

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO E
SULFATO DE MAGNÉSIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO
E COMPOSIÇÃO MINERAL DA BETERRABA DE MESA
(Beta vulgaris L.)

por

WASHINGTON LUIZ DE CARVALHO E SILVA
Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária - **EMBRAPA**

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA
JULHO - 1 9 7 7

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO E
SULFATO DE MAGNÉSIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO
E COMPOSIÇÃO MINERAL DA BETERRABA DE MESA
(Beta vulgaris L.)


por

WASHINGTON LUIZ DE CARVALHO E SILVA

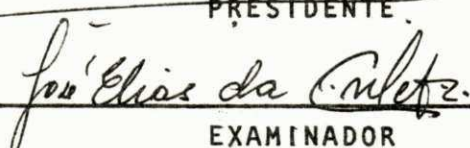
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PRO
GRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO DE CIÊN
CIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.).

Aprovado por:


COMISSÃO



PRESIDENTE



EXAMINADOR



EXAMINADOR

CAMPINA GRANDE
ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL
JULHO - 1977

S586e Silva, Washington Luiz de Carvalho e.
Efeitos da aplicação de cloreto de sódio e sulfato de magnésio sobre o desenvolvimento e composição mineral da beterraba de mesa (*Beta vulgaris* L.) / Washington Luiz de Carvalho e Silva. - Campina Grande, 1977.
59 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1977.
"Orientação : Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra".
Referências.

1. Beterraba - Cultura. 2. Beterraba - Composição Mineral. 3. Cloreto de Sódio. 4. Sulfato de Magnésio. 5. Dissertação - Ciências. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 633.63(043)

"In Memoriam"

A meu pai Antonino

À minha mãe Dina e
À minha esposa Lívia

A G R A D E C I M E N T O S

O autor agradece:

A sua esposa pela participação ativa nos trabalhos de laboratório e datilografia, além do carinhoso e constante incentivo durante o curso e preparação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Hugo O. Carvalho Guerra, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba pela paciente, criteriosa e objetiva orientação na elaboração do presente trabalho.

Aos Prof^s José Vitaliano C. R. Filho, e José Elias da Cunha Metri pela valiosa colaboração na planificação deste trabalho.

Ao Prof. Laurentino Fernandes Batista, pela enorme presteza durante as fases de laboratório e pela cuidadosa revisão do trabalho.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (**EMBRAPA**), pela oportunidade para a realização do curso.

Aos Professores do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba pelos ensinamentos adquiridos.

Aos Professores e Funcionários do Campus II de Agronomia do Centro de Ciências e Tecnologia (Areia-Pb) onde, durante a realização do experimento e análises de laboratório, recebemos a mais calorosa acolhida e eficiente colaboração.

Ao Sr. Jorge Barbosa de Souza, pelo esmerado trabalho de datilografia.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e às pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

R E S U M O

Com os objetivos de identificar os efeitos produzidos pelo cloreto de sódio e sulfato de magnésio sobre o desenvolvimento e composição mineral da cultura da beterraba de mesa (Beta vulgaris L.) e de verificar a influência que o sulfato de magnésio tem sobre a cultura submetida a diferentes níveis de cloreto de sódio, um experimento foi conduzido num substrato de areia e solução nutritiva. As plantas foram submetidas a doses de 0, 80, 120 e 160 me/l de cloreto de sódio e doses de 2, 7, 15 e 23 me/l de sulfato de magnésio. O delineamento experimental foi um fatorial 4x4 em blocos ao acaso com três repetições. Constatou-se que o cloreto de sódio reduziu significativamente os pesos secos, além de afetar também significativamente os conteúdos de potássio, sódio, cálcio, magnésio e fósforo, tanto da parte aérea como da radicular da planta. O sulfato de magnésio nas doses utilizadas, não produziu diferenças significativas nos rendimentos, apenas afetou significativamente os conteúdos de sódio, cálcio e magnésio da parte aérea da planta e de cálcio da parte radicular. O sulfato de magnésio não produziu nenhuma influência no efeito da salinidade produzida pelo cloreto de sódio sobre os rendimentos da beterraba.

S U M M A R Y

The objectives of the present study were to identify the effects produced by the sodium chloride and the magnesium sulphate on the development and mineral composition of the table beet (Beta vulgaris L.). Plants growing in a sand culture were submitted to levels of 0,80, 120 and 160 me/l of sodium chloride and 2, 7, 15 and 23 me/l of magnesium sulphate. Both, the dry weight and the mineral composition of the plant were affected significantly by the sodium chloride. With exception of some influence on the mineral content, the magnesium sulphate did not produce any effect of the plant behavior.

I N D Í C E

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
A. Influência dos Sais Sobre o Crescimento das Plantas	3
B. Influência do Tipo de Ions Sobre o Crescimento das Plantas	5
C. Influência dos Sais Sobre a Composição Mineral das Plantas	13
D. Influência dos Sais Sobre a Cultura da Beterraba (<u>Beta vulgaris L.</u>)	15
CAPÍTULO III - MATERIAIS E MÉTODOS	20
A. Localização do Experimento	20
B. Aparelho Experimental	20
C. Delineamento Experimental	22
D. Procedimento	22
E. Colheita, Pesagem e Secagem das Plantas	25
F. Análises Químicas	25
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
A. Efeitos do NaCl e MgSO ₄ Sobre os Rendimentos da Beterraba (<u>Beta vulgaris L.</u>)	27
B. Efeitos do NaCl e MgSO ₄ Sobre o Conteúdo Mineral da Beterraba (<u>Beta vulgaris L.</u>)	32
a. Potássio	36
b. Sódio	38
c. Cálcio	40

	Página
d. Magnésio	42
e. Fósforo	44
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	46
- BIBLIOGRAFIA	48
- APÊNDICE	52

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Os problemas da salinidade na agricultura têm sido amplamente enfocados num esforço para aumentar as áreas cultiváveis e conseqüentemente a produção de alimentos. Sais em excesso, restringem o crescimento das plantas em grandes áreas do globo mais do que faz qualquer outro fator inibidor que elas possam encontrar no ambiente normal (EPSTEIN, 1975). Embora a necessidade de aplicação de um manejo adequado para reduzir a salinidade do solo seja reconhecida, a alternativa mais prática para atingir este objetivo não tem sido ainda formulada.

As plantas desenvolvendo-se em solos salinos e sódicos são afetadas por excessivas concentrações de sais solúveis, sódio trocável ou ambos. Os sais solúveis, são formados principalmente pelas combinações de cloretos e sulfatos com os diversos cátions existentes no solo, tais como sódio, cálcio e magnésio. O cloreto de sódio e o sulfato de magnésio, têm uma importância fundamental, pois são considerados como os principais responsáveis pela formação dos solos salinos. Já foi observado entretanto, que os sintomas de sa

linidade na planta, produzidos por uma dada concentração de cloreto de sódio diminuem e inclusive desaparecem quando se aumenta a quantidade de sulfato de magnésio aplicada ao meio.

Considerando que a salinidade afeta grandes áreas agrícolas do Nordeste Brasileiro, e que a cultura da beterraba de mesa tem uma relevante importância econômica na região, o presente trabalho teve como principais objetivos: verificar os efeitos de diferentes concentrações de cloreto de sódio e de sulfato de magnésio sobre a cultura da beterraba de mesa; e verificar a influência que tem o sulfato de magnésio, sobre o desenvolvimento da planta submetida a diferentes concentrações salinas, produzidas pelo cloreto de sódio.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A. Influência dos Sais Sobre o Crescimento das Plantas

Os solos salinos e sódicos se caracterizam pelo fato de conterem excessivas concentrações de sais solúveis, sódio trocável ou ambos. Os sais solúveis do solo consistem principalmente em várias proporções dos cátions, sódio, cálcio e magnésio e dos anions cloreto e sulfato; o cátion potássio e os anions bicarbonato e nitrato se encontram geralmente em quantidades menores (JACKSON, 1970; RICHARDS, 1973). Ainda LOPEZ-RITAS (1967), acrescenta o anion borato como componente de sais solúveis de um solo salino.

Quando se discute os problemas relacionados com o efeito dos componentes dos solos salinos e sódicos, é conveniente usar termos que se referem especificamente às causas principais do problema. Assim, solo salino é aquele que contém excessos de sais solúveis que alteram desfavoravelmente sua produtividade. De igual forma, solos sódicos podem ser definidos em termos do efeito do sódio trocável em sua produtividade. Segundo o exposto, solos sódicos podem

não conter excesso de sais solúveis. Possivelmente, o problema mais comum compreende aqueles solos com excesso de sais solúveis e sódio trocável, denominando-se assim, solos salinos-sódicos (RICHARDS, 1973).

THORNE & PETERSON (1954), indicam que o efeito prejudicial dos sais para o desenvolvimento das plantas tem tres diferentes origens: a) o efeito osmótico dos sais impedindo a absorção de água; b) o efeito químico direto dos sais provocando distúrbios na nutrição e metabolismo das plantas; c) o efeito indireto dos sais alterando a estrutura, permeabilidade e aeração do solo.

Bernstein (1964) citado por KOVDA (1973) classifica por sua vez os efeitos dos sais sobre as plantas sob três aspectos:

1. Um efeito osmótico geral através do qual a diminuição do crescimento e rendimento da planta é causada por uma desfavorável pressão osmótica do meio.
2. Efeitos iônicos específicos de natureza nutricional o qual produz um decréscimo do crescimento e rendimentos da planta.
3. Efeitos tóxicos que causam sintomas e danos característicos devido a acumulação excessiva de um ion específico na planta.

Embora seja grande a importância que se tem da tolerância das plantas aos sais, as dúvidas sobre o mecanismo dos efeitos dos sais não têm sido totalmente esclarecidas. O problema principal é a extrema dificuldade para a distinção entre os efeitos iônicos e osmóticos devido a que ambos ocorrem simultaneamente. Indica Ritcher, citado por

KOVDA (1973), que a menos que uma distinção seja traçada entre estes efeitos, se continuará considerando que as reações que ocorrem na planta são governadas unicamente pela "concentração de sais", a qual é geralmente relacionada com os processos de suprimento de água para as plantas.

