPK, mencionados no quadro 8, são bastante elevados, o que talvez possa explicar a não influência da aplicação do micronutriente à cana-de-açúcar em todos os solos.

O teste do girassol mostrou tratar-se de solos ligeiramente deficientes ou não deficientes (critério de Colwell) (22).

Realizou-se uma análise conjunta dos dados de cinco ensaios, na qual não se incluiu a série Pau d'Alho, cujo QM residual foi demasiado elevado, em comparação aos demais estudados.

No quadro 4 encontram-se os dados de produções médias e o resumo da análise conjunta dos cinco experimentos.

O teste F, a 1%, indicou diferenças significativas entre ensaios e entre tratamentos. A interação (ensaios x tratamentos) mostrou-se significativa, indicando que o comportamento dos tratamentos não foi semelhante em todos os solos.

Observa-se que a testemunha geral, sem adubação, foi inferior aos demais tratamentos e que estes não diferiram entre si.

O aumento de produção devido à aplicação de NPK foi de 23,6 t/ha, correspondendo a 30%. Não houve aumento significativo de produção de cana pela aplicação de micronutrientes, em comparação com a adubação básica NPK.

QUADRO 4. — Produções médias de cinco experimentos com cana-de-açúcar var. CB 41-14, obtidas em ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em solos do município de Piracicaba, SP

TRATAMENTO	Produções médias	
	t/ha	d.m.s. DUNCAN, 5% t/ha
TG	78,7	D 10 = 4,0
NPK	102,3	D 9 = 4,0
NPK + 1B	99,9	D 8 = 3,9
NPK + 2B	101,0	D 7 = 3,9
NPK + 3B	100,7	D 6 = 3,8
NPK + 4B	98,7	D 5 = 3,8
NPK + 1Zn	101,3	D 4 = 3,7
NPK + 2Zn	102,6	D 3 = 3,6
NPK + (2B + 2Zn)	101,0	D 2 = 3,4
NPK + M	102,1	

F	{	Tratamentos	29,22**
		Ensaio	142,21**
S (m)			3,0
C.V. %			6,0

** significativo a 1%

Em nenhum dos ensaios foram observados sintomas de deficiência de boro na cana-de-açúcar, nem tampouco, com as doses estudadas, efeitos prejudiciais sobre a produção e estado sanitário das plantas.

Mesmo nos solos que apresentaram os menores teores de boro e que mostraram menor desenvolvimento do girassol, não houve aumentos de produção da cana-de-açúcar, pela aplicação de boro nos ensaios de campo.

Alvarez & Wutke (10) não obtiveram respostas à aplicação de boro num latossolo roxo, obtendo-a, entretanto, num podzólico vermelho-amarelo, orto.

Vários trabalhos encontrados na literatura mostram que, de modo geral, não foram encontradas respostas à adição de boro na cana-de-açúcar (3, 13, 17, 18, 31, 35, 37, 38).

Evans (25) não observou sintomas de deficiência em plantações comerciais de cana, e em outro trabalho (24) comenta que a planta apresenta um sistema radicular de grande capacidade de absorção de nutrientes e que é mais resistente às deficiências de micronutrientes que muitas culturas.

Inforzato & Alvarez (30), em São Paulo, encontraram raízes de cana além de 2,10 m de profundidade, em terra-roxa-legítima, aos seis meses

de idade da planta, atingindo 3,30 m na planta adulta, sendo que 60% das raízes se encontravam nos primeiros 30 cm superficiais do solo. A cana-planta forneceu ao solo cerca de oito toneladas de raízes por hectare.

Provavelmente, tais fatos venham explicar a ausência de reação da cana-de-açúcar à aplicação de boro nos solos estudados no presente trabalho.

No quadro 5 constam os valores médios calculados para o açúcar-provável nos seis ensaios de campo, os valores de F, coeficientes de variação e os erros-padrões da média.

O teste F revelou diferenças significativas entre os tratamentos, nos ensaios realizados nas séries Bairrinho (5%), Luiz de Queiroz (1%) e Guamium (1%). Nas demais séries, não foram encontradas diferenças significativas.

