

FONTES E DOSES DE SÓDIO NO CRESCIMENTO E NA
CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)

HEROLDO WEBER

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ RENATO SARRUGE

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1983

À Rosalba, Flávia e Betina
Aos meus pais

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge.

Ao Prof. Dr. Antonio Roque Dechen.

Ao Eng^o Agr^o Demetrio Ferreira de Azeredo.

Ao Eng^o Agr^o Dr. José Orlando Filho.

À Eng^a Agr^a Joana Rita Vieira.

Ao Paulo Roberto Gomes Barreto.

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral
de Plantas, do Departamento de Química da
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Quei-
roz", Universidade de São Paulo.

Ao Planalsucar.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	
SUMMARY	
1 . INTRODUÇÃO	1
2 . REVISÃO DE LITERATURA	3
3 . MATERIAL E MÉTODOS	13
4 . RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 . Crescimento	17
4.2 . Nitrogênio	27
4.3 . Fósforo	31
4.4 . Potássio	35
4.5 . Cálcio	37
4.6 . Magnésio	40
4.7 . Enxofre	43
4.8 . Boro	48
4.9 . Cobre	50
4.10. Ferro	52
4.11. Manganês	55
4.12. Zinco	59
5 . CONCLUSÕES	63
6 . LITERATURA CITADA	65

LISTA DE TABELAS

	Página
1 . Peso de matéria seca (mg/planta) das partes das plantas em função dos tratamentos (média de 4 repetições)	18
2 . Resumo da análise de variância dos valores de peso de matéria seca de raízes, colmos e folhas , das cultivares de cana-de-açúcar, em função da fonte e dose de sódio na solução nutritiva	19
3 . Equações de regressão dos valores de peso de matéria seca de raízes, colmos e folhas de cultivares de cana-de-açúcar, obtidas em função da fonte e dose de sódio, e o coeficiente de determinação (R^2)	20
4 . Concentração de nitrogênio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	28
5 . Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas, em função da fonte e dose de sódio	29

	Página
6 . Equações de regressão dos teores de nitrogênio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	30
7 . Concentração de fósforo (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	32
8 . Equações de regressão dos teores de fósforo (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	33
9 . Concentração de potássio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	35
10. Equações de regressão dos teores de potássio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	36
11. Concentração de cálcio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	38

	Página
12. Equações de regressão dos teores de cálcio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	40
13. Concentração de magnésio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	41
14. Equações de regressão dos teores de magnésio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	42
15. Concentração de enxofre (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	44
16. Equações de regressão dos teores de enxofre (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	45
17. Concentração de boro (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	47

18. Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de boro, ferro, manganês e zinco nas folhas, em função da fonte e dose de sódio na solução nutritiva	48
19. Equações de regressão dos teores de boro (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	49
20. Concentração de cobre (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função das doses de Na_2SO_4	50
21. Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de cobre, em função das doses de Na_2SO_4	51
22. Equações de regressão dos teores de cobre (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das doses de sulfato de sódio (x) na solução nutritiva	52
23. Concentração de ferro (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	53

	Página
24. Equações de regressão dos teores de ferro (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.....	54
25. Concentração de manganês (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	56
26. Equações de regressão dos teores de manganês (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	58
27. Concentração de zinco (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos	60
28. Equações de regressão dos teores de zinco (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva	60

FONTES E DOSES DE SÓDIO NO CRESCIMENTO E NA CONCENTRAÇÃO DE
NUTRIENTES EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*)

Candidato: Heroldo Weber

Orientador: Prof. Dr. José Renato Sarruge

RESUMO

Mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), das cultivares CB45-3, RB70194, RB725828, NA56-79 e CP51-22, foram transplantadas para recipientes contendo solução nutritiva (15 litros), recebendo doses de 0, 69, 138, 207 e 276ppm de sódio, fornecido na forma de sulfato e cloreto, com os objetivos de: (a) verificar a influência de fontes de sódio no crescimento inicial das cultivares, através da produção de matéria seca; (b) determinar o efeito dos sais de sódio (Na_2SO_4 e NaCl) sobre a concentração de nutrientes nas folhas, e, (c) observar diferenças no comportamento das cultivares.

Oitenta dias após o transplante, as plantas foram coletadas e separadas em: raízes, colmos + bainhas e folhas. Determinaram-se as produções de matéria seca das partes e as concentrações de macro e micronutrientes, nas folhas, exceto Cl e Mo.

Foram obtidas equações de regressão, através de

dados calculados, de produção de matéria seca de raízes, colmos + bainhas e lâminas, e das concentrações de nutrientes nas folhas, em função da fonte e dose de sódio.

Os resultados mostram que:

- Ambas as formas, sulfato de sódio e cloreto de sódio, foram prejudiciais para o crescimento inicial das cultivares de cana-de-açúcar: CB45-3, RB70194, RB725828, NA56-79 e CP51-22, evidenciando o efeito tóxico do ion específico, sódio.

- As cultivares apresentaram, entre si, comportamento diferenciado.

- Não foi possível avaliar de maneira genérica os efeitos das fontes de sódio, uma vez que, os mesmos foram produtos de interações com dosagens e cultivares.

- O sulfato de sódio apresentou, em determinadas faixas de concentrações e cultivares, efeitos benéficos sobre a produção de matéria seca e a concentração de nutrientes.

- Independente da forma, sulfato ou cloreto, teores de sódio, na solução, superiores a 200ppm, em média, afetaram negativamente a acumulação de matéria seca das raízes, colmos e folhas.

- Os sais, sulfato e cloreto de sódio, provocaram nos teores de macro e micronutrientes nas folhas das cul-

tivares efeitos predominantes no sentido de:

<u>Cultivar</u>	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl
	Acrêscimos nos teores		Decrêscimos nos teores	
CB45-3	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	K,Mg,B,Mn,Zn	P	N,P,Ca,S
RB70194	N,P	P,K,B,Fe,Mn,Zn	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	Mg,S
RB725828	N,K,Ca,Mg	P,K,Mg,B,Fe,Mn,Zn	P,Mn	N,S
NA56-79	Mn	P,Mg,B,Mn	P,K,Ca,Fe,Zn	N,Ca,S
CP51-22	N,Fe,Mn,Zn	P,B,Mn	P,Ca	N,Ca,Mg,S

SOURCES AND DOSAGES OF SODIUM IN SUGARCANE (*Saccharum spp*)
GROWTH AND IN NUTRIENT CONCENTRATION.

Author: Heroldo Weber
Adviser: Prof. Dr. José Renato Sarruge

SUMMARY

Sugarcane (*Saccharum spp*) cuttings of cultivars CB45-3, RB70194, RB725828, NA56-79 and CP51-22 were transplanted to recipients containing nutritive solution (15 liters) to which 0, 69, 138, 207, and 276 ppm sodium (in the form of sulphate and chloride) were added. The objectives of this trial were: (a) to assess the influence of sodium sources on the initial growth of each cultivar, through production of dry matter; (b) to determine the effect of sodium salts (Na_2SO_4 and NaCl) on nutrient concentration in leaves; and, (c) to observe differences in behavior of the cultivars.

Eighty days after transplant, the plants were collected and separated into: roots, stalks + sheaths, and leaves (blades). Dry matter production of the various parts and macro- and micro- nutrients (except chloride and molybdenum) concentrations in leaves were determined.

Regression equations were obtained through data calculated on dry matter production from roots, stalks +

sheaths, and leaves, as a function of sodium source and dosage.

The results show that:

- Both forms - sodium sulphate and chloride - impaired the initial growth of sugarcane cultivars CB45-3, RB70194, RB725828, NA56-79 and CP51-22, showing the toxic effect of the specific ion, sodium.

- The various cultivars exhibited different behaviors.

- It was not possible to make an overall assessment of the effect of sodium sources, since these were products of dosage and cultivar interactions.

- For certain concentration ranges and cultivars, sodium sulphate brought about beneficial effects on dry matter production and nutrient concentration.

- Sodium contents (regardless of the form, sulphate or chloride) above an average of 200 ppm in the solution exerted a negative effect on dry matter accumulation in roots, stalks and leaves.

- The salts - sodium sulphate and chloride - exerted the following predominant effects on macro- and micro-

nutrient content in cultivar leaves:

Cultivar	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl
	Increases in contents		Decreases in contents	
CB45-3	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	K,Mg,B,Mn,Zn	P	N,P,Ca,S
RB70194	N,P	P,K,B,Fe,Mn,Zn	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	Mg,S
RB725828	N,K,Ca,Mg	P,K,Mg,B,Fe,Mn,Zn	P,Mn	N,S
NA56-79	Mn	P,Mg,B,Mn	P,K,Ca,Fe,Zn	N,Ca,S
CP51-22	N,Fe,Mn,Zn	P,B,Mn	P,Ca	N,Ca,Mg,S

1. INTRODUÇÃO:

A vasta extensão do território brasileiro, juntamente com a tradição do cultivo da cana-de-açúcar e atualmente a crescente produção de álcool incentivada através dos recursos do Programa Nacional do Álcool, determinaram a expansão desta cultura para novas áreas, nas quais muitas vezes verificam-se problemas não encontrados nas regiões produtoras tradicionais, pois estas geralmente apresentam clima e solo favoráveis ao desenvolvimento desta cultura. De acordo com IAA-PLANALSUCAR (1980) a área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil em 1980 apresentou um acréscimo de 7,11% em relação a 1979.

Entre os problemas que poderão surgir em áreas de expansão ou em áreas tradicionais, com a implantação de novas práticas, está a salinidade do solo.

Na Região Norte Fluminense, pode-se constatar através dos resultados de condutividade elétrica, determinados pela Seção de Solos e Adubação do IAA-PLANALSUCAR, que mui-

tas áreas da Baixada de Campos-RJ apresentam índices elevados de salinidade, prejudicando o rendimento agrícola e industrial da cultura de cana-de-açúcar. Esta situação poderá se ampliar com a implantação do Projeto de Irrigação proposto para a região, caso não se faça um manejo adequado da água.

Apesar de haver alta correlação negativa entre salinidade e produtividade, sua influência no desenvolvimento e nutrição mineral da cana-de-açúcar no Brasil, não tem merecido atenção, o que nos levou a propor este trabalho com os seguintes objetivos.

- verificar a influência de fontes de sódio no crescimento inicial de cinco cultivares de cana-de-açúcar, através da produção de matéria seca,
- determinar o efeito dos sais de sódio (Na_2SO_4 e NaCl) sobre a concentração de nutrientes nas folhas, e,
- observar diferenças no comportamento das cultivares.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os problemas decorrentes da salinidade do solo no desenvolvimento da cana-de-açúcar têm merecido diversos estudos, nos quais, observa-se que as concentrações elevadas de sais no substrato podem afetar esta cultura desde a germinação até o final de seu ciclo, no rendimento agrícola e industrial.

Salinidade e Germinação:

BARNES (1964), cita que os sais, quando em excesso, podem diminuir ou até inibir a germinação da cana-de-açúcar. SHEN e TUNG (1964), verificaram, em ensaios conduzidos em casa de vegetação, que havia decréscimo na germinação e no desenvolvimento das raízes da cana-de-açúcar, quando elevava-se a concentração de NaCl. Os estudos de RIZK e NORMAND (1966), mostram que a cultivar CP47-193 não germinava quando a concen

tração de sais no solo era de 0,91% a 1,5%.

O efeito salino sobre a germinação da cana-de-açúcar pode manifestar-se em diferentes intensidades de acordo com a cultivar.

FOGLIATA e ASO (1964), verificaram em experimentos conduzidos em áreas com diferentes teores de sais no solo, que a cultivar CP29-116 comportou-se como mais tolerante quando comparada com as cultivares CP34-120 e TUC2645.

LIU (1967), estudando o comportamento de 10 cultivares de cana-de-açúcar, em relação a tolerância à salinidade, observou que com condutividade elétrica (C.E.)^{*} de 5 mmhos/cm algumas cultivares já apresentavam redução na germinação, enquanto que a cultivar PR1028 era capaz de desenvolver-se em solos que apresentavam condutividade elétrica de 20 mmhos/cm.

BONNET (1968), verificou que para uma condutividade elétrica de 8 mmhos/cm a cultivar POJ28-78 germinava, porém não se desenvolvia, sendo que, para a cultivar Co290 esta condição provocava a morte.

VALDIVIA e PINNA (1977), estudando a cultivar H32-8560, em condições de campo, encontraram alta correlação negativa ($R= 0,80^{**}$) entre germinação e salinidade do solo; os autores concluíram que para se obter boa germinação (> 85%) seria necessário que a salinidade fosse menor que 5 mmhos/cm; havendo forte redução na germinação (50%) para uma condutividade elétrica do solo de 9,7 mmhos/cm.

(*) Condutividade Elétrica obtida em pasta saturada.

Salinidade e Rendimento Agrícola:

Além do efeito depressivo causado à germinação, a salinidade pode exercer grande influência no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. ROBINSON e WORKER (1965), relatam que quando a condutividade elétrica do solo tornava-se ligeiramente superior a 4,2 mmhos/cm havia redução de 50% na produção da cana-de-açúcar.

SHOJI e SUND (1965), concluíram que a C.E. do solo acima de 4 mmhos/cm afetava severamente o crescimento da cana-de-açúcar. Estudando as cultivares NCo, BERNSTEIN *et alii* (1966), verificaram que a condutividade elétrica ao redor de 3 mmhos/cm diminuía o rendimento agrícola, das mesmas, em 10%; quando a C.E. atingia 5 mmhos/cm a redução no rendimento passou para 25%.