Ainda que alguns autores assegurem que o crescimento e desenvolvimento das plantas em condições salinas dependam das condições osmóticas e do efeito de ions específicos, existem outros cientistas que indicam que as diferenças observadas no crescimento e metabolismo das plantas expostas ao efeito dos sais não são devidas a estes, mas ao efeito tóxico específico de ions individuais. Existem outros trabalhos, que indicam que nem a teoria osmótica nem a teoria da toxidez podem isoladamente explicar a diversidade de resultados obtidos com muitas espécies e variedades: em alguns casos a influência do meio salino sobre as plantas pode ser explicada principalmente pelo efeito osmótico, em outros casos a teoria da toxidez é a melhor explicação para o fenómeno observado (KOVDA, 1973).

Importancia também deve ser dada ao efeito da salinidade sobre a disponibilidade de água pelo solo. Por outro lado, existe suficiente evidência que um aumento da pressão osmótica da solução do solo pode ocasionar uma diminuição na absorção de água pelas raízes. A tensão de água do solo aumenta a medida que o solo se seca limitando assim, a disponibilidade de água para as plantas (RICHARDS, 1973).

B. Influência do Tipo de Ions Sobre o Crescimento das Plantas

É muito difícil, explica RICHARDS (1973), particularmente em plantas desenvolvendo-se sob condições nor

mais, determinar os efeitos específicos que cada ion individual produz sobre essas plantas. A influência sobre o crescimento vegetal, de concentrações excessivas de ions, é um fenomeno extremamente complexo que envolve muitos princípios fundamentais da nutrição das plantas. O efeito dos ions é diferente entre espécies e ainda entre variedades de plantas, dificultando assim a generalização a cerca da toxidez de diversos ions. Entretanto, parece que as diferenças na tolerancia das plantas à concentrações iônicas excessivas no substrato, estão relacionadas em certo grau com a seletividade específica na absorção de ions e as necessidades nutricionais da planta.

Como já foi indicado anteriormente, alguns ions que frequentemente se encontram em excesso nos solos salinos são os cátions sódio e magnésio e os anions cloretos e sulfatos.

a. Sódio

Vários autores (HARMER et alii 1953; LARSON & PIERRE, 1953; COPE, Jr. et alii, 1953; WEHUNT & COLLINS, 1953; BEAR, 1958 e DAKER, 1973) têm atribuído ao sódio efeitos benéficos para algumas plantas. Assim, já em 1941, Harmer e Benne, citados por HARMER et alii (1953) indicavam incrementos nos rendimentos da beterraba açucareira, aipo, nabo e acelga quando o sódio era aplicado. Segundo Holt e Volk (1945) citados por MILLER & ARMY (1954) o sódio é um elemento essencial para algumas plantas como a beterraba açucareira, trigo e aveia.

O valor do sódio em nutrição de plantas tem sido amplamente discutido, e seu efeito benéfico sobre as plantas não é bem entendido. Embora o sódio não seja geralmente considerado essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, muitas culturas são beneficiadas por este

elemento, e inclusive algumas não atingem a máxima produção sem o mesmo (COPE, Jr. et alii, 1953).

WEHUNT & COLLINS (1953) acrescentam que o interesse no sódio, como um fator em nutrição de plantas, parte do fato que a produção e a qualidade de várias culturas são favoravelmente influenciadas pela presença deste elemento no meio de desenvolvimento; e ao mesmo tempo a abundância do sódio na natureza e sua presença em forma disponível em várias localidades e sob várias condições de cultivo, produz em certas ocasiões problemas de salinidade.

Outros investigadores consideram que o efeito do sódio é mais indireto; seja substituindo em certo grau o potássio quando este é deficiente (Hartwel e Pember, 1908 e Holt e Volk, 1945 citados por MILLER & ARMY, 1954; GAMMON, Jr. 1953; BEAR, 1958) ou limitando a acumulação excessiva de cálcio, que no caso da beterraba açucareira produz uma coloração verde azulada e nanismo (COPE, Jr. et alii, 1953; RICHARDS, 1973).

Mais recentemente, MALAVOLTA et alii (1974) e EPSTEIN (1975), afirmam que com exceção das halófitas, a essencialidade do sódio em nutrição de plantas ainda não está comprovada.

Não obstante as espécies de plantas variarem enormemente com respeito a quantidade de sódio que podem acumular, não se tem registros de muitos casos de toxidez causada por este elemento (HAYWARD & WADLEIGH, 1949). Assim, tem se observado apenas que excesso de sódio produz queimaduras nas folhas de algumas árvores de endocárpio pétreo (amendoa, abacate, etc.) e também se tem encontrado queimaduras nas folhas de algumas variedades de algodão sensíveis à salinidade. Em solos salinos os ions sódio são geralmente acompanhados dos ions cloreto, ambos em concentrações muito mais elevadas que as normais. Sob tais condições, a elevada pressão osmótica da solução do solo tende a obscurecer os efeitos especí

ficos do sódio sobre o desenvolvimento dos cultivos (RICHARDS, 1973).

Vários estudos (MEIRI & POLJAKOFF-MAYBER, 1970; SANCHEZ CONDE, 1976 e outros) têm demonstrado que para certas plantas um excesso de sódio produz uma redução no seu crescimento e desenvolvimento. Devido a que o efeito específico do sódio nas funções fisiológicas e metabólicas não é claramente conhecido (TISDALE & NELSON, 1970), explicações concretas não têm sido formuladas para explicar esta redução de rendimentos em cultivos hidropônicos.

De acordo com Collander (1941); Gauch e Wadleigh (1945); Hayward et alii (1946); Wallace et alii (1948), citados por HAYWARD & WADLEIGH, (1949) muitas espécies de plantas tendem a excluir o sódio, e o efeito tóxico específico poderia provir de tal exclusão de sódio juntamente com acumulação de anions que fazem parte do substrato. Tal situação não seria classificada como toxidez de sódio.

O sódio pode ainda produzir efeitos secundários importantes sobre o crescimento dos vegetais através de modificações estruturais adversas do solo. Assim, se o complexo de troca contém quantidades apreciáveis de sódio, o solo pode dispersar-se causando aeração deficiente e baixa disponibilidade de água (RATNER, 1935; PEARSON & BERNSTEIN, 1958; ALLISON, 1964). RATNER (1935) indica que uma possível causa da morte da planta pode ser atribuída a uma insuficiência de cálcio como elemento nutritivo, devido ao excesso de sódio trocável.

b. Magnésio

O magnésio é um elemento essencial para o crescimento e reprodução de todas as plantas. Ocorre em plantas

em formas combinadas na clorofila, no protoplasma, e em forma solúvel na seiva celular. Tem sido verificado que executa importantes funções na planta, tais como na disponibilidade de fosfatos, formação e translocação de carboidratos, fixação de nitrogênio, e no envelhecimento das plantas (KRACKENBERGER & PETERSON, 1954).

Além de ser componente mineral da clorofila, o magnésio ainda é específico na ativação de numerosas enzimas implicadas no metabolismo dos carboidratos, das gorduras e das proteínas (TISDALE & NELSON, 1970; MALAVOLTA et alii, 1974; EPSTEIN, 1975).

THORNE & PETERSON (1954), mencionam a importância da afinidade existente entre o cálcio e o magnésio. Eles indicam e são apoiados por HAYWARD & WADLEIGH (1949) que acumulações excessivas de magnésio no substrato podem ser tóxicas para as plantas e THORNE & PETERSON (1954) reportam ainda que esta toxidez pode ser maior que aquela produzida pelo sódio ou cálcio.

Heimann (1958) citado por KELLEY (1963) que verificou a função do magnésio em relação aos outros ions do solo salino, afirma que o efeito físico do magnésio trocável é mais semelhante ao do sódio do que ao do cálcio, e que o efeito do potássio adsorvido se assemelha com o do cálcio mais estreitamente do que com o efeito do sódio.

Gauch (1940) citado por HAYWARD & WADLEIGH (1949) afirma que a toxidez causada pelo magnésio pode ser associada com um inadequado suprimento de cálcio no interior dos tecidos. THORNE & PETERSON (1954) especificam que um excesso de magnésio pode inibir a presença de cálcio na lamela média, impedindo a formação da parede celular.

Wadleigh e Gauch em 1944 e Ayres em 1948, obtiveram evidências que as plantas podem não mostrar sintomas específicos de toxidez de magnésio sob condições de acu

mulações deste cátion na solução do solo quando o cálcio es
tá também presente em relativamente alto nível (HAYWARD &
WADLEIGH, 1949). PETERSON & KRACKENBERGER (1954) acrescentam
que fertilização com magnésio tende a decrescer o conteúdo
de cálcio da planta.

BEAR (1958) e TISDALE & NELSON (1970) afirmam
que a absorção de magnésio pelas plantas depende da quanti
dade deste presente, do grau de saturação de magnésio e da
natureza dos outros ions trocáveis. Se a planta tem abundan
te potássio à sua disposição, seu conteúdo de magnésio será
relativamente baixo.

c. Cloretos e Sulfatos

Batalin citado por KOVDA (1973) já em 1884 a
lertava para os efeitos de diferentes sais sobre o crescimen
to das plantas. Trabalhando com halótitas ele observou dife
renças marcantes entre os efeitos produzidos pelo cloreto de
sódio e sulfato de magnésio.

Os cloretos, juntamente com os sulfatos são os
principais anions formadores dos solos salinos. Todos os clo
retos são caracterizados pela sua alta solubilidade e conse
quentemente, alta toxidez. A significância dos sulfatos no
solo varia bastante com a sua composição química. Assim, o
sulfato de cálcio é muito insolúvel e o de magnésio possui
uma alta solubilidade (KOVDA, 1973).

KAMPPER & ZEHLER (1968) afirmam que com maior
frequência aparecem danos causados em plantas pelo cloro,
devido a que os cloretos se solubilizam com maior facilida
de sem serem desionizados. Com maior absorção do cloreto, au
menta, por exemplo a absorção de cálcio, sendo que em geral,

as plantas sensíveis a cloreto, são também simultaneamente sensíveis a cálcio. O estreitamento da relação K/Ca pode ocasionar deficiência de K, que pode ser mais acentuada ainda se houver cloreto excedente por efeito fisiológico contrário dos ions potássio e cloreto.

Por outro lado Sommoneau (1963) citado por SANCHEZ CONDE (1976), reporta ainda que a salinidade produzida por cloretos no meio nutritivo, reduz a respiração e a fotossíntese das plantas.