Os resultados da comparação das médias de produção de açúcar-provável pelo teste de Duncan a 5%, nas três séries de solos em que o teste F revelou diferenças significativas, constam do quadro 6.

No ensaio instalado na série Bairrinho, a testemunha geral (TG), não diferindo de NPK + 1Zn e de NPK + 2B, foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos, ($p = 5\%$). O tratamento NPK + 1Zn foi inferior aos tratamentos NPK + 4B e NPK + 1B, que não diferiram entre si.

Houve, portanto, aumento significativo (7 kg/t de cana) na produção de açúcar, pela administração da adubação básica NPK em relação ao tratamento TG, sem adubação. Não houve aumentos significativos na produção de açúcar, pela administração de micronutrientes, em comparação com a adubação básica NPK.

No ensaio realizado em solo da série Luiz de Queiroz, o tratamento NPK + 3B foi significativamente inferior aos demais, ao nível de 5%. Os tratamentos NPK + 1B e TG, não diferindo entre si, foram superiores ao básico NPK. Os demais tratamentos não diferiram entre si. Houve, pois, aumento do açúcar-provável (12 kg/t de cana) pela aplicação de uma dose de B, em relação ao tratamento NPK. Por outro lado, houve redução (13 kg/t de cana) do açúcar-provável, pela administração de três doses de B ao tratamento básico NPK. Houve decréscimo de açúcar (11,8 kg/t de cana), no caso de adubação NPK em relação a TG, sem adubação.

A resposta favorável à adição de uma dose de boro é discutível, por ter a testemunha sem qualquer adubação apresentado produção de açúcar-provável maior do que o tratamento que recebeu a adubação NPK. O mesmo se deu em relação à dose 3 de boro, que fez diminuir a produção de açúcar provável, o que não ocorreu com a dose 4.

Pelo teste de Scheffé, ao nível de 5%, os tratamentos que receberam boro não diferiram do NPK sem boro, mostrando que não existe efeito do elemento.

QUADRO 5. — Produções médias de açúcar-provável (kg/t cana var. CB 41-14), em ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em seis solos do município de Piracicaba — SP

TRATAMENTO	SOLO						Médias
	Sertãozinho	Ibitiruna	Pau d'Alho	Bairrinho	Luiz de Queiroz	Guamium	
TG	119,2	116,2	122,0	111,0	120,0	116,0	117,4
NPK	107,2	109,5	118,0	118,0	108,2	111,2	112,0
NPK + 1B	109,7	113,5	118,7	122,0	120,2	117,2	116,9
NPK + 2B	111,5	119,2	117,5	117,0	118,7	100,0	114,0
NPK + 3B	106,5	115,5	121,0	119,2	95,2	117,5	112,5
NPK + 4B	112,0	118,0	114,2	123,0	118,5	112,5	116,4
NPK + 1Zn	113,0	116,0	116,7	114,5	116,7	117,2	115,7
NPK + 2Zn	108,7	118,5	116,7	119,5	118,5	112,5	115,7
NPK + (2B + 2Zn)	112,0	114,7	118,0	119,5	111,0	111,7	114,5
NPK + M	109,5	113,5	111,2	120,2	115,7	113,0	113,9
F	1,38 n.s.	1,16 n.s.	1,08 n.s.	3,12*	5,27**	6,02**	—
s (m)	3,1	2,7	3,0	2,0	3,4	2,1	
C.V. %	5,5	4,6	5,1	3,4	5,9	3,7	

* significativo a 5%

** significativo a 1%

n.s. não significativo

A comparação de todos os tratamentos que receberam NPK com o tratamento testemunha, sem adubação, não foi significativa, pelo teste de Scheffé ao nível de 5%.