SYED e EL-SWAIFY (1972), encontraram que as cultivares H50-7209 e NCo310 tiveram suas produções reduzidas em 23% e 45% respectivamente, quando plantadas em solos apresentando 8 mmhos/cm de C.E. De acordo com SUND e CLEMENTS (1974), a condutividade elétrica do solo próxima a 3 mmhos/cm já é suficiente para reduzir o rendimento agrícola de muitas cultivares de cana-de-açúcar.

BARRETO e VALDIVIA (1979), encontraram em solos jovens e altamente salinos, e na presença da cultivar H32-8560, redução de 15% na produção quando os teores de sais no solo eram de 0,6% (ou 7,6 mmhos/cm); para 0,85% de sais (ou

11,2 mmhos/cm) havia um declínio de 50% na produção; Valdivia (1978) citado pelos autores, observou que para C.E. superiores a 3,5 - 4 mmhos/cm havia decréscimo em produção da cana-de-açúcar, e que este efeito se tornava mais drástico quando a cultura tinha maior idade (26,5 meses) do que para canas de 15,5 meses.

FASIHI e AHMAD (1967), testando o comportamento de 25 cultivares de cana-de-açúcar a diferentes teores de sais no solo, observaram que as cultivares CoL33; CoL54 ; CoL38 e CoL48, davam consideravelmente melhores resultados, sugerindo, que a utilização de cultivares mais tolerantes, aos efeitos dos sais, seria uma prática que permitiria a utilização de áreas com problemas salinos não muito severos.

Salinidade e Rendimento Industrial:

Entre os primeiros estudos relativos aos problemas da salinidade na qualidade industrial da cana-de-açúcar encontra-se ZERBAN (1913), verificando que a elevação da concentração de sais no solo provocava decréscimo na qualidade industrial, citando que a 0,23% de sais no solo o caldo apresentava: brix= 21,0%, sacarose= 18,3%, glicose= 1,3% e pureza= 87,1%; quando a porcentagem de sais passava para 0,46 tinha-se: brix= 19,3, sacarose= 15,5, glicose= 2,5% e pureza= 80,3%.

MANNOF (1939), relata que a irrigação com água salina elevava o teor de sais no solo, os quais aumentavam os teores de cinzas do caldo, ocorrendo, aumento na produção de melação e prejuízos na qualidade industrial, através do decréscimo do brix, sacarose e pureza. Resultados semelhantes são apresentados por POE (1942), sugerindo não cultivar-se a cana-de-açúcar em regiões com teores de NaCl no solo superiores a 0,15%.

Segundo EVANS (1959), a redução do rendimento industrial manifestada pela cana, em solos salinos, está ligada aos baixos teores de N e P na folha resultante do efeito inibidor do ion cloreto sobre a absorção destes nutrientes.

FOGLIATA e ASO (1964), observaram em estudos de campo que o crescimento e o conteúdo de sacarose não foram afetados quando a C.E. do solo era menor que 0,73 mmhos/cm (0,043% de sais), no entanto estas duas características diminuíam para C.E. superiores a 1,95 mmhos/cm (0,102% de sais); estes autores concluem que os sais do solo afetam desfavoravelmente o rendimento sacarino principalmente de duas formas: incrementando a atividade das carbohidrases e elevando o conteúdo de cinzas no caldo, que, por suas propriedades melacigênicas darão maior produção de melação em detrimento da quantidade de açúcar cristalizado.

MARETZKI *et alii* (1972), citam que houve elevação na acumulação de sacarose, acompanhada pela baixa concentração de açúcares redutores e pelo decréscimo da atividade

da invertase quando diminuía-se o potencial osmótico do solo.

HUMBERT (1973), relata que a cana-de-açúcar procedente de terrenos salinos apresenta caldo de baixa qualidade com alto conteúdo de sais que tendem a aumentar as incrustações durante o cozimento.

Salinidade e Nutrição:

JOSHI e NAIK (1980), utilizaram diferentes fontes de sais: NaCl; Na₂SO₄; MgCl₂ e MgSO₄, para verificar seus efeitos no desenvolvimento da cultivar Co740, as plantas cresceram em solução nutritiva e receberam concentração dos diferentes sais para produzir no substrato C.E. de 10 mmhos/cm, os resultados mostram que: a salinidade provocada pelo sulfato foi mais tóxica do que a do cloreto, causando, maior inibição no crescimento, redução na síntese de clorofila e na atividade da PEPcase, e decréscimo na absorção de K e Ca, mas estimulou a redutase do nitrato; o grau de toxidez dos diferentes ions em ordem decrescente foi SO₄⁻² > Na⁺ > Cl⁻ > Mg⁺². Os estudos de HAYWARD e WALDEIGH (1949), relatam que o ion sulfato restringe a absorção de Ca e promove a do Na.

A observação de que o sulfato é mais tóxico para a cana-de-açúcar do que o cloreto é confirmada por JOSHI e NAIK (1977).

De acordo com FOGLIATA e ASO (1964) a sensibilide

dade das plantas ao ion sulfato parece estar relacionada com a tendência de que altas concentrações de sulfato limitam a absorção do cálcio, aumentando as de sódio e potássio alterando o balanço catiônico na planta. Pois conforme MILLAR (1955), o conteúdo equivalente catiônico, particularmente de Ca, Mg e K, de uma planta é aproximadamente constante.

O maior grau de toxidez de um sal, segundo RIZK e NORMAND (1969), pode ser devido a fatores do meio ambiente e inerentes à cultivar, e relatam que a toxidez dos ions, em cana-de-açúcar cultivada na Louisiana, segue a ordem: $\text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Ca}^{+2}$.

SYED e EL-SWAIFY (1973), encontraram redução nos teores de nitrogênio quando a NCo310 e H50-7209 se desenvolveram na presença de NaCl e Na_2SO_4 , em solos com C. E. de 2, 4, 6 e 8 mmhos/cm, provocados pelos respectivos sais.

JOSHI e NAIK (1980), trabalhando com a 'Co740' em solução nutritiva com C.E. de 10 mmhos/cm, provocada por NaCl, Na_2SO_4 , MgCl_2 e MgSO_4 , observaram acréscimo na concentração de N que coincidia com a estimulação da redutase do nitrato. Aumentos nos teores de aminoácidos, em folhas de cana-de-açúcar, estimulados pela concentração de sais, são relatados por KORTSCHACK (1975).

SYED e EL-SWAIFY (1973) verificaram os efeitos de NaCl, Na_2SO_4 e água do mar, em concentrações que correspondiam 2, 4, 6 e 8 mmhos/cm, na composição das cultivares NCo310 e H50-7209 concluindo que: o teor de K permaneceu inalterado com as doses de NaCl e água do mar, mas decresceu

com as de Na_2SO_4 ; o conteúdo de Ca foi reduzido em todos os tratamentos, sendo mais acentuado na presença de Na_2SO_4 ; o Mg apresentou acréscimos em sua concentração, nos diferentes tratamentos; o teor de P não sofreu alteração na cultivar NCo 310, mas aumentou significativamente na H50-7209. INSTITUT OF SUGAR RESEARCH (1973) estudando as cultivares UCW5465 e HJ 5747 não encontrou correlação entre os teores de P e níveis de salinidade.

RICHARDS (1973), relata que em geral o aumento do teor de sódio no substrato resulta em decréscimo de acumulação de cálcio, magnésio e potássio na planta; muitas espécies vegetais são mais sensíveis ao sulfato do que ao cloreto, quando em concentrações isosmóticas; a sensibilidade das plantas a altas concentrações de sulfato é devido à limitação na absorção do cálcio.

IYENGAR *et alii* (1977) observaram que a medida que elevava-se a concentração de Na na solução nutritiva, havia redução no crescimento e elevação nos teores de K, Ca e Mg nas folhas das cultivares Co419 e Co577.

HASSAN *et alii* (1970a), encontraram correlação negativa entre teores dos sais Na_2SO_4 , MgSO_4 e CaCl_2 no solo, causando uma condutividade elétrica de 16 mmhos/cm, e a absorção de P, K, Ca, Fe e Cu, em plantas de cevada.

HASSAN *et alii* (1970b) concluem que nas folhas e caule de milho ocorreram decréscimos no acúmulo de P, K, Ca, Fe, Cu e Mn quando cultivado em solos com C.E. de 16 mmhos/cm,

induzida por Na_2SO_4 , MgSO_4 e CaCl_2 . MARTIN e BINGHAN (1954) , relatam que a adição de sódio pode resultar em uma grande transferência de potássio das raízes para a parte aérea das plantas.

BONNET (1953), observou que em solos salinos com 0,53 a 1,19% de NaCl e com uma relação Ca/Na entre 2,5 a 3,1 a cana-de-açúcar apresentava seu crescimento bastante reduzido; mas desenvolvia-se satisfatoriamente, quando o solo salino tinha 4,5 a 11,4% de Na e a relação Ca/Na estava entre 12 a 19,4.

SYED e EL-SWAIFY (1972), concluem que: comparativamente o efeito da concentração de sais é maior do que o causado pelo tipo de sal empregado, sugerindo desta maneira que o efeito osmótico seja mais responsável pelos prejuízos causados pela salinidade na cana-de-açúcar do que o efeito tóxico ou específico de um ion.

HUMBERT (1973), referindo-se aos sintomas provocados pela salinidade na cana-de-açúcar faz a seguinte descrição: a absorção de excesso de sais solúveis queima a ponta das folhas jovens e as margens das folhas velhas; a folhagem murcha indicando as dificuldades que esta passando a cultura para absorver a água necessária para seu desenvolvimento normal; os entrenós tornam-se curtos; em estágio mais avançado as folhas velhas secam seguidas das mais novas, até finalmente a seca do palmito e a morte da planta.

De acordo com MASS e HOFFMAN (1977), a cana-de-açúcar é um cultivo semi-tolerante à salinidade do solo, ini

ciando decréscimos na produção quando a C.E. do extrato de sa
turação atinge 1,7 mmhos/cm, acima deste limite, para cada u-
nidade de salinidade verifica-se um decréscimo de 5,9% na pro
dução.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirões", Piracicaba-SP, iniciado em 17-3-81.

Utilizou-se as cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): CB45-3; RB70194; RB725828; NA56-79 e CP51-22, procedentes da Seção de Melhoramento da Coordenadoria Regional Sul do IAA-PLANALSUCAR, em Araras-SP.

Após a obtenção de gemas isoladas, de acordo com o sistema apresentado por SILVA (1975), as mesmas foram colocadas em bandejas plásticas contendo areia grossa lavada. Após a germinação as mudas receberam uma irrigação semanal com solução nutritiva completa conforme descrito por SARRUGE (1975), até atingirem aproximadamente 10cm de altura, aos 35 dias.

Neste estágio de desenvolvimento procedeu-se o transplante, de 4 mudas da mesma cultivar para recipiente plástico, com capacidade para 15 litros de solução. Estes recipientes foram subdivididos internamente com chapas de PVC para

separação das cultivares, e revestidos externamente com lona plástica preta, para evitar a penetração de luz e controlar o desenvolvimento de algas. Empregou-se espuma de plástico para a fixação das plantas em copos de polietileno (usado para café). Fez-se o controle da aeração das soluções através de capilares. O esquema representado na figura 1 é o mesmo que foi utilizado por AZEREDO (1982).

Após o transplante as mudas receberam solução nutritiva completa, segundo SARRUGE (1975), durante 30 dias até apresentarem aspecto uniforme, quando tiveram início os tratamentos com 5 níveis de sódio provenientes de 2 fontes (NaCl e Na_2SO_4). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com esquema de parcelas subdivididas e 4 repetições. As concentrações de sódio nas soluções nutritivas dos diferentes tratamentos foram:

Fontes de Na	Concentrações de Na (ppm)
Na_2SO_4 (0,5M)	0; 69; 138; 207; 276 + Solução nutritiva completa
NaCl (M)	0; 69; 138; 207; 276 + solução nutritiva completa

As soluções nutritivas acrescidas de doses de Na eram renovadas a cada 10 dias.

Decorridos 50 dias do início dos tratamentos, as plantas foram colhidas e separadas em raízes; colmos + bainhas (considerada colmo) e lâminas (consideradas folhas) e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar à

70 - 75°C até atingir peso constante.

Após a pesagem da matéria seca das partes consideradas, procedeu-se a moagem das folhas em moinho tipo Wiley, com peneira 20. Os teores de macro e micronutrientes nas folhas, exceto Cl e Mo, foram determinados analiticamente de acordo com a metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1974).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância conforme PIMENTEL GOMES (1977), determinou-se equações de regressão até 3º grau, sendo considerada como representativa a equação significativa de maior grau.