Estudando o efeito individual de ions, THORNE & PETERSON (1954), indicam que normalmente, o ion cloreto é mais tóxico para as plantas que o ion sulfato. Entretanto, Eaton (1942) citado pelos autores anteriormente indicados, encontrou maior resistência à cloretos do que para sulfatos na cultura da beterraba açucareira, em igual concentração osmótica. Raleigh (1948) citado por HAYWARD & WADLEIGH (1949), indica que a beterraba de mesa é beneficiada pela adição de cloreto no substrato onde a mesma é cultivada.

Segundo THORNE & PETERSON (1954) em estudos do desenvolvimento de plantas em solos salinizados, são mostrados que alguns sais são mais tóxicos que outros. Assim, cloreto de sódio tem sido citado como tóxico para as plantas quando sua concentração no solo é em torno de 0,2%. Em condições semelhantes o sulfato de sódio requer uma concentração de 0,4% para provocar efeitos tóxicos semelhantes. Em todos os casos, entretanto, a toxidez relativa de somente um sal, ou alguma combinação constante de sais, tem sido quase que diretamente proporcional à concentração na solução do solo; com o que concorda LOPEZ-RITAS (1967). Com relação a pressão osmótica, os autores citam que para uma mesma quantidade de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e sulfato de sódio no solo, a pressão osmótica devida ao cloreto de sódio é maior do que a mesma devida aos outros dois sais,

pois a solução de cloreto de sódio é mais altamente ionizada do que as outras duas soluções. Consequentemente, a medição da condutividade elétrica da solução do solo é um melhor guia da salinidade do que a determinação do peso dos sais presentes no solo. Também segundo KELLEY (1963), exceto para diluições extremas, os cloretos se ionizam mais completamente do que os sulfatos. Consequentemente, a pressão osmótica devido a cloretos normalmente excede a pressão osmótica de soluções de sulfatos de igual concentração molar.

Desde 1950, Strogonov, também citado por KOVDA (1973), vem indicando que as variações anatómicas e fisiológicas que ocorrem nas plantas não são devidas a conteúdos de sais mas devido a razão existente entre eles. Baseado nos seus experimentos, feitos em casa de vegetação e no campo, Strogonov concluiu que a composição dos sais contidos em solos salinos tem um grande efeito sobre as condições fisiológicas e a estrutura anatômica das partes aéreas e subterrneas da planta. Trabalhando com algodão sob diferentes níveis de salinidade ele encontrou que a taxa de crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas em solos salinos são governadas não somente pelo conteúdo de sal, mas pela composição dos sais contidos no solo. Assim, para um mesmo conteúdo total de sais a salinidade produzida por cloreto de sódio cria piores condições para a germinação das sementes, crescimento e desenvolvimento das plantas que a salinidade produzida por sulfato de magnésio. Os dados obtidos permitem mostrar que a salinidade produzida por sulfatos afeta mais o crescimento das células que a formação de novas; entretanto a salinidade produzida por cloretos produz um drástico decréscimo do número de células formadas, mas estimula o crescimento das já existentes.

O tipo de salinidade tem uma influência marcante no intercâmbio de água entre o solo e a planta. Assim,

plantas crescendo em solos com um alto conteúdo de sulfato de magnésio em contraste com plantas crescendo em solos com um alto conteúdo de cloreto de sódio, apresentam um decréscimo no conteúdo de água. Por outro lado, os sulfatos produzem plantas com um maior grau de elasticidade do protoplasma e um sistema coloidal mais estável que as produzidas em solos com alto conteúdo de cloreto de sódio (KOVDA, 1973).

SANCHEZ CONDE (1976) verificando o efeito do cloreto de sódio e do sulfato de magnésio, sobre a cultura do tomate, ambos em doses crescentes e em cultivo hidropônico, observou que a medida que o nível de NaCl crescia eram notados efeitos depressivos no desenvolvimento e na forma das folhas, o que era mais evidenciado nos rendimentos da parte aérea, raízes e frutos. Quando foi adicionado no meio cultural 136 me/l de NaCl, em combinação com apenas 4 me/l de $MgSO_4$, a redução no rendimento do fruto atingiu 80,54%. Entretanto, quando foi adicionado somente $MgSO_4$ em níveis superiores a 4 me/l, apesar da planta se mostrar com aspecto completamente normal, apresentava um menor desenvolvimento da parte aérea, o que era refletido no rendimento do fruto que decresceu 50,81% quando a concentração de $MgSO_4$ foi 20 me/l. Porém, houve um aumento nos rendimentos do fruto quando as plantas foram cultivadas com os níveis de 102, 136 e 102 me/l de NaCl, respectivamente combinados com 12, 12 e 20 me/l de $MgSO_4$ em comparação com os rendimentos obtidos com estas mesmas doses de NaCl e 4 me/l de $MgSO_4$. Tal fato indica que quando NaCl e $MgSO_4$ foram aplicados juntos existiu uma interação positiva. O maior incremento, 40,10%, foi obtido com 102 me/l de NaCl e 20 me/l de $MgSO_4$.

C. Influência dos Sais Sobre a Composição Mineral das Plantas

A composição mineral das diferentes partes de uma planta, com frequência se altera devido às condições de salinidade ou excesso de sódio no substrato (KOVDA, 1973; RICHARDS, 1973; SANCHEZ CONDE, 1976).

Segundo KOVDA (1973), a salinidade produz variações na relação entre potássio, sódio, cálcio e magnésio na planta. Em plantas pouco tolerantes à sais, essas variações entre os ions componentes é relativamente pequena. Menciona ainda que existe uma teoria que indica que o valor da relação entre o sódio e o potássio nos tecidos das plantas, pode dar alguma indicação sobre o grau de tolerância aos sais pelas plantas.

Alguns autores indicam que uma relativamente elevada concentração de cloretos produz uma acumulação de fósforo pelas plantas. Um ponto interessante é que cloretos e sulfatos têm diferentes efeitos sobre a absorção de fósforo pelas plantas, assim, presença de cloretos intensifica este processo, enquanto que os sulfatos no substrato têm efeito contrário. Outro fato importante é que a absorção de substâncias nutritivas pelas plantas é afetada não somente pela relação entre cloretos e sulfatos, mas também pela presença de várias formas de nitrogênio no substrato. Em particular, variações na concentração de cloretos e sulfatos na presença de nitratos não têm praticamente efeito sobre a composição mineral das plantas; entretanto, quando os cloretos predominam sobre os sulfatos na presença de nitrato e amonio, existe um aumento no conteúdo de cálcio, magnésio e potássio (KOVDA, 1973).

O mesmo autor trabalhando com algodão crescendo em solos salinos com um alto conteúdo de sulfatos, comparado com solos salinos produzidos por um alto conteúdo de cloretos, verificou que o conteúdo de P_2O_5 , K, Mg, SiO_2 e

SO_4 nas folhas aumentou enquanto que o conteúdo de Na, Fe_2O_3 e Cl decresceu. O cálcio se manteve constante mas, a relação Na/Ca variou, o que afeta a taxa de vários processos fisiológicos incluindo a síntese de substâncias pecticas. Também observou que existe uma maior acumulação de cátions monovalentes com a salinidade produzida por sulfatos.

Finalmente, RICHARDS (1973) indica que uma análise química de tecidos vegetais apropriados poderia servir para diagnosticar o excesso ou deficiência de minerais nos solos onde a planta está crescendo. Ainda mais, a análise da planta pode evidenciar danos devido a sais em casos em que os solos não são salinos. Isto pode apresentar-se em plantas muito sensíveis aos sais ou em casos de salinidade transitória. Indica ainda que sob certas condições (como na presença do ion bicarbonato) o complexo de fatores que interveem na composição mineral da planta pode alterar-se e portanto se deve ter muito cuidado em relacionar qualquer função anormal das plantas a um ion específico.

D. Influência dos Sais Sobre a Cultura da Beterraba (Beta vulgaris L.)

As plantas são geralmente divididas em dois grupos dependendo de sua reação a salinidade do solo: halófitas e glicófitas. O primeiro, incluindo plantas adaptadas a meios salinos e o segundo, as plantas que possuem uma limitada capacidade de adaptação à salinidade. Ambas, halófitas e glicófitas são encontradas entre plantas superiores e inferiores mas não existe uma separação nítida entre grupos. Existem assim, plantas que possuem propriedades de ambos (halófitas facultativas) entre as quais pode-se citar a

Beta vulgaris L.; Gossypium L., e outros (KOVDA, 1973).

RICHARDS (1973) e DAKER (1973) indicam a beterraba como uma das plantas mais tolerantes a salinidade do solo e ainda o primeiro autor acrescenta que a beterraba é muito tolerante a sais, principalmente nas últimas fases de seu crescimento, porém extremamente sensível durante a germinação.

Segundo HARMER et alii (1953) a beterraba de mesa (Beta vulgaris L.) está entre as plantas que respondem bem a aplicação de sódio na forma de sal comum, em solos orgânicos.

Segundo WALLACE et alii (1948), a despeito da maior percentagem de sódio em relação à potássio no solo, as plantas geralmente contêm muito menos sódio do que potássio. Consideram ainda que algumas plantas, notadamente certos membros cultivados da família das Quenopodiaceas, dentre eles as beterrabas, contêm grandes quantidades de sódio, ainda mais se este cátion estiver facilmente disponível.

HAYWARD & WADLEIGH (1949) citam Bower e Wadleigh que em 1948 estudaram a influência de vários níveis de sódio trocável sobre o desenvolvimento e acumulação catiônica de várias espécies de plantas, dentre elas a beterraba, em condições culturais controladas. A beterraba foi encontrada como altamente tolerante à elevadas concentrações de sódio, apresentando redução significativa no seu desenvolvimento somente para o nível de sódio correspondente a 75% da capacidade de troca de cátions. Foi observado ademais que o conteúdo de Ca, Mg e K diminuiu com o sódio aplicado. Caso contrário ocorreu com o conteúdo de sódio. A magnitude destas acumulações variava entre as espécies estudadas e entre as raízes e partes aérea das plantas. Essas observações, de acordo com os autores, sugerem a possibilidade de que as espécies mais tolerantes a altos níveis de sô

dio, são aquelas que absorvem normalmente maiores quantidades deste cátion, enquanto que as mais sensíveis tendem a absorver menos.