No ensaio da série Guamium, ao nível de 5% o tratamento NPK + 2B foi inferior aos demais, que não diferiram entre si. Houve, portanto, um decréscimo (11,2 kg/t de cana) na produção de açúcar, pela aplicação de duas doses de B, em comparação com a adubação NPK. Pelo teste de Scheffé, ao nível de 5%, os tratamentos que receberam B não diferiram do NPK sem B, mostrando que não houve efeito depressivo do elemento na produção de açúcar-provável.

Os resultados da análise conjunta dos dados de açúcar-provável dos seis ensaios constam do quadro 7.

QUADRO 6. — Diferenças mínimas significativas (Duncan, 5%) para as produções médias de açúcar-provável (kg/t cana var. CB 41/14), obtidas em ensaios de campo em três tipos de solos do município de Piracicaba, SP, para verificação de efeitos da aplicação de boro ao solo

d.m.s.	SOLO		
	Bairrinho	L. Queiroz	Guamium
D 10	6,8	11,4	7,1
D 9	6,7	11,3	7,0
D 8	6,7	11,3	7,0
D 7	6,6	11,2	6,9
D 6	6,5	11,0	6,9
D 5	6,4	10,8	6,7
D 4	6,3	10,6	6,6
D 3	6,1	10,3	6,4
D 2	5,8	9,8	6,1

QUADRO 7. — Análise da variância conjunta dos dados de produção de açúcar-provável (kg/t cana da var. CB 41-14), em seis ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em solos do município de Piracicaba, SP

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.	F
Ensaio (E)	5	311,35	10,32 **
Tratamentos (T)	9	79,74	2,64 **
Int. Ext.	45	88,19	2,92 **
Blocos de ensaio	18	26,78	0,88 n.s.
Resíduo	162	30,17	
C.V. (%)		4,8	

** — Significativo a 1%

n.s. — não significativo

Foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos, entretanto, como houve efeito significativo da interação E x T, as conclusões serão feitas por ensaio.

Samuels e outros (37) e Samuels & Capó (38), em Porto Rico, e Mukherjee (35), na Índia, não encontraram efeitos no teor de açúcar pela aplicação de micronutrientes, inclusive B.

No quadro 8 constam os teores médios de boro, determinados nas folhas de posição +3, +1 e -1, nos seis ensaios de campo, e no quadro 9, um resumo da análise da variância desses dados.

Entre as posições das folhas foram constatadas diferenças significativas (1%) nas séries Ibituruna e Luiz de Queiroz. Os demais componentes da análise não se mostraram significativos.

Foi aplicado o teste de Duncan (5%) para comparar os teores médios de boro das três posições de folhas, nos ensaios das séries Ibituruna e Luiz de Queiroz, encontrando-se as diferenças mínimas significativas obtidas na última coluna do quadro 8.

Na série Ibituruna a folha -1 foi estatisticamente inferior às folhas +3 e +1, que não diferiram entre si.

Na série Luiz de Queiroz, as três posições de folhas diferiram estatisticamente entre si, sendo que a +3 apresentou o teor de boro mais elevado, e a -1 o mais baixo.

Fez-se um estudo conjunto de cinco ensaios. O da série Bairrinho foi excluído, por apresentar o quadrado médio residual muito baixo em relação aos demais. Os dados médios dos teores de boro são encontrados no quadro 10 e, um resumo da sua análise de variância, no quadro 11.

Foram encontradas diferenças estatísticas, ao nível de 1% de probabilidade, entre ensaios e entre posições das folhas. Entretanto, os tratamentos não influenciaram os teores de boro das folhas de cana.

As três folhas diferiram entre si, tendo a +3 apresentado o teor mais elevado de boro e a -1, o mais baixo.

Observa-se pelo quadro 10 que o teor de boro das folhas decresce linearmente, da posição +3 para a -1, isto é, da mais velha para a mais nova.

Gallo e outros (28) encontraram, para a folha + 3, de 3 a 37 ppm B e estabeleceram ser de 3 a 10 ppm a faixa de carência desse micronutriente nessa folha, em canaviais do Estado de São Paulo.

Em condições de campo, pode-se, tentativamente, estabelecer entre 5 e 10 ppm o nível ótimo de B nas folhas de cana-de-açúcar (43).

