



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO
DA MANDIOQUEIRA

ROBERTO SÍLVIO FROTA DE HOLANDA FILHO

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 10420/12

Campina Grande
Paraíba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DOUTORADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM



**USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO
DA MANDIOQUEIRA**

2)

TESE

ROBERTO SÍLVIO FROTA DE HOLANDA FILHO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO - 2009

ROBERTO SÍLVIO FROTA DE HOLANDA FILHO
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO
DA MANDIOQUEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES:

CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO – PhD - UFCG/CTRN/UAEAg
DELFRAN BATISTA DOS SANTOS – Doutor – IF BAIANO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

H722u

2009 Holanda Filho, Roberto Sílvio Frota de.

Uso de água salina no cultivo da mandiocqueira / Roberto Sílvio Frota de Holanda Filho. — Campina Grande, 2009.

77f. : il. Color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos.

1. Mandioca – Cultura Agrícola. 2. Água Salina (Cultivo). 3. Irrigação e Drenagem. 4. Engenharia Agrícola. I. Título.

CDU – 633.493(043)

BIBLIOTECA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DO DOUTORANDO

ROBERTO SÍLVIO FROTA DE HOLANDA FILHO

USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DA MANDIOQUINHA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Carlos Alberto Vieira de Azevedo

APROVADO

Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo – Orientador

Delfran Batista dos Santos

APROVADO

Dr. Delfran Batista dos Santos – Orientador

Eugênio Ferreira Coelho

APROVADO

Dr. Eugênio Ferreira Coelho – Examinador

Marcelo Tavares Gurgel

APROVADO

Dr. Marcelo Tavares Gurgel – Examinador

José Dantas Neto

APROVADO

Dr. José Dantas Neto – Examinador

Vera Lucia Antunes de Lima

APROVADO

Dra. Vera Lucia Antunes de Lima - Examinadora

JUNHO - 2009

AGRADECIMENTOS

A meus irmãos Larissa, Cristyanne, Sandro e Danielle, pela amizade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pela concessão da bolsa de doutorado;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento da pesquisa;

Ao curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade de Campina Grande, pela qualificação que me proporcionou;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), Campus de Senhor de Bonfim, pelo fornecimento da área de pesquisa e da minha estadia durante a execução do experimento;

À EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, pelo fornecimento das manivas e apoio técnico;

À Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) pelo fornecimento do hidrômetro;

Aos professores Carlos Alberto Vieira de Azevedo (UFCG) e Delfran Batista dos Santos (IF Baiano) pela orientação na confecção desta tese;

Aos examinadores Dr. Eugênio Coelho (EMBRAPA-CNPMF), Dr. Marcelo Tavares (UFERSA), Dra. Vera Lima (UFCG) e José Dantas Neto (UFCG) pelas sugestões visando à melhor confecção da tese;

À agrônoma Sarah de Oliveira Souza, pela ajuda na coleta dos dados;

Aos alunos da disciplina de Agricultura II, dos anos de 2007 e 2008 do IF Baiano, Campus de Senhor do Bonfim, pela ajuda na área experimental;

Aos funcionários do laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG, pela realização das análises de água e solo;

Aos colegas de turma de doutorado Betaninha, Gilvanise e Tarcízio, pela boa convivência;

A Claudinha Germana (*in memoriam*), amiga que precocemente nos deixou;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura da mandioca	3
2.1.1. Aspectos gerais da cultura	3
2.1.2. Clima e solo	3
2.1.3. Plantio e espaçamento.....	4
2.1.4. Calagem e adubação	4
2.1.5. Capina e poda.....	5
2.1.6. Irrigação.....	5
2.1.7. Colheita.....	6
2.1.8. Produtividade	6
2.2. O problema salinidade	6
2.3. Impacto do uso da água salina nas culturas	8
2.3.1. Atributos fisiológicos das culturas sob condições salinas	10
2.3.2 Produção das culturas em condições salinas	13
2.4. Impacto do uso da água salina no solo	14
2.5. Qualidade de água do lixiviado	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Local do experimento	17
3.2. Instalação da área experimental.....	17
3.3. Águas utilizadas na irrigação.....	20
3.4. Manejo de irrigação	22
3.5. Atributos do solo.....	25
3.5.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	25

3.5.2. Duração dos tratamentos.....	26
3.5.3. Dados climáticos.....	26
3.5.4. Variáveis analisadas.....	27
3.6. Atributos do lixiviado	29
3.6.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	29
3.6.2. Duração dos tratamentos.....	29
3.6.3. Dados climáticos.....	29
3.6.4. Variáveis analisadas.....	29
3.7. Estado nutricional da mandioca	30
3.7.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	30
3.7.2. Duração dos tratamentos.....	30
3.7.3. Dados climáticos.....	30
3.7.4. Variáveis analisadas.....	30
3.8. Água salina nos atributos fisiológicos da mandioca.....	31
3.8.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	31
3.8.2. Duração dos tratamentos.....	31
3.8.3. Dados climáticos.....	31
3.8.4. Salinidade do solo.....	32
3.8.5. Variáveis analisadas.....	34
3.9. Água salina na produtividade da mandioca	34
3.9.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	34
3.9.2. Duração do experimento.....	34
3.9.3. Dados climáticos.....	34
3.9.4. Variável analisada.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Atributos do solo	37
4.2. Estado nutricional da mandioca	43
4.3. Atributos químicos do lixiviado	45



4.3.1. Relação entre os atributos químicos do lixiviado e as lâminas de irrigação.....	46
4.4. Água salina nos atributos fisiológicos da mandioca.....	48
4.5. Água salina na produtividade da mandioca	49
5. CONCLUSÕES	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Característica química do solo na profundidade de 0,2 m	18
Tabela 2. Característica química da água potável utilizada na irrigação	20
Tabela 3. Característica química da água salina utilizada na irrigação	21
Tabela 4. Tratamentos utilizados na determinação dos atributos químicos do solo.....	26
Tabela 5. Tratamentos utilizados na determinação dos atributos do lixiviado.....	29
Tabela 6. Tratamentos utilizados para obtenção dos atributos fisiológicos	31
Tabela 7. Tratamentos utilizados para obtenção da produtividade.....	34
Tabela 8. Resumo da ANOVA do Ca, Mg, Na, K, P, H+Al e T a 0,2 m de solo, em função dos tratamentos	37
Tabela 9. Resumo da ANOVA da t, SB, V, PST, RAS, M.O e CE a 0,2 m de solo, em função dos tratamentos.....	37
Tabela 10. Resumo da ANOVA do Ca, Mg, Na, K, P, H+Al e T a 0,4 m de solo, em função dos tratamentos.....	37
Tabela 11. Resumo da ANOVA da t, SB, V, PST, RAS, M.O e CE a 0,4 m de solo, em função dos tratamentos.....	38
Tabela 12. Atributos químicos do solo na profundidade de 0,2 m	39
Tabela 13. Atributos químicos do solo na profundidade de 0,4 m	39
Tabela 14. Resumo da ANOVA dos macronutrientes foliares, em função dos tratamentos....	43
Tabela 15. Valores médios dos teores de macronutrientes nas folhas, por tratamento	43
Tabela 16. Resumo da ANOVA dos micronutrientes e do sódio foliares, em função dos tratamentos.....	44
Tabela 17. Média foliar dos teores de micronutrientes e sódio, por tratamento	45
Tabela 18. Resumo da ANOVA dos atributos do lixiviado, em função dos tratamentos	45
Tabela 19. Média dos atributos químicos do lixiviado, por tratamento	46
Tabela 20. Resumo da ANOVA dos atributos fisiológicos e da produtividade, em função dos tratamentos	48
Tabela 21. Médias dos atributos fisiológicos da mandioca, em função dos tratamentos	48
Tabela 22. Resumo da ANOVA da produtividade, em função dos tratamentos	49
Tabela 23. Produtividade da mandioca, em função dos tratamentos.....	49

UFCG-BIBLIOTECA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Preenchimento inicial dos lisímetros.....	18
Figura 2. Preenchimento dos lisímetros com solo e esterco de galinha	19
Figura 3. Plantio, variedades, transplântio e cultivo.....	20
Figura 4. Coleta e medição da condutividade elétrica da água.....	22
Figura 5. Obtenção da capacidade de campo e aparelhos utilizados no manejo da água.....	23
Figura 6. Tê de bifurcação, recipientes e vasos de drenagem.....	25
Figura 7. Precipitação mensal durante o experimento	26
Figura 8. Temperaturas máxima, média e mínima diárias, durante o experimento.....	27
Figura 9. Precipitação durante o experimento	32
Figura 10. Correlação entre $CE_{1:5}$ e CEes.....	33
Figura 11. Salinidade do solo por tratamento	33
Figura 12. Precipitação mensal durante o experimento.....	35
Figura 13. Temperaturas mínima, média e máxima diária	35
Figura 14. Relação entre os atributos químicos do lixiviado e as lâminas de irrigação .	47

USO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DA MANDIOQUEIRA

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência do uso de água salina aplicada em crescentes lâminas de irrigação, nos atributos químicos do solo e do lixiviado, tal como no estado nutricional, nos atributos fisiológicos e na produtividade da cultura da mandioca. O trabalho foi conduzido na área experimental de Irrigação e Drenagem do IF Baiano, Campus de Senhor do Bonfim, BA, a qual apresenta coordenadas geográficas de 10° 28' S e 40° 11' W e altitude de 550 m. A cultura instalada na área experimental foi a mandioca. Para determinação dos atributos químicos do solo, do estado nutricional da cultura e da sua produtividade, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 unidades. Para determinação dos atributos químicos do lixiviado e dos atributos fisiológicos da mandioca, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos e três repetições, totalizando 18 unidades. Os tratamentos consistiram de uma testemunha (sequeiro), um tratamento irrigado com água potável (100% da Evapotranspiração da cultura - ETc) e cinco tratamentos irrigados com água salina de 3 dS m⁻¹ variando as lâminas aplicadas: 110%, 120%, 130%, 140% e 150% da ETc. Os experimentos com seis tratamentos não possuíram o tratamento de sequeiro. O uso de água salina aumentou os teores de magnésio e sódio no solo, na profundidade de 0,2 m e a porcentagem de sódio trocável, a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica do solo tanto a 0,2 como a 0,4 m; a irrigação, independentemente da qualidade da água, diminuiu o teor de potássio no solo nas duas profundidades analisadas. A água de drenagem oriunda da irrigação com água salina apresentou maiores teores de cálcio, magnésio, sódio, cloro, a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica. Os atributos fisiológicos da mandioqueira não foram influenciados pelo uso de água salina. A água potável aumentou a produtividade da mandioqueira.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, lisímetro, lixiviado



USE OF SALINE WATER IN GROWING MANDIOQUEIRA

ABSTRACT: The purpose of this study was to assess the influence of saline water was applied in increasing irrigation water depths in the chemical properties of the soil and leachate as in the nutritional status, physiological attributes and yield of cassava. The work was conducted in the area of Irrigation and Drainage of IF Baiano, Campus de Senhor do Bonfim, BA (10° 28'S, 40° 11'W and 550 m). The culture installed in the experimental area was cassava. To determine the soil chemical properties and nutritional status of cassava, but also the productivity of the same, the experimental design was completely randomized consisting of seven treatments and three replications, totaling 21 units. To determine the chemical characteristics of the leachate and physiological characteristics of culture, the experimental design was completely randomized consisting of six treatments and three replications, totaling 18 units. The treatments consisted of control (rainfed), a treatment irrigated with drinking water (100% of ETc) and five treatments irrigated with saline water of 3 dS m⁻¹ varying water depths: 110% 120% 130%, 140% and 150% of ETc. The experiments with six treatments did not possess the treatment control. The use of saline water increased the concentration of magnesium and sodium in the soil at a depth of 0,2 m and also the percentage of exchangeable sodium, the ratio of sodium adsorption and electrical conductivity of soil at both 0,2 and 0,4 m; irrigation independently of water quality, decreased the level of potassium in the soil at both depths studied. In the first six months of cultivation, nitrogen was the nutrient with higher content in cassava leaf regardless of treatment, among the micronutrients, manganese foliar presented higher content. The drainage water coming from irrigation with saline water showed higher levels of calcium, magnesium, sodium, chlorine, the ratio of sodium adsorption and electrical conductivity. The use of saline water did not interfere with the physiological attributes of mandioqueira. The use of drinking water increased the productivity of mandioqueira.

Key words: *Manihot esculenta*, lysimeter, water drainage



1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro a precipitação possui irregularidade espaço - temporal de forma que, em certos locais, ocorrem chuvas abundantes e, em outros, elas são escassas ou, ainda, em determinados anos as chuvas são superiores ao necessário para a produção agropecuária e, em alguns, ocorrem estiagens, inviabilizando a produção agropecuária. Para minimizar este problema, o governo utiliza a secular política do barramento dos cursos d'água aumentando sua oferta para o uso doméstico e para produção agrícola.

O uso de águas na agricultura oriundas de barramento de cursos d'água ou de mananciais naturais, deve ser constantemente monitorado quanto à quantidade e à qualidade. Em época de estiagem a concentração de sais aumenta nesses mananciais, podendo chegar a índices prejudiciais às plantas e ao solo.

Para Silva et al. (2008a), no Nordeste as águas de poços e açudes são utilizadas para irrigação, representando importante insumo na cadeia produtiva; no entanto, sua qualidade varia no tempo e no espaço. Sabe-se que na época de estiagem os açudes e poços têm a concentração de sais elevada, principalmente na época em que também são mais elevadas as temperaturas e a evapotranspiração da região e as culturas exigem maior suprimento de água, o que propicia maximização do problema da salinidade.