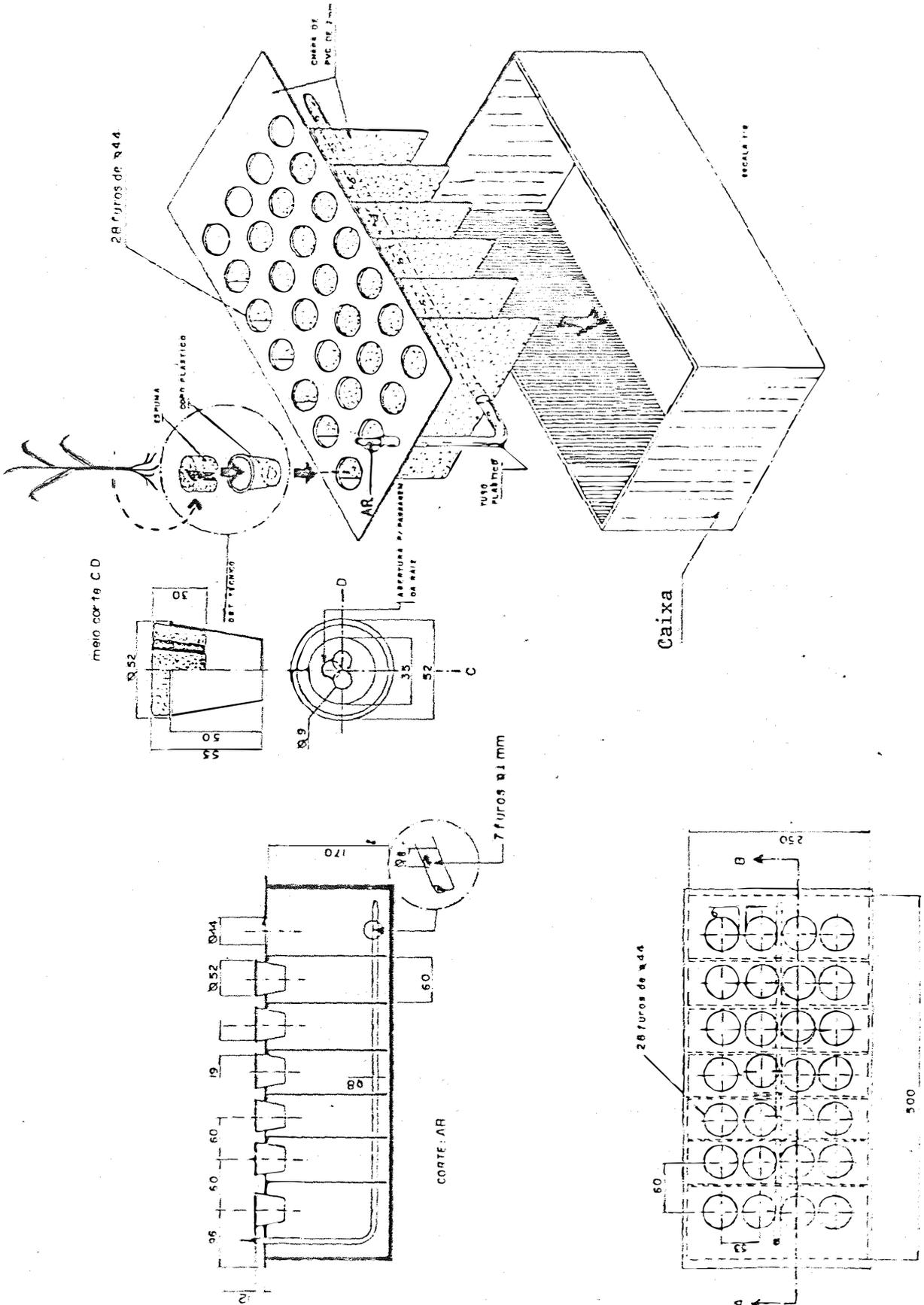


Figura 1: Detalhes da unidade experimental, com as dimensões expressas em mm. (AZEREDO, 1982).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CRESCIMENTO

O peso médio de matéria seca das partes das plantas, em função dos tratamentos, o resumo da análise de variância e as equações de regressão podem ser observadas nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Os resultados mostram que para as diferentes partes houve efeito de dose e cultivar, interagindo com fonte.

As produções de matéria seca de raízes, colmos e folhas da cultivar CB45-3, submetida ao tratamento com Na_2SO_4 , e de colmos no tratamento com NaCl , foram ajustadas regressões cúbicas com os seguintes parâmetros:

Tabela 1. Peso de matéria seca (mg/planta) das partes das plantas em função dos tratamentos (média de 4 repetições).

Partes das Plantas	Doses de sódio (ppm)										
	0		69		138		207		276		
	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	
	mg/planta										
CB45-3	Raízes	1606	2406	956	1700	812	1243	1625	1337	743	993
	Colmos	3231	5625	2756	2947	2281	2612	4737	2812	1331	1862
	Folhas	4000	5256	3731	4145	2937	3275	5581	3143	2237	2168
RB70194	Raízes	1600	1518	302	1243	343	875	1031	1081	731	937
	Colmos	3443	2562	862	2211	762	1518	1706	2168	1325	1356
	Folhas	3950	3412	1370	2818	1150	1875	2318	2418	1962	1612
RB725828	Raízes	1656	1943	850	1000	631	687	812	1077	606	937
	Colmos	2312	4075	2225	1706	1062	1375	1362	1733	787	1739
	Folhas	2956	3912	2581	2050	2050	1712	1668	2383	1300	1987
NA56-79	Raízes	2106	2250	1443	1443	1543	1256	1075	1625	1100	625
	Colmos	4187	4875	4468	3106	3668	2137	1856	2837	1143	625
	Folhas	4056	4231	4150	3050	3800	2543	2375	3337	2037	812
CP51-22	Raízes	1643	2606	1593	956	1418	781	1812	1037	925	906
	Colmos	2268	3406	2812	1981	1781	1125	2643	1325	1262	1250
	Folhas	3275	5375	4443	2900	3150	1856	4412	2056	2325	1875
		F dentro de C e D		D dentro de F e C		C dentro de F e D					
d.m.s. (Tukey 5%)	raízes	757		1077		671					
d.m.s. (Tukey 5%)	colmos	1697		2415		1910					
d.m.s. (Tukey 5%)	folhas	1798		2560		1690					

F= Fontes de sódio
D= Doses de sódio
C= Cultivar

Tabela 2 . Resumo da análise de variância dos valores de peso da matéria seca de raízes, colmos e folhas, das cultivares de cana-de-açúcar, em função da fonte e dose de sódio na solução nutritiva.

Causas de variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Raízes	Colmos	Folhas
		(x10 ⁵)	(x10 ⁵)	(x10 ⁵)
Fonte (F)	1	9,80000	5,80717	10,42856
Dose (D)	4	71,94497**	301,30355**	271,56282**
F x D	4	3,58214	29,56206	29,12696
Resíduo (a)	27	2,71313	13,64847	15,33857
Parcela	36			
Cultivar (C)	4	19,22373**	143,74681**	143,05511**
F x C	4	6,43533	17,97268	20,30916*
D x C	16	1,46008	21,15026**	12,63276*
F x D x C	16	4,38901**	22,53371**	22,75749**
Resíduo (b)	123	1,17354	9,49865	7,43668
Total	199			
CV% (a)		42,38	50,68	42,99
CV% (b)		27,87	42,27	29,93

* ** e = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 3. Equações de regressão dos valores de peso de matéria seca (Y) de raízes, colmos e folhas de cultivares de cana-de-açúcar, obtidas em função da fonte e dose de sódio (X), e o coeficiente de determinação (R²).

Cultivares	Fonte	Parte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	Raízes	$y = 1650,535 - 26,42555x + 0,23845x^2 - 0,55807 \cdot 10^{-3}x^3$	81,70
		Colmos	$y = 3398,750 - 51,38888x + 0,57170x^2 - 0,14871 \cdot 10^{-2}x^3$	69,04
		Folhas	$y = 4191,250 - 47,93176x + 0,53297x^2 - 0,13856 \cdot 10^{-2}x^3$	59,69
	NaCl	Raízes	$y = 2355,892 - 9,89906x + 0,01912x^2$	94,10
		Colmos	$y = 5623,264 - 63,89208x + 0,42658x^2 - 0,88582 \cdot 10^{-3}x^3$	99,99
		Folhas	$y = 5033,300 - 10,40144x$	95,33
RB70194	Na ₂ SO ₄	Raízes	$y = 1613,417 - 36,57207x + 0,28404x^2 - 0,59035 \cdot 10^{-3}x^3$	98,90
		Colmos	$y = 3457,053 - 66,99340x + 0,48140x^2 - 0,96553 \cdot 10^{-3}x^3$	99,73
		Folhas	$y = 3977,792 - 68,88638x + 0,49539x^2 - 0,98513 \cdot 10^{-3}x^3$	98,89
	NaCl	Raízes	$y = 1396,250 - 1,92028x$	65,38
		Folhas	$y = 3227,500 - 5,79710x$	76,45
	RB725828	Na ₂ SO ₄	Raízes	$y = 1567,321 - 9,72308x + 0,02400x^2$
Colmos			$y = 2332,500 - 5,67028x$	80,93
NaCl		Raízes	$y = 1962,346 - 24,42326x + 0,15651x^2 - 0,29432 \cdot 10^{-3}x^3$	97,35
		Colmos	$y = 3831,671 - 29,25424x + 0,08160x^2$	88,18
NaCl		Folhas	$y = 3675,607 - 21,41868x + 0,05913x^2$	76,86
		Folhas	$y = 2926,250 - 6,12318x$	99,57
NA56-79	Na ₂ SO ₄	Raízes	$y = 1930,000 - 3,45108x$	80,71
		Colmos	$y = 4805,000 - 12,60869x$	86,52
		Folhas	$y = 4446,250 - 8,42391x$	84,61
	NaCl	Raízes	$y = 2276,607 - 25,78933x + 0,21125x^2 - 0,50417 \cdot 10^{-3}x^3$	96,43
		Colmos	$y = 4952,850 - 54,50310x + 0,40160x^2 - 0,94175 \cdot 10^{-3}x^3$	95,54
		Folhas	$y = 4306,160 - 45,22839x + 0,39860x^2 - 0,10131 \cdot 10^{-2}x^3$	93,87
CP51-22	Na ₂ SO ₄	Raízes	$y = 1680,080 - 9,19491x + 0,10483x^2 - 0,29330 \cdot 10^{-3}x^3$	79,99
		Folhas	$y = 3342,320 + 13,58307x - 0,05935x^2$	45,52
	NaCl	Raízes	$y = 2603,030 - 38,51794x + 0,24764x^2 - 0,47243 \cdot 10^{-3}x^3$	99,96
		Colmos	$y = 3347,850 - 22,75491x + 0,05635x^2$	96,70
		Folhas	$y = 5214,280 - 35,51371x + 0,08748x^2$	95,99

Fonte	Parte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)
Na ₂ SO ₄	Raízes	209	1148	142	1111	75	774
Na ₂ SO ₄	Colmos	198	4093	128	3072	58	2051
Na ₂ SO ₄	Folhas	198	4839	128	3886	58	2933
NaCl	Colmos	202	2822	160	2695	119	2568

Na presença de NaCl, ajustou-se, para raízes regressão quadrática com mínimo de 1075mg correspondente à solução com 259ppm de Na; e para folhas regressão linear com decréscimos de 4,10mg para aumentos de 1ppm de Na na solução.

O sódio, na forma de sulfato, afetou a produção de matéria seca das partes da cultivar CB45-3 de modo a aumentar ou diminuir aquela produção. Dessa maneira a produção de matéria seca diminuiu nas diversas partes quando o Na foi aplicado até a concentração média de 64ppm; desse valor em diante houve acréscimo na quantidade de matéria seca acumulada, até a concentração média de 202ppm de Na na solução, ultrapassando a produção, estimada, de matéria seca obtida na ausência do sódio.

A aplicação de NaCl afetou a matéria seca predominantemente no sentido de diminuição da mesma.

Para a cultivar RB70194 foram ajustadas regressões cúbicas às produções de matéria seca de raízes, colmos e

folhas, quando o fornecimento de Na foi através de sulfato, de acordo com os seguintes parâmetros:

Parte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)
Raízes	231	1045	160	618	89	192
Colmos	233	1769	166	1187	99	606
Folhas	236	2363	167	1710	98	1057

Para a fonte NaCl o crescimento das raízes e folhas sofreu decréscimo linear de 1,92mg e 5,79mg, respectivamente, para incrementos de 1ppm de Na na solução.

A produção de matéria seca das partes da cultivar RB70194 foi influenciada negativamente por ambas as fontes de sódio, com excessão dos colmos que não foram afetados pela presença de NaCl.

A adição de sulfato de sódio mostrou, para as concentrações mais baixas de Na, efeito acentuadamente depressivo sobre a acumulação de matéria seca das partes, a qual atingiu a mínima produção estimada numa concentração média de 95ppm de Na; a partir daí observa-se incrementos na matéria seca das partes, até a concentração média de 233ppm de Na na solução, porém sem atingir a produção estimada para a concentração "0 ppm".

O desenvolvimento da cultivar RB725828 na presen-

ça de Na_2SO_4 foi traduzido para as raízes por regressão quadrática com mínimo de 582mg correspondente a 202ppm de Na na solução; e para os colmos e folhas por regressão linear decrescente variando, respectivamente, 5,67 e 6,12mg para incrementos de 1ppm de Na na solução. Já para a fonte NaCl a regressão ajustada, à produção de matéria seca das raízes, foi cúbica com máximo, inflexão e mínimo de 1047, 911 e 775mg correspondentes às soluções com 238, 177 e 166ppm de Na na solução; para a matéria seca de colmos e folhas as equações ajustadas foram quadráticas, apresentando produções mínimas, respectivamente, de 1209 e 1736mg relativas às soluções com 179 e 181ppm de Na.