TROUG et alii (1953) trabalhando durante sete anos com beterraba, tanto em casa de vegetação como in situ, verificaram que quando um solo argiloso e rico em matéria orgânica foi fertilizado com sódio (50% como NaCl e 50% como Na_2SO_4), para níveis constantes de potássio, sempre existiu um aumento na produção de beterraba tanto da parte aérea como da radicular. Também foi observado que em ausência de sódio, os rendimentos da beterraba também aumentaram com a adição de potássio. Estes resultados e as interações entre estes cátions são encontrados no Quadro 1.

A análise dos tecidos, tanto das raízes quanto da parte aérea, permitiu aos autores verificarem que a beterraba tinha uma forte tendência para manter constante o conteúdo total de cátions em seus tecidos. Além do notável aumento na produção devido a adição de sódio, os autores afirmam ainda que o vigor e a qualidade dos produtos também foram favorecidos.

Trabalhando também com beterraba de mesa em dois tipos de solos e tres níveis de sódio e potássio, LARSON & PIERRE (1953), verificaram que para todos os níveis de potássio a produção da cultura aumentou com o nível de sódio. Indicou ademais que a beterraba de mesa utiliza o sôdio como nutriente e não como substituto parcial do potássio quando este é deficiente.

BEAR (1958) cita um trabalho em que a beterraba de mesa foi cultivada em areia e solução nutritiva, sendo estudado o efeito de um complemento de sódio combinado com baixo teor de potássio. Além de ter sido verificado que o sódio aumentava o desenvolvimento, a análise dos tecidos permitiu deduzir que uma estreita relação entre o conteúdo

Quadro 1 - Rendimentos de beterraba sob diferentes níveis de Na e K. (TROUG et alii, 1953)

Concentração de K, e Na equivalente a K, na solução nu- tritiva		Produções-peso seco (média de 2 vasos)			
		Parte aérea		Raízes	
		Peso	Inc.devido Na	Peso	Inc.dev.Na
K(ppm)	Na(ppm)	(g)	(%)	(g)	(%)
80	0	17,0	-	6,7	-
40	0	11,0	-	3,9	-
40	40	21,0	91	7,1	82
20	0	9,0	-	2,7	-
20	60	13,8	53	4,2	56
10	0	6,1	-	2,4	-
10	70	14,2	133	4,1	67
5	0	2,0	-	0,9	-
5	75	6,6	230	2,1	133
2,5	0	1,1	-	0,4	-
2,5	77,5	2,0	82	0,7	75
0	80	0,6	-	0,2	-

de sódio e potássio é um bom indicador de resposta ao sódio. Harmer citado pelo autor, realizou este tipo de trabalho com várias culturas e encontrou para a beterraba de mesa uma relação K/Na igual a 0,91.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

A. Localização do Experimento

O estudo foi conduzido no Campus II de Agronomia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba em Areia, Pb. O experimento foi realizado numa casa de vegetação durante o período de dezembro de 1976 a fevereiro de 1977.

B. Aparelho Experimental

Para os experimentos, utilizou-se a cultura da beterraba (Beta vulgaris L.) por se tratar de uma planta muito resistente à salinidade do solo. A variedade utilizada foi a "Wonder Precoce", produzida pela Horticeres,^{1/} variedade de mesa, cultivada e adaptada em todo Brasil (princi

1/ Horticeres - Igarapé - MG

principalmente no Nordeste) e muito bem aceita pelo consumidor. As sementes, conforme informações do produtor, apresentavam as seguintes características: pureza 99%; germinação 80%; tratamento prévio à base de 0,2% de CAPTAN-75 e validade prevista para dezembro de 1978.

Com o objetivo de evitar interações solo-planta o experimento foi conduzido em cultivo hidropônico. Para isto, utilizou-se recipientes de barro cozido contendo cada um 6 Kg de areia de quartzo lavada. Os recipientes eram de 17 cm de altura e diâmetros superior e inferior de 22 e 10 cm, respectivamente. A parte interna de cada recipiente, foi impermeabilizada com Neutrex, uma solução sintética impermeabilizante fabricada por Tintas Ipiranga, S.A.^{2/}

A drenagem das soluções se dava através de um orifício situado no fundo dos vasos, através do qual eram aquelas recolhidas. Para evitar a fuga de areia através do orifício, foi colocada uma tela de "nylon" no fundo de cada vaso. Os frascos, nos quais a drenagem era recolhida, tinham capacidade para 1 (um) litro, e eram de cor branco-fosco. Com o objetivo de se evitar o desenvolvimento de algas, os mesmos eram lavados quinzenalmente.

A areia utilizada como substrato no experimento, foi ainda esterilizada em autoclave durante 15 minutos sob uma temperatura de 120°C. Algumas características químicas da areia utilizada no presente estudo são apresentadas no Quadro 1.

Antes do estabelecimento do experimento, a areia de cada recipiente foi lavada com 3 litros de água destilada para um melhor assentamento desta e para estabelecer um adequado conteúdo de água para a germinação das sementes.

Calculou-se ainda que o volume de areia de cada vaso era saturado com aproximadamente 1,3 litro de água,

^{2/}Tintas Ipiranga S.A. - Rua Conde de Leopoldina, 701/701 - A
Rio de Janeiro - RJ

segundo processo semelhante ao descrito por LOPEZ-RITAS (1967).

Quadro 1 - Características químicas da areia utilizada no estudo.

Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	0,11 me/100 g
Na ⁺	0,03 me/100 g
P.S.I.	-1,00
CE _{25°C}	0,25 mmhos/cm
pH	7,6

C. Delineamento Experimental

O delineamento estatístico escolhido foi um fatorial 4 x 4 em blocos ao acaso com 3 repetições. Os tratamentos constaram de 4 concentrações de cloreto de sódio (0;80; 120 e 160 me/l) combinadas com 4 concentrações de sulfato de magnésio (2; 7; 15 e 23 me/l).

D. Procedimento

Após semeadura, e até a emergência das platinhas, estas foram irrigadas diariamente com água destilada. Observou-se uma germinação em torno de 80 %.

Após a emergência efetuou-se uma irrigação com solução nutritiva, de 500 ml em cada vaso. O volume drenado foi, durante uma semana, diariamente completado para 500 ml

com água destilada e recolocado nos vasos.

A solução nutritiva utilizada foi a de Hoagland e Arnon citada por ROCHA FILHO (1971), modificada quanto quantidade de sulfato de magnésio e a fonte de ferro.

Quando as plantas apresentaram uma semana de idade, se procedeu a aplicação das soluções salinas, mas com uma concentração de somente 50% daquela que seria utilizada no experimento. Após outra semana sob esta condição, se aplicou o tratamento definitivo.

O volume das soluções salinas aplicadas em cada vaso era de 1 (um) litro. As irrigações diárias eram feitas utilizando-se a solução drenada, e tinham como base, o maior volume que era recolhido de um dos vasos. As quantidades recolhidas de alguns vasos que não atingiam aquele volume, eram completadas com água destilada, para ser recolocado em todos vasos sempre a mesma quantidade a cada vez que efetuavam-se as irrigações, que em dias mais quentes eram feitas duas vezes. O menor volume de água destilada + solução drenada utilizado para essas irrigações nunca foi inferior a 700 ml por vaso.

Ao ser implantado o tratamento definitivo estabeleceu-se que as soluções de cada tratamento seriam renovadas semanalmente. Entretanto, dado ao rápido crescimento das plantas, observou-se que esta frequência poderia ser prejudicial às mesmas, devido a grande exigência em elementos minerais. Para que este fato não ocorresse, as soluções passaram a ser renovadas duas vezes por semana, a partir da terceira semana de tratamento definitivo. Antes da renovação da solução, a areia de cada vaso era lavada com água destilada para remover possíveis acumulações de sais que poderiam alterar as concentrações dos tratamentos.

No momento da implantação do tratamento definitivo, foi feito um desbaste, mantendo-se definitivamente

duas plantas por vaso.

Na Tabela 1 do Apêndice, apresenta-se algumas características das soluções utilizadas nos tratamentos definitivos.

Durante o período experimental, foram feitos registros da temperatura e umidade relativa do ar, utilizando-se para tal um termohigrógrafo. O termohigrógrafo foi instalado em uma posição representativa do local em que estava localizado o ensaio na casa de vegetação. As máximas e mínimas temperaturas e umidades relativas do ar e suas médias durante o período em que perdurou o ensaio, constam no Quadro 2.

Quadro 2 - Temperatura e Umidade Relativa do Ar.

	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Máxima	39,0	98,0
Média das máximas	35,8	95,7
Mínima	21,0	27,0
Média das mínimas	23,2	43,8
Média total	30,0	62,5

Com a finalidade preventiva contra possíveis ataques de agentes patogênicos, foi feita uma pulverização com Dithane M - 45 na dosagem recomendada pelos fabricantes do produto, para hortaliças. Nesta oportunidade, as plantas, três por vaso, estavam com 20 dias desde a semeadura e com uma altura média de 7,5 cm.

O sódio e o potássio foram obtidos mediante o método de fotometria de chama, utilizando-se o fotometro de chama SPEKTROMOM 381 L.

O fósforo foi obtido mediante o método colorimétrico, utilizando-se o colorímetro SPECTRONIC 20, através do reagente sulfomolibídico, usando-se ácido ascórbico como redutor.

O cálcio e o magnésio foram obtidos mediante titulação compleximétrica (EDTA) diferencial, usando-se negro de eriocromo e murexida como indicadores.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A. Efeitos do NaCl e MgSO₄ Sobre os Rendimentos da Beterraba (Beta vulgaris L.)

No momento da colheita, todas as plantas, apesar de alguns tratamentos consistirem de elevadas concentrações de cloreto de sódio e sulfato de magnésio, conseguiram sobreviver. Foi evidente o efeito depressivo das altas concentrações salinas sobre o aspecto vegetativo das plantas. Esse efeito se manifestou principalmente nas plantas que foram cultivadas nos meios que continham 160 me/l de NaCl e 160 me/l de NaCl mais 23 me/l de MgSO₄ na solução nutritiva. As plantas desenvolvidas sob estas condições tiveram as folhas com uma cor verde-escuro e uma altura média de 20 cm, enquanto que as que foram consideradas como testemunhas tiveram as folhas com uma cor verde mais claro e uma altura média de 40 cm. Esta altura foi tomada da interseção da parte aérea com o sistema radicular até o ápice do limbo da maior folha da planta.