Deste modo, surge a necessidade de um manejo melhor na prática da irrigação, técnica que vem aumentar a garantia da produção agrícola. Por menor que seja a concentração, a água utilizada na irrigação contém sais. O manejo da irrigação deve permitir que o teor de sais na zona do solo agricultável não ultrapasse o tolerável pelas culturas; dentro desta tônica, uma técnica de manejo de irrigação utilizada é o fornecimento de lâminas de irrigação superiores à requerida pelas culturas, objetivando mover os sais para zonas não utilizadas pelo sistema radicular das culturas; para isto, é indispensável que o solo tenha boa drenagem natural ou se estabeleçam estruturas que propiciem a melhoria na drenagem.

Uma das principais causas do aumento da salinização dos solos agrícolas têm sido as irrigações mal-manejadas. O uso de água salina e a ausência de drenagem adequada são fatores que resultam em situações desfavoráveis, que podem favorecer a degradação de solos (Silva et al., 2008b). Ferreira et al. (2006) discorrem que a irrigação é um instrumento efetivo no aumento da produtividade e na expansão de fronteiras agrícolas, porém sua utilização inadequada pode causar problemas de salinização nos solos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, diminuindo os rendimentos das culturas ou até mesmo resultando no abandono das terras.

Diante da oferta cada vez mais reduzida de recursos hídricos de boa qualidade, procura-se viabilizar, atualmente, o uso de águas de qualidade inferior na agricultura o que contribui para maior disponibilidade de água de boa qualidade com vistas ao uso doméstico, além de maximizar a eficiência do uso desse recurso. Águas oriundas do uso doméstico e com salinidade elevada estão sendo aproveitadas em muitas pesquisas para verificação de seu impacto no solo e nas culturas.

Outro prejuízo advindo do uso dessas águas pode ser a sodificação, devido ao incremento de sódio trocável no solo, acarretando sua dispersão, o que propicia menor permeabilidade dificultando, então, o deslocamento da água no solo, a aeração e o desenvolvimento radicular. Coelho (1983) retrata que, no Nordeste, extensas áreas estão fora de operação em virtude de apresentarem solos sódicos e/ou salino-sódicos que possuem condições adversas ao desenvolvimento e à produção rentável das culturas necessitando, portanto, serem recuperadas e reincorporadas ao processo produtivo.

Há poucas informações sobre a utilização de águas de qualidade inferior no cultivo da mandioca. A mandiocultura é bastante disseminada entre os pequenos produtores; ela é cultivada, em geral, sem a utilização de insumos, como adubação e irrigação.

Atualmente, a mandioca é um importante item na alimentação de mais de 500 milhões de pessoas no mundo. Como fonte de energia, a mandioca também é utilizada na alimentação animal, além de servir como matéria-prima a vários produtos, desde os minimamente processados ou básicos, como a farinha e a fécula, até produtos com alta aplicação tecnológica, como os química e fisicamente modificados (Santos et al., 2009).

A cultura da mandioca ocupa uma área de 18,6 milhões de hectares plantados no mundo, desempenhando papel de elevada importância social, uma vez que contribui para a alimentação de mais de 700 milhões de pessoas nos países em desenvolvimento, notadamente nas áreas pobres da região Nordeste do Brasil, além de ser uma cultura geradora de emprego e renda (Mattos et al., 2006). A Região Nordeste se sobressai com uma participação de 34,7% da produção nacional porém com rendimento médio de apenas 10,6 t ha⁻¹. Quase toda a mandioca do Nordeste é cultivada na Região Semiárida, que corresponde a cerca de 85% da região Nordeste (Alves e Silva, 2003a).

Desta forma, se objetivou, com o presente trabalho, verificar a influência do uso de água salina aplicada em crescentes lâminas de irrigação nos atributos químicos do solo e do lixiviado, no estado nutricional, nos atributos fisiológicos e na produtividade da mandioqueira.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da mandioca

2.1.1. Aspectos gerais da cultura

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas. A parte mais importante da planta são as raízes tuberosas, ricas em amido, utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para diversas indústrias (Lorenzi, 2003).

Originária do continente americano, provavelmente do Brasil Central, a mandioca já era amplamente cultivada pelos aborígenes, por ocasião da descoberta do Brasil. Eles foram os responsáveis por sua disseminação por quase toda a América, e os portugueses e espanhóis, pela sua difusão por outros continentes, especialmente África e Ásia (Lorenzi, 2003).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial perdendo apenas para a Nigéria. O maior produtor nacional é o Pará, seguido da Bahia, embora este último apresente maior área de plantio (Cardoso, 2006).

2.1.2. Clima e solo

Levando-se em conta que a mandioca é originária da região tropical, depreende-se logo que o clima ideal deve ser quente e subtropical, livre de geadas com chuvas abundantes e bem distribuídas. Para o seu crescimento normal são necessárias boa insolação e luminosidade nos intervalos de chuva (Conceição, 1983).

Conforme o mesmo autor, a temperatura afeta a brotação das manivas, a emissão e o tamanho das folhas, a longevidade foliar e a formação das raízes tuberosas. A faixa considerada ideal é de 25 a 29° C como média anual; todavia, tolera bem limites maiores, como 16 a 38° C.

O regime de chuvas considerado mais adequado é a ocorrência de um total de 1000 a 1500 mm, com boa distribuição durante 6 a 8 meses do ciclo vegetativo (Souza & Souza, 2006).

Os solos mais indicados para o cultivo da mandioca são aqueles de topografia plana, com boa profundidade efetiva, sem camadas de impedimento físico ou químico ao desenvolvimento de raízes, com a textura variando de franco-arenosa a argilo-arenosa e com pH entre 5,0 e 6,0. São totalmente desaconselháveis os solos sujeitos a encharcamento devido à dificuldade de aeração, o que ocasiona podridão nas raízes, e também os



excessivamente argilosos, pois impedem o desenvolvimento adequado das raízes tuberosas (Souza, 1993).

A mandioca responde bem, em termos de produtividade, quando plantada em solos de boa fertilidade mas é capaz, também, de apresentar níveis satisfatórios de produção em solos degradados fisicamente e com baixos níveis de nutrientes em locais onde a maioria dos cultivos tropicais não produziriam satisfatoriamente devido às condições adversas (Souza, 1993).

2.1.3. Plantio e espaçamento

A mandioca é uma planta cuja forma comum de propagação é vegetativa, feita através de pedaços de hastes, conhecidas como ramos, estacas, manivas-semente, manivas e manaíbas, as quais podem ser colocadas no solo, nas formas horizontal, vertical e inclinada (Mattos, 1993).

Nos cultivos em fileiras simples os melhores rendimentos de raízes foram obtidos com os espaçamentos de 1 x 0,5 m e de 1x 0,6 m. Para cultivos em fileira dupla, o melhor espaçamento é de 2 x 0,6 m x 0,6 m. Távora & Melo (1993) e Albuquerque et al. (2007) não detectaram efeito significativo na produção de mandioca devido aos espaçamentos em fileiras simples e dupla. Quando a colheita for mecanizada a melhor distância entre linhas de plantio é de 1,2 m, para facilitar a movimentação do equipamento (Mattos & Ferreira Filho, 2006).

2.1.4. Calagem e adubação

Há evidências de que a mandioca tolera as condições de acidez do solo. Geralmente, não se tem obtido efeitos marcantes com o emprego da calagem. Esta prática, quando necessária, não deve ultrapassar uma tonelada de calcário dolomítico por hectare (Gomes, 1993).

Adubações orgânicas e fosfatadas têm sido responsáveis pelos aumentos da produtividade. Os efeitos favoráveis da adubação orgânica estão relacionados com o fornecimento de nutrientes e, certamente, com alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Tem-se constatado ser indispensável o uso da adubação fosfatada para a maioria dos solos onde se cultiva a mandioca (Gomes, 1993).

Conforme Gomes (2006), os solos brasileiros são bastante carentes em fósforo, de forma que este elemento é um dos principais elementos na produção de mandioca. Sua presença no solo em doses equilibradas atua diretamente sobre o aumento da produção de

raízes e do teor de amido. Trabalhando com calagem e NPK na mandioca em um argissolo de baixa fertilidade, Fidalski (1999) verificou que a produção de mandioca não respondeu à calagem nem às adubações nitrogenadas e potássicas, respondendo apenas à adubação fosfatada.

Fernandes et al. (2009), trabalhando com solos do território do Alto Sertão Alagoano, observaram que o cultivo prolongado com mandioca, sem reposição de nutrientes, resulta em decréscimos acentuados de P e, em menor extensão, de Ca, Mg, matéria orgânica e na capacidade de troca de cátions.

O nitrogênio e o potássio, apesar de não serem responsáveis pelos maiores incrementos da produção (com raras exceções), devem ser recomendados, haja vista maior efeito do fósforo na presença dos mesmos, bem como o fato de evitar o esgotamento das reservas do solo pelas elevadas quantidades extraídas pela planta (Gomes, 1993).

2.1.5. Capina e poda

A mandioca é sensível à competição das plantas daninhas nos primeiros quatro meses do seu ciclo. Recomenda-se, ao pequeno produtor, a associação do cultivo com enxada na linha de plantio e cultivador nas entrelinhas e, aos médios e grandes produtores, o controle químico em área total para os plantios em fileiras duplas (Carvalho, 1991).

A poda da parte aérea é outra prática realizada por alguns agricultores. Na região Centro Sul do País, ela é efetuada no final do primeiro ciclo vegetativo com o intuito de retirar novo material de plantio ou simplesmente para facilitar futuros tratamentos culturais, como a capina e a adubação (Takahashi, 2007).

Otsubo et al. (2009), testando cultivares de mandioca industrial, concluíram que a poda reduziu a produção total de massa fresca da parte aérea e aumentou a produção de raízes tuberosas das cultivares de mandioca industrial. Já Andrade et al. (2007) verificaram tendência de menor produtividade de mandioca em plantas podadas, embora estatisticamente não significativa, em todas as épocas de colheita. Para esses autores, a menor produção das plantas podadas se deve, provavelmente, ao consumo das reservas das raízes por parte da planta, visando à recuperação da parte aérea retirada.

2.1.6. Irrigação

O suprimento adequado de água para a mandioca é essencial e crítico nas fases de enraizamento e tuberização, que vão do primeiro ao quinto mês após o plantio. A falta de

água nessas fases causa prejuízos irrecuperáveis no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção da cultura (Souza e Fialho, 2003).

Resultados experimentais recentes indicam que a cultura não responde positivamente a irrigações com alta frequência. Irrigações com alta frequência associada à alta disponibilidade de nitrogênio no solo, normalmente causam excessivo desenvolvimento da parte aérea e baixa produção de raízes (Souza e Fialho, 2003).

Távora e Barbosa Filho (1994) salientam que a irrigação realizada na fase inicial do desenvolvimento da cultura proporcionou maiores produtividades que a realizada após o período chuvoso.

2.1.7. Colheita

A colheita da mandioca representa aproximadamente 20% dos custos de produção e pode ser efetuada de três formas diferentes: manual, semimecanizada e mecanizada (Mattos & Almeida, 1993).

Após o arranquio ou colheita, as raízes devem ser amontoadas em pontos na área a fim de facilitar o recolhimento pelo veículo transportador, devendo-se evitar que permaneçam no campo mais de 24 horas, para inibir a deterioração fisiológica e/ou bacteriológica (Almeida, 1993).

2.1.8. Produtividade

A produtividade média brasileira estimada em 2005 foi de 14,2 t ha⁻¹. No nordeste, o rendimento médio cai para 10,8 t ha⁻¹ (Mattos et al., 2006).

Pequeno et al. (2007) obtiveram, testando diferentes sistemas de preparo de solo, média de 35,97 t ha⁻¹ de mandioca utilizando o preparo de solo convencional. Também utilizando preparo de solo convencional, Fey et al. (2007) conseguiram produtividade de mandioca de 28,2 t ha⁻¹.

Fidalski (1999), analisando calagem e adubação para o cultivo, conseguiu produtividade de 30,5 t ha⁻¹ adubando apenas com fósforo na dosagem de 90 kg ha⁻¹.

Analisando cultivares no extremo sul da Bahia, Diniz et al. (2009) obtiveram produtividade de 32,8 t ha⁻¹ para a cultivar Cacau.

2.2. O problema salinidade

O termo salinidade se refere à presença, no solo, de sais solúveis. Quando a concentração de sais se eleva a ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas,

diz-se que tal solo está salinizado. A salinização do solo afeta a germinação e a densidade das culturas, tal como seu desenvolvimento vegetativo, reduzindo produtividade e, nos casos mais sérios, ocasionando morte generalizada às plantas. De maneira geral, o processo de salinização (concentração de sais na solução do solo) ocorre em solos situados em região de baixa precipitação pluviométrica e que possuem lençol freático próximo da superfície (CODEVASF, 2006).

Para Bernardo et al. (2006), a salinização de um solo depende da qualidade da água usada na irrigação, do seu manejo, da existência e do nível de drenagem natural e/ ou, artificial do solo, da profundidade do lençol freático e da concentração original de sais no perfil do solo.

Quanto maior a concentração salina da água do solo maior também é a pressão osmótica que as plantas têm que superar, podendo chegar o momento em que a absorção se anula, razão pela qual os sintomas de salinidade coincidem com os de estresse hídrico e isto explica por que ocorre esse estresse em terras com abundância de água salina (Pizarro, 1996).

Em função da alta demanda evapotranspirométrica proporcionada pela alta radiação da região semiárida, a evapotranspiração é superior ao total precipitado ocorrendo déficit hídrico em quase todos os meses do ano, surgindo a necessidade de irrigação. Qualquer que seja a fonte, a água usada na irrigação sempre contém sais embora a quantidade e o conteúdo dos sais presentes nela possam variar bastante (Lima et al., 2008).

Segundo Barros et al. (2005), solos afetados por sais ocorrem extensivamente sob condições naturais mas os maiores problemas de salinização são representados por solos anteriormente produtivos, que se tornam salinos devido ao manejo inadequado da irrigação. A alta salinidade e o elevado teor de sódio trocável desses solos são fatores limitantes à sua produtividade gerando, com isto, sérios contratempos de ordem econômica, visto que tais solos se tornam inaptos para a agricultura sendo então descartados do sistema de produção.