Para a cultivar RB725828 verifica-se que a adição de Na na forma de sulfato e de cloreto acarretou decréscimo na acumulação de matéria seca pelas partes das plantas.

Para as raízes, na presença de NaCl, até a concentração calculada de 116ppm de Na ocorreram decréscimos pronunciados na produção de matéria seca. A partir desse ponto quantidades adicionais de Na na solução provocaram ligeiro aumento na matéria seca, sendo o efeito depressivo do elemento minimizado na concentração de 238ppm.

As plantas da cultivar NA56-79, que receberam Na_2SO_4 , apresentaram produção de matéria seca de raízes, colmos e folhas segundo regressão linear, os decréscimos devido a incrementos de 1ppm de sódio na solução foram, respectivamente, de 3,44, 12,60 e 8,42mg. Enquanto que para o forneci-

mento de NaCl, à produção de matéria seca das raízes, colmos e folhas ajustaram-se regressões cúbicas, com os seguintes pontos:

Parte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)
Raízes	189	1545	139	1442	90	1299
Colmos	172	2667	142	2615	111	2563
Folhas	179	3171	131	2945	83	2718

A adição de sódio através das fontes sulfato e cloreto, proporcionou decréscimos na produção de matéria seca das diferentes partes da cultivar NA56-79.

Deve-se salientar que para a fonte NaCl, a elevação da concentração de sódio na solução, proporcionou diminuição na produção de matéria seca das raízes, colmos e folhas, a qual se acentuou até a concentração média de 95ppm de Na. Acima dessa concentração ocorreu pequeno incremento no acúmulo de matéria seca, diminuindo o efeito depressivo do sódio até a concentração média de 180ppm de Na na solução.

Observou-se para a cultivar CP51-22, que à produção de matéria seca das raízes, em ambas as fontes de Na, sulfato e cloreto, ajustaram-se regressões cúbicas com os parâmetros:

Parte	Fonte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)	Na (ppm) na solução	M.S. (mg)
Raízes	Na ₂ SO ₄	180	1711	119	1576	58	1442
Raízes	NaCl	232	1096	175	913	117	729

Os colmos sofreram redução na produção de matéria seca, quando empregou-se NaCl, traduzida por regressão quadrática, com mínimo de 1051mg correspondente a 266ppm de Na na solução. A produção de matéria seca das folhas ajustou-se regressão quadrática, com máximo de 4119mg correspondente a 114ppm de sódio fornecido como sulfato; e mínimo de 1610mg correspondentes a 203ppm de sódio na forma de cloreto.

O fornecimento de Na₂SO₄ provocou nas raízes da cultivar CP51-22 efeito duplo, acarretando inicialmente decréscimo na produção de matéria seca das mesmas, até a concentração calculada de 58ppm; acima desta concentração houve minimização do efeito depressivo do sódio, elevando-se a produção de matéria seca estimada que atingiu valor superior ao encontrado no tratamento com omissão de sódio, na presença de 180ppm do elemento. Para esta mesma fonte, observa-se que houve efeito positivo da adição do Na, até a concentração estimada de 114ppm, sobre a produção de matéria seca das folhas.

Com excessão das raízes, que revelaram pequena diminuição do efeito depressivo do sódio na forma de cloreto, entre 117 e 332ppm de sódio, esta fonte de sódio apresentou

predominância no sentido de diminuição da produção de matéria seca das diferentes partes.

O confronto dos resultados mostra que para as cultivares RB70194, RB725828 e NA56-79 o fornecimento de sódio tanto na forma de sulfato como de cloreto, afetou negativamente a acumulação de matéria seca. Nas cultivares CB45-3 e CP51-22 observou-se que o sulfato de sódio provocou aumento e diminuição na produção de matéria seca, o efeito benéfico ficou restrito a uma determinada faixa de concentração; o NaCl afetou reduzindo a produção de matéria seca.

SYED e EL-SWAIFY (1972) relatam que o fornecimento de NaCl não afetou o crescimento da cana-de-açúcar (cultivares NCo310 e H50-7209) quando fornecido em baixas e médias concentrações (2 e 4 mmhos/cm); ocorrendo redução acentuada no crescimento em altas concentrações (6 a 8 mmhos/cm); enquanto que a adição de Na_2SO_4 em nível médio (6 mmhos/cm) beneficiou o desenvolvimento das cultivares.

Embora as cultivares estudadas tenham apresentado diferenças no comportamento, pode-se verificar que concentrações em torno de 200ppm de Na na solução, independente da fonte, acarretaram decréscimo na produção de matéria seca das mesmas.

Essas diferenças foram observadas por FASIHI e AHMAD (1967) e SYED e EL-SWAIFY (1972) mostrando que há um comportamento diferenciado de cultivares de cana-de-açúcar na presença de condições salinas.

No presente trabalho, houve efeito depressivo do sódio, fornecido como sulfato ou cloreto, sobre o crescimento inicial da cana-de-açúcar evidenciando desta maneira a toxicidade do ion específico, sódio. O efeito maior ou menor provocado pelo sulfato ou pelo cloreto foi em função de cultivar, da parte da planta e da dose, dificultando portanto a determinação do grau de toxicidade destes ions.

Trabalhos conduzidos por HAYWARD e WADLEIGH (1949); JOSHI e NAIK (1977), JOSHI e NAIK (1980), relatam ser o sulfato mais tóxico para a cana-de-açúcar do que o cloreto. Mas de acordo com RIZK e NORMAND (1969) a maior toxicidade de determinado sal pode ser devido a fatores do meio ambiente e à cultivar.

4.2. NITROGÊNIO

Os resultados médios das concentrações de nitrogênio nas folhas das diferentes cultivares, e o resumo da análise de variância encontram-se nas tabelas 4 e 5; e as equações de regressão na tabela 6.

Observa-se que houve efeito de fonte, dose e cultivar, com interação.

Tabela 4. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos. (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl
CB45-3	2,06	1,91	1,84	1,72	2,00	1,74	1,88	1,61	1,94	1,75
RB70194	1,82	1,68	2,02	1,58	2,04	1,67	1,87	1,47	1,80	1,66
RB725828	2,17	2,15	2,34	1,97	2,28	2,01	2,29	1,90	2,19	1,82
NA56-79	2,28	2,08	2,21	1,85	2,23	1,98	2,22	1,77	2,23	2,09
CP51-22	2,04	1,87	1,83	1,77	2,00	1,91	2,10	1,67	2,22	1,68
	Fonte dentro de cultivar e dose 0,25									
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar 0,35									
	Cultivar dentro de fonte						0,21			

Os teores de nitrogênio nas folhas das cultivares CB45-3 e NA56-79 foram influenciados, negativamente, somente pela fonte NaCl, ajustando-lhes regressão quadrática, apresentando concentrações mínimas de 1,66 e 1,84%, correspondentes às soluções com 177,9 e 141,5ppm de sódio. Já para a 'RB70194' foi o Na₂SO₄ que apresentou efeito quadrático do sódio na concentração de N, com máximo de 2,01% de N nas folhas, para 125,1ppm de sódio na solução. Para os teores de N nas folhas das cultivares RB725828 e CP51-22, na presença de NaCl, ajustaram-se regressões lineares decrescentes com diminuição

Tabela 5. Resumo da análise de variância das concentrações (%) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas, em função da fonte e dose de sódio.

Causas de variação	G.L.	Quadrados Médios					
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Fonte (F)	1	3,44009**	0,03100**	32,21641**	0,41223**	0,000004	0,00224
Dose (D)	4	0,11082*	0,01708**	0,39763**	0,05577**	0,00698**	0,04412**
F x D	4	0,08016	0,00266	1,02128**	0,01893**	0,01310**	0,01797**
Resíduo (a)	27	0,02984	0,00111	0,06739	0,00275	0,00058	0,00200
Parcela	36						
Cultivar (C)	4	0,94737**	0,00887**	9,86436**	0,05408**	0,00127*	0,13323**
F x C	4	0,01610	0,01720**	5,32544**	0,09349**	0,03098**	0,13954**
D x C	16	0,03033**	0,00191**	1,03165**	0,02276**	0,00308**	0,01319**
F x D x C	16	0,03498**	0,00154	1,23731**	0,02179**	0,00229**	0,01649**
Resíduo (b)	123	0,01188	0,00057	0,05095	0,00296	0,00042	0,00202
Total	199						
C.V. % (a)		8,87	10,01	8,96	11,11	12,28	21,13
C.V. % (b)		5,60	7,20	7,79	11,51	10,50	21,25

* ** e = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

de 0,07 e 0,05% nos teores de N entre cada dose empregada; para a RB725828 houve efeito do sódio, na forma de Na_2SO_4 , ajustando-se regressão quadrática com máximo de 2,32% de N para 137,5ppm de Na, e para a CP51-22 regressão cúbica com pontos de mínimo, inflexão e máximo iguais a 1,86; 2,03 e 2,21% de N, correspondentes às soluções com 70,8; 170,3 e 269,8ppm de sódio.

Tabela 6. Equações de regressão dos teores de nitrogênio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	NaCl	$y = 1,91078 - 0,27763 \cdot 10^{-2}x + 0,78014 \cdot 10^{-5}x^2$	79,53
RB70194	Na_2SO_4	$y = 1,84635 + 0,26853 \cdot 10^{-2}x - 0,10727 \cdot 10^{-4}x^2$	81,61
RB725828	Na_2SO_4	$y = 2,18771 + 0,20010 \cdot 10^{-2}x - 0,72763 \cdot 10^{-5}x^2$	79,37
	NaCl	$y = 2,11749 - 0,10579 \cdot 10^{-2}x$	87,83
NA56-79	NaCl	$y = 2,07314 - 0,31853 \cdot 10^{-2}x + 0,11252 \cdot 10^{-4}x^2$	50,83
CP51-22	Na_2SO_4	$y = 2,02917 - 0,50565 \cdot 10^{-2}x + 0,45046 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,8815 \cdot 10^{-7}x^3$	93,93
	NaCl	$y = 1,87749 - 0,68478 \cdot 10^{-3}x$	46,93

A adição de sulfato de sódio, até a concentração média de 131,3ppm de Na, acarretou elevação nos teores estimados de N nas folhas das cultivares RB70194 e RB705828, que tornaram-se superiores aos determinados pelo tratamento com omissão de Na. Para a cultivar CP51-22 observou-se que aquela fonte de Na produziu decréscimo e elevação dos teores de nitrogênio nas folhas, deste modo, os decréscimos foram verificados até a concentração estimada de 70,8ppm de Na na solução; acima deste ponto a adição de Na, até 269,8ppm, propor

cionou efeito positivo na concentração de N, atingindo valores superiores aos obtidos no tratamento com omissão de sódio.

O fornecimento de NaCl se caracterizou pelo efeito predominante negativo, sobre os teores de nitrogênio nas folhas das cultivares.

Os resultados de SYED e EL-SWAIFY (1973) obtidos com as cultivares NCo310 e H50-7209, revelam que a presença de NaCl e Na_2SO_4 , em concentrações de 2, 4, 6 e 8 mmhos/cm, proporcionou redução no teor de N.

JOSHI e NAIK (1980), trabalhando com uma concentração mais elevada, 10 mmhos/cm, provocada por NaCl, Na_2SO_4 , MgCl_2 e MgSO_4 , verificaram que houve elevação no teor de N nas folhas da cultivar Co740, coincidindo com a estimulação da redutase do nitrato.

Pode-se portanto sugerir que o teor de nitrogênio nas folhas da cana-de-açúcar cultivada em condições salinas, será influenciado pela cultivar, pelo tipo e concentração do sal no substrato.

4.3. FÓSFORO

A concentração média de fósforo nas folhas, em função das fontes e doses de sódio, e a análise de variância resumida são apresentadas nas tabelas 7 e 5, e as equações de

regressão na tabela 8.

Tabela 7. Concentração de fósforo (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	0,34	0,38	0,30	0,31	0,31	0,30	0,28	0,28	0,31	0,36
RB70194	0,29	0,35	0,30	0,27	0,31	0,32	0,33	0,36	0,38	0,35
RB725828	0,43	0,33	0,37	0,29	0,39	0,29	0,39	0,32	0,41	0,35
NA56-79	0,38	0,32	0,34	0,27	0,34	0,30	0,33	0,29	0,34	0,36
CP51-22	0,37	0,32	0,33	0,29	0,36	0,32	0,31	0,32	0,36	0,36

Fonte dentro de cultivar e dose 0,05

d.m.s. (Tukey 5%) Dose dentro de fonte e cultivar 0,07

Cultivar dentro de parte e dose 0,05

Observa-se que houve efeito, com interação, de cultivar e fonte e de cultivar e dose.

Ajustou-se aos teores de fósforo nas folhas das cultivares CB45-3; RB725828 e CP51-22, regressão quadrática, para ambas as fontes de sódio, com mínimo de 0,29; 0,38 e 0,33% para as respectivas cultivares, referentes às soluções com 178,6; 143,1 e 156,4ppm de Na fornecido com sulfato, sen-

do o mínimo, para a fonte NaCl, de 0,28; 0,29 e 0,30% de N nas soluções com 149,9; 116,2 e 91,9ppm de Na.