Os teores de boro obtidos nas folhas mostraram que são bem superiores aos limites propostos por esses autores, indicando que a cana, nessas condições, não necessita da aplicação de B para melhor produção. Tais observações concordam com os resultados de produção de cana obtidos.

QUADRO 8. — Teores médios de boro (ppm), em folhas de três posições, de canas da var. CB 41/14, em seis ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em solos do município de Piracicaba, SP

SOLO	Posição da folha	TRATAMENTO										S (m)	d. m. s. (Duncan, 5%)
		TG	NPK	NPK + 1B	NPK + 2B	NPK + 3B	NPK + 4B	NPK + M	Médias				
Sertãozinho	- 1	10,9	25,0	20,5	18,8	17,4	32,0	11,9	19,5	2,2			
	+ 1	20,4	24,9	11,2	20,5	22,4	15,6	22,5	19,6				
	+ 3	22,1	13,6	23,0	24,5	33,4	32,0	22,5	22,5				
	Média	17,8	21,2	18,3	21,0	24,4	26,6	18,9	21,2				
Ibitiruna	- 1	41,6	37,9	34,9	39,6	37,2	37,6	47,4	39,5	1,8	D ₅ = 5,2 D ₅ = 5,0		
	+ 1	53,9	45,7	44,1	42,5	53,7	42,2	41,1	46,2				
	+ 3	50,2	53,9	48,2	53,6	41,9	49,0	42,7	48,5				
	Média	48,6	45,8	42,4	45,2	44,3	43,0	43,7	44,7				
Pau d'Alho	- 1	32,9	39,0	33,0	41,1	39,8	39,4	44,1	38,5	2,3			
	+ 1	41,7	35,1	47,4	46,2	38,7	38,3	36,8	40,6				
	+ 3	28,1	44,2	54,2	44,6	46,9	46,5	41,2	43,7				
	Média	34,2	39,4	44,9	44,0	41,8	41,4	40,7	40,9				
Bairrinho	- 1	8,6	13,2	19,7	10,9	12,4	10,7	15,0	12,9	0,9			
	+ 1	14,6	16,4	13,7	13,4	13,0	15,1	14,2	14,3				
	+ 3	16,9	17,1	16,7	14,5	15,9	13,5	10,9	15,1				
	Média	13,4	15,6	16,7	12,9	13,8	13,1	13,4	14,1				
Luiz de Queiroz	- 1	27,2	49,2	48,5	38,8	38,0	42,9	50,9	42,2	2,0	D ₅ = 5,9 D ₅ = 5,6		
	+ 1	46,8	50,9	51,6	53,0	43,0	47,1	47,1	48,5				
	+ 3	50,9	49,3	47,9	65,1	52,2	60,0	57,0	54,5				
	Média	41,3	49,8	49,3	52,3	44,9	50,0	51,7	48,4				
Guamium	- 1	41,8	29,1	52,6	43,6	56,2	47,7	48,4	45,6	2,1			
	+ 1	39,1	47,1	40,6	50,5	53,1	46,6	50,5	46,8				
	+ 3	37,1	57,6	48,3	48,3	49,5	43,2	38,2	46,5				
	Média	39,3	44,6	48,3	47,5	53,0	45,9	45,7	46,3				
Médias	- 1	27,2	32,2	34,9	32,1	33,5	35,0	36,3	32,9				
	+ 1	36,1	36,7	34,8	37,7	37,3	34,1	35,4	36,0				
	+ 3	34,2	39,3	40,3	41,8	40,0	40,7	35,4	38,8				
	Média	32,4	36,1	36,7	37,2	36,9	36,7	35,7	36,0				

QUADRO 9. — Resumo dos resultados da análise da variância dos teores de boro (ppm) de folhas de três posições de canas da var. CB 41-14, em ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de B em solos do município de Piracicaba, SP