O impasse da salinidade em áreas irrigadas se agrava quando o balanço de sais revela maior entrada que saída, promovendo acréscimo da concentração salina na área considerada, condições em que a água de irrigação, além de contribuir para o aumento da concentração salina pode, também, provocar a elevação do lençol freático que, através de ascensão capilar, passa a fornecer água e sais à zona radicular (Silva et al., 2008b).

O controle na salinidade do solo é feito através do balanço de sais na zona radicular promovendo lixiviação de sais abaixo dessa região, durante o período de irrigação ou fazendo lavagens do perfil do solo após o cultivo, quando os níveis salinos do solo são

prejudiciais às plantas. Para que esta técnica tenha efeito positivo, é necessário que o solo tenha drenagem interna adequada (Blanco, 2000).

Em áreas em que predominam os fatores salinizantes (evaporação e transpiração) frente aos de lavagem, as águas freáticas irão, paulatinamente, aumentando a concentração de sais, razão por que a maior parte das áreas salinizadas está situada em regiões de clima árido. Quando as águas freáticas salinizadas se encontram próximas da superfície do terreno (menos de 3 m), esta pode salinizar-se como consequência do aporte capilar de sais provindos da água freática, que se acumulam nos horizontes superiores (Pizarro, 1996).

Apesar dos benefícios da irrigação, é imprescindível considerar que a água contém sais solúveis e seu uso indevido, na ausência de lixiviação, tem provocado a salinização dos solos reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, em virtude de baixar o potencial osmótico do solo causando, assim, o estresse hídrico, e também por ocasionar problemas de toxicidade e de desordem nutricional (Paulus, 2008).

Análises realizadas por Aguiar Netto et al. (2007) em um Perímetro Irrigado no estado de Sergipe, mostraram que a maior parte dos solos se encontra com problemas de salinidade e sodicidade caracterizando risco de queda na produção das culturas devendo-se adotar medidas imediatas de manejo da água e do solo, como a redução da quantidade de água aplicada na irrigação, a utilização de rotação de culturas e, mesmo, em algumas áreas críticas, usar o gesso para impedir o avanço das áreas salinizadas.

Suassuna & Audry (1993) analisando 68 fontes de irrigação no semiárido nordestino, verificaram que 50% dessas fontes apresentaram água com salinidade muito alta no período mais seco.

2.3. Impacto do uso da água salina nas culturas

Para a cultura da bananeira, cultivar caipira, Barbosa et al. (2005) notificaram que o nível de salinidade da água de irrigação acima de 1 dS m^{-1} foi crítico para o seu desenvolvimento pois, a partir desse nível, componentes de produção começaram a ser afetados. Corroborando com os autores anteriores, Soares et al. (2005) pesquisando a bananeira irrigada com duas qualidades de água ($0,31$ e $1,66 \text{ dS m}^{-1}$), evidenciaram que a produção de biomassa do cacho na época de colheita apresentou declínio de até 40% quando utilizada a água com salinidade de $1,66 \text{ dS m}^{-1}$ em relação à água com salinidade de $0,31 \text{ dS m}^{-1}$.

No milho sob irrigação com água salina de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ preparada com adição de NaCl e CaCl_2 , ocorreu aumento nos teores foliares de cloro e redução nos teores de nitrogênio,

fósforo e enxofre (Garcia et al., 2005). Ainda no milho, Garcia et al. (2007) verificaram que o aumento da salinidade do solo reduziu a fotossíntese, a condutância estomática, a transpiração, as matérias secas da parte aérea e das raízes e as áreas foliares útil e total.

Aumentos na salinidade da água de irrigação reduzem as produções comercial e total do meloeiro. Quanto mais próximo do início do ciclo cultural do meloeiro forem utilizadas águas salobras na irrigação, maior será a redução da produção comercial e total de frutos. Apesar do custo da água de irrigação, proveniente de poços profundos e com menor salinidade, ter sido mais elevado, o uso desta água no meloeiro apresentou maior lucro que o uso de águas salobras provenientes de poços rasos (Porto Filho et al., 2006). Também ensaiando com meloeiro, Silva et al. (2008b) relatam que houve redução na produção de matéria fresca e seca e aumento no acúmulo de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e Cl^- nas plantas de meloeiro, em dois ciclos de cultivo, quando irrigadas com água de condutividade elétrica crescente.

Ainda no melão, Porto Filho et al. (2009) observaram que os níveis de salinidade da água de irrigação não causaram efeitos significativos na qualidade dos frutos do melão amarelo, seja no dia da colheita ou 35 dias após a colheita.

Silva et al. (2001) evidenciaram, no quiabeiro, que o aumento da salinidade da água de irrigação provocou reduções significativas sobre o crescimento em altura, diâmetro do caule, área foliar e rendimento biológico das raízes, caules e folhas das plantas, independentemente do nível de irrigação.

Estudando a gravioleira com 5 meses de idade em condições hidropônicas e solução nutritiva à base de NaCl com cinco níveis de salinidade (0, 30, 60, 90, 120 e 150 mM), Távora et al. (2004) constataram os seguintes resultados: a matéria seca da parte aérea e da raiz decresceu com o aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva; os teores de sódio e cloro aumentaram em todas as partes da planta, em resposta à salinidade, concentrando-se mais nas raízes; o teor de potássio decresceu significativamente, em particular nas raízes; por último, o cálcio e o magnésio tiveram decréscimos não muito acentuados tendo o primeiro se concentrado mais nas folhas e o segundo nas raízes.

Os resultados obtidos por Blanco (2000) na cultura do pepino enxertado, demonstraram que o aumento da salinidade da água de irrigação em uma unidade reduziu a produção total e comercial em 2,83 e 2,99%, respectivamente. Ainda segundo o autor, a salinidade afetou a área foliar unitária e o índice de área foliar, a altura e o diâmetro do colo da planta.

Paulus (2008), estudando a variedade de tomate Verônica, observou que o aumento da salinidade da água de irrigação (0,42, 1,53, 3,52, 5,55 e 7,43 dS m⁻¹) reduziu linearmente o número de folhas, massa fresca das folhas, massa fresca do caule e massa fresca da parte aérea. Outros parâmetros que tiveram seus valores reduzidos pelo aumento da salinidade da água de irrigação foram o consumo hídrico e a produção comercial da variedade.

No sorgo, a salinidade reduziu a área foliar e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. As plantas de sorgo mostraram eficiente mecanismo de retenção de Na⁺ prevenindo seu acúmulo nos tecidos foliares. Este mecanismo, no entanto, provocou diminuição na succulência foliar (Aquino et al., 2007).

Cruz et al. (2003) concluíram, pesquisando o limoeiro Cravo, que a salinidade reduziu as produções das matérias secas totais, do caule e das raízes e que o aumento dos níveis de salinidade determinou redução na relação raiz: parte aérea das plantas.

A salinidade da água diminuiu a taxa de germinação das sementes, o crescimento e desenvolvimento das cultivares de maracujazeiro, além de que não foram produzidas mudas com qualidade para cultivo quando irrigadas com águas de salinidade superior a 1,0 dS m⁻¹ (Cavalcante et al., 2002).

2.3.1. Atributos fisiológicos das culturas sob condições salinas

Cruz et al. (2008), testando o nitrato e o amônio como fontes de nitrogênio inorgânico, detectaram que não ocorreram diferenças nas taxas fotossintéticas de plantas de mandioca quando essas são cultivadas em solução que contém apenas o nitrato ou nitrato e amônio; no entanto, quando as plantas foram cultivadas em solução que só continha o amônio, esses autores verificaram que houve redução na taxa fotossintética.

Marinho et al. (2005) observaram, em seu trabalho com coqueiro irrigado com água salina, que a condutância estomática e o potencial hídrico da cultura diminuíram com o aumento da salinidade da água de irrigação porém, a salinidade da água de irrigação não interferiu na eficiência do aparelho fotossintético do coqueiro.

Conforme Campos et al. (2008), o aumento na salinidade da água de irrigação reduziu a eficiência fotossintética, a condutância estomática e a transpiração na melancia. Esses autores relatam que a redução na fotossíntese se deveu principalmente às limitações estomáticas na captação e assimilação do CO₂, como indicado pelo decréscimo da concentração intercelular de CO₂ com o incremento nos níveis de salinidade na melancia.

No umbuzeiro, as plantas jovens cultivadas em solução nutritiva não tiveram, afetados, seu crescimento inicial, a transpiração, a resistência difusiva e o potencial hídrico foliar

quando a concentração da solução nutritiva foi inferior ou igual a 50 mM NaCl (Silva et al. 2008e).

Na mamona, Cavalcanti et al. (2005) concluíram que a eficiência quântica do fotossistema II não foi influenciada pela salinidade da água nem pelas proporções de íons na água de irrigação.

No algodão, Meloni et al. (2003) observaram que o estresse salino diminuiu a fotossíntese líquida e a condutância estomática. Esses autores indicam que houve abertura estomática limitada, afetando a capacidade fotossintética das plantas.

A fotossíntese foi significativamente inibida em plantas de tomateiro com o aumento da concentração de cloreto de sódio na solução nutritiva (Pereira et al., 2005).

Testando cinco porta-enxertos de videira, Viana et al. (2001a) constataram que, além da fotossíntese, o aumento da concentração de cloreto de sódio na solução nutritiva diminuiu a condutância estomática dos cinco porta-enxertos.

Em plantas jovens de cajueiro anão precoce, o aumento da salinidade da solução de irrigação diminuiu a taxa de fotossíntese líquida (Bezerra et al., 2005); já em porta-enxertos de cajueiro, Ferreira-Silva et al. (2008) afirmam que o tratamento salino reduziu severamente a transpiração como consequência do aumento substancial da resistência estomática.

Távora et al. (2001), trabalhando com goiabeira cultivada com solução nutritiva, relatam que a condutância estomática, a transpiração, o potencial hídrico foliar e o teor relativo de água, decresceram com o aumento dos níveis de cloreto de potássio na solução nutritiva.

Pesquisando oito genótipos de milho, Azevedo Neto et al. (2004) expõem que a salinidade da solução nutritiva diminuiu a condutância estomática, a transpiração e o potencial hídrico dos genótipos, além de aumentar a temperatura foliar dos mesmos. Conforme Garcia (2006), no milho a salinidade do solo reduziu a fotossíntese, a condutância estomática, a taxa de transpiração e a eficiência de uso de água na produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2005) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), que também relata que a temperatura foliar do feijoeiro aumentou com o aumento da salinidade do solo.

Viégas et al. (2004), cultivando algaroba em solução nutritiva com diferentes níveis de salinidade, observaram que nos níveis mais baixos de salinidade da solução nutritiva a transpiração da plântula foi maior e, nos níveis superiores de salinidade, a transpiração foi

menor. Quando a transpiração aumentou, esses autores verificaram que a quantidade de massa seca também aumentou.

O aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva determinou reduções na condutância estomática, na transpiração e na temperatura foliar do limoeiro Cravo (Cruz et al., 2003).

Na aceloreira, à medida em que se aumentou a salinidade da água de irrigação, aumentaram também as taxas de água da folha e do caule e diminuiu a fotossíntese líquida (Gurgel et al., 2003). Esses autores afirmam que o aumento do teor de água em folhas e caule com o aumento da salinidade da água de irrigação, pode ser reflexo do ajustamento osmótico acumulando a planta íons no vacúolo das células ou sintetizando compostos orgânicos para baixar o potencial hídrico interno e garantir a absorção de água, mantendo a turgescência das células.

Lacerda et al. (2003) verificaram, trabalhando com dois genótipos de sorgo, que o estresse salino baixou o potencial osmótico do suco celular das folhas e raízes.

A aplicação de solução salina de modo contínuo determinou redução no potencial hídrico, condutância estomática e na transpiração em duas cultivares de amendoim (Távora et al., 1997). Esses autores relatam, ainda, que a temperatura foliar aumentou com a aplicação de água salina sendo então um reflexo das alterações relatadas na condutância estomática e na transpiração, o que reduz a capacidade da planta de eliminar calor.

Em rabanete cultivado em solução de cloreto de potássio, ocorreu redução na eficiência fotoquímica do fotossistema II e no teor de clorofila, quando aumentou a condutividade elétrica da solução (Jamil et al., 2007).

Trabalhando com feijão de corda, Lacerda et al. (2006) constataram que a salinidade não teve influência na taxa fotossintética líquida; já no teor de clorofila, a salinidade aumentou o teor desse pigmento por unidade de área foliar sugerindo que isto pode ser uma característica de aclimatação da planta ao estresse salino.

Duarte et al. (2006) observaram, em trigo, que as sementes perderam qualidade fisiológica com o aumento da salinidade da solução nutritiva.

Em mudas de bananeira cultivadas em solução nutritiva, a presença de 5 mmol L⁻¹ de sódio na solução favoreceu as trocas gasosas realizadas pelas folhas enquanto na presença de 10 mmol L⁻¹ de sódio na solução o aumento das concentrações de cálcio amenizou os efeitos negativos do sódio sobre as trocas gasosas (Neves et al., 2002).

2.3.2 Produção das culturas em condições salinas

Na cultura da beterraba a produtividade total e a produção das raízes com diâmetros maiores que 0,03, 0,04, 0,05, 0,06 e 0,07 m não foram influenciadas pelos níveis de salinidade da água de irrigação de até 4 dS m⁻¹ e lâminas de lixiviação de até 0,248 m (Ferreira et al., 2006).

Resende e Cordeiro (2007) encontraram resultados que permitem concluir que a água com condutividade elétrica de 8,0 dS m⁻¹ afetou significativamente a produtividade da cenoura em relação à água normal (0,1 dS m⁻¹); todavia, com alguma tolerância da cenoura a até 4,0 dS m⁻¹.

Em batata inglesa o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva reduziu a massa seca total e dos minitubérculos de plantas micropropagadas (Novella et al., 2008).