Para as cultivares RB70194 e NA56-79 ajustaram-se aos teores de fósforo na folha, no tratamento com Na_2SO_4 , regressões lineares, crescente para a primeira com teores variando de 0,28% até 0,36%, e decrescente para a segunda com variação de 0,37% até 0,33%. Para o fornecimento de NaCl a regressão que ajustou-se para a RB70194 foi a cúbica, com mínimo de 0,27%; inflexão de 0,32% e máximo de 0,37% na presença de 72,7; 154,5 e 236,2ppm de Na na solução, respectivamente; para a NA56-79 este tratamento provocou efeito quadrático com mínimo de 0,28% de fósforo nas folhas, em solução com 114,4ppm de Na.

Tabela 8. Equações de regressão dos teores de fósforo (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na_2SO_4	$y = 0,34107 - 0,50931 \cdot 10^{-3}x + 0,14252 \cdot 10^{-5}x^2$	75,23
	NaCl	$y = 0,38328 - 0,13162 \cdot 10^{-2}x + 0,43883 \cdot 10^{-5}x^2$	92,59
RB70194	Na_2SO_4	$y = 0,28049 + 0,29710 \cdot 10^{-3}x$	86,96
	NaCl	$y = 0,35124 - 0,2189 \cdot 10^{-2}x + 0,19691 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,42489 \cdot 10^{-7}x^3$	97,86
RB725828	Na_2SO_4	$y = 0,42078 - 0,50465 \cdot 10^{-3}x + 0,17628 \cdot 10^{-5}x^2$	68,73
	NaCl	$y = 0,32364 - 0,54037 \cdot 10^{-3}x + 0,23254 \cdot 10^{-5}x^2$	93,18
NA56-79	Na_2SO_4	$y = 0,36700 - 0,12681 \cdot 10^{-3}x$	54,01
	NaCl	$y = 0,31835 - 0,66977 \cdot 10^{-3}x + 0,29255 \cdot 10^{-5}x^2$	57,32
CP51-22	Na_2SO_4	$y = 0,37000 - 0,49275 \cdot 10^{-3}x + 0,15752 \cdot 10^{-5}x^2$	39,60
	NaCl	$y = 0,31671 - 0,30331 \cdot 10^{-3}x + 0,16503 \cdot 10^{-5}x^2$	80,11

Os resultados estimados mostram que, para a cul

tivar CB45-3 ambas as fontes de Na afetaram negativamente a concentração de P nas folhas. Para a 'RB70194' a presença de Na_2SO_4 proporcionou incrementos na concentração de P nas folhas; enquanto que para a fonte NaCl, esta cultivar, apresentou comportamento diferenciado, até 72,7ppm de Na houve decréscimo no teor de P, a partir desta concentração de Na, na solução, o teor de P elevou-se gradativamente até 236,2ppm de Na quando atingiu valores maiores que os estimados em plantas cultivadas na solução com omissão de sódio.

Nas cultivares RB725828, NA56-79 e CP51-22 o emprego de Na_2SO_4 causou redução na concentração de P nas folhas; enquanto que o NaCl mostrou-se tóxico, conforme regressão quadrática, até a concentração média de 107,5ppm de Na, desta concentração em diante observou-se que o teor de P nas folhas aumentou, até a dose máxima de Na estudada (276ppm), superando os teores estimados nas plantas cultivadas em ausência de sódio.

SYED e EL-SWAIFY (1973) citaram que o fornecimento de sódio na forma de cloreto ou de sulfato, até uma condutividade de 8 mmhos/cm, não alterou o teor de fósforo na cultivar NCo310, mas aumentou-o significativamente na H50-7209. O INSTITUT SUGAR RESEARCH (1973), não encontrou correlação entre os teores de fósforo, nas folhas das cultivares UCW54-65 e HJ5747, cultivadas em diferentes níveis de salinidade.

4.4. POTÁSSIO

Os valores médios da concentração de potássio nas folhas, em função dos tratamentos, e o resumo da análise de variância acham-se nas tabelas 9 e 5, e as respectivas equações de regressão na tabela 10.

Tabela 9. Concentração de potássio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos, (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	3,12	2,75	4,15	3,25	3,75	3,36	3,39	3,02	3,19	3,29
RB70194	3,20	2,90	3,42	3,68	3,34	3,64	2,09	3,69	1,86	4,65
RB725828	1,96	3,38	1,91	3,80	3,41	3,74	3,35	2,42	3,34	3,60
NA56-79	3,42	3,12	1,51	3,00	1,48	2,91	1,46	2,86	1,51	2,92
CP51-22	1,06	2,97	1,53	3,02	1,58	3,22	1,31	3,20	1,45	3,01

Fonte dentro de cultivar e dose 0,38

d.m.s. (Tukey 5%) Dose dentro de fonte e cultivar 0,54

Cultivar dentro de fonte e dose 0,44

Através dos resultados pode-se observar que houve efeito de fonte, dose e cultivar, com interação.

Aos teores de potássio nas folhas das cultiva-

res CB45-3, RB70194, RB725828 e NA56-79 ajustaram-se regressões cúbicas, com os seguintes parâmetros:

Cultivar	Fonte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) Na solução	%K	Na (ppm) na solução	%K	Na (ppm) na solução	%K
CB45-3	Na ₂ SO ₄	83,9	4,09	167,9	3,62	251,9	3,14
	NaCl	92,1	3,34	156,3	3,21	220,4	3,07
RB70194	Na ₂ SO ₄	58,7	3,60	168,8	2,71	278,9	1,81
	NaCl	93,3	3,71	132,8	3,65	172,3	3,60
RB725828	Na ₂ SO ₄	223,8	3,65	118,6	2,76	13,5	1,87
	NaCl	78,8	3,83	152,9	3,63	227,0	3,43
NA56-79	Na ₂ SO ₄	236,4	1,63	180,4	1,46	124,5	1,30

Tabela 10. Equações de regressão dos teores de potássio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	$y = 3,14410 + 0,02555x - 0,20291 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,40270 \cdot 10^{-6}x^3$	96,51
	NaCl	$y = 2,73360 + 0,01541x - 0,11863 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,25303 \cdot 10^{-6}x^3$	92,50
RB70194	Na ₂ SO ₄	$y = 3,15692 + 0,01652x - 0,17024 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,33611 \cdot 10^{-6}x^3$	94,15
	NaCl	$y = 2,90125 + 0,02120x - 0,17512 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,43948 \cdot 10^{-6}x^3$	100,00
RB725828	Na ₂ SO ₄	$y = 1,89732 - 0,34640 \cdot 10^{-2}x + 0,13611 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,38240 \cdot 10^{-6}x^3$	86,94
	NaCl	$y = 3,36982 + 0,01338x - 0,11435 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,24923 \cdot 10^{-6}x^3$	97,06
NA56-79	Na ₂ SO ₄	$y = 3,39753 - 0,04071x + 0,24960 \cdot 10^{-3}x^2 - 0,46104 \cdot 10^{-6}x^3$	98,23

O comportamento das cultivares, quanto a concentração de K nas folhas, em presença de Na₂SO₄, foi bastan-

te diferenciado, observando-se aumentos, decréscimos e ambos efeitos. Para a cultivar CB45-3 verificou-se acréscimos no teor estimado de K nas folhas. Na cultivar RB70194 o sulfato de sódio proporcionou efeito duplo, ocorrendo pequeno aumento na concentração de K nas folhas, até a concentração calculada de 58,7ppm de Na; deste ponto em diante ocorreram acentuados declínios nos teores de K. Para a cultivar RB725828 o efeito do sódio também foi duplo, porém inverso ao observado na 'RB70194', ou seja, pequeno decréscimo na concentração de K nas folhas até 13,5ppm de Na; e a partir deste ponto o teor de K elevou-se grandemente. O teor de potássio nas folhas da cultivar NA 56-79 foi acentuadamente reduzido na presença das doses de Na na forma de sulfato.

A fonte NaCl apresentou efeito mais uniforme, produzindo somente aumentos marcantes, na concentração de potássio nas folhas das cultivares.

RICHARDS (1973), cita que a elevação da concentração de Na no substrato provoca diminuição no teor de potássio na planta. Resultados opostos foram encontrados por TYENGAR *et alii* (1977), pois observaram que o aumento da concentração de Na na solução nutritiva refletia-se em elevação dos teores de K nas folhas das cultivares Co419 e Co577.

4.5. CÁLCIO

Nas tabelas 11, 5 e 12 estão apresentados, os

resultados médios das concentrações de cálcio nas folhas, o resumo da análise de variância e as equações de regressão, respectivamente.

Tabela 11. Concentração de cálcio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	0,52	0,47	0,52	0,49	0,53	0,44	0,43	0,47	0,62	0,35
RB70194	0,68	0,44	0,64	0,44	0,55	0,43	0,50	0,43	0,34	0,41
RB725828	0,51	0,39	0,64	0,42	0,75	0,36	0,54	0,46	0,71	0,38
NA56-79	0,58	0,54	0,45	0,40	0,42	0,38	0,37	0,28	0,50	0,33
CP51-22	0,52	0,54	0,47	0,43	0,42	0,48	0,33	0,45	0,35	0,42

Fonte dentro de cultivar e dose 0,08

d.m.s. (Tukey 5%) Dose dentro de fonte e cultivar 0,11

Cultivar dentro de fonte e dose 0,11

Os resultados indicam que houve efeito de fonte, dose e cultivar, com interação.

Ajustaram-se aos teores de cálcio nas folhas das cultivares CB45-3 e RB725828, regressões cúbicas para a fonte Na₂SO₄ com mínimo= 0,45 e 0,59%; inflexão= 0,50 e 0,65% e máximo= 0,56 e 0,71%, correspondentes às soluções com 189,5 e

215,2ppm de Na, 118,6 e 150,6ppm de Na, e 47,7 e 86,0ppm de Na. A adição de NaCl só afetou a concentração de cálcio nas folhas da 'CB45-3', ao qual ajustou-se regressão linear decrescente variando de 0,49% até 0,39%.

As concentrações de cálcio nas folhas da cultivar RB70194, só foram afetadas pelo sódio, na forma de Na_2SO_4 , ajustando-se equações de regressões quadráticas com máximo de 0,68% de Ca na presença de 47,8ppm de Na.

A cultivar NA56-79 sofreu efeito quadrático de ambas as fontes de sódio, com mínimo de 0,38% e de 0,31% de cálcio nas folhas correspondentes às soluções com 160,0 e 222,9ppm de Na, fornecidos como sulfato e cloreto, respectivamente.

Observa-se que para a cultivar CP51-22 ajustou-se à concentração de Ca nas folhas, regressão linear decrescente para a fonte Na_2SO_4 , com variação de 0,51% até 0,37%, e regressão cúbica para a fonte NaCl com mínimo, inflexão e máximo de 0,44; 0,45 e 0,47%, correspondentes às soluções com 91,9; 148,4 e 204,9ppm de Na. (Tabela 12).

A adição de sulfato de sódio produziu efeito negativo sobre a concentração de Ca nas folhas das cultivares RB70194, NA56-79 e CP51-22; e elevação no teor de Ca nas folhas das cultivares CB45-3 e RB725828.

O cloreto de sódio afetou a concentração de Ca nas folhas predominantemente no sentido de diminuir sua concentração.

Autores, como HAYWARDS e WADLEIGH (1949), FOGLIATA e ASO (1964) revelam que o ion sulfato restringe a absorção do Ca, promovendo a absorção do Na. Os resultados obtidos por SYED e EL-SWAIFY (1973) mostram que tanto o sulfato como o cloreto de sódio reduziram o conteúdo de Ca, nas cultivares NCo310 e H50-7209.

Tabela 12. Equações de regressão dos teores de cálcio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	$y = 0,51728 + 0,19289 \cdot 10^{-2}x - 0,25279 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,71027 \cdot 10^{-7}x^3$	77,62
	NaCl	$y = 0,49749 - 0,37318 \cdot 10^{-3}x$	58,25
RB70194	Na ₂ SO ₄	$y = 0,67614 - 0,30486 \cdot 10^{-3}x - 0,31881 \cdot 10^{-5}x^2$	98,12
RB725828	Na ₂ SO ₄	$y = 0,49596 + 0,56707 \cdot 10^{-2}x - 0,46133 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,10210 \cdot 10^{-6}x^3$	68,13
NA56-79	Na ₂ SO ₄	$y = 0,58849 - 0,25217 \cdot 10^{-2}x + 0,78764 \cdot 10^{-5}x^2$	92,51
	NaCl	$y = 0,54178 - 0,20734 \cdot 10^{-2}x + 0,46508 \cdot 10^{-5}x^2$	93,44
CP51-22	Na ₂ SO ₄	$y = 0,51800 - 0,69927 \cdot 10^{-3}x$	90,38
	NaCl	$y = 0,53821 - 0,25086 \cdot 10^{-2}x + 0,19766 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,44392 \cdot 10^{-7}x^3$	86,43

4.6. MAGNÉSIO

Os teores médios de magnésio nas folhas, em função dos tratamentos, assim como a análise de variância resumida e as equações de regressão, encontram-se nas tabelas 13, 5 e 14, respectivamente.

Os resultados revelam que houve efeito de dose e cultivar interagindo com fonte.