As plantas que foram tratadas com 7 me/l de $MgSO_4$ exibiram um desenvolvimento da parte aérea, praticamente idêntico ao das plantas testemunhas. As plantas tratadas com 15 e 23 me/l de $MgSO_4$ (sem cloreto de sódio) apresentavam limbos mais espessos, de forma mais arredondada, e com uma coloração mais escura do que as folhas da planta testemunha. Iguais aspectos foram observados nas plantas submetidas aos tratamentos de 15 me/l de $MgSO_4$ combinado com os dois maiores níveis de NaCl e também 23 me/l de $MgSO_4$ combinado com aqueles dois níveis de NaCl.

Nos Quadros 1 e 2 apresenta-se os rendimentos da parte aérea e radicular da beterraba, respectivamente, submetida aos diferentes tratamentos de NaCl e $MgSO_4$. Se observa que em ausência de NaCl com exceção dos tratamentos com 7; 15 e 23 me/l de $MgSO_4$ os rendimentos da parte aérea foram maiores que os das raízes. Isto porque em salinidade produzida por sulfatos, o suprimento de água para a planta é assegurado por um crescimento intensivo do sistema radicular e do sistema condutor do mesmo. Em salinidade produzida por cloretos, o suprimento de água é assegurado por um aumento do poder absorvente das folhas (KOVDA, 1973). Também observa-se que para todos os níveis de $MgSO_4$ os rendimentos da parte aérea e das raízes da beterraba diminuíram com as doses crescentes de NaCl. Assim, quando se aplicou 0; 80; 120 e 160 me/l, os pesos secos, médios, da parte aérea da beterraba corresponderam a 100, 99, 85 e 63%, respectivamente. Para o sistema radicular, estes foram respectivamente, 100, 72, 48 e 29%. As respostas da beterraba aos diferentes níveis de $MgSO_4$ não parecem produzir variações importantes na produção da parte aérea e radicular da cultura. Strogonov citado por KOVDA (1973) indica que plantas crescendo em condições de salinidade produzida por sulfatos têm maior resistência ao calor que aquelas crescendo sob condições de salinidade produ

Quadro 1 - Peso seco em gramas da parte aérea da beterraba para os tratamentos de NaCl e $MgSO_4$ (Média de tres blocos)

Tratamentos	$MgSO_4$ (me/l)				Médias
	NaCl (me/l)	2	7	15	
0	9,30 Aa	8,85 Aa	9,31 Aa	8,41 ABa	8,97 A*
80	8,88 Aa	7,21 ABa	9,86 Aa	9,75 Aa	8,92 A
120	7,11 Aa	7,60 ABa	7,91 ABa	8,01 ABa	7,65 A
160	6,33 Aa	4,98 Ba	5,80 Ba	5,61 Ba	5,68 B
Médias	7,90 a	7,16 a	8,22 a	7,94 a	

* Os valores identificados pelas letras maiúsculas comuns nas colunas, e letras minúsculas comuns nas linhas, não são significativos entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Coeficiente de variação = 17,30 %

Quadro 2 - Peso seco em gramas do sistema radicular da be
terraba para os tratamentos de NaCl e MgSO₄ (Mé
dia de tres blocos)

Tratamentos	MgSO ₄ (me/l)				Médias
NaCl (me/l)	2	7	15	23	
0	8,43 Aa	10,13 Aa	9,66 Aa	10,21 Aa	9,60 A*
80	7,90 Aa	6,28 Ba	7,08 ABa	6,66 ABa	6,98 B
120	4,25 Ba	4,28 BCa	5,76 BCa	4,16 BCa	4,61 C
160	3,93 Ba	2,18 Ca	2,65 Ca	2,46 Ca	2,80 D
Médias	6,12 a	5,72 a	6,28 a	5,87 a	

* Os valores identificados pelas letras maiúscu
las comuns nas colunas, e letras minúsculas co
muns nas linhas, não são significativos entre
si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probaba
bilidade.

Coeficiente de variação = 26,87%

zida por cloretos. Assim, considerando que a temperatura foi relativamente elevada, na parte aérea o baixo peso (6,33 g) encontrado para o tratamento com o maior nível de NaCl e praticamente nada de $MgSO_4$, comparadas com aquele (8,41 g) obtido com o maior nível de $MgSO_4$ e nada de NaCl, é explicado.

As análises de variância para os resultados da produção da parte aérea e radicular da beterraba, são apresentadas nas Tabelas 2 e 3 do Apêndice. Se pode observar que o fator NaCl foi significativo ao nível de 1% de probabilidade e que o fator $MgSO_4$ e a interação NaCl x $MgSO_4$ não foram significativos. O teste de F comprova que o NaCl efetivamente reduziu significativamente a produção tanto da parte aérea como radicular da beterraba, enquanto que o $MgSO_4$ não produziu nenhuma diferença significativa nestas duas partes da planta, sendo que as diferenças observadas, provavelmente, são devidas ao acaso. Como a interação também não foi significativa, evidencia-se que o efeito do NaCl sobre os rendimentos da parte aérea e radicular da beterraba, foi pouco dependente da presença de $MgSO_4$ no meio cultural.

Com o objetivo de comparar os contrastes entre as médias, se aplicaram testes de Tuckey, apresentados nos Quadros 1 e 2 para os rendimentos da parte aérea e radicular da beterraba, respectivamente. Comprova-se pelo teste de Tuckey que o $MgSO_4$ não produziu nenhuma variação significativa nos rendimentos de nenhuma das duas partes da planta. Entretanto, o referido teste aplicado nas médias dos tratamentos de NaCl, mostrou que sobre a parte aérea, a dose de 160 me/l de NaCl, produziu um significativo decréscimo no peso desta parte da planta, em relação às demais doses estudadas. Por outro lado, o teste mostrou que houve significativos decréscimos na produção de raízes à medida que as doses de NaCl

aumentaram. Comparações entre as produções de beterraba, tanto da parte aérea como da radicular, feitas pelo teste de Tuckey, são também apresentadas nos Quadros 1 e 2. As relações entre os rendimentos da parte aérea e radicular da beterraba e os níveis de NaCl para a média dos quatro níveis de $MgSO_4$ são apresentadas na Figura 1. Observa-se que a redução dos rendimentos da parte radicular foi muito mais drástica que a da parte aérea, o que evidencia que a parte aérea foi mais tolerante às concentrações de NaCl, pois segundo THORNE & PETERSON (1954) o grau de tolerância está relacionado com a declividade da curva de resposta. Eles indicam que quanto mais acentuada a declividade da curva menor a tolerância.

B. Efeitos do NaCl e $MgSO_4$ Sobre o Conteúdo Mineral da Beterraba (Beta vulgaris L.)

Os Quadros 3 e 4 apresentam os conteúdos de K, Na, Ca, Mg e P da parte aérea e radicular da beterraba, respectivamente.

As análises de variância para a verificação da absorção de cada elemento mineral determinado, em função dos tratamentos, tanto para a parte aérea como para a radicular, são mostradas nas Tabelas 4 e 5 do Apêndice. Como a interação NaCl x $MgSO_4$ foi significativa para todos os elementos, nas duas partes da planta, exceto para o fósforo, houve necessidade de desdobramento das interações, a fim de se verificar os efeitos que os níveis de NaCl produziram, em relação a cada nível de $MgSO_4$ e vice-versa, sobre o conteúdo mineral da planta. Tais desdobramentos foram feitos também de acordo com o método descrito por GOMES (1973) e se encontram nas Tabelas 6 e 7 do Apêndice.

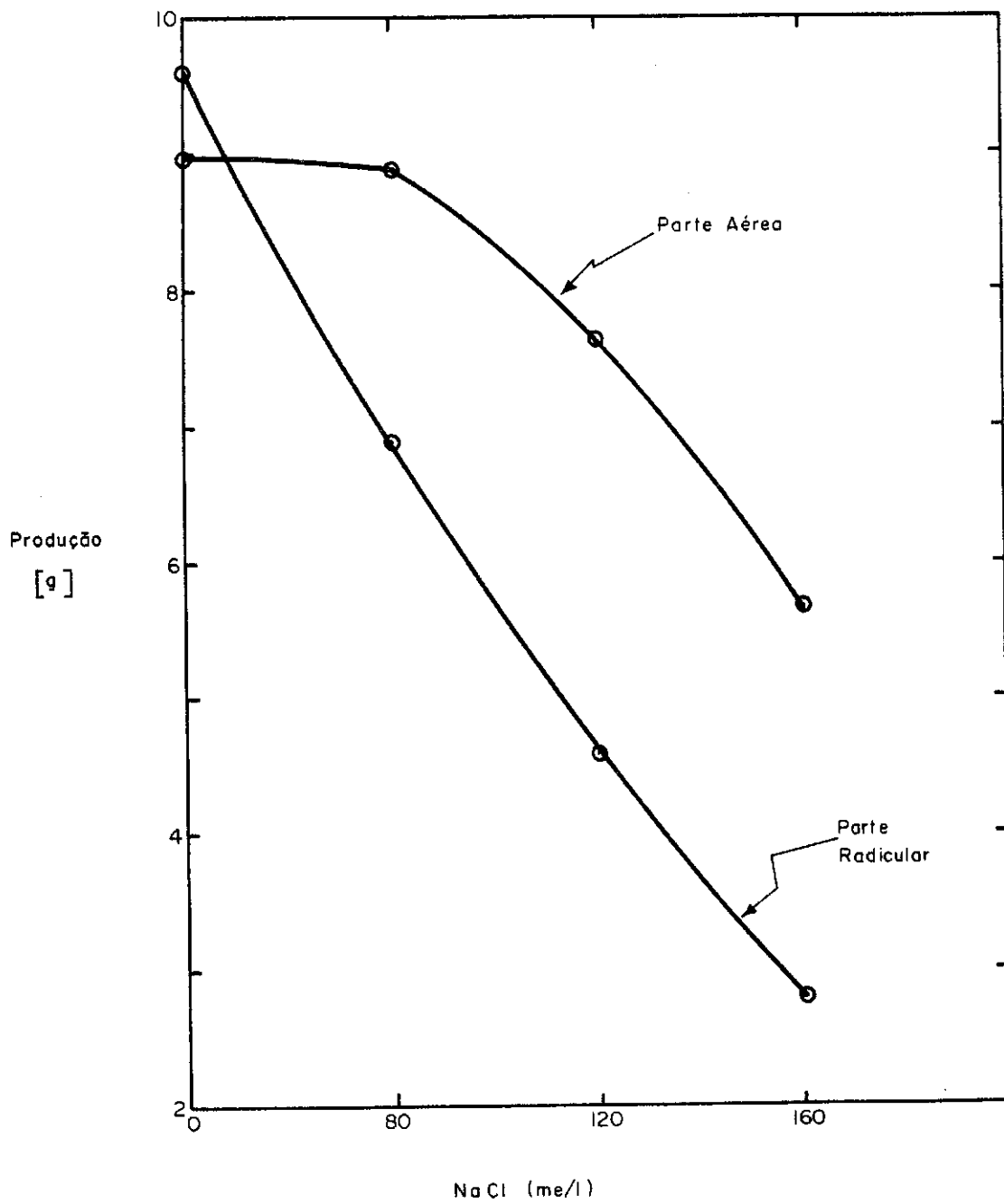


Figura 1 - Relações entre as produções da parte aérea e radicular e os níveis de NaCl. (Média dos 4 níveis de $MgSO_4$).