No milho, sempre que a salinidade do solo aumentou, Blanco et al. (2008) observaram que variáveis, como o rendimento de grãos e o peso de 100 sementes, diminuíram. Concordando com esses autores, Ferreira et al. (2007) relatam que a variedade de milho UFVM 100 mostrou-se sensível à salinidade do solo e a produção relativa decresceu 15,68% com incrementos unitários da salinidade do solo acima de 1,70 dS m⁻¹.

No feijoeiro a salinidade da água de irrigação prejudicou o peso dos grãos, número de grãos por vagem e por planta e número de vagens por planta (Santana et al., 2003). Santos (2005) relata que a produção total de grãos de feijoeiro diminuiu com o aumento da salinidade do solo acrescentando, ainda, que a planta responde à salinidade do solo e não à salinidade da água de irrigação.

Em tomate, o aumento unitário da salinidade da água acima de 1 dS m⁻¹ reduziu a produção comercial e total em 11,9 e 11,0%, respectivamente, e aumentou a concentração de sólidos solúveis e a acidez titulável dos frutos, em 13,9 e 9,4%, respectivamente (Campos et al., 2006). Oliveira et al. (2007) relatam que o aumento de sais na água de irrigação reduziu a produção da biomassa seca e a produção de frutos da cultura do tomate.

Na mamona cultivada com água salina em diferentes níveis de salinidade, Silva et al. (2008d) afirmam que, com o aumento da salinidade da água de irrigação, ocorreu diminuição no peso das sementes e dos frutos.

Em cebola, o aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo reduziu o peso e o diâmetro dos bulbos (Lima & Bull, 2008).

Na banana, o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 1,7 para 4,0 dS m⁻¹, diminuiu em 21,27, 17,90, 19,67, 5,89, 1,93 e 17,90%, respectivamente, a massa total das pencas, massa do cacho, massa média dos frutos, número de pencas por cacho,



número de frutos por cacho e produtividade (Gondim et al., 2006). Medeiros et al. (2008) também verificaram redução no rendimento da banana com o aumento na salinidade da água de irrigação. Segundo esses autores, o rendimento medido pelo peso médio de cachos foi reduzido pela salinidade da água de irrigação a uma taxa de 10,1% por aumento unitário da condutividade elétrica da água quando comparada com a produção da banana obtida com uma água de condutividade elétrica de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$.

O aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o número e o peso de frutos do coqueiro 'Anão Verde', em 2 e 3,4%, respectivamente (Marinho et al., 2006). Esses autores afirmam, ainda, que a condutividade elétrica da água de irrigação de 10 dS m^{-1} é o limite para se obter produção aceitável de frutos de coqueiro 'Anão verde'.

Silva et al. (2005b) relatam que a produtividade comercial e a total dos frutos de duas variedades de melão diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação. Dias et al. (2006), cultivando melão em ambiente protegido concluíram que com o aumento na salinidade do solo o peso médio total e comercial dos frutos diminuiu.

No cultivo do morangueiro em sistema fechado sem solo, tendo a areia como substrato, o crescimento da planta e a produtividade dos frutos diminuem quando a concentração da solução nutritiva aumenta no intervalo entre $0,9$ e $3,7 \text{ dS m}^{-1}$ (Andriolo et al., 2009).

Em condições hidropônicas a utilização de água com $3,93 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou redução de 14,27% na produção de alface crespa em relação à água com salinidade de $0,43 \text{ dS m}^{-1}$ (Soares et al., 2007). Esses autores afirmam que o aumento unitário da condutividade elétrica da água usada para manter o volume de solução nutritiva provocou perdas de 4,08% na produção de alface crespa. Para Viana et al. (2001b), o rendimento final da alface decresceu linearmente com o aumento da salinidade, com redução de 9,0%, por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação; já Dias et al. (2005) relatam que o aumento na salinidade do solo até certo nível, aumentou o peso seco e fresco e o número de folhas de alface. Andriolo et al. (2005), constataram que em solução nutritiva com salinidade acima de $2,6 \text{ dS m}^{-1}$ a massa fresca de alface é reduzida.

No maracujazeiro amarelo para uma salinidade do solo aumentando de $6,84$ a $9,69 \text{ dS m}^{-1}$, ocorreu decréscimo na produtividade (Cavalcante et al., 2005).

2.4. Impacto do uso da água salina no solo

Os efeitos dos sais no solo podem ser reunidos em três grupos principais: efeito osmótico dos sais dissolvidos, efeito do sódio adsorvido e toxicidade de alguns íons. Alta

porcentagem de sódio no complexo de troca eleva os valores da PST, tendo efeito importantíssimo sobre a estrutura do solo, além do sódio poder criar problema de toxicidade. Solos com alto teor de sódio se tornam dispersos, o que diminui a permeabilidade, causa encharcamento, falta de aeração e dificuldade de penetração das raízes (Pizarro,1996).

Testando os efeitos de cinco lâminas de lixiviação (0,25, 0,50, 0,75, 1,00 e 1,25 do volume de poros do solo) e quatro níveis de salinidade da água de irrigação (1,0, 2,0, 3,0 e 4 dS m⁻¹) sobre a salinidade de um Neossolo Flúvico, Ferreira et al. (2006) constataram que a salinidade no perfil do solo aumentou com a salinidade da água e com a redução na fração de lixiviação.

Barbosa et al. (2005) trabalhando com 5 níveis de salinidade da água de irrigação em um Argissolo Amarelo distrófico, observaram que em todos os tratamentos ocorreu aumento considerável do pH, da condutividade elétrica do solo, da relação de adsorção de sódio e da porcentagem de sódio trocável, sendo o aumento mais acentuado quando a irrigação foi mais frequente.

Em campos irrigados com águas subterrâneas (1,85 dS m⁻¹) e superficiais (0,31 dS m⁻¹) na Chapada do Apodi, estado do Ceará, ocorreu acréscimo na composição iônica da solução do solo em todas as camadas estudadas (0-30 cm, 30-60 cm e 60-90 cm) (Andrade et al., 2004).

Blanco (2000) pesquisando em terra roxa estruturada, relata que a salinidade do solo aumentou proporcionalmente com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação e que as lâminas de irrigação utilizadas, 100 e 125% da ETc, não foram suficientes para diminuir a salinidade do solo.

Nunes et al. (2003), visando avaliar o efeito de águas de irrigação provenientes de poços e do rio Gorutuba sobre propriedades químicas de solos no cultivo da bananeira na região de Janaúba, MG, constataram que o uso de água de poços dessa região associado às práticas culturais, provoca alterações nos solos equivalentes a uma calagem em doses elevadas causando forte elevação dos valores médios de pH e dos teores de Ca²⁺ e Na⁺ dos solos; salientam, também, que o grande aporte de Ca²⁺ veiculado pela irrigação com água de poços provoca elevações das razões Ca/Mg e Ca/K nos solos estudados.

Silva et al. (2008c) evidenciaram, em argissolo cultivado com erva-sal, que o uso de rejeito de dessalinizadores afetou as propriedades físicas e químicas dos solos irrigados com rejeito salino, com tendência à salinização e sodificação.

Garcia (2006) irrigando milho com água salina em um argissolo vermelho eutrófico, observou que o aumento superior a 20% nas frações de lixiviação diminuiu a disponibilidade

de fósforo remanescente, a disponibilidade de sódio, a porcentagem de sódio trocável, a razão de adsorção de sódio e a CTC total no solo.

2.5. Qualidade de água do lixiviado

Segundo Rhoades et al. (1992) muitas águas de drenagem, incluindo lençóis freáticos pouco profundos e próximos à superfície de terras irrigadas, possuem condutividade elétrica entre 2 e 10 dS m⁻¹, de modo a representarem um amplo suprimento em muitas áreas irrigadas, possuindo potencial para produção de determinadas culturas.

Os excedentes da irrigação são um dos responsáveis pela contaminação do lençol freático e de mananciais, através do arrastamento de fertilizantes e agroquímicos adsorvidos na superfície das partículas sólidas (Martins et al., 1998).

Para Macêdo et al. (2007), uma das principais fontes de sais solúveis de um solo é a água de drenagem proveniente de áreas irrigadas à montante deste solo.

O aumento na concentração dos cátions e ânions nos lixiviados torna essas águas mais salinas, passíveis de aumentar os danos no sistema solo, quando da reutilização dessas águas na irrigação. Como esses elementos são lixiviados no perfil, podem ocasionar aumento da salinidade do lençol freático e também de rios ligados a esses lençóis, trazendo problemas, como eutrofização dos mananciais hídricos (Silva et al., 2008b).

Ferreira et al. (2006) notaram, trabalhando com beterraba, que os maiores incrementos de salinidade no lixiviado foram proporcionados pelas menores lâminas de irrigação. Do mesmo modo, Maia et al. (1999), ensaiando com solos aluviais eutróficos (Entisols) e brunos não-cálcicos, relatam que condutividade elétrica e o teor de sódio do lixiviado foram maiores quando se aplicou a menor lâmina de irrigação.

Veloso et al. (2006) concluíram que aplicações de até 200 kg ha⁻¹ de N na cultura do milho, não afetaram a qualidade da água coletada nas descargas dos drenos, não representando preocupação de poluição ambiental.

Em trabalho conduzido com aplicação no solo de quatro resíduos de indústria, Segatto (2001) concluiu que as concentrações de sulfato e sódio aumentaram na água de lixiviação com a adição desses resíduos ao solo.

Schueler & Mahler (2006) verificaram que o lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbano aumentou os teores de amônia, ferro e manganês na água de poços situados à montante e à jusante do aterro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O trabalho foi conduzido na área experimental de Irrigação e Drenagem do IF Baiano, campus de Senhor do Bonfim, BA, a qual apresenta coordenadas geográficas de 10° 28' S e 40° 11' W e altitude de 550 m. A área experimental teve 6 m de largura por 18,9 m de comprimento, totalizando 113,4 m².

3.2. Instalação da área experimental

A área experimental apresentou 21 lisímetros. Cada lisímetro foi constituído de uma caixa de fibra de vidro com capacidade de 1,120 m³, cujas dimensões foram: 1,0 m de largura por 1,4 m de comprimento e 0,8 m de profundidade.

Os lisímetros foram enterrados a 0,75 m de profundidade e, na base de cada um, foi aberto um orifício de 0,025 m ao qual foi conectada uma tubulação, que serviu de descarga do efluente até os vasos coletores (Figura 1A).

Sobre o orifício foi colocada uma calha invertida de 0,3 m de comprimento, feita a partir de tubo PVC de 0,050 m de diâmetro com perfurações em sua borda para permitir somente a passagem da água pelo orifício (Figura 1B). Na entrada da calha foi posta uma pedra para impedir a penetração de unidades da brita; após isto, colocou-se uma camada de brita tipo gravilhão, de 0,02 m de espessura, na base da caixa (Figura 1C) e, sobre esta, uma camada de areia lavada, de igual espessura, para facilitar o movimento de água no perfil (Figura 1D).

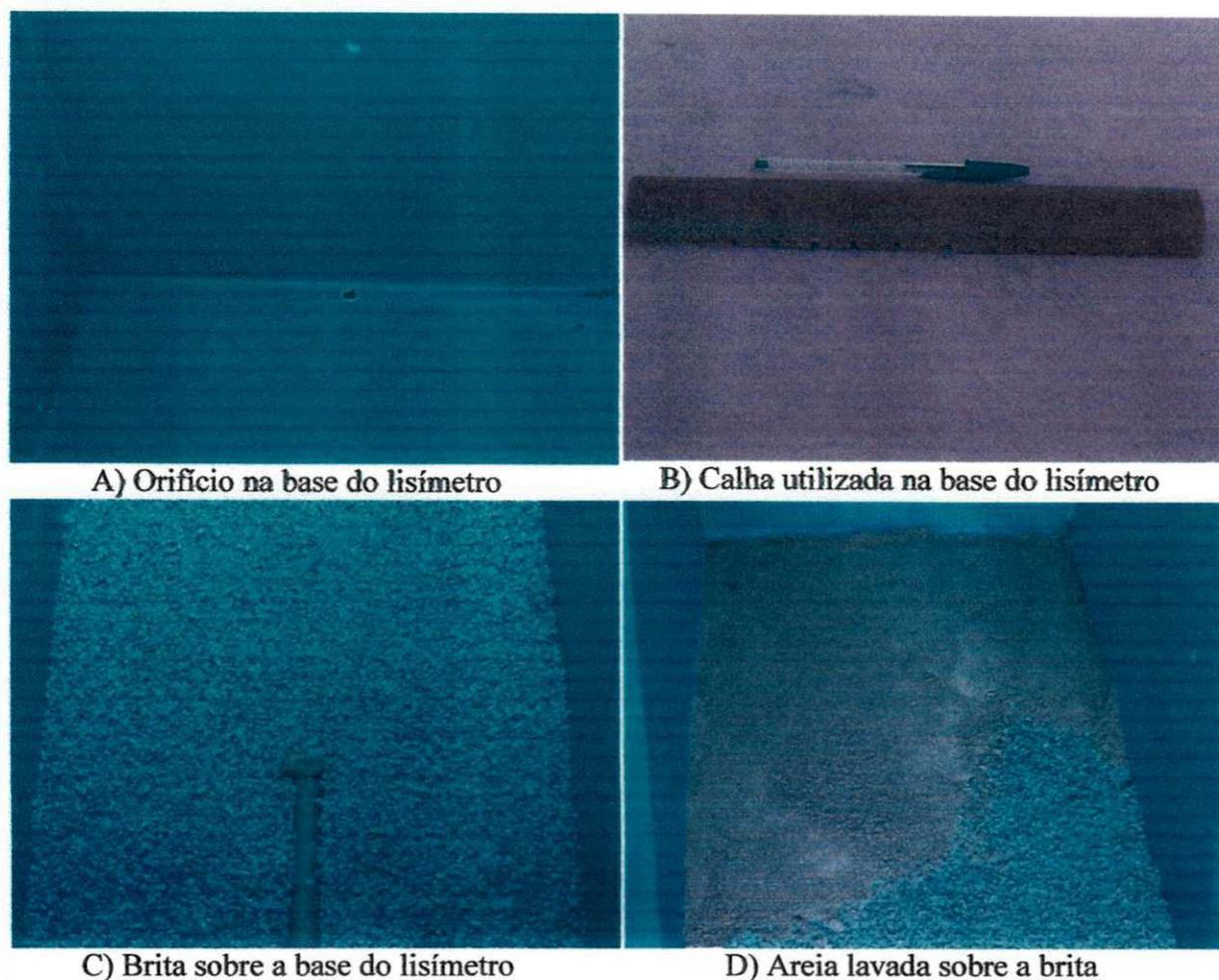


Figura 1. Preenchimento inicial dos lisímetros

Sobre a camada de areia lavada foi colocado solo da própria área, um latossolo amarelo eutrófico (Tabela 1), o qual foi devidamente passado em peneira com malha de 0,003 m de espessura, de modo a formar um perfil homogêneo. O preenchimento dos lisímetros foi feito em camadas de aproximadamente 0,2 m, para que não houvesse dilatação dos mesmos, de forma que o preenchimento da segunda camada de 0,2 m só começou quando todos os lisímetros apresentaram a primeira camada. O preenchimento dos lisímetros atingiu a espessura de 0,6 m (Figura 2A).