FONTE DE VARIACÃO	G.L.	SOLO											
		Sertãozinho		Ibitiruna		Pau d'Alho		Bairrinho		L. Queiroz		Guarumum	
		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
Tratamentos (T)	6	128,49	0,96 n.s.	51,88	0,60 n.s.	145,84	1,02 n.s.	25,32	1,23 n.s.	193,91	1,77 n.s.	203,09	1,66 n.s.
Folhas (F)	2	225,73	1,69 n.s.	619,31	7,17 **	192,02	1,35 n.s.	32,77	1,59 n.s.	1057,40	9,68 **	10,20	0,90 n.s.
Int. T x F	12	176,44	1,32 n.s.	110,72	1,28 n.s.	132,49	0,93 n.s.	26,69	1,29 n.s.	148,58	1,36 n.s.	218,16	1,78 n.s.
Biocos	3	71,79	0,54 n.s.	45,74	0,53 n.s.	44,74	0,31 n.s.	12,34	0,60 n.s.	320,52	2,93 *	16,23	0,13 n.s.
Resíduo	60	133,44		86,32		142,47		20,61		109,28		122,36	
C.V. %		54,5		20,8		29,2		32,2		21,6		23,9	

** Significativo a 1%

* Significativo a 5%

n.s. não significativo

QUADRO 10. — Teores médios de boro (ppm) nas folhas + 3, + 1 e - 1 de canas da var. CB 41-14, obtidos em ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em solos do município de Piracicaba, SP, e diferenças mínimas significativas das médias para as posições das folhas, (Duncan, 5%), para a análise conjunta de cinco ensaios

TRATAMENTO	FOLHA			
	+ 3	+ 1	- 1	MÉDIA
TG	37,7	40,4	30,9	36,3
NPK	43,7	40,8	36,0	40,2
NPK + 1B	45,0	39,0	37,9	40,6
NPK + 2B	47,3	42,6	36,3	42,0
NPK + 3B	44,8	42,2	37,7	41,6
NPK + 4B	46,1	38,2	39,9	41,4
NPK + M	40,3	39,6	40,6	40,2
MÉDIA	43,5	40,3	37,1	40,3
s (m)		0,9		
d.m.s.	D ₃ = 2,7		D ₂ = 2,7	

QUADRO 11. — Resumo dos resultados da análise da variância conjunta dos teores de boro (ppm) obtidos pela análise de três posições de folhas de cana-de-açúcar da var. CB 41-14, em cinco ensaios de campo para verificação do efeito da aplicação de boro em solos do município de Piracicaba, SP

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.	F
Ensaio (E)	4	10.241,96	96,23 **
Tratamentos (T)	6	221,02	1,86 n.s.
Int. E x T	24	125,55	1,06 n.s.
Folhas (F)	2	1.467,77	12,36 **
Int. E x F	8	131,01	1,10 n.s.
Int. T x F	12	406,80	3,42 **
Int. E x T x F	24	189,80	1,60 *
Blocos d. ensaios	15	99,81	0,84 n.s.
Resíduo	300	118,77	
CV %		27,0	

** Significativo a 1%

* Significativo a 5%

n.s. não significativo

4 — CONCLUSÕES

a) Nas doses e condições dos ensaios de campo relatados neste trabalho, a adição de boro e outros micronutrientes aos solos das séries Ibitiruna, Sertãozinho, Guamium, Luiz de Queiroz, Pau d'Alho e Bairrinho, do município de Piracicaba, SP, não apresentou reação na produção de cana e de açúcar-provável da cana-de-açúcar var. CB 41/14.

b) A adubação básica NPK elevou a produção de cana em cinco solos estudados, mas não produziu efeito positivo na série Sertãozinho. Por outro lado, elevou a produção de açúcar-provável apenas na série Bairrinho, não tendo efeito nas demais.

c) A análise foliar revelou, para todas as séries, teores de B bastante elevados em relação aos níveis críticos indicados na literatura para a cana-de-açúcar, não havendo aumento nos teores pela aplicação de doses crescentes de boro aos solos, concordando com os resultados de produção de cana e de açúcar-provável.