Quadro 3 - Conteúdo mineral da parte aérea da planta submetida aos tratamentos de NaCl e MgSO₄ em me/100 g de matéria seca (Média de tres blocos).

Tratamentos (me/l)		K	Na	Ca	Mg	P
NaCl	MgSO ₄					
0	2	155,15	46,40	119,00	5,00	7,37
	7	152,59	46,76	95,33	67,00	6,27
	15	146,63	39,15	67,00	121,33	6,16
	23	228,46	46,76	59,33	148,00	5,97
80	2	109,12	355,21	21,00	44,00	5,33
	7	127,02	289,97	19,33	46,67	5,09
	15	127,88	416,83	23,00	97,00	4,74
	23	144,07	340,71	22,00	103,33	5,27
120	2	164,53	396,90	13,50	38,33	5,32
	7	166,79	347,96	21,00	70,00	4,92
	15	160,26	314,32	21,33	70,67	4,82
	23	132,13	347,96	14,67	98,50	4,77
160	2	108,26	413,93	23,00	26,33	5,61
	7	142,36	377,33	17,40	62,27	5,22
	15	160,27	383,48	16,50	73,33	5,35
	23	127,02	362,46	20,50	82,00	5,38

Coefficientes de variação de 19,64; 10,01; 14,72; 21,84 e 16,23% para as variáveis K, Na, Ca, Mg e P, respectivamente.

Quadro 4 - Conteúdo mineral do sistema radicular da planta submetida aos tratamentos de NaCl e MgSO₄, em me/100 g de matéria seca (Média de tres blocos).

Tratamentos (me/l)		K	Na	Ca	Mg	P
NaCl	MgSO ₄					
0	2	156,00	2,61	31,67	22,33	8,00
	7	136,39	2,67	17,50	22,50	8,07
	15	111,67	2,68	18,83	23,83	7,18
	23	132,98	3,15	13,00	28,33	7,53
80	2	110,82	132,46	11,67	7,00	8,50
	7	104,00	61,98	13,50	7,33	9,15
	15	108,26	82,21	13,00	7,33	8,56
	23	101,02	71,04	8,67	7,67	8,33
120	2	93,77	58,72	11,67	5,67	8,77
	7	132,99	146,14	9,00	6,33	9,42
	15	111,68	138,10	10,33	8,33	7,84
	23	111,30	133,59	9,33	8,67	8,77
160	2	92,07	159,48	24,33	17,33	8,07
	7	80,56	127,23	15,67	12,33	9,45
	15	104,00	128,31	14,00	7,33	9,68
	23	103,15	133,58	17,67	5,33	10,88

Coeficientes de variação de 15,55; 15,65; 17,41 e 11,40% para as variáveis K, Na, Ca, Mg e P, respectivamente.

a. Potássio

Através da observação dos Quadros 3 e 4 e das análises de variância (Tabela 4 e 5 do Apêndice) constatou-se que os conteúdos de potássio tanto na parte aérea quanto na radicular foram significativamente diferentes, ao nível de 1% de probabilidade, quando se adicionaram doses crescentes de cloreto de sódio no substrato. Tanto na parte aérea como na radicular, houve uma redução do conteúdo de potássio quando o nível de NaCl foi aumentado de 0 para 80 me/l. Quando o nível de NaCl continuou aumentando, não se observou uma tendência definitiva. Assim, o conteúdo de potássio aumentou com as doses de 120 me/l de NaCl e posteriormente decresceu ao ser submetida a doses de 160 me/l.

O sulfato de magnésio não produziu nenhuma diferença significativa no conteúdo de potássio nas duas partes da planta. Na parte aérea, embora não tenha sido significativa, houve uma tendência em aumentar o conteúdo de potássio devida ao $MgSO_4$. A interação significativa entre o NaCl e $MgSO_4$, ao nível de 5% de probabilidade, indica que ambos fatores não atuaram independentemente sobre o conteúdo de potássio. Observa-se que nas partes aéreas das plantas crescendo em condições de salinidade produzida por sulfato, comparada com aquelas nas plantas crescendo sob condições de salinidade produzida por cloreto, o conteúdo de potássio foi maior. Isto já tinha sido verificado por Strogonov em 1962 em algodão, sendo que esta cultura tem as mesmas propriedades de halófito facultativa da beterraba (KOVDA, 1973).

Verificando-se nas interações (Tabela 6 e 7 do Apêndice), o efeito dos níveis crescentes de cloreto de sódio para cada nível de sulfato de magnésio sobre o conteúdo de potássio na parte aérea e radicular, constatou-se diferenças significativas para os níveis de 2 e 23 me/l de $MgSO_4$.

para a parte aérea, enquanto que nas raízes, diferenças significativas foram encontradas nos níveis de 2 e 7 me/l de $MgSO_4$. Quanto ao efeito recíproco, dos níveis do sulfato de magnésio para cada de cloreto de sódio, observou-se na parte aérea e radicular diferenças significativas no conteúdo de potássio somente quando não foi adicionado cloreto de sódio.

Quando não foi adicionado cloreto de sódio, o conteúdo de potássio na parte aérea foi em torno de 6,7% e nas raízes esse teor situou-se próximo à 5,2%. Quando se adicionou sódio os conteúdos de potássio da planta (média dos níveis 80, 120 e 160 me/l de NaCl) foram diminuídos, situando-se em torno de 5,3 e 4,1%, para a parte aérea e radicular, respectivamente.

WALLACE et alii (1948) que estudaram os conteúdos deste elemento em beterraba de mesa (variedade Detroit Dark Reds) com e sem sódio adicionado, na forma de NaCl, encontraram para a parte aérea 6,5% de potássio, em ausência de sódio. Quando sódio foi adicionado este valor foi de 6,6%. Nas raízes, estes valores foram menores, sendo que sem sódio encontraram para esta parte 3,1% de potássio enquanto que com adição de sódio este valor foi de 2,8%.

Segundo MALAVOLTA et alii (1974), tecidos em crescimento, aparentemente têm maior capacidade de acumulação de potássio. Isto pode justificar os teores encontrados pelo fato de que as plantas de beterraba foram colhidas com apenas 70 dias de idade, época em que normalmente se colhe o produto comercial.

EPSTEIN (1975) cita que o conteúdo de potássio adequado nas plantas em geral é de 1,0%, mas acrescenta que esta quantidade pode ser maior e quando isso acontece, ocorre o que se denomina "consumo de luxo", que é a absorção de quantidades superiores a aquelas exigidas para o desenvolvimento ótimo. Se este valor é considerado também como válido para a beterraba, o elevado conteúdo de potássio na plan

ta indica que este fato pode ter ocorrido, pois a concentração de potássio na solução nutritiva foi relativamente elevada. A razão para o uso de altas concentrações (Asher et alii; Reisenauer, 1969; citados por EPSTEIN, 1975) está na dificuldade experimental de se manter uma baixa concentração de um elemento na solução nutritiva devido ao constante consumo pela planta.

b. Sódio

Os Quadros 3 e 4 e as análises de variância (Tabela 4 e 5 do Apêndice) indicam que independente da presença de $MgSO_4$, o conteúdo de sódio tanto na parte aérea quanto na radicular teve um aumento altamente significativo, devido a presença no meio cultural de doses crescentes de cloreto de sódio. Na parte aérea, o conteúdo de sódio quando o nível de $MgSO_4$ era 2 me/l, foi significativamente maior que aqueles obtidos quando se aplicaram concentrações crescentes de $MgSO_4$. Nas raízes, aplicações de $MgSO_4$ não provocaram nenhuma diferença significativa no conteúdo de sódio. Ao contrário do que ocorreu para o potássio, na parte aérea da beterraba desenvolvendo-se em condições de salinidade produzida por sulfato, comparada com aquela nas plantas crescendo sob condições de salinidade produzida por cloreto, o conteúdo de sódio foi menor. Isto também foi encontrado por Strogonov em 1962 trabalhando com algodão (KOVDA, 1973).

Estudando-se na interação (Tabela 6 e 7 do Apêndice) o efeito do cloreto de sódio para cada nível de sulfato de magnésio, sobre o conteúdo de sódio na parte aérea, foi verificado que para níveis 2, 7 e 23 me/l de $MgSO_4$, o NaCl aumentou significativamente à 1%, este conteúdo; enquanto que para o nível de 15 me/l não houve tendência, porém os

valores do conteúdo de sódio para este nível de $MgSO_4$ foram significativamente diferentes. Nas raízes observou-se diferenças altamente significativas entre os conteúdos de sódio, produzidas pelas doses de NaCl utilizadas, para todos os níveis de $MgSO_4$.

Quanto ao efeito produzido pelo sulfato de magnésio para cada nível de cloreto de sódio, observou-se para a parte aérea diferenças significativas (Tabelas 6 e 7 do Apêndice) nos níveis 0; 80 e 120 me/l de NaCl. Na parte radicular, o $MgSO_4$ produziu diferenças significativas para todos os níveis de NaCl.