Tabela 1. Característica química do solo na profundidade de 0,2 m

pH	Ca	Mg	K	Na	S	Al	H	V	P	CEes
	cmol _c dm ⁻³							(%)	g dm ⁻³	dS m ⁻¹
5,8	3,5	0,8	0,3	0,1	4,7	0	1,7	73	292	0,6

Nos 0,20 m de solo superficial dentro dos lisímetros foi incorporado esterco de galinha peneirado, perfazendo o total de 5% do volume total de solo, o qual foi de 0,84 m³; fora dos lisímetros o esterco foi colocado sem incorporação e peneiramento (Figura 2B).



A) Preenchimento gradual dos lisímetros

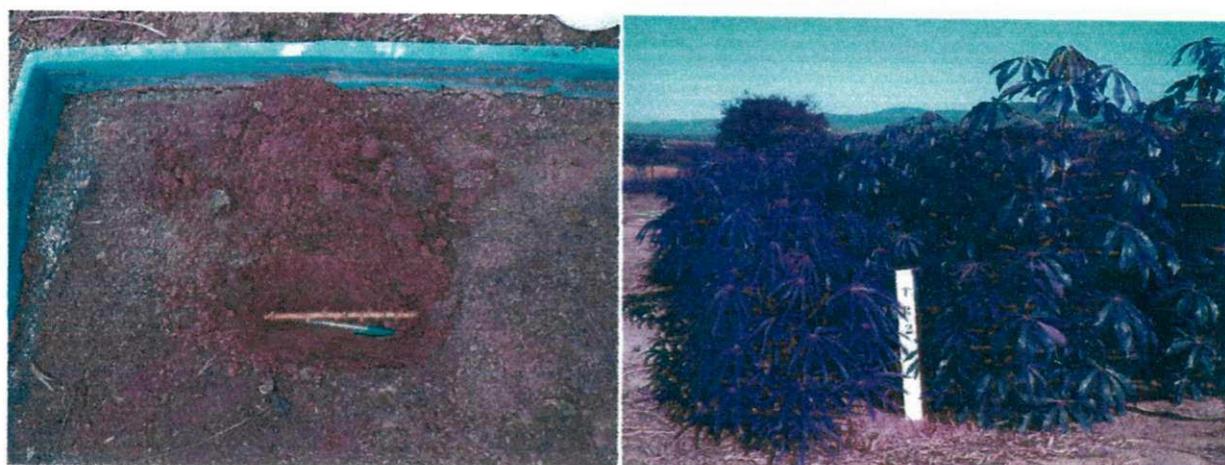
B) Esterco de galinha na área experimental

Figura 2. Preenchimento dos lisímetros com o solo e esterco de galinha

A cultura instalada na área experimental foi a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). O plantio foi manual, na profundidade de 0,1 m, utilizando-se uma maniva-semente de 0,2 m por cova em posição horizontal (Figura 3A). As variedades utilizadas no plantio foram a Saracura e a Dourada. Apenas as plantas da variedade Saracura foram analisadas no experimento enquanto as plantas da variedade Dourada foram instaladas somente como bordadura (Figura 3B).

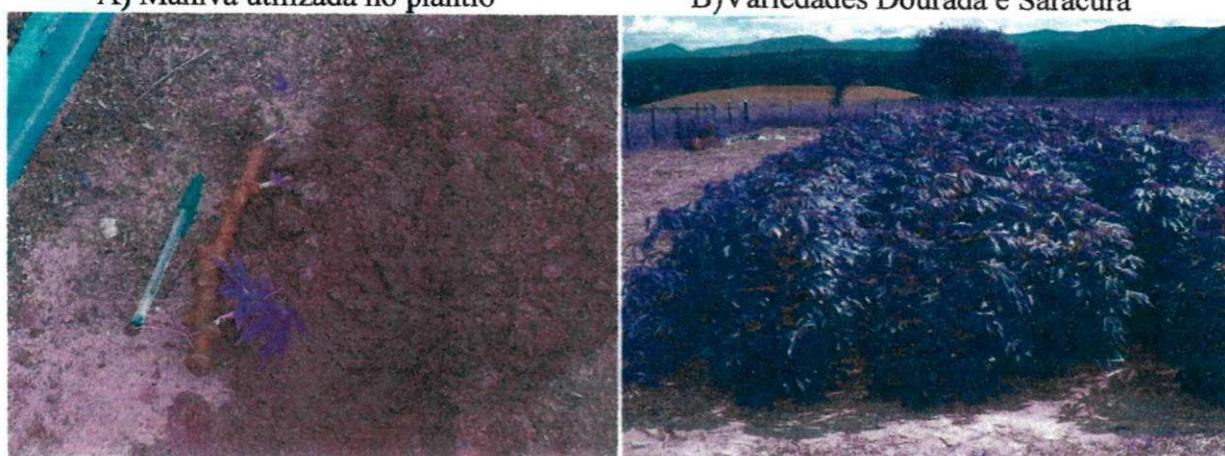
Nos lisímetros nos quais a emergência das plântulas não ocorreu ou foi deficiente, realizou-se o transplântio permutando-se as manivas de dentro dos lisímetros não emergidas com as de fora emergidas (Figura 3C). O espaçamento utilizado foi de 0,7 m entre plantas e 1 m entre fileiras, de forma a constituir 2 plantas por lisímetro. Tem-se, na Figura 3D, um detalhe da cultura aos 4 meses de idade.

UFCG-BIBLIOTECA



A) Maniva utilizada no plantio

B) Variedades Dourada e Saracura



C) Transplântio

D) Cultura aos 4 meses

Figura 3. Plantio, variedades, transplântio e cultivo

UFCG-BIBLIOTECA

3.3. Águas utilizadas na irrigação

As Tabelas 2 e 3 fornecem as características químicas das águas utilizadas na irrigação.

Na Tabela 2 está expressa a característica química da água classificada como potável, conforme Rhoades et al. (1992).

Tabela 2. Característica química da água potável utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	Carbonato	Bicarbonato	Cl	RAS (meq L ⁻¹) ^{0,5}
		meq L ⁻¹							
5,28	0,14	0,5	0,5	0,49	0,03	0,00	0,39	0,92	0,69

Segundo Richards (1954) citado por Bernardo (1989), a água potável pode ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de

ocasionar salinidade e de alcançar níveis perigosos de sódio trocável; trata-se de uma água que não apresenta qualquer restrição de uso para irrigação.

Encontra-se na Tabela 3 a característica química da água classificada como moderadamente salina, conforme Rhoades et al. (1992).

Tabela 3. Característica química da água salina utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	Carbonato	Bicarbonato	Cl	RAS (meq L ⁻¹) ^{0,5}
		meq L ⁻¹							
6,92	3	4,26	8,24	18,38	0,42	0,0	0,54	27,25	7,35

Em condições normais, a água salina utilizada na irrigação não lhe é apropriada; ocasionalmente, pode ser usada em circunstâncias especiais, como em solos muito permeáveis com drenagem adequada, devendo-se aplicar um excesso de água para boa lixiviação e só plantar culturas altamente tolerantes aos sais (Richards (1954) citado por Bernardo (1989)).

A água utilizada na irrigação dos tratamentos salinos (Tabela 3) foi preparada a partir da água do açude Soein, situado no distrito da Igara, município de Senhor do Bonfim, BA, a qual apresentou condutividade elétrica variando de 50 a 90 dS m⁻¹, conforme a época do ano (Figura 4A). Na preparação da água utilizada nos tratamentos salinos a água do açude Soein foi diluída com a água potável, na proporção estabelecida pelas Eqs 1 e 2, de forma a atingir a condutividade elétrica de 3 dS m⁻¹.

$$V = x + y \quad (1)$$

$$3 = \frac{CE_{\text{soein}} \times X + CE_{\text{potável}} \times Y}{X+Y} \quad (2)$$

em que:

V – volume de água salina a preparar (L);

x – volume de água do açude soein a utilizar (L);

y – volume de água potável a utilizar (L);

CE soein - condutividade elétrica da água do açude Soein (dS m⁻¹);

CE potável – condutividade elétrica da água potável (dS m⁻¹).

A determinação da condutividade elétrica das águas utilizadas foi feita em laboratório, com um condutivímetro microprocessado portátil - mCA 150P tecnopon (Figura 4B).



A) Coleta no açude Soein



B) Condutivímetro de bancada

Figura 4. Coleta e medição da condutividade elétrica da água

3.4. Manejo de irrigação

Antes de ser iniciado o manejo da irrigação, o solo dentro dos lisímetros foi deixado na capacidade de campo; para isto, o solo foi saturado com água até atingir uma lâmina de cerca de 0,002 m acima de sua superfície; em seguida, o lisímetro foi coberto com lona plástica, de modo a impedir a evaporação e permitir apenas a drenagem da água (Figura 5A). O solo utilizado tem umidades de capacidade de campo e do ponto de murcha permanente de 11,66% e 7,19%, respectivamente.



A) Lisímetro saturado



B) Termômetro de máxima e mínima



C) Pluviômetro da área



D) Hidrômetro para controle da água

Figura 5. Obtenção da capacidade de campo e aparelhos utilizados no manejo da água

O cálculo da quantidade de água a ser aplicada em cada tratamento foi igual ao produto entre a evapotranspiração da cultura e a área do lisímetro, conforme a Eq. 3, seguinte:

$$Q_{ai} = E_{Tc} \times A \quad (3)$$

em que:

Q_{ai} – quantidade de água a irrigar por lisímetro, em L;

E_{Tc} – evapotranspiração da cultura, em mm;

A - Área do lisímetro, em m^2 .

No cálculo da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}), utilizou-se a Eq. 4:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c \quad (4)$$

em que:

Eto – Evapotranspiração de referência, em mm;

Kc – Coeficiente de cultivo, adimensional.

Por sua vez, a evapotranspiração de referência foi determinada pelo método de Hargreaves (1974) (Eq. 5), como mostrado a seguir:

$$ETo = 0,0023 (Tmed + 17,8) (Tmáx - Tmin)^{0,5} Ra \quad (5)$$

em que:

Tmed – Temperatura média, em °C;

Tmáx – Temperatura máxima, em °C;

Tmin – Temperatura mínima, em °C;

Ra – Radiação extraterrestre, em mm dia⁻¹.

As medições das temperaturas máxima e mínima foram feitas diariamente, através de um termômetro de máxima e mínima, instalado em um abrigo meteorológico (Figura 5B); obteve-se a temperatura média pela média aritmética entre a temperatura máxima e mínima diárias. Obtiveram-se as medidas da precipitação pluvial através de um pluviômetro de PVC instalado na área (Figura 5C).

A irrigação foi realizada com frequência de 7 dias. A aplicação foi manual, utilizando-se uma mangueira de 0,02 m de diâmetro e comprimento de 30 m. Conectou-se, a uma das extremidades da mangueira, um hidrômetro com precisão de 20 mL, para o controle da água a ser aplicada (Figura 5D) e, na outra extremidade, um tê de 1/2", de modo a formar duas novas extremidades: uma para passagem de água potável e outra para entrada de água salina (Figura 6A). A extremidade que tinha passagem da água potável foi conectada a uma torneira que fornecia água para irrigação de canteiros arborizados do campus, enquanto a outra extremidade foi conectada à tubulação de recalque do sistema, que fornecia água salina. No momento da irrigação com água potável abria-se a torneira, mantendo-se desligado o sistema de recalque. Para irrigação com água salina, a situação foi invertida, ou seja, fechava-se a torneira e se ligava a bomba para recalque da água salina, que estava armazenada em caixas d'água de 1 m³ (Figura 6B).

A água drenada e escoada pela tubulação acoplada a cada lisímetro foi coletada em baldes plásticos graduados de doze litros e medida com proveta de 1 L, com precisão de 10 mL (Figura 6C).





A) Tê de bifurcação

B) Recipientes com água salina



C) Vasos de drenagem e proveta

Figura 6. Tê de bifurcação, recipientes e vasos de drenagem

3.5. Atributos do solo

3.5.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado para determinação dos atributos do solo foi o inteiramente casualizado, constando de sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas.