EFFECTS OF BORON ON SUGAR CANE CULTIVATED IN SIX SOILS OF PIRACICABA COUNTY. I. PLANT CROP

SUMMARY

The authors studied the effects of boron on the behaviour of sugar cane var. CB 41/14 through field experiments with increasing doses (0, 1, 2, 3 and 4 kg/ha B) of this micronutrient to six soils of Piracicaba county, SP, Brazil, classified at serial levels (Sertãozinho, Ibitiruna, Pau d'Alho, Bairrinho, Luiz de Queiroz, and Guamium).

Boron did not influence cane growth nor sugar content. Leaf analysis showed high levels independently of the amount of boron added to the soils, revealing their good supplying.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE JUNIOR, J. M. Relatório da Seção de Cana, para o ano de 1940. Campinas, Instituto Agrônomo, 1940. (datilografado)
2. ANDA. Manual de Adubação. S. Paulo, Associação Nacional para a Difusão de Adubos, 1970. 268 p.
3. ANDERSON, J. Trace element trials. Cane Growers' Quaterly Bull. 18:117, 1955.
4. ALVAREZ, R. Maior safra com NPK e calcário. Guia Rural 1966/67. (Ed. especial de Cooperçotia)
5. ——— & FREIRE, E. S. Adubação da cana-de-açúcar. VI — Fracionamento da dose de potássio. Bragantia 21:31-43, 1962.

6. ALVAREZ, R.; OMETTO, J. C.; WUTKE, A. C. P. & outros. Adubação da -de-açúcar. XI — Experiências com diversos fosfatos (1961 a 1963). *Bragantia* 24:97-107, 1965.
7. ———; SEGALLA, A. L. & CATANI, R. A. Adubação da cana-de-açúcar. III — Fertilizantes nitrogenados. *Bragantia* 17:141-146, 1958.
8. ———; SEGALLA, A. L.; WUTKE, A. C. P. & FREIRE, E. S. Adubação da cana-de-açúcar. VIII — Adubação mineral em solo massapê-salmourão (1957-1958). *Bragantia* 22:657-675, 1963.
9. ALVAREZ, R.; VERDADE, F. C. & OLIVEIRA, H. Fracionamento da dose de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar. *Bragantia* 22:LI-LIV, 1963. (Nota 12)
10. ——— & WUTKE, A. C. P. Adubação da cana-de-açúcar. IX. Experimentos preliminares com micronutrientes. *Bragantia* 22:647-650, 1963.
11. ALVAREZ, R. & outros. Adubação da cana-de-açúcar. Adubação NPK em latossolo roxo. (Em preparo para publicação)
12. ARCENEUX, G. A simplified method of making theoretical sugar yield calculations. *International Sugar J.* 38:264-265, 1935.
13. AYRES, A. S. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugar cane on low silicon soils. *Soil Sci.* 101(3):216-227, 1966.
14. BOWEN, J. E. Some physiological effects of variable boron and zinc levels on sugar cane. *Sugar News* 45(4):205-209, 1969.
15. BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, USP, 1965. 135p. (Tese de livre docência, mimeog.).
16. ———. Levantamento do teor de zinco em alguns solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, USP, 1974.
17. CHEONG, Y. W. Y. Trace element status of cane in Mauritius. *Mauritius Sugar Ind. Res. Inst. Ann. Rep.*, 1969. p.83-86.
18. CLEMENTS, H. F. Factors determining the response of sugar cane to calcium carbonate in Hidrol Humic Latosols. *Proc. 11th. Congr. ISSCT, Mauritius*, 1962. p.140-161.
19. COLWELL, W. E. A biological method for determining the relative boron contents of soils. *Soil Sci.* 56:71-94, 1943.
20. COURY, T. & outros. A diagnose foliar na cana-de-açúcar. I Resultados preliminares. Piracicaba, ESALQ, 1957. 28p.
21. DIBLE, W. T.; TRUOG E. & BERGER, K. C. Boron determination in soils and plants. Simplified curcumin procedure. *Anal. Chemistry* 26:418-421, 1954.
22. ESPIRONELO, A.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do & IGUE, T. Avaliação do boro assimilável e provas de respostas, pelo método biológico do girassol, à administração desse elemento e alguns solos cultivados com cana-de-açúcar. *Bragantia* 35:221-236, 1976.
23. ——— & OLIVEIRA, H. Orientação geral para a adubação da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomico, 1972. 16p. (Boletim 201)
24. EVANS, H. Studies on mineral nutrition of sugar cane in British Guiana. II. The mineral status of sugar cane as revealed by foliar analysis. *Trop. Agric.* 32:295-322, 1955.