Tabela 13. Concentração de magnésio (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19	0,21	0,19	0,22	0,22	0,13
RB70194	0,23	0,19	0,24	0,22	0,21	0,18	0,21	0,20	0,18	0,14
RB725828	0,16	0,14	0,23	0,16	0,20	0,15	0,23	0,20	0,31	0,12
NA56-79	0,19	0,20	0,17	0,23	0,15	0,20	0,17	0,25	0,16	0,19
CP51-22	0,15	0,28	0,19	0,25	0,16	0,24	0,18	0,24	0,17	0,16
	Fonte dentro de cultivar e dose									0,03
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar									0,04
	Cultivar dentro de fonte e dose									0,04

Nas folhas das cultivares CB45-3 e RB70194 ajustaram-se aos teores de Mg equações lineares, crescente para a primeira, com variação de 0,18% até 0,21% e decrescente para a segunda, com variação de 0,24% até 0,19%, para a fonte Na₂SO₄. Houve alteração no comportamento destas cultivares na presença de NaCl, ajustando-se para a CB45-3 regressão cúbica com pontos de mínimo, inflexão e máximo iguais a 0,18; 0,20 e 0,22% de Mg correspondentes às soluções com 23,3; 94,3 e 165,3ppm de sódio; para a RB70194 ajustou-se regressão quadrática com máximo de 0,20% para solução com 85,2ppm de Na.

Aos teores de magnésio nas folhas das cultiva-

res RB725828, e CP51-22 ajustaram-se regressões cúbicas com os seguintes parâmetros:

Cultivar	Fonte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) na solução	%Mg	Na (ppm) na solução	%Mg	Na (ppm) na solução	%Mg
RB725828	Na ₂ SO ₄	81,2	0,22	127,2	0,21	173,3	0,20
	NaCl	193,2	0,19	114,7	0,16	36,4	0,13
CP51-22	NaCl	156,2	0,25	120,9	0,24	85,6	0,23

Para a cultivar NA56-79, aos teores magnésio nas folhas ajustou-se regressão quadrática, para a fonte NaCl, com máximo de 0,22% referente à solução com 137,9ppm de Na.

Tabela 14. Equações de regressão dos teores de magnésio (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	$y = 0,18050 + 0,11956 \cdot 10^{-3}x$	63,75
	NaCl	$y = 0,19196 - 0,27130 \cdot 10^{-3}x + 0,66387 \cdot 10^{-5}x^2 - 0,23464 \cdot 10^{-7}x^3$	94,93
RB70194	Na ₂ SO ₄	$y = 0,24000 - 0,17753x$	70,04
	NaCl	$y = 0,19464 + 0,27484 \cdot 10^{-3}x - 0,16128 \cdot 10^{-5}x^2$	69,86
RB725828	Na ₂ SO ₄	$y = 0,16271 + 0,18210 \cdot 10^{-2}x - 0,16465 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,43124 \cdot 10^{-7}x^3$	96,08
	NaCl	$y = 0,14432 - 0,60170 \cdot 10^{-3}x + 0,98268 \cdot 10^{-5}x^2 - 0,28538 \cdot 10^{-7}x^3$	65,98
NA56-79	NaCl	$y = 0,20357 + 0,33126 \cdot 10^{-3}x - 0,12002 \cdot 10^{-5}x^2$	18,47
CP51-22	NaCl	$y = 0,28582 - 0,11451 \cdot 10^{-2}x + 0,10351 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,28538 \cdot 10^{-7}x^3$	99,46

O sulfato de sódio provocou efeitos opostos sobre a concentração estimada de Mg nas folhas das cultivares, elevando-o nas folhas da CB45-3 e RB725828 e decrescendo-o nas folhas da RB70194.

Diferentes respostas das cultivares, em relação ao teor de Mg nas folhas, ocorreram também para a fonte NaCl. As cultivares CB45-3 e RB725828 foram afetadas de maneira a diminuir a concentração de Mg nas folhas, até em média 30ppm de Na na solução, ocorrendo a partir deste ponto elevação no teor de Mg, até em média 179ppm de Na, atingindo teores superiores ao encontrado no tratamento com omissão de Na. Para a RB70194 observou-se ligeiro incremento no teor de Mg nas folhas, até 85,2ppm de Na, desta concentração estimada em diante o NaCl apresentou efeito depressivo sobre o teor de Mg. A concentração de Mg nas folhas da cultivar NA56-79 apresentou-se crescente, beneficiada pelo NaCl; enquanto que nas folhas da cultivar CP51-22 esta fonte afetou negativamente a concentração do nutriente.

SYED e EL-SWAIFY (1973), verificaram que havia acréscimos no conteúdo de Mg, nas folhas das cultivares NCo310 e H50-7209, tanto na presença de Na_2SO_4 como de NaCl.

4.7. ENXOFRE

Os valores médios das concentrações de enxofre

nas folhas, em função dos tratamentos, o resumo da análise de variância e as equações de regressão encontram-se nas tabelas 15, 5 e 16, respectivamente.

Tabela 15. Concentração de enxofre (%) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	0,23	0,31	0,23	0,13	0,20	0,42	0,17	0,27	0,19	0,14
RB70194	0,21	0,33	0,22	0,58	0,23	0,48	0,22	0,30	0,17	0,27
RB725828	0,17	0,20	0,16	0,30	0,18	0,17	0,18	0,08	0,17	0,09
NA56-79	0,20	0,19	0,21	0,10	0,22	0,10	0,20	0,09	0,19	0,09
CP51-22	0,26	0,22	0,24	0,11	0,28	0,14	0,23	0,11	0,23	0,11
	Fonte dentro de cultivar e dose								0,06	
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar								0,09	
	Cultivar dentro de fonte e dose								0,08	

A análise dos resultados mostra que houve efeito de dose e cultivar, interagindo com fonte.

A concentração de enxofre nas folhas das cultivares sã foi afetada pelo tratamento NaCl. Ajustando-se para a CB45-3; RB70194 e RB725828 regressões cúbicas com os seguin

tes parâmetros:

Cultivar	Fonte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) na solução	%S	Na (ppm) na solução	%S	Na (ppm) na solução	%S
CB45-3	NaCl	191,4	0,35	122,3	0,28	53,2	0,20
RB70194	NaCl	76,2	0,57	163,7	0,41	251,2	0,25
RB725828	NaCl	57,6	0,28	147,9	0,17	238,3	0,05

Para os teores de S nas folhas da NA56-79 ajustou-se regressão quadrática com mínimo de 0,08% na presença de 193,5ppm de Na. Enquanto que para a CP51-22 a regressão que ajustou-se aos teores deste elemento foi linear decrescente variando de 0,18% até 0,09%, respectivamente para "0 ppm" e "276 ppm" de Na, na forma de cloreto, na solução.

Tabela 16. Equações de regressão dos teores de enxofre (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	NaCl	$y = 0,29081 - 0,35062 \cdot 10^{-2}x + 0,42120 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,11478 \cdot 10^{-6}x^3$	58,85
RB70194	NaCl	$y = 0,33785 + 0,70005 \cdot 10^{-2}x - 0,59823 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,12176 \cdot 10^{-6}x^3$	99,98
RB725828	NaCl	$y = 0,20274 + 0,32638 \cdot 10^{-2}x - 0,35181 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,79272 \cdot 10^{-7}x^3$	98,30
NA56-79	NaCl	$y = 0,17742 - 0,97256 \cdot 10^{-3}x + 0,25129 \cdot 10^{-5}x^2$	85,37
CP51-22	NaCl	$y = 0,18349 - 0,31159 \cdot 10^{-3}x$	54,99

A adição de sódio, na forma de sulfato, não influenciou a concentração de enxofre nas folhas das cultivares.

Na forma de cloreto, o sódio produziu decréscimo no teor estimado de enxofre, nas folhas das cultivares NA56-79 e CP51-22. Nas cultivares RB70194 e RB725828 verificou-se acréscimo no teor de enxofre até 67ppm de Na, em média; ocorrendo a seguir decréscimos severos naquelas concentrações que atingiram o mínimo na presença, em média, de 244,7 ppm de Na. A cultivar CB45-3 apresentou comportamento oposto ao verificado na 'RB70194' e 'RB725828', ou seja, o efeito depressivo manifestou-se inicialmente, até 53,2ppm de Na, para a partir daí ocorrer minimização do efeito tóxico do NaCl, até 191,4ppm de Na, quando o teor estimado de enxofre mostrou-se superior ao apresentado pelas folhas das plantas cultivadas em solução com omissão de sódio.

SYED e EL-SWAIFY (1973), citam que o conteúdo de S nas folhas, das cultivares NCo310 e H50-7209, variou significativamente devido ao tipo de sal; ocorrendo aumento no teor de S na presença de Na_2SO_4 , e acentuada redução do conteúdo de S quando forneceu-se NaCl, sugerindo a ocorrência de antagonismo entre o Cl^- e o SO_4^{-2} .

4.8. BORO

As médias da concentração de boro nas folhas das

cultivares, em função das fontes de sódio, e o resumo da análise de variância podem ser verificados nas tabelas 17 e 18, e as equações de regressão na tabela 19, respectivamente.

Tabela 17. Concentração de boro (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	NaCl
CB45-3	27,25	21,50	31,25	23,50	28,25	26,50	26,50	41,25	26,50	37,75
RB70194	25,00	30,25	30,75	40,50	28,75	35,75	33,25	40,00	27,75	49,75
RB725828	31,00	18,50	27,50	42,25	26,50	33,25	25,75	29,00	29,25	36,00
NA56-79	30,25	16,50	31,50	34,50	29,75	25,50	32,75	26,75	32,00	28,00
CP51-22	28,25	13,50	26,25	15,75	25,25	17,00	26,75	17,00	27,75	23,25
	Fonte dentro de cultivar e dose 10,59									
d.m.s. (tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar 15,07									
	Cultivar dentro de fonte e dose 9,48									

Os resultados mostram que houve efeito de dose e cultivar, interagindo com fonte.

Os teores de boro nas folhas sofreram influência somente do Na fornecido como NaCl. Para as cultivares CB 45-3, RB70194, RB725828 e NA56-79 ajustaram-se equações cúbicas

Tabela 18. Resumo da análise de variância de variância das concentrações (ppm) de boro, ferro, manganês e zinco nas folhas, em função da fonte e dose de sódio na solução nutritiva.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		Boro	Ferro	Manganês	Zinco
Fonte (F)	1	3,6450	7170,0957*	50108,3510**	143,3137**
Dose (D)	4	348,6199**	5320,1928*	5140,4673**	37,6734**
F x D	4	285,4699**	6942,8159**	3516,4576*	56,9798**
Resíduo (a)	27	53,1833	1563,0615	993,7800	6,9983
Parcela	36				
Cultivar (C)	4	751,6324**	5881,3706**	4919,5071**	94,3425**
F x C	4	591,1074**	4140,6381**	1967,5540**	0,8449
D x C	16	43,9418*	2670,8601**	1840,2240**	37,5189**
F x D x C	16	76,6043**	2967,0142**	1520,6752**	30,8045**
Resíduo (b)	123	23,4170	812,1988	194,3898	5,9162
Total	199				
C.V. % (a)		25,35	32,97	27,85	15,28
C.V. % (b)		16,82	23,77	12,32	14,05

* ** e = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

cas com os seguintes parâmetros:

Cultivar	Fonte	Máximo		Inflexão		Mínimo	
		Na (ppm) na solução	ppm B	Na (ppm) na solução	ppm B	Na (ppm) na solução	ppm B
CB45-3	NaCl	240,6	40,4	138,7	30,1	36,9	19,8
RB70194	NaCl	86,9	39,2	130,3	38,3	173,6	37,4
RB725828	NaCl	83,7	40,2	151,0	33,7	218,3	27,2
NA56-79	NaCl	87,1	32,3	154,9	27,9	222,8	23,7

Na cultivar CP51-22 ajustou-se, aos teores de boro na folha, equação linear crescente, com mínimo de 13,1 ppm na ausência de sódio e máximo de 21,4ppm para a última dose.

Tabela 19. Equações de regressão dos teores de boro (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	NaCl	$y = 22,08214 - 0,13021x + 0,20328 \cdot 10^{-2}x^2 - 0,48831 \cdot 10^{-5}x^3$	92,42
RB70194	NaCl	$y = 30,64285 + 0,23559x - 0,20328 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,52002 \cdot 10^{-5}x^3$	94,74
RB725828	NaCl	$y = 18,88571 + 0,58410x - 0,48271 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,10654 \cdot 10^{-4}x^3$	96,45
NA56-79	NaCl	$y = 17,17857 + 0,39880x - 0,31843 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,68491 \cdot 10^{-5}x^3$	80,69
CP51-22	NaCl	$y = 13,15000 + 0,30007x$	82,12

A fonte cloreto de sódio proporcionou efeito predominante positivo na concentração de boro nas folhas das cultivares, observando-se leve declínio desta concentração nas

folhas da CB45-3 quando adicionou-se até 36,9ppm de Na, a partir daí ocorreram aumentos acentuados na concentração de boro mediante a adição de NaCl. Para as cultivares RB70194, RB725828 e NA56-79 a presença de 85,9ppm de Na, em média, foi a dose que mais elevou a concentração do boro nas folhas, deste ponto em diante verificou-se minimização do efeito positivo do NaCl. Na 'CP51-22' sô registraram-se acréscimos no teor de boro, devido incrementos de NaCl na solução.