Os tratamentos consistiram de uma testemunha (sequeiro), um tratamento irrigado com água potável oriunda da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), com lâmina igual a 100% da Evapotranspiração da cultura (ET_c) e cinco tratamentos irrigados com água salina de 3 dS m⁻¹, variando as lâminas aplicadas: 110%, 120%, 130%, 140% e 150% da ET_c, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos utilizados na determinação dos atributos químicos do solo

Tratamentos	Sequeiro	Potável 0,14 dS m ⁻¹	Água salina 3 dS m ⁻¹				
			110	120	130	140	150
Lâminas (% ETC)	0	100	110	120	130	140	150
Lâminas (mm)	0	524	576	629	681	733	786

3.5.2. Duração dos tratamentos

Para um estabelecimento melhor da cultura, nos dois primeiros meses todos os tratamentos foram irrigados com água potável.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se no dia 14 de abril e finalizou no dia 14 de agosto de 2007; no dia 15 de agosto do mesmo ano procedeu-se à coleta das amostras de solo, nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, as quais foram colocadas em sacos plásticos e devidamente identificadas por lisímetro e profundidade. As amostras de solo foram enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (LIS-UFCG) para as análises das variáveis exploradas na pesquisa.

3.5.3. Dados climáticos

Observa-se, na Figura 7, a precipitação pluviométrica durante o período de aplicação dos tratamentos.

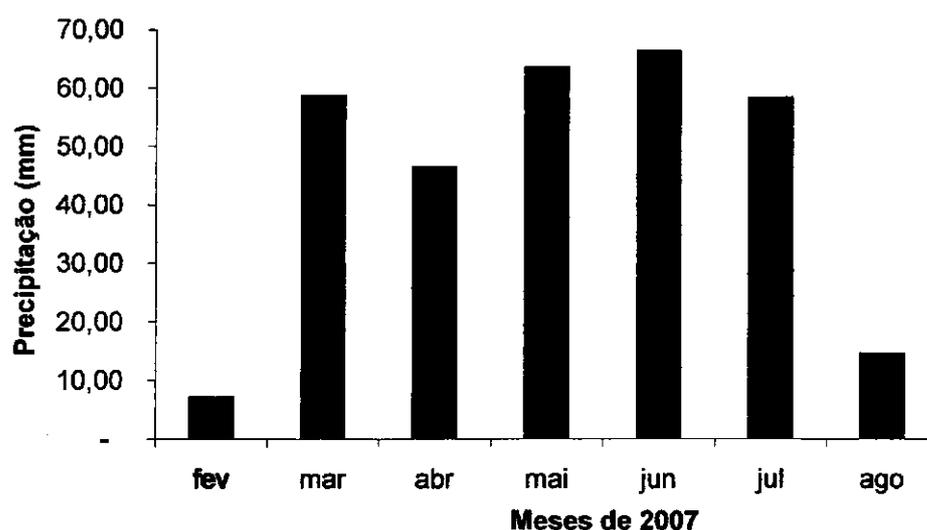


Figura 7. Precipitação mensal durante o experimento

A precipitação total durante a execução do experimento foi de 316 mm, em que os meses de maio e junho foram os de maiores precipitações.

A Figura 8 expressa as temperaturas máxima, média e mínima diárias durante o experimento.

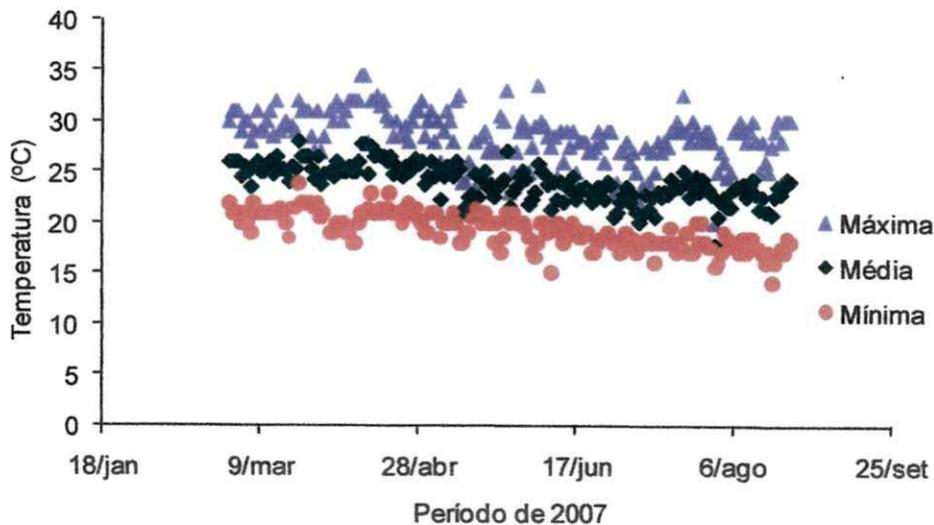


Figura 8. Temperaturas máxima, média e mínima diárias durante o experimento

Verifica-se que a partir do mês de maio as temperaturas diárias apresentaram diminuição, voltando a aumentar no mês de agosto; durante a execução do experimento as temperaturas médias diárias variaram de 17,7 a 27,8 °C.

3.5.4. Variáveis analisadas

Para os atributos do solo, as variáveis analisadas foram: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions total (T), acidez potencial (H + Al), porcentagem de saturação por bases (V), teor de matéria orgânica (MO), porcentagem de sódio trocável (PST), relação de adsorção de sódio (RAS) e condutividade elétrica do extrato de saturação (CE).

A metodologia utilizada nas análises das variáveis Ca, Mg, K, S, P e Al do solo foi a da Embrapa (1997), a qual está descrita abaixo:

a) Na determinação do cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, a extração desses íons foi feita com KCl 1 mol L⁻¹ na relação de 5 cm³ de terra seca fina ao ar (TFSA) para 50 mL de extrator com 5 minutos de agitação da mistura, seguida por decantação pelo tempo de 16 horas. As concentrações de Ca²⁺ e Mg²⁺ foram determinadas por espectrofotometria de

absorção atômica com adição de cloreto de estrôncio (1600 mg L^{-1} de Sr^{2+} na solução de leitura) para prevenir a interferência do íon fosfato nas determinações. Obtiveram-se as concentrações de Al^{3+} por titulometria, por meio da solução de NaOH diluído ($0,025 \text{ mol L}^{-1}$) como titulante na presença de azul-de-bromotimol como indicador.

b) Os teores de fósforo, potássio e sódio, foram determinados usando-se a solução Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) como solução extratora com 5 minutos de agitação da mistura, seguidos de decantação durante 16 horas. O fósforo foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular e o potássio e sódio, por fotometria de emissão de chama.

c) Para determinação da matéria orgânica obteve-se, inicialmente, o carbono orgânico, pelo método Walkley e Black, em que se utiliza o dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$) em meio ácido como oxidante dos compostos orgânicos contidos em amostra de 1,0 g de TFSA triturada em almofariz. Para dosagem do carbono orgânico facilmente oxidável (CO_{fo}), procedeu-se à titulação do dicromato de potássio ($1/6 \text{ mol L}^{-1}$) remanescente da oxidação com solução de sulfato ferroso amoniacal, usando-se a difenilamina como indicador. O conteúdo de carbono orgânico total foi estimado multiplicando-se o conteúdo de CO_{fo} por um fator de 1,3 e considerando que, em média, 77% dos compostos orgânicos foram oxidados. O conteúdo de matéria orgânica foi estimado multiplicando-se o valor do conteúdo de carbono orgânico total pelo fator 1,724 (fator de van Bemmelen).

d) Determinou-se o pH em água, usando-se 10 cm^3 de TFSA e 25 mL de água destilada na relação solo: solução 1:2,5.

Obtiveram-se as variáveis SB, t, T, V, PST e RAS, a partir das variáveis obtidas nas análises. A variável CE foi obtida a partir do condutivímetro já descrito anteriormente.

Realizou-se a análise de variância visando à verificação do efeito dos tratamentos nas variáveis analisadas utilizando-se o programa computacional ASSISTAT (Silva, 2009). Para comparação das médias dos tratamentos usou-se o teste de Tuckey, a nível de 5% de probabilidade.

3.6. Atributos do lixiviado

3.6.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado para determinação dos atributos do lixiviado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos e três repetições, totalizando 18 parcelas.

Os tratamentos consistiram de um irrigado com água potável oriunda da EMBASA, com lâmina igual a 100% da ETc e cinco tratamentos irrigados com água salina de 3 dS m⁻¹ variando as lâminas aplicadas: 110%, 120%, 130%, 140% e 150% da ETc, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Tratamentos utilizados na determinação dos atributos do lixiviado

Tratamentos	Potável 0,14 dS m ⁻¹	Água salina 3 dS m ⁻¹				
		110	120	130	140	150
Lâminas (% ETc)	100	110	120	130	140	150
Lâminas (mm)	524	576	629	681	733	786

3.6.2. Duração dos tratamentos

A duração dos tratamentos foi semelhante à descrita no item 3.5.2. No dia 15 de agosto coletou-se a água de drenagem em recipiente de plástico rígido devidamente identificado por lisímetro. As amostras de água foram enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (LIS-UFCG) para as análises das variáveis exploradas na pesquisa.

3.6.3. Dados climáticos

Idem item 3.5.3.

3.6.4. Variáveis analisadas

Para obtenção dos atributos do lixiviado, as variáveis analisadas na água de drenagem foram: cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloro, razão de adsorção de sódio e condutividade elétrica.

A análise de variância e a comparação de médias foram realizadas conforme já descrito no item 3.5.4.

3.7. Estado nutricional da mandioca

3.7.1. Delineamento experimental e tratamentos

Idem item 3.5.1.

3.7.2. Duração dos tratamentos

A duração dos tratamentos foi semelhante à descrita no item 3.5.2. Para determinação do estado nutricional da cultura, no dia 15 de agosto de 2007, procedeu-se à coleta das folhas, por lisímetro, na parte mediana da copa das plantas, tendo em vista que essas folhas são consideradas recém-maduras e, portanto, refletem melhor o estado nutricional do vegetal (Veloso et al., 2004). O material coletado foi enviado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (LIS-UFCG) para posterior análise das variáveis em estudo.

3.7.3. Dados climáticos

Idem item 3.5.3.

3.7.4. Variáveis analisadas

Para determinação do estado nutricional da mandioca, as variáveis analisadas nas folhas foram: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cloro, ferro, zinco, sódio, cobre e manganês.

As folhas foram analisadas segundo metodologia proposta pela Embrapa (1999). Após secagem e moagem das folhas, subamostras foram retiradas para análise química. Nos extratos da mineralização sulfúrica determinou-se o nitrogênio, enquanto nos extratos de mineralização nítrico-perclórico se determinaram fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cloro, manganês, cobre, zinco e sódio.

A análise de variância e a comparação de médias foram realizadas conforme já descrito no item 3.5.4.

3.8. Água salina nos atributos fisiológicos da mandioca

3.8.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos e três repetições, totalizando 18 unidades.

Os tratamentos consistiram de um tratamento irrigado com água da EMBASA (100% da ETc) e cinco tratamentos irrigados com água salina de condutividade elétrica igual a 3 dS m⁻¹ variando as lâminas aplicadas: 110%, 120%, 130%, 140% e 150% da ETc (Tabela 6).

Tabela 6 - Tratamentos utilizados para obtenção dos atributos fisiológicos

Tratamentos	Potável 0,14 dS m ⁻¹	Água salina 3 dS m ⁻¹				
Lâminas (% ETc)	100	110	120	130	140	150
Lâminas (mm)	1281	1409	1537	1665	1793	1922

3.8.2. Duração dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos se iniciou no dia 14 de abril de 2007, finalizando no dia 20 de abril de 2008; no dia 25 de abril de 2008 procedeu-se à coleta dos atributos fisiológicos com auxílio de um porômetro de difusão LI-1600C, enquanto o teor de clorofila foi determinado através de um clorofilômetro da marca Minolta, modelo SPAD/502. As medições foram realizadas entre 9 e 12h, em condições de boa luminosidade. Obteve-se a média dos atributos por lisímetro a partir da leitura realizada em três folhas de cada unidade excetuando-se o teor de clorofila cuja média foi obtida a partir da leitura de 6 folhas por repetição.

3.8.3. Dados climáticos

a) Precipitação pluviométrica

Apresenta-se, na Figura 9, a precipitação, durante o período do experimento.

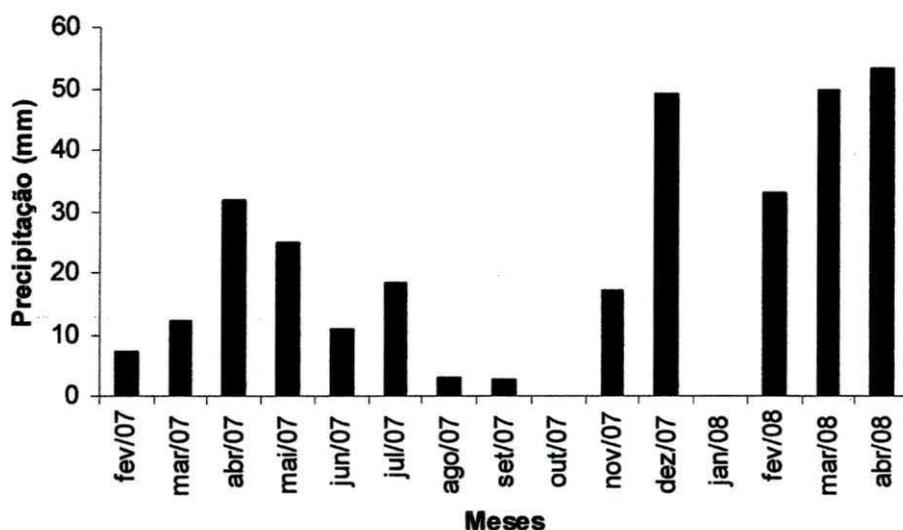


Figura 9. Precipitação durante o experimento

A precipitação total durante o experimento foi de 780 mm. Distingue-se, na Figura 9, que nos meses de março e abril de 2008 ocorreram os maiores valores da precipitação durante o experimento.

3.8.4. Salinidade do solo

Com o propósito de monitorar a salinidade do solo durante o experimento, amostras de solo de 50g foram coletadas um dia após a irrigação em cada lisímetro nas profundidades de 0,20 e 0,40 m; em seguida, mediu-se a condutividade elétrica da pasta 1:5 ($CE_{1:5}$), a qual era transformada em condutividade elétrica da pasta de saturação (CE_s), através de correlação obtida entre as duas (Figura 10).