Encontrou-se que o conteúdo de sódio na parte aérea e raízes da planta, quando o NaCl não foi adicionado, foi em torno de 1,0 e 0,06%, respectivamente. Quando NaCl foi adicionado, esse conteúdo (média dos níveis 80, 120 e 160 me/l de NaCl), foi em média 8,5 e 2,7% na parte aérea e radicular, respectivamente.

WALLACE et alii (1948) também estudaram os conteúdos de sódio em beterraba de mesa (variedade Detroit Dark Reds) com e sem sódio adicionado, na forma de NaCl. Encontraram para a parte aérea 0,90% em ausência de NaCl. Quando sódio foi adicionado este valor foi de 3,0%. Nas raízes, estes valores foram de 0,18 e 0,44% sem e com NaCl adicionado, respectivamente. Observa-se que estes valores são diferentes daqueles encontrados neste trabalho; porém, os autores acima citados não mencionaram a concentração de NaCl utilizada, além de terem trabalhado com uma variedade diferente e também em outras condições de clima e solo. Para justificar os altos teores, pode-se ainda citar MALAVOLTA et alii (1974) que afirmam que para certas plantas, à medida que aumenta a concentração de sódio disponível, aumenta também o nível do mesmo nos seus tecidos. Posteriormente, WALLACE et alii (1973) encontraram em folhas de plantas halófitas, teores de quase 10% de sódio, quando estas plantas foram cultivadas em meio

0 me/l. Nas raízes produziu diferenças altamente significatitivas nos níveis 0 e 160 me/l de NaCl.

A diminuição do conteúdo de cálcio nos tecidos, pode ter afetado o desenvolvimento da planta, pois o

Quadro - 5 Relações Na/K da parte aérea e radicular da planta submetida aos tratamentos de NaCl e MgSO₄ (Média de tres blocos).

Tratamentos (me/l)		Relação Na/K	
NaCl	MgSO ₄	Parte aérea	Parte Radicular
0	2	0,30	0,02
	7	0,31	0,02
	15	0,27	0,02
	23	0,20	0,02
80	2	3,26	1,25
	7	2,28	1,25
	15	3,26	0,76
	23	2,36	0,70
120	2	2,41	0,63
	7	2,09	1,10
	15	1,96	1,24
	23	2,63	1,20
160	2	3,82	1,73
	7	2,65	1,58
	15	2,39	1,23
	23	2,85	1,30

tro lado o fato do $MgSO_4$ diminuir significativamente o conteúdo de cálcio na parte aérea. somente quando o NaCl estava ausente, faz pensar que o NaCl poderia estar exercendo uma tendência em manter constante o conteúdo de cálcio nos tecidos desta parte da planta. O conteúdo médio de cálcio encontrado na parte aérea foi 0,72%, enquanto que na radicular este valor foi 0,30%, abaixo do considerado adequado para as plantas por EPSTEIN (1975), que é 0,50%. O fato do maior conteúdo de cálcio das plantas se encontrar nas folhas, tem sido reportado por MALAVOLTA et alii (1974).

d. Magnésio

No Quadro 3, pode-se constatar que o cloreto de sódio adicionado produziu diferenças altamente significativas (Tabela 4 do Apêndice) no conteúdo de magnésio na parte aérea da planta. Para os níveis 0 e 80 me/l os conteúdos de magnésio foram praticamente iguais, mas este conteúdo de cresceu quando os níveis de NaCl foram 120 e 160 me/l. Nas raízes (Quadro 4) também ocorreram diferenças significativas (Tabela 5 do Apêndice) no conteúdo de magnésio; sendo que de cresceu no nível de 80 me/l, manteve-se praticamente constante no nível de 120 me/l para crescer no nível de 160 me/l de NaCl. O sulfato de magnésio adicionado produziu uma elevação altamente significativa (Tabela 4 do Apêndice) no conteúdo de magnésio da parte aérea; enquanto que nas raízes, as doses de $MgSO_4$ utilizadas não causaram nenhum efeito significativo no conteúdo de magnésio.

No estudo da interação, onde verificou-se o efeito do NaCl para os níveis de $MgSO_4$, sobre o conteúdo de magnésio, constatou-se na parte aérea diferenças significativas (Tabela 6 Apêndice) para os níveis 2; 15 e 23 me/l de

MgSO₄. Nas raízes diferenças significativas ocorreram para todos os níveis de MgSO₄. Quando verificou-se o efeito do MgSO₄ para cada nível de NaCl, observou-se que ocorreram diferenças altamente significativas (Tabela 6 do Apêndice) no conteúdo de magnésio da parte aérea para todos os níveis de NaCl. Nas raízes diferenças significativas só ocorreram nos níveis 0 e 160 me/l de NaCl (Tabela 7 do Apêndice) devido aos níveis crescentes de MgSO₄.

Observou-se que embora a adição de MgSO₄ tenha aumentado significativamente o conteúdo de magnésio na parte aérea, e ter diminuído ligeiramente o conteúdo de sódio nesta parte da planta, esses efeitos não foram suficientes para neutralizar a ação depressiva do sódio. Esperava-se que na presença de magnésio, que é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas (TISDALE & NELSON, 1970; MALAVOLTA et alii, 1974; EPSTEIN, 1975), a beterraba o preferisse, ou a qualquer outro elemento, em detrimento da absorção de sódio ou absorvesse menos sódio, fato que foi observado por SANCHEZ CONDE (1976) na cultura do tomateiro.

Entretanto, pelo fato da planta aqui estudada ser considerada muito tolerante ao sódio, e se caracterizar por conter em seus tecidos elevados teores deste elemento (WALLACE et alii, 1948), para se ter uma menor absorção de sódio por esta planta, não se poderia ter utilizado concentrações mais altas de MgSO₄ por ser o magnésio, em altas doses, considerado tóxico (HAYWARD & WADLEIGH, 1949; THORNE & PETERSON, 1954; DAKER, 1973).

Exceto para o tratamento com 160 me/l de NaCl e 2 me/l de MgSO₄, os conteúdos de magnésio encontrados na parte radicular quando foram aplicados 80; 120 e 160 me/l de NaCl, para todos os outros níveis de MgSO₄ foram menores do que 0,2%, quantidade considerada adequada para as plantas por EPSTEIN (1975). Na parte aérea este fato só foi observado no tratamento onde foi aplicado 2 me/l de MgSO₄ e não

foi adicionado NaCl. Este fato pode ser atribuído também, ao cálcio e ao potássio, que foram ministrados na solução nutritiva em quantidades relativamente elevadas, pois a presença destes dois elementos diminui a absorção de magnésio (TISDALE & NELSON, 1970; MALAVOLTA et alii, 1974). Onde foram encontrados baixos conteúdos de magnésio, os teores de potássio foram relativamente elevados; inclusive este fato já havia sido verificado por Walsh e O'Donohoe (1945) citados por MALAVOLTA et alii (1974) que encontraram em beterraba de mesa carente de magnésio, elevado conteúdo de potássio.

e. Fósforo

Verificando-se nos Quadros 3 e 4 observou-se que somente o cloreto de sódio provocou diferenças significativas no conteúdo de fósforo em ambas as partes de planta (Tabelas 4 e 5 do Apêndice). Nas raízes foi verificado um ligeiro acréscimo devido ao NaCl.

No que tange ao conteúdo de fósforo nas duas partes da planta, estatisticamente ficou provado que a presença de $MgSO_4$ no meio cultural não interferiu no conteúdo daquele elemento; embora o magnésio, segundo TISDALE & NELSON (1970), esteja relacionado com o metabolismo de fósforo e seja considerado como específico na ativação de numerosos sistemas enzimáticos.

EPSTEIN (1975) cita que a concentração adequada de fósforo nas plantas é 0,2%, entretanto, no presente trabalho as concentrações na parte aérea e radicular da planta, situaram-se em torno de 0,17 e 0,28%, respectivamente.

O fato do conteúdo de fósforo ser maior nas

raízes é atribuído ao sódio. Segundo MALAVOLTA et alii (1974), o fósforo sendo um elemento móvel na planta, ao ser absorvido pelas raízes, é imediatamente transportado através do xilema para as folhas, sementes, frutos e para o meristema das folhas jovens nos vegetais em crescimento. É possível que o NaCl adicionado em grandes quantidades, poderia ter impedido este movimento de fósforo para a parte aérea da planta, acumulando-o mais nas raízes à medida que aquele aumentava sua concentração no meio cultural.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem indicar a priori, as seguintes conclusões:

1. O cloreto de sódio nas doses utilizadas, em geral, reduziu significativamente os rendimentos tanto da parte aérea como da radicular da planta, além de afetar de uma forma ou de outra, também significativamente, todos os elementos minerais determinados nos tecidos da parte aérea e radicular da planta.
2. O sulfato de magnésio nas doses utilizadas, não produziu nenhuma diferença significativa nos rendimentos da planta. Apenas afetou significativamente os conteúdos de sódio, cálcio e magnésio nos tecidos da parte aérea, e o conteúdo de cálcio da parte radicular.
3. O sulfato de magnésio não produziu nenhuma influência significativa no efeito da salinidade produzida pelo cloreto de sódio, sobre os rendimentos da parte aérea e ra

dicular da planta.

4. Os maiores rendimentos, tanto da parte aérea como da ra
dicular, não foram obtidos com o tratamento considerado
como testemunha (0 me/l de NaCl e 2me/l de $MgSO_4$). Na par
te aérea o maior rendimento (9,86g), foi obtido com o
tratamento constituído por 80 me/l de NaCl e 15me/l de
 $MgSO_4$. Na parte radicular o maior rendimento (10,21 g) cor
respondeu ao tratamento constituído por 0 me/l de NaCl e
23 me/l de $MgSO_4$. Por outro lado, os menores rendimentos
tanto da parte aérea como da radicular, 4,98 e 2,18g res
pectivamente, resultaram do tratamento com o mais alto
teor de cloreto de sódio (160 me/l) e 7 me/l de $MgSO_4$.

5. Os rendimentos médios e o conteúdo mineral médio de to
dos os tratamentos da parte aérea foi maior do que aque
le correspondente da parte radicular.