4.9. COBRE

Sô foi possível a determinação das concentrações de cobre para a fonte Na_2SO_4 , as quais são apresentadas na tabela 20; o resumo da análise de variância e as equações de regressão encontram-se nas tabelas 21 e 22, respectivamente,

Tabela 20. Concentração de cobre (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função das doses de Na_2SO_4 .

Cultivar	Na_2SO_4				
	0 ppm	69 ppm	138 ppm	207 ppm	276 ppm
CB45-3	5,60	5,75	5,45	5,60	7,50
RB70194	5,45	5,30	5,00	4,67	4,72
RB725828	5,62	4,85	5,00	4,82	4,85
NA56-79	5,00	5,07	5,35	5,87	6,60
CP51-22	6,60	6,05	6,30	6,17	6,15
	para comparar 2 médias de doses				0,54
d.m.s. (Tukey 5%)	para comparar 2 médias de cultivares				0,46
	para comparar 2 médias de cultivares numa mesma dose				1,04
	para comparar 2 médias de dose numa mesma cultivar				1,05

Tabela 21. Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de cobre, em função das doses de Na_2SO_4 .

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
		Cobre
Doses (D)	4	1,1622*
Resíduo (a)	15	0,3039
Parcela	19	
Cultivar (C)	4	6,1025**
D x C	16	1,1635**
Resíduo (b)	60	0,2709
Total	99	
C.V. % (a)		9,89
C.V. % (b)		9,34

* ** = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se que houve efeito de dose e cultivar, com interação.

Aos teores de cobre nas folhas da cultivar CB 45-3, em presença de Na_2SO_4 , ajustou-se regressão cúbica; para as cultivares RB70194 e NA56-79, foram ajustadas regressões lineares, com decréscimos de 0,20ppm de Cu para incrementos de 69ppm de Na na solução, para a primeira; e acréscimos 0,40ppm

de cobre para incrementos de 69 ppm de Na na solução, para a segunda.

Tabela 22. Equações de regressão dos teores de cobre (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das doses de sulfato de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equações de regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	$y = 5,5942 + 0,01178x - 0,1717 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,5580 \cdot 10^{-6}x^3$	99,92
RB70194	Na ₂ SO ₄	$y = 5,4450 - 0,3007 \cdot 10^{-2}x$	91,75
NA56-79	Na ₂ SO ₄	$y = 4,7800 + 0,5800 \cdot 10^{-2}x$	90,31

Observa-se que a adição de sulfato de sódio causou diferentes efeitos na concentração de cobre nas folhas das cultivares, na CB45-3 o efeito foi duplo; para a RB70194 só foram verificados efeitos depressivos nas concentrações de cobre, enquanto que, na cultivar NA56-79 só ocorreram efeitos positivos nos teores deste elemento.

HASSAN et alii (1970 a) e HASSAN et alii (1970 b) encontraram correlação negativa entre a aplicação de sulfato de sódio e os teores de cobre, nas folhas de cevada e milho, respectivamente.

4.10. FERRO

Encontram-se nas tabelas 23, 18 e 24 as concen-

trações médias de ferro nas folhas, o resumo da análise de variância e as equações de regressão, respectivamente.

Tabela 23. Concentração de ferro (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm	
	Na ₂ SO ₄	NaCl								
CB45-3	122,5	101,4	122,6	102,8	114,4	82,7	131,2	83,5	162,5	77,3
RB70194	151,3	106,3	141,5	157,5	121,4	100,4	129,8	111,8	107,4	130,3
RB725828	147,1	118,9	123,5	225,3	107,5	95,7	120,5	122,8	117,1	125,0
NA56-79	215,5	130,5	114,1	125,2	94,7	137,1	98,0	107,7	175,5	98,2
CP51-22	88,9	108,4	89,1	98,7	93,7	111,6	85,3	99,2	174,8	88,6
	Fonte dentro de cultivar e dose								57,42	
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar								81,73	
	Cultivar dentro de fonte e dose								55,85	

Verifica-se que houve efeito de fonte, dose e cultivar com interação.

As cultivares CB45-3, NA56-79 e CP51-22 tiveram as concentrações de ferro na folha afetadas somente pela adição de Na₂SO₄, ajustando-se para a primeira, equação linear com acréscimos de 9ppm de Fe para incrementos de 69ppm de Na

na solução. Para a segunda, ajustou-se regressão quadrática com os teores de Fe decrescendo de 213ppm, nas folhas das plantas cultivadas em ausência de Na_2SO_4 , para o mínimo de 84ppm na presença de 151ppm de sódio na solução. Já para a CP51-22, a equação ajustada foi a cúbica, com valor máximo de 98ppm de Fe correspondente a 46ppm de Na, ponto de inflexão com 89ppm de Fe correspondente a 103ppm de Na e com mínimo de 81ppm de Fe correspondente a 159ppm de Na na solução.

Nas folhas da RB70194, cultivada em solução com Na_2SO_4 , aos teores de ferro ajustou-se regressão linear, com decréscimos de 10ppm de Fe para incrementos de 69ppm de Na na solução. Este comportamento foi alterado na presença de NaCl, no qual às concentrações de Fe, tanto na 'RB70194' como na RB725828, ajustaram-se regressões cúbicas, com respectivos valores de mínimo, inflexão e máximo de 98 e 87ppm, 121 e 140 ppm, 144 e 193ppm de Fe, correspondentes às soluções com 210 e 221ppm, 137 e 142ppm, 64 e 63ppm de Na.

Tabela 24. Equações de regressão dos teores de ferro (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na_2SO_4	$y = 112,94500 + 0,12829x$	55,65
RB70194	Na_2SO_4	$y = 150,19499 + 0,14431x$	84,70
	NaCl	$y = 109,70142 + 0,18717x - 0,01207x^2 + 0,29273 \cdot 10^{-4}x^3$	62,20
RB725828	NaCl	$y = 127,13035 + 2,27511x - 0,02293x^2 + 0,53518 \cdot 10^{-4}x^3$	53,66
NA56-79	Na_2SO_4	$y = 212,86000 - 1,69793x + 0,56159 \cdot 10^{-2}x^2$	98,51
CP51-22	Na_2SO_4	$y = 87,10214 + 0,52600x - 0,73243 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,23718 \cdot 10^{-4}x^3$	96,16

A influência do Na_2SO_4 sobre a concentração de ferro nas folhas das cultivares apresentou-se de maneira distinta; enquanto na cultivar CB45-3 esta fonte de Na acarretou acréscimos lineares; nas cultivares RB70194 e NA56-79 este sal provocou diminuição nos teores deste micronutriente; para a CP51-22 o Na na forma de sulfato acarretou acréscimos no teor de Fe até 46ppm de Na, sendo que desse ponto até 159ppm de Na houve uma pequena redução no teor de Fe, o qual elevou-se acentuadamente a partir dessa concentração de Na.

As doses de cloreto de sódio provocaram acréscimos e decréscimos na concentração de Fe, afetando somente as cultivares RB70194 e RB725828, a adição de até 63,5ppm de Na, em média, elevou a concentração estimada de Fe nas folhas, atingindo 168,5ppm. Acima dessa dose verificou-se a ocorrência de efeito depressivo do NaCl, sobre a concentração de Fe, que caiu a 92,5ppm na presença da concentração média de 215,5 ppm de sódio.

HASSAN et alii (1970 a) mostram que os sais Na_2SO_4 , MgSO_4 e CaCl_2 quando presentes no solo proporcionando C.E. de 16mmhos/cm causaram decréscimo na absorção de Fe, em plantas de cevada.

4.11. MANGANÊS

Os valores médios de manganês nas folhas das

plantas, em função dos tratamentos, a análise de variância resumida e as equações de regressão encontram-se nas tabelas 25, 18 e 26, respectivamente.

Tabela 25. Concentração de manganês (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm		
	Na ₂ SO ₄	NaCl									
CB45-3	141,1	75,4	152,4	108,5	152,5	118,5	125,2	90,7	194,3	116,3	
RB70194	159,8	57,5	164,0	100,0	151,8	106,8	103,9	78,5	80,6	108,4	
RB725828	144,3	76,0	116,7	79,5	127,6	94,2	63,4	82,4	84,0	106,9	
NA56-79	131,4	106,4	135,0	94,4	126,5	118,0	101,6	86,6	158,3	130,1	
CP51-22	130,3	90,2	103,5	84,2	98,6	108,3	123,4	97,9	154,4	117,45	
	Fonte dentro de cultivar e dose							45,78			
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar							65,17			
	Cultivar dentro de fonte e dose							27,32			

Os resultados mostram efeito de fonte, dose e cultivar com interação.

Foram ajustadas equações cúbicas aos teores de Mn nas folhas da cultivar CB45-3 com mínimo de 131 e 96ppm pa

ra soluções com 187 e 215ppm de Na, ponto de inflexão 146 e 106ppm referentes às soluções com 121 e 151ppm de Na, máximo de 161 e 116ppm correspondentes às soluções com 56 e 88ppm de Na, respectivamente para as formas Na_2SO_4 e NaCl.

Para a cultivar RB70194, na presença de Na_2SO_4 , ajustou-se regressão quadrática aos teores de Mn nas folhas, com máximo de 163ppm correspondente à solução com 21ppm de Na; regressão cúbica, na presença de NaCl com mínimo de 83ppm, ponto de inflexão com 95ppm e máximo 107ppm para as soluções com 213, 150ppm e 88ppm de Na, respectivamente.

Para as cultivares RB725828 e NA56-79, na presença de Na_2SO_4 foram ajustadas aos teores de Mn nas folhas regressões cúbicas respectivamente, com mínimo de 75ppm e 106ppm, ponto de inflexão 108ppm e 124ppm, e máximo de 141ppm e 143ppm correspondentes às soluções com 241 e 192ppm, 128 e 119ppm e 16 e 46ppm de Na, respectivamente. Já para a fonte NaCl, a regressão ajustada para a RB725828 foi linear com acréscimos de 7ppm de Mn para incrementos de 69ppm de Na; e quadrática para a NA56-79, com mínimo de 98ppm para solução com 103ppm de Na.

As concentrações de Mn nas folhas da cultivar CP51-22 ajustou-se para a fonte Na_2SO_4 regressão quadrática, com mínimo de 100ppm referente a 115ppm de Na na solução; e para a fonte NaCl ajustou-se regressão linear crescente varian-

do de 86ppm de Mn até 113ppm de Mn.

Tabela 26. Equações de regressão dos teores de manganês (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na ₂ SO ₄	$y = 139,09571 + 0,86659x - 0,99678 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,27269 \cdot 10^{-4}x^3$	89,26
	NaCl	$y = 73,88464 + 1,10586x - 0,88209 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,19386 \cdot 10^{-4}x^3$	88,13
RB70194	Na ₂ SO ₄	$y = 162,78428 + 0,05828x - 0,13585 \cdot 10^{-2}x^2$	95,38
	NaCl	$y = 56,14750 + 1,34121x - 0,01075x^2 + 0,23600 \cdot 10^{-4}x^3$	93,55
RB725828	Na ₂ SO ₄	$y = 140,44107 + 0,14147x - 0,45548 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,11776 \cdot 10^{-4}x^3$	75,39
	NaCl	$y = 74,91000 + 0,09351x$	64,89
NA56-79	Na ₂ SO ₄	$y = 129,93964 + 0,63261x - 0,85111 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,23813 \cdot 10^{-4}x^3$	90,94
	NaCl	$y = 107,15000 + 0,17427x + 0,84015 \cdot 10^{-3}x^2$	31,04
CP51-22	Na ₂ SO ₄	$y = 129,15071 - 0,50226x + 0,21776 \cdot 10^{-2}x^2$	98,09
	NaCl	$y = 85,98499 + 0,09880x$	64,49

A adição de sulfato de sódio provocou diferentes efeitos nos teores de Mn nas folhas das cultivares, proporcionando decréscimo nos teores do nutriente nas folhas da 'RB 70194' e 'RB725828'; nas cultivares CB45-3 e NA56-79 observou-se efeito duplo, o fornecimento de até 51ppm de Na, em média, acarretou acréscimos nos teores de Mn, a partir desta dose estimada até em média 161,5ppm de Na ocorreram decréscimos nos teores de Mn, chegando a atingir valores inferiores aos verificados em ausência de sódio, desta concentração em diante registraram-se novos incrementos no teor de manganês que ultrapassou as concentrações verificadas anteriormente. Para a CP

51-22 o fornecimento de até 115ppm de Na reduziu o teor deste micronutriente, acima deste ponto estimado o Na mostrou-se benéfico ao acúmulo de Mn, o qual tornou-se superior ao determinado em ausência de Na.

O cloreto de sódio acarretou uma elevação na concentração estimada de Mn nas folhas das cultivares; para a CB 45-3 e RB70194 as maiores concentrações do nutriente foram registradas na presença de 88ppm de Na, em média.

HASSAN et alii (1970 b) encontraram decréscimos no acúmulo de manganês, no caule e folhas de milho, quando cultivado em solos com C.E. de 16mmhos/cm, induzida por Na_2SO_4 , MgSO_4 e CaCl_2 .

4.12. ZINCO

Os resultados médios dos teores de zinco nas folhas, em função dos tratamentos, e a análise de variância resumida encontram-se nas tabelas 27 e 18 , respectivamente, e as equações de regressão na tabela 28.

Os resultados revelam que houve efeito de fonte, dose e cultivar, com interação.