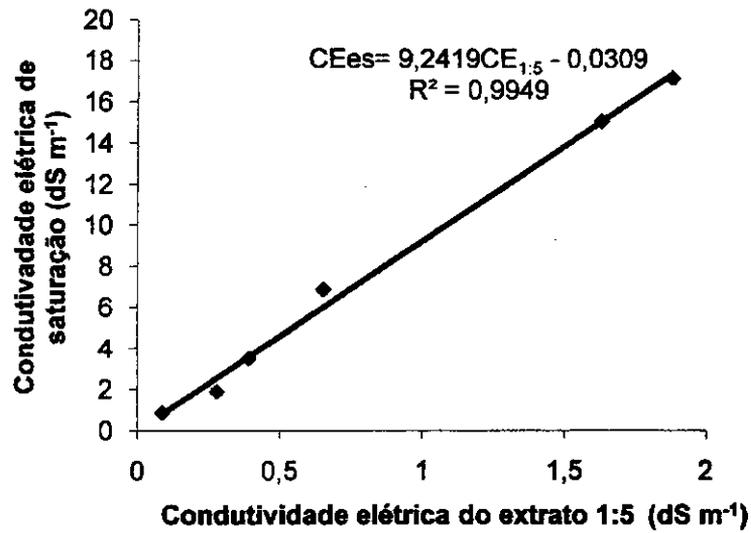


Figura 10. Correlação entre $CE_{1,5}$ e CE_{es}

A salinidade média do solo por tratamento no momento da coleta dos dados fisiológicos se encontra na Figura 11. Todos os tratamentos que receberam água salina apresentaram salinidade do solo superior à salinidade do solo do tratamento que recebeu água potável.

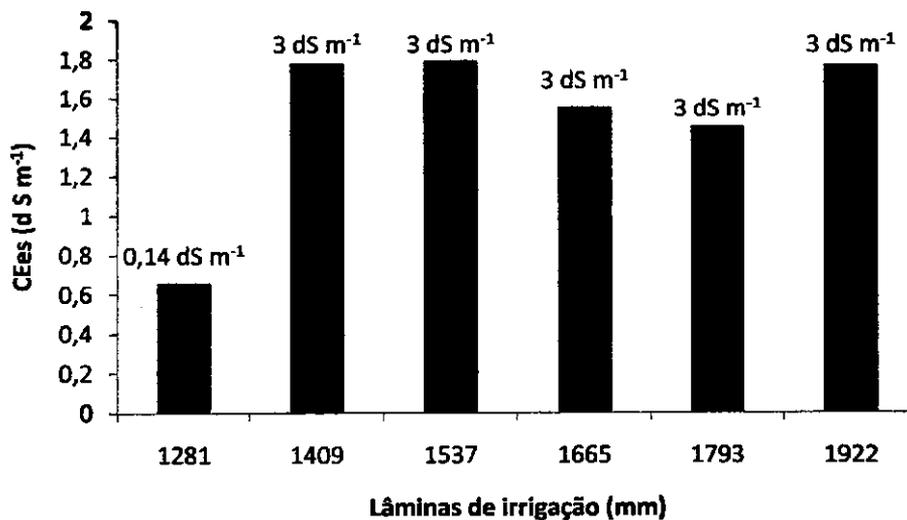


Figura 11. Salinidade do solo por tratamento

3.8.5. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram temperatura e umidade relativa foliares, taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração e teor de clorofila.

A análise de variância e a comparação de médias foram realizadas conforme já descrito no item 3.5.4.

3.9. Água salina na produtividade da mandioca

3.9.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado para determinação da produtividade foi o inteiramente casualizado, constando de sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas.

Os tratamentos consistiram de uma testemunha (sequeiro), um tratamento irrigado com água potável oriunda da EMBASA, com lâmina igual a 100% da ETc e cinco tratamentos irrigados com água salina de 3 dS m⁻¹, variando as lâminas aplicadas: 110%, 120%, 130%, 140% e 150% da ETc, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Tratamentos utilizados para obtenção da produtividade

Tratamentos	Sequeiro	Potável 0,14 dS m ⁻¹	Água salina 3 dS m ⁻¹				
			110	120	130	140	150
Lâminas (% ETc)	0	100	110	120	130	140	150
Lâminas (mm)	0	1345	1479	1614	1748	1793	2017

3.9.2. Duração do experimento

A aplicação dos tratamentos teve início no dia 14 de abril de 2007, findando no dia 01 de junho de 2008. No dia 20 de junho procedeu-se à colheita da cultura, manualmente; as raízes colhidas foram separadas do solo agregado, identificadas por unidades experimentais e levadas para serem pesadas. A produção de cada unidade experimental foi dada pela soma da produção das raízes das duas plantas de cada unidade experimental; em seguida, esta produção foi dividida pela área da unidade experimental, obtendo-se a produtividade de cada repetição.

3.9.3. Dados climáticos

Observa-se, na Figura 12, a precipitação pluviométrica durante o experimento.



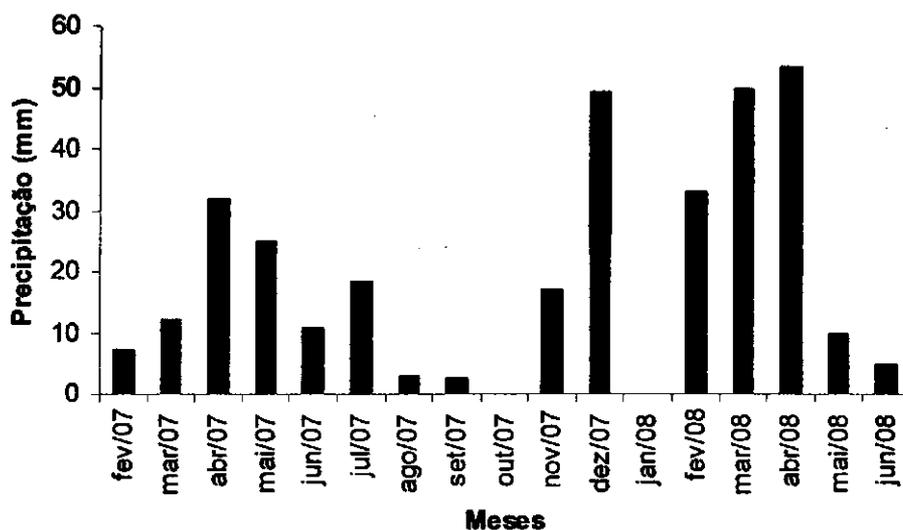


Figura 12. Precipitação mensal durante o experimento

A precipitação total durante a execução do experimento foi de 859 mm, sendo os meses de março e abril de 2008 os de maiores precipitações. A precipitação total ficou abaixo da faixa recomendada para o plantio de sequeiro, que é de 1000 a 1500 mm/ano (Alves & Silva, 2003b).

Na Figura 13 se encontram as temperaturas mínima, média e máxima diárias, durante o experimento.

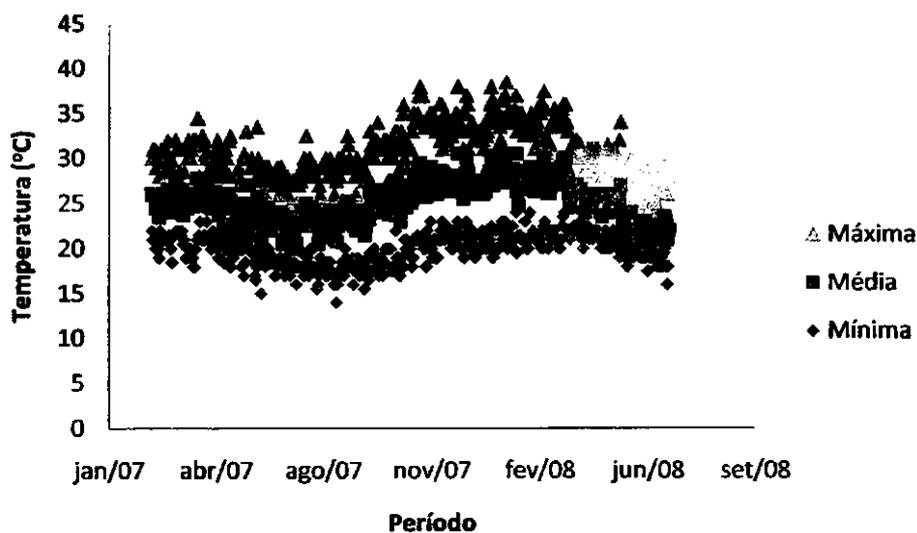


Figura 13. Temperaturas mínima, média e máxima diária

A temperatura média mensal variou de 22 a 28°C no período do experimento; esta faixa de temperatura está dentro da aceitável para o cultivo da mandioca no semiárido (Alves & Silva, 2003b).

3.9.4. Variável analisada

A variável analisada foi a produtividade da cultura. A análise de variância e a comparação de médias foram realizadas conforme descrito no item 3.5.4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Atributos do solo

Nas tabelas 8, 9, 10 e 11 se encontra o resumo da análise de variância dos atributos químicos do solo com relação aos tratamentos, para as profundidades de 0,2 e 0,4 m.

Tabela 8. Resumo da ANOVA do Ca, Mg, Na, K, P, H+Al e T a 0,20 m de solo em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		Ca	Mg	Na	K	P	H+Al	T
Tratamentos	6	2.10**	1.36**	0.24**	0.0051*	202.95 ^{n.s}	1.26 ^{n.s}	1.48 ^{n.s}
Resíduo	14	0.35	0.25	0.0027	0.0017	93.69	1.59	1.78
CV (%)		20.88	16.87	10.52	17.16	39.48	26.04	12.18

**e *: significativo a nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; n.s: não significativo

Tabela 9. Resumo da ANOVA da t, SB, V, PST, RAS, M.O e CE a 0,2 m de solo em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		t	SB	V	PST	RAS	M.O	CE
Tratamentos	6	0.22 ^{n.s}	0.28 ^{n.s}	42.02 ^{n.s}	18.94**	0.086**	0.23 ^{n.s}	8.39**
Resíduo	14	0.52	0.52	60.58	0.44	0.0016	0.18	0.51
CV (%)		11.75	11.79	13.82	15.37	14.00	23.63	16.20

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo

Tabela 10. Resumo da ANOVA do Ca, Mg, Na, K, P, H+Al e T a 0,4 m de solo em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		Ca	Mg	Na	K	P	H+Al	T
Tratamentos	6	0.13 ^{n.s}	0.36 ^{n.s}	0.18**	0.060**	2.08 ^{n.s}	1.09 ^{n.s}	0.61 ^{n.s}
Resíduo	14	0.23	0.39	0.0005	0.00228	0.74	1.26	1.10
CV (%)		30.6	23.70	5.40	19.53	41.32	21.98	10.99

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo



Tabela 11. Resumo da ANOVA da t, SB, V, PST, RAS, M.O e CE a 0,4 m de solo em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		t	SB	V	PST	RAS	M.O	CE
Tratamentos	6	0.19 ^{n.s}	0.27 ^{n.s}	61.23 ^{n.s}	18.34 ^{**}	0.083 ^{**}	0.09 ^{n.s}	6.10 ^{**}
Resíduo	14	0.27	0.30	59.96	0.507	0.0003	0.055	0.17
CV (%)		11.49	12.33	16.48	16.56	6.24	26.81	10.71

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo

Nas Tabelas 12 e 13 estão expressas as médias por tratamento dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0,2 e 0,4 m.

Tabela 12. Atributos químicos do solo na profundidade de 0,2 m

Variável	Unidade	Tratamentos						
		Sequeiro	524 mm (0,14 dS m ⁻¹)	576 mm (3 dS m ⁻¹)	629 mm (3 dS m ⁻¹)	681 mm (3 dS m ⁻¹)	733 mm (3 dS m ⁻¹)	786 mm (3 dS m ⁻¹)
Ca**	cmol _c dm ⁻³	4,42 a ¹	3,62 ab	2,32 b	2,54 b	2,39 b	2,39 b	2,57 b
Mg**		1,77 b	2,37 ab	3,41 a	3,30 a	3,21 ab	3,51 a	3,51 a
K*		0,33 a	0,24 b	0,23 b	0,23 b	0,21 b	0,23 b	0,21 b
Na**		0,07 b	0,08 b	0,62 a	0,70 a	0,62 a	0,67 a	0,68 a
SB**		6,53	6,23	5,96	6,09	5,81	6,14	6,30
t**		6,53	6,23	5,96	6,11	5,93	6,14	6,30
T**		12,32	10,83	11,25	10,98	10,89	11,00	10,4
H+Al ^{n.s}		5,79	4,60	5,29	4,89	5,08	4,85	4,06
P ^{n.s}	mg 100g ⁻¹	38,04	19,5	18,80	19,47	20,30	23,24	24,4
V ^{n.s}		53,12	61,73	54,06	56,12	52,17	55,88	61,01
M.O ^{n.s}	%	2,25	1,89	1,43	1,60	1,79	2,03	1,84
PST**		0,56 b	0,77 b	5,32 a	6,03 a	5,56 a	5,75 a	6,24 a
RAS**	(meq L ⁻¹) ^{0,5}	0,039 b	0,046 b	0,368 a	0,408 a	0,375 a	0,390 a	0,39 a
CE**	dS m ⁻¹	2,15 b	1,90 b	5,11 a	5,88 a	5,05 a	5,20 a	5,72 a

** e *: significativo a nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; n.s: não significativo; 1- letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

Tabela 13. Atributos químicos do solo na profundidade de 0,4 m

Variável	Unidade	Tratamentos						
		Sequeiro	524 mm (0,14 dS m ⁻¹)	576 mm (3 dS m ⁻¹)	629 mm (3 dS m ⁻¹)	681 mm (3 dS m ⁻¹)	733 mm (3 dS m ⁻¹)	786 mm (3 dS m ⁻¹)
Ca ^{n.s}	cmol _c dm ⁻³	1,35	1,80	1,28	1,76	1,72	1,64	1,41
Mg ^{n.s}		1,96	2,36	2,88	2,76	2,91	2,70	2,85
K**		0,55 a ¹	0,29 b	0,16 bc	0,19 bc	0,17 bc	0,17 bc	0,16 bc
Na**		0,07 b	0,06 b	0,54 a	0,59 a	0,56 a	0,57 a	0,60 a
SB ^{n.s}		3,86	4,45	4,33	4,72	4,80	4,52	4,42
t**		4,08	4,64	4,47	4,75	4,87	4,57	4,51
T**		9,99	8,98	9,48	9,41	9,62	10,29	9,21
H+Al ^{n.s}		6,12	4,52	5,15	4,69	5,95	5,77	4,78
P ^{n.s}	mg 100g ⁻¹	1,00	2,1	1,46	2,64	2,76	1,41	3,26
V ^{n.s}		39,12	50,10	48,54	53,28	47,4	46,8	52,04
M.O ^{n.s}	%	0,66	1,03	0,74	1,02	1,08	0,73	0,86
PST**		0,73 b	0,70 b	5,45 a	5,97 a	5,69 a	5,24 a	6,30 a
RAS**	(meq L ⁻¹) ^{0,5}	0,056 b	0,043 b	0,38 a	0,39 a	0,37 a	0,38 a	0,41 a
CE**	dS m ⁻¹	1,97 b	1,63 b	4,65 a	4,89 a	4,62 a	4,68 a	4,71 a

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo; 1- letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

Pela Tabela 12, infere-se que os tratamentos com água salina, quando comparados entre si, não afetaram os atributos químicos do solo na profundidade de 0,2 m. Quando

comparados com o tratamento de sequeiro e o irrigado com água potável, observa-se que houve diferença significativa nas variáveis cálcio, magnésio, potássio, sódio, porcentagem de sódio trocável, razão de adsorção de sódio e condutividade elétrica do extrato de saturação, na referida profundidade.