B I B L I O G R A F I A

- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. Advances in Agronomy, New York - London, Academic Press, 16:139-178. 1964.
- BEAR, F.E. Suelos y fertilizantes. Barcelona, Ediciones Omega, S.A., 1958. 458 p.
- COPE, J.T., Jr. et alii. Effect of sodium fertilization on yield and cation content of some field crops. Soil Science, 76 (1): 65-74, July 1953.
- DAKER, Alberto. Irrigação e drenagem. In:— A água na agricultura. 4. ed., Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos S.A., 1973. v.3.
- EPSTEIN, Emanuel. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 344 p.
- GAMMON, N., Jr. Sodium and potassium requirement of pangola and other pasture grasses. Soil Science 76(1): 81-90, July 1953.
- GOMES, Frederico Pimentel. Curso de estatística experimental. São Paulo, Livraria Nobel, 1973.
- HARMER, P.M. et alii. Factors affecting crop response to sodium applied as common salt on Michigan muck soil. Soil Science, 76 (1): 1-17, July 1953.

- HAYWARD, H.E. & WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. Advances in Agronomy, New York, Academic Press Inc. Publishers, 1:1-35. 1949.
- JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. 2.ed. Barcelona, Ediciones Omega, S.A., 1970. 662 p.
- KAMPFER, M. & ZEHLER, E. La importancia de abonos a base de sulfatos en el aumento de los productos agrícolas, hortícolas y forestales. Revista de la Potasa, Berna, ag. 1968.
- KELLEY, W.P. Use of saline irrigation water. Soil Science, 95: 385-391, June 1963.
- KOVDA, V.A. Irrigation, drainage and salinity. An International Source Book. FAO/UNESCO, 1973.
- KRACKENBERGER, H.F. & PETERSON, W.J. Effect of environment on the magnesium content of plants. Southern Cooperative Series. Influence of environment on the chemical composition of plants. Raleigh, NC, 36: 98-118, Jan. 1954.
- LARSON, W.E. & PIERRE, W.H. Interaction of sodium and potassium on yield and cation composition of selected crops. Soil Science, 76 (1): 51-64 July 1953.
- LOPEZ-RITAS, Julio. El diagnóstico de los suelos y plantas: Métodos de campo y laboratorio. Madrid, Ediciones Mundi Prensa, 1967. 267 p.
- MALAVOLTA, E. et alii. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1974.

- MEIRI, A. & POLJAKOFF - MAYBER, A. Effect of various salinity regimes on growth, leaf expansion and transpiration rate of bean plants. Soil Science, 109 (1): 26-33, June 1970.
- MILLER, E.V. & ARMY, T.J. Effect of environment on the potassium and sodium contents of plants. Southern Cooperative Series. Influence of environment on the chemical composition of plants. Raleigh, NC, 36: 118-154, Jan. 1954.
- PEARSON, G.A. & BERNSTEIN, L. Influence of exchangeable sodium on yield and chemical composition of plants: II. wheat, barley, oats, rice, tall fescue, and tall wheatgrass. Soil Science, 85 (5): 254-261, May 1958.
- PETERSON, W.J. & KRACKENBERGER, H.F. Effect of environment on the calcium content of plants. Southern Cooperative Series. Influence of environment on the chemical composition of plants. Raleigh, NC, 36: 77-97, Jan. 1954.
- RATNER, E.I. The influence of exchangeable sodium in the soil on its properties as a medium for plant growth. Soil Science, 40 (6): 459-469, June/Dec. 1935.
- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos (Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos de America). 6. ed. Mexico, Editorial Limusa, 1973.
- ROCHA FILHO, J.V.C. Efeitos dos sintomas das deficiências de macronutrientes no crescimento e na composição mineral do algodoeiro Mocô (*Gossypium hirsutum* L., var. Maria Galante Hutch). Piracicaba - ESALQ, 1971, 66p. Tese Mestrado, USP.

SANCHEZ CONDE, M^a. P. Aplicación de sulfato magnesico en la corrección de los efectos de salinidad producidos por el cloruro sodico en el tomate. Anales de Edafologia y Agrobiologia. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid, 23: 13-32, Ene./Feb. 1976.

THORNE, D.W. & PETERSON, H.B. Irrigated soils: Their fertility and management. 2.ed. Bombay-New Delhi, Tata McGraw Hill Publishing Co. Ltd, 1954. 329p.

TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Simon, S.A., 1970.

TROUG, E, et alii. Response of nine economic plants to fertilization with sodium. Soil Science, 76(1): 41-50, July 1953.

WALLACE, A. et alii. Sodium content of some New Jersey plants. Soil Science. 65: 249-258, Mar. 1948.

—————.Sodium relations in desert plants: 2. Distribution of cations in plant parts of three different species of Atriplex. Soil Science. 115(5): 390-393. May 1973.

WEHUNT, R.L. & COLLINS, W. O. Response of oats to Na and K on Norfolk sandy loam at two residual K levels. Soil Science. 76(1): 91-96. July 1953.

A P E N D I C E

Tabela 1 - Condutividade Elétrica, Pressão Osmótica e Total de Sais das Soluções nos Tratamentos

Tratamentos (me/l)		CE ₂₅ ^o _C (mmhos/cm)	P.O.* (atm)	Total sais (g/l)
NaCl	MgSO ₄			
0	2	2,00	0,72	2,15
	7	2,40	0,86	2,76
	15	2,80	1,01	3,75
	23	3,50	1,26	4,73
80	2	9,00	3,24	6,83
	7	9,50	3,42	7,45
	15	10,00	3,60	8,43
	23	10,50	3,78	9,41
120	2	12,00	4,32	9,17
	7	12,70	4,57	9,79
	15	13,00	4,68	10,77
	23	14,00	5,04	11,75
160	2	15,00	5,04	11,51
	7	16,00	5,76	12,13
	15	17,00	6,12	13,11
	23	18,00	6,48	14,09

* P.O. = 0,36 x CE₂₅^o_C x 10³

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a produção da parte aérea da beterraba (Beta vulgaris L.) sob diferentes níveis de NaCl e MgSO₄.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	4,10	2,05	1,13
NaCl	3	84,14	28,05	15,43
MgSO ₄	3	6,60	2,20	1,21
Interação (NaCl x MgSO ₄)	9	12,36	1,37	0,76
Resíduo	30	54,82	1,82	

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para a produção de raízes da beterraba (Beta vulgaris L.) sob diferentes níveis de NaCl e MgSO₄.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	0,38	0,19	0,074
NaCl	3	313,41	104,47	40,17 **
MgSO ₄	3	2,33	0,77	0,29
Interação (NaCl x MgSO ₄)	9	18,78	2,08	0,80
Resíduo	30	78,02	2,60	

Tabela 4 - Resumo das análises de variância do conteúdo mineral da parte aérea da beterraba (Beta vulgaris L.) sob diferentes níveis de NaCl e MgSO₄.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		K	Na	Ca	Mg	P
Blocos	2	114,53	11,06 *	4,05	22,14	0,40
NaCl	3	4.370,33**	305.315,99 **	12.989,07**	1.758,90**	5,38**
MgSO ₄	3	1.591,50	3.251,10 *	538,74**	13.999,64**	1,02
Interação (NaCl x MgSO ₄)	9	2.180,80*	3.281,45 **	597,17**	1.306,80**	0,22
Resíduo	30	798,94	802,01	27,90	269,98	0,79

* Significativo, ao nível de 5%, pelo teste de F.

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

Tabela 5 - Resumo das análises de variância do conteúdo mineral das raízes da beterraba (Beta vulgaris L.) sob diferentes níveis de NaCl e MgSO₄.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		K	Na	Ca	Mg	P
Blocos	2	315,20	105,01	8,38	5,15	0,85
NaCl	3	3.289,71 **	42.572,91**	284,31**	783,63 **	6,68 **
MgSO ₄	3	52,56	70,13	133,92**	4,09	1,60
Interação (NaCl x MgSO ₄)	9	710,28 *	3.036,77**	46,21**	37,66 **	1,51
Resíduo	30	303,04	184,96	6,81	2,57	0,97

* Significativo, ao nível de 5%, pelo teste de F.

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

Tabela 6 - Resumo das análises de variância para as interações, verificando o efeito do $MgSO_4$ sobre os diferentes níveis de NaCl e vice-versa, sobre o conteúdo mineral da parte aérea da beterraba (Beta vulgaris L.)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		K	Na	Ca	Mg
NaCl sobre $MgSO_4$ (2)	3	2.660,48 *	89.693,16 **	7.525,18 **	893,86 *
NaCl sobre $MgSO_4$ (7)	3	758,70	67.750,66 **	4.348,63 **	716,45
NaCl sobre $MgSO_4$ (15)	3	705,39	88.333,48 **	1.660,02 **	1.680,97 **
NaCl sobre $MgSO_4$ (23)	3	6.788,15 **	69.383,05 **	1.246,74 **	2.388,02 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (0)	3	4.485,90 **	42,20 *	2.245,44 **	12.012,67 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (80)	3	611,96	8.181,35 **	7,33	2.296,97 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (120)	3	1.565,91	3.467,70 *	50,91	1.813,91 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (160)	3	1.470,22	1.404,22	26,57	1.796,50 **

* Significativo, ao nível de 5%, pelo teste de F.

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

Tabela 7 - Resumo das análises de variância para as interações, verificando o efeito de $MgSO_4$ sobre os diferentes níveis de NaCl e vice-versa, sobre o conteúdo mineral das raízes da beterraba (Beta vulgaris L.)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		K	Na	Ca	Mg
NaCl sobre $MgSO_4$ (2)	3	2.661,91 **	15.792,41 **	293,67 **	195,64 **
NaCl sobre $MgSO_4$ (7)	3	2.079,06 **	12.828,77 **	40,25 **	164,18 **
NaCl sobre $MgSO_4$ (15)	3	39,82	11.447,85 **	37,80 **	196,68 **
NaCl sobre $MgSO_4$ (23)	3	639,75	11.614,20 **	51,22 **	340,11 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (0)	3	989,11 *	0,19 **	192,47 **	23,58 **
$MgSO_4$ sobre NaCl (80)	3	57,21	3.543,74 **	14,13	0,22
$MgSO_4$ sobre NaCl (120)	3	772,61	4.948,35 **	4,30	6,53
$MgSO_4$ sobre NaCl (160)	3	364,47	688,16 *	61,64 **	86,75 **

* Significativo, ao nível de 5%, pelo teste de F.

** Significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.