Tabela 27. Concentração de zinco (ppm) nas folhas das diferentes cultivares de cana-de-açúcar, em função dos tratamentos (doses de sódio).

Cultivar	0 ppm		69 ppm		138 ppm		207 ppm		276 ppm		
	Na ₂ SO ₄	NaCl									
CB45-3	16,05	12,60	14,35	14,20	13,15	16,17	15,75	14,07	22,17	16,52	
RB70194	18,25	12,40	24,60	16,77	19,90	25,67	20,90	15,67	15,50	19,15	
RB725828	15,95	13,35	15,37	13,30	18,37	14,52	17,15	17,55	17,72	17,90	
NA56-79	25,75	18,60	16,97	16,62	16,37	22,60	18,50	13,12	21,67	17,97	
CP51-22	17,22	19,37	19,15	14,15	17,10	18,25	15,77	15,12	20,20	15,90	
	Fonte dentro de cultivar e dose							3,84			
d.m.s. (Tukey 5%)	Dose dentro de fonte e cultivar							5,47			
	Cultivar dentro de fonte e dose							4,76			

Os teores de zinco nas folhas das cultivares CB 45-3, RB70194 e NA56-79 sofreram efeito quadrático na presença do tratamento com Na₂SO₄; a CB45-3 e NA56-79 com mínimo de 13 e 16ppm de Zn na presença de 105 e 150ppm de Na, respectivamente; e a RB70194 com máximo de 22ppm de Zn relativo à solução com 113ppm de Na. Na presença de NaCl ajustou-se aos teores de Zn nas folhas da CB45-3 regressão linear crescente, de 13 até 16ppm; para a 'RB70194' regressão cúbica com mínimo de 18, ponto de inflexão de 19 e máximo de 21ppm de Zn, relativos às so

luções com 253, 183 e 114ppm de Na.

As concentrações de zinco nas folhas da cultivar RB725828 sã foram afetadas pelos tratamentos com NaCl, às quais ajustou-se regressão linear crescente, com variação de 12ppm até 18ppm.

Jã a cultivar CP51-22 apresentou variação nos teores de zinco nas folhas somente na presença de Na_2SO_4 , aos quais ajustou-se regressão cúbica com máximo de 19, ponto de inflexão de 17 e mínimo de 15ppm, relativos às soluções com 55, 126 e 197ppm de Na.

Tabela 28. Equações de regressão dos teores de zinco (y) nas folhas das cinco cultivares utilizadas, em função das fontes e doses de sódio (x) na solução nutritiva.

Cultivar	Fonte	Equação de Regressão	R ²
CB45-3	Na_2SO_4	$y = 16,42928 - 0,06324x + 0,30080 \cdot 10^{-3}x^2$	97,41
	NaCl	$y = 13,17000 + 0,01119x$	56,53
RB70194	Na_2SO_4	$y = 19,12714 + 0,06037x - 0,26705 \cdot 10^{-3}x^2$	68,87
	NaCl	$y = 11,60285 + 0,19664x - 0,12504 \cdot 10^{-2}x^2 + 0,22703 \cdot 10^{-5}x^3$	54,82
RB725828	NaCl	$y = 12,65500 + 0,01934x$	88,13
NA56-79	Na_2SO_4	$y = 24,98357 - 0,11984x + 0,39945 \cdot 10^{-3}x^2$	91,24
CP51-22	Na_2SO_4	$y = 17,22035 + 0,08103x + 0,93542 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,24669 \cdot 10^{-5}x^3$	99,98

Novamente o sulfato de sódio apresentou-se de maneira a provocar diferentes comportamentos nas cultivares; a cultivar CB45-3 apresentou decréscimo na concentração de zinco até 105ppm de Na na solução, sendo que, acima deste ponto houve estímulo na concentração de Zn, que elevou-se acima dos

teores verificados nas folhas submetidas ao tratamento com omissão de Na.

O Na_2SO_4 provocou, na RB70194 elevação no teor de Zn, que atingiu valor máximo de 22ppm, quando empregou-se a dose estimada de 113ppm de Na; para a cultivar NA56-79 o fornecimento de sulfato de sódio provocou decréscimos nos teores de zinco, minimizados a partir de 150ppm de Na na solução. Para a cultivar CP51-22 registrou-se na faixa de concentração, de 0 até 55ppm de sódio, na forma de sulfato, aumento no teor de zinco e acima deste ponto estimado, a adição de sulfato de sódio deprimiu o teor do nutriente, até 197ppm de Na, concentração de Na_2SO_4 maiores que esta acentuaram a elevação do teor deste micronutriente.

O emprego de NaCl caracterizou-se por elevar a concentração de zinco nas folhas, das cultivares CB45-3, RB 70194 e RB725828.

5. CONCLUSÕES

- Ambas as formas, sulfato de sódio e cloreto de sódio, mostraram-se prejudiciais para o crescimento inicial das cultivares de cana-de-açúcar: CB45-3, RB70194, RB725828, NA56-79 e CP51-22.

- As cultivares apresentaram, entre si, comportamento diferenciado.

- Não foi possível avaliar de maneira genérica os efeitos das fontes de sódio, uma vez que, os mesmos foram produtos de interações com dosagens e cultivares.

- O sulfato de sódio apresentou em determinadas faixas de concentrações e cultivares, efeitos benéficos sobre a produção de matéria seca e a concentração de nutrientes.

- Independente da forma, sulfato ou cloreto, teores de sódio, na solução, superiores a 200ppm, em média, afetaram negativamente a acumulação de matéria seca das raízes, colmos e folhas.

- Os sais, sulfato e cloreto de sódio, provoca-

ram nos teores de macro e micronutrientes nas folhas das cultivares, efeitos predominantes no sentido de:

Cultivar	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl
	Acrêscimos nos teores		Decrêscimos nos teores	
CB45-3	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	K,Mg,B,Mn,Zn	P	N,P,Ca,S
RB70194	N,P	F,K,B,Fe,Mn,Zn	K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn	Mg,S
RB725828	N,K,Ca,Mg	P,K,Mg,B,Fe,Mn,Zn	P,Mn	N,S
NA56-79	Mn	P,Mg,B,Mn	P,K,Ca,Fe,Zn	N,Ca,S
CP51-22	N,Fe,Mn,Zn	P,B,Mn	P,Ca	N,Ca,Mg,S

6. LITERATURA CITADA

- AZEREDO, D. F., 1982. Alumínio no crescimento e na concentração de nutrientes em diferentes cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.). Piracicaba, 55p. (Mestrado - ESALQ).
- BARNES, A.C., 1964. The Sugar Cane. London, Leonard Hill , 456p.
- BARRETO, J.R. e S.V. VALDIVIA, 1979. Influencia de la salinidad en la produccion de la caña de azucar y en las características físico-químicas del suelo. Saccharum, Trijilho , 7(2):89-102.
- BERNSTEIN, L., L.E. FRANÇOIS e R.A. CLAKER. 1966. Salt tolerance of NCo varieties of sugar cane. I. Sprouting, growth and yield. Agronomy Journal, Madison, 58(5): 489-493.
- BONNET, J.A., 1953. Soil - Salinity studies as related to sugarcane growing in Southwestern Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Puerto Rico, 37(2): 103-113.

- BONNET, J.A., 1968. Sugar cane problems of saline soils. Sugar y Azúcar, New York, 63 (6):21-23.
- EVANS, H., 1959. Elements other than nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugarcane. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists, Honolulu, 10 : 473-508.
- FASIHI, S e H. AHMAD, 1967. Performance of some sugarcane varieties under water-logged and Kallar affected areas. Agriculture Pakistan, Karachi, 18 (4):457-465.
- FOGLIATA, F.A. e P.J. ASO, 1964. Efectos de las sales solubles del suelo sobre el rendimiento sacarino de la caña de azúcar. Boletín Estación Experimental Agrícola de la Provincia de Tucuman, nº 97, 15p.
- HASSAN, N.A.K.; J.V. DREW; D. KNUDSEN e R.A. OLSON, 1970a. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in Barley and Corn: I. Barley (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Journal, Madison , 62 : 43-45.
- HASSAN, N.A.K.; J.V. DREW; D. KNUDSEN e R.A. OLSON, 1970b. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in Barley and Corn:

- II. Corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal, Madison, 62 : 46-48.
- HAYWARD, H.E. e C.H. WALDEIGH, 1949. Plant growth on saline and alkali soils. Advances in Agronomy, New York, 1 : 1-38.
- HUMBERT, R.P., 1973. Caña de Azucar: Los problemas de salinidad en su cultivo. Agricultura de las Americas, Kansas, 3 : 14, 15, 43, 44 e 45.
- IAA-PLANALSUCAR/SUPER., 1980. Relatório Anual. Piracicaba. 116p.
- INSTITUT OF SUGAR RESEARCH, 1973. Sal tolerance levels of sugarcane. Annual Report on Industrial Research of the Institute of Sugar Research Departament Jamaica, Kingston, 29-32.
- IYENGAR, E.R.R.; J.B. PANDYA; B.R. MEHTA, 1977. Effect of salinity of diluted seawater on two varieties of sugarcane. Salt Research & Industry, Bhavnagar, 13 (1-2): 41-46.
- JOSHI, G.V. e G.R. NAIK, 1977. Salinity effect on growth and photosynthetic productivity in sugarcane var. Co740. Indian Sugar, New Delhi, 27 : 329-332.

JOSHI, G.V. e G.R. NAIK, 1980. Response of sugarcane to different types of salt stress. Pant and Soil, The Hague, 56 : 255-263.

KORTSCHACK, H.P., 1975. Salt and C₄ pathway in sugarcane. Annual Report Hawaiian Sugar Planters Association, Honolulu, : 36.

LIU, L.J., 1967. Salinity effects on sugarcane germination , growth, and root development. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Puerto Rico, 51 : 201-202.

MANNOF, I., 1939. Las aguas salitrosas del rio Sali, su origen y sus efectos. Boletin Estação Experimental Agricola de la Provincia de Tucumán, nº 29, 17p.

MARETZKI, A; M. THOM e L.G. NICKELL, 1972. Influence of osmotic potentials on the growth and chemical composition of sugarcane cell cultures. Hawaiian Planter's Record, Honolulu, 58 (15): 183-199.

MARTIN, J.P. e F.T. BINGHAN, 1954. Effect of varions exchangeable cations ratios in soils on growth and chemical composition of avocado seedlings. Soil Science. New Brunswick, 78 : 349-360.

- MASS, E.V. e J.G. HOFFMAN, 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE. IR, New York 2 (103) : 115-134.
- MEHRAD, B., 1968. Effect of soil salinity on sugarcane cultivation at Hart Tappeh, Iran. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists, Taipei, 13 : 746-755.
- MILLAR, C.E., 1955. Soil Fertility. New York, John Willey; London, Chapman & Hall, 436p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1977. Curso de Estatística Experimental. Ed. São Paulo, Nobel, 430p.
- POEY, F., 1942. Sales salubres en el suelo dañinas a la caña. In: XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba, Cuba, p. 55-64.
- RICHARDS, L.A., 1973. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. México, Ed. LIMUSA, USDA, 169p.
- RIZK, T.Y e W.C. NORMAND, 1966. A field study of some effects of salinity on sugarcane. Sugar Bulletin, New Orleans, 44 : 154-155.
- RIZK, T.Y. e W.C. NORMAND, 1969. Effects of salinity on Loui

siana Sugarcane. International Sugar Journal, Manchester, 71 (848) : 227-230.

ROBINSON, F.E. e G.F. WORKER, 1965. Growth of sugar cane in areas irrigated with Colorado River water. California Agriculture, Berkeley, 19 (8) : 2-3.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", USP, 56p.

SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Suma Phitopathologica, Piracicaba, 1 : 231-233.

SHEN, I.S. e H.L. TUNG, 1964. Study on salt tolerance in sugarcane. Report of the Taiwan Sugar Experiment Station, Taipei, 35 : 1-24.

SHOJI, K e K. SUND, 1965. Drainage and salinity investigation at Halft Tappeh sugar cane project, Iran. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists, San Juan, 12 : 90-95.

SILVA, W.M. da, 1975. Termoterapia em gemas isoladas para controle do raquitismo da soqueira. IN: Anais do III Seminário COPERSUCAR da Agroindustria Açucareira, Aguas de Lin-

dõia, p. 211-214.

SUND, K. e H. CLEMENTS, 1974. Production of sugarcane under saline desert conditions in Iran. Bulletin of the Hawaii Agricultural Experiment Station, Honolulu, nº 160, 64p.

SYED, M.M. e S.A. EL-SWAIFY, 1972. Effect of saline water irrigation on NCo310 and H50-7209 cultivars of sugarcane. I. Growth parameters. Tropical Agriculture, Trinidad, 48 (4) : 337-346.

SYED, M.M. e S.A. EL-SWAIFY, 1973. Effect of saline water irrigation on NCo310 and H50-7209 cultivars of sugarcane. II. Chemical composition of plants. Tropical Agriculture, Trinidad, 50 (1) : 45-51.

VALDIVIA, S.V. e J. PINNA, 1977. Efecto de la salinidad en el brotamiento de la caña de azucar. Saccharum, Trujilho, 5 (1) : 51-59.

ZERBAN, F.W., 1913. Los sales existentes en las marismas y su relacion con la produccion de caña. Boletin Estacion Experimental Agricola de Puerto Rico, nº 4, 44p.