25. EVANS, H. Elements other than nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. Proc. 10th. Congr. ISSCT. Hawaii, 1959. p.473-508.
26. FREIRE, E. S.; ALVAREZ, R. & WUTKE, A. C. P. Adubação da cana-de-açúcar. XIII — Estudo conjunto de experiências com diversos fosfatos, realizadas entre 1950 e 1963. *Bragantia* 27:421-436, 1968.
27. GALLO, J. R.; ALVAREZ, R. & ABRAMIDES, E. Amostragem em cana-de-açúcar, para fins de análise foliar. *Bragantia* 21:899-921, 1962.
28. HIROCE, R. & ALVAREZ, R. Levantamento do estado nutricional de canaviais de São Paulo, pela análise foliar. *Bragantia* 27:365-382, 1968.
29. HUMBERT, R. P. Los nutrientes que la caña necesita. *Agricultura de las Américas*, Septiembre, 1970. p.14.
30. INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. Co. 290, em solo tipo terra roxa legítima. *Bragantia* 16:1-13, 1957.
31. LANDRAU JUNIOR, P. & SAMUELS, G. Results of lime and minor element fertilizer research in Puerto Rico, 1949-1950. *J. Agric. Univ. P. Rico*. 40:224-233, 1956.
32. LOTT, W. L.; McCLUNG, A. C.; VITTA, R. de & GALLO, J. R. Levantamento de cafezais pela análise foliar, em São Paulo e Paraná. São Paulo, IBEC Res. Institute, 1961. 69p. (Boletim 26)
33. MARTIN, J. P. Boron deficiency symptoms in sugar cane. *Hawaiian Planters' Record* 38(1):95-107, 1934.
34. MEADE, G. P. Cane sugar handbook (A manual for cane sugar manufactures and their chemists). N. York, John Wiley, 1963. 845p.
35. MUKHERJEE, K. L. Effect of microelement fertilization on the yield and juice quality of sugar cane. *Sci. and Cult.* 34:125-126, 1968.
36. RANZANI, G.; FREIRE, O & KINJO, T. Carta de Solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, Centro de Estudos de Solos, 1966. 64p.
37. SAMUELS, G.; LUGO-LOPES, M. A. & LANDRAU JUNIOR, P. Influence of fertilizers on sucrose content of sugar cane. *Sugar* 47(11):49-51, 1952.
38. ——— & CAPÓ, B. G. Research with sugar cane fertilizers in Puerto Rico, 1910-54. Rio Piedras, P. Rico, Univ. of Puerto Rico, 1956.
39. SCHUSTER, C. E. & STEPHENSON, R. E. Sunflower as an indicator plant of B deficiency in soils. *J. Amer. Soc. Agron.* 32:607-621, 1940.
40. SEGALLA, A. L. Botânica, melhoramento e variedades. In: Inst. bras. Potassa, ed. Cultura e Adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, Inst. bras. Potassa, 1964. p. 61-98.
41. VAN DILLEWIJN, C. Botany of sugar cane. Massachussets, Waltham, Chr. Bot., 1952. 371p.
42. VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, E.P.E., M.A., 1969. 24p. (Boletim 7)
43. VENEMA, K. C. W. Deficiency symptoms of some elements as manifested by sugar cane. *Potash and trop. Agriculture* 2:50-55, 1959.