Os maiores teores de cálcio na profundidade de 0,2 m ocorreram nos tratamentos que não receberam água salina. Provavelmente, nos tratamentos nos quais ocorreu a aplicação de água salina o cálcio tenha precipitado na forma de cloreto, já que a água salina utilizada na irrigação teve elevado teor de cloro (Tabela 3); outra explicação para os menores teores de cálcio nos tratamentos com água salina é a de que, nesta condição, houve maior conteúdo de cálcio nas folhas da cultura indicando uma absorção maior desse nutriente (Tabela 15).

As médias dos teores de magnésio por tratamento na profundidade de 0,2 m apresentaram comportamento oposto ao das médias dos teores de cálcio, ou seja, as maiores médias foram encontradas nos tratamentos que receberam água salina, resultado que evidencia que pode ter ocorrido antagonismo entre esses nutrientes, de forma que o cálcio teve preferência para ser precipitado com o cloro colaborando, desta maneira, para que o magnésio fosse mais adsorvido; além disso, o magnésio apresentou menor teor na folha (Tabela 15) nos tratamentos irrigados com água salina quando comparado com o cálcio indicando que ele foi menos absorvido, o que também contribui para seu maior teor no solo nos tratamentos que receberam água salina.

O potássio apresentou maior média de teores no tratamento de sequeiro na profundidade de 0,2 m (Tabela 12). A irrigação fornecida nos demais tratamentos propiciou lixiviação desse elemento para outras camadas. Esta situação é explicada pelo baixo teor de potássio verificado na água potável (Tabela 2) e, no caso dos tratamentos irrigados com água salina, é possível que tenha ocorrido combinação com o ânion cloro, formando um composto de carga neutra, de forma a lixiviar o potássio para camadas inferiores, conforme descrito por Santos (2005).

Os teores de sódio foram superiores nos tratamentos que receberam água salina devido à grande concentração desse elemento nesta água (Tabela 3). Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos de sequeiro e o irrigado com água potável visto que, tanto o solo quanto a água potável apresentaram baixo teor de sódio (Tabelas 1 e 2).

O teor de fósforo na profundidade de 0,2 m foi inferior nos tratamentos que tiveram irrigação, independentemente de ser com água potável ou salina, apesar de não ter ocorrido diferença significativa, fato explicado pelo deslocamento desse nutriente para camadas mais profundas devido à irrigação. Os teores de fósforo foram bem maiores na camada de 0,2 m

em relação à de 0,4 m, em virtude daquela camada ter recebido matéria orgânica, o que contribui para aumentar o fósforo disponível. Resultado semelhante foi obtido por Costa et al. (2007) que encontraram maior teor de fósforo nos solos que receberam esterco bovino. Outro fator que contribui para este fato, é a pouca mobilidade do fósforo em razão dos compostos fosfatados terem pouca solubilidade (Furtini Neto et al., 2001).

Os maiores teores de cálcio na profundidade de 0,2 m (Tabela 12) nos tratamentos que não receberam água salina foram compensados com os baixos teores de magnésio existentes nesses tratamentos, de forma a não ocorrer diferença significativa com relação aos parâmetros soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions efetiva (t).

A capacidade de troca de cátions total (T) e a porcentagem de saturação de bases (V) também não foram afetadas pelos tratamentos, contribuindo para isto a não influência dos tratamentos nas variáveis acidez potencial e soma de bases.

Em razão do incremento de sódio na profundidade de 0,2 m pela irrigação com água salina, as variáveis percentagem de sódio trocável e razão de adsorção de sódio apresentaram médias superiores nos tratamentos que receberam essa água, o que vem propiciar maior possibilidade de problemas com sodicidade do solo. Esses resultados concordam com os de Freire et al. (2003) que verificaram aumento da PST em nove solos do estado de Pernambuco, com o aumento da salinidade e RAS da água de irrigação.

A irrigação com água salina também ensejou aumento da salinidade na profundidade de 0,2 m, evidenciando que as lâminas de irrigação superiores à lâmina de evapotranspiração da cultura não foram suficientes para lixiviação dos sais, situação que concorda com a obtida por Blanco & Folegatti (2002) que, ensaiando com a cultura do pepino, notaram que a salinidade do solo aumentava linearmente quando se aumentava a salinidade da água de irrigação, mesmo usando uma fração de lixiviação de 20%.

Em geral, o teor de matéria orgânica na profundidade de 0,2 m foi numericamente menor nos tratamentos irrigados com água salina em comparação com o tratamento irrigado com água potável, o que discorda de Santos (2005) que, trabalhando a cultura do feijão irrigada com água salina e doce, detectou redução de matéria orgânica na camada de 0,2 m no tratamento irrigado com água doce.

Na Tabela 13 se observa o efeito dos tratamentos nos atributos químicos do solo na profundidade de 0,4 m.

Não ocorreu diferença significativa no teor de cálcio na profundidade de 0,4 m devido aos tratamentos. Excetuando-se o tratamento irrigado com água salina com lâmina de 110% da ETc, numericamente todos os tratamentos irrigados apresentaram média do teor de cálcio

superior à do tratamento de sequeiro, diferentemente do que ocorreu na profundidade de 0,2 m, o que sugere uma lixiviação do cálcio nessa profundidade.

Embora não tenha havido diferença significativa, o teor de magnésio na profundidade de 0,4 m foi numericamente superior nos tratamentos que receberam água salina, repetindo o que ocorreu na camada de 0,2 m, situação estabelecida pelo teor de magnésio contido na água salina utilizada na irrigação (Tabela 3).

O comportamento do potássio na profundidade de 0,4 m também foi semelhante à de 0,2 m, de modo que o maior teor desse elemento foi obtido no tratamento de sequeiro. Pode-se inferir que tal fato ocorreu devido à lixiviação desse nutriente proporcionada pelas maiores lâminas utilizadas nas parcelas irrigadas com água salgada.

Os maiores teores de sódio na profundidade de 0,4 m ocorreram nas parcelas irrigadas com água salina, situação semelhante à constatada na profundidade de 0,2 m e já explicada. Santos (2005) encontrou resultado semelhante quando trabalhou com água salina irrigando feijão cultivado em argissolo.

O menor conteúdo de fósforo na profundidade 0,4 m foi registrado no tratamento de sequeiro; os demais tratamentos receberam este nutriente através da lixiviação, aumentando seu teor. As médias de fósforo na profundidade de 0,4 m foram bastante inferiores às médias da profundidade de 0,2 m, em virtude desta camada ter recebido matéria orgânica e da pouca mobilidade do fósforo.

Numericamente, os parâmetros soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t) e porcentagem de saturação por bases (V) apresentaram o menor valor no tratamento de sequeiro. Os tratamentos irrigados com água salina mostraram maiores teores de magnésio e sódio nessa camada, o que contribuiu para os maiores valores daqueles atributos nesses tratamentos, em tal profundidade.

Os parâmetros razão de adsorção de sódio, porcentagem de sódio trocável e condutividade elétrica do extrato de saturação obtiveram as maiores médias nos tratamentos salinos repetindo o já referido na profundidade de 0,2 m; entre os tratamentos que receberam água salina não ocorreu diferença significativa na condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) nem na porcentagem de sódio trocável (PST), condição que difere da observada por Ferreira et al. (2006) que constataram um aumento da salinidade do solo em três profundidades estudadas, com a diminuição da fração de lixiviação.

Obteve-se, no tratamento de sequeiro, o menor teor de matéria orgânica, resultado que pode ter ocorrido em razão do deslocamento de matéria orgânica da camada de 0,2 m através

da irrigação conferindo, aos tratamentos irrigados, maior teor de matéria orgânica na profundidade de 0,4 m.

4.2. Estado nutricional da mandioca

A Tabela 14 expõe a análise de variância dos macronutrientes foliares devido aos tratamentos.

Tabela 14. Resumo da ANOVA dos macronutrientes foliares em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamentos	6	13,44 ^{n.s}	0,13 ^{n.s}	9,33 ^{n.s}	56,07**	1,50**	0,077 ^{n.s}
Resíduo	14	30,85	0,18	12,29	9,05	0,15	0,074
CV (%)		13,45	17,36	18,16	12,06	10,02	12,75

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo

Verifica-se, na Tabela 14, que os tratamentos aplicados só influenciaram os teores foliares dos macronutrientes cálcio e magnésio.

Na Tabela 15 se acham as médias dos macronutrientes foliares por tratamento.

Tabela 15. Valores médios dos teores de macronutrientes nas folhas por tratamento

Tratamentos	CEa	N ^{n.s}	P ^{n.s}	K ^{n.s}	Ca**	Mg**	S ^{n.s}
		g kg ⁻¹					
Sequeiro	-	41,01	2,07	19,30	18,18 c ¹	3,52 bc	2,30
524 mm	0,14 dS m ⁻¹	44,96	2,59	20,93	22,6 abc	2,52 c	1,86
576 mm	3 dS m ⁻¹	38,31	2,33	21,75	26,4 abc	4,00 ab	2,10
629 mm		42,45	2,60	18,48	27,6 ab	4,27 ab	2,11
681 mm		39,89	2,60	20,11	28,2 ab	4,29 ab	2,36
733 mm		40,42	2,45	17,66	21,3 bc	4,0 ab	2,09
786 mm		41,92	2,69	16,85	30,17 a	4,71 a	2,16

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo; 1- letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

Em todos os tratamentos o nitrogênio foi o nutriente que apresentou maior concentração na folha, indicando maior necessidade deste nutriente. Referido resultado concorda com o obtido por Lorenzi et al. (1981). Esses autores, avaliando a acumulação de macronutrientes em duas cultivares de mandioca em cinco épocas diferentes, verificaram que o nitrogênio teve maior teor foliar, independentemente das cultivares e épocas.

Numericamente, o teor foliar de fósforo foi menor no tratamento sem irrigação. Este tratamento apresentou maior teor de fósforo no solo, na profundidade de 0,2 m, fato que indica menor absorção desse elemento; devido à falta de umidade do tratamento de sequeiro, a absorção do fósforo pode ter sido afetada.

Os maiores teores foliares de cálcio ocorreram nos tratamentos que receberam água salina. Esses tratamentos apresentaram os menores conteúdos deste elemento no solo, na profundidade de 0,2 m (Tabela 12), indicando maior absorção deste nutriente pela cultura. Como os tratamentos salinos proporcionaram maior umidade pode ter facilitado a absorção de cálcio nos mesmos; o cálcio veio em segundo lugar, como o elemento de maior teor foliar, perdendo para os teores foliares de nitrogênio e só tendo teor inferior ao de potássio, no tratamento de sequeiro; na sequência, vem o potássio com maior teor foliar; o mesmo apresentou teor no solo menor que o do magnésio nas duas profundidades estudadas (Tabelas 12 e 13), o que pode explicar sua maior absorção em relação ao magnésio.

No caso do magnésio, os maiores teores também ocorreram nos tratamentos que receberam água salina, a qual propiciou maior umidade no solo, o que facilita a absorção deste íon.

Na Tabela 16 está o resumo da análise de variância dos teores de micronutrientes e do sódio em função dos tratamentos utilizados. Apenas o cloro teve seu teor foliar influenciado significativamente pelos tratamentos.

Tabela 16. Resumo da ANOVA dos micronutrientes e do sódio foliares, em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Cl	Fe	Zn	Cu	Na	Mn
Tratamentos	6	412,60**	5607 ^{n.s}	1173 ^{n.s}	2,65 ^{n.s}	0,0034 ^{n.s}	12617 ^{n.s}
Resíduo	14	6,99	5255	430	1,09	0,0025	8690
CV (%)		13,79	40,24	32,44	15,36	7,98	27,6

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo

Tem-se, na Tabela 17, as médias dos teores foliares dos micronutrientes e do sódio, para cada tratamento.

Tabela 17. Média foliar dos teores de micronutrientes e sódio por tratamento

Tratamentos	CEa	Cl ^{**}	Fe ^{n.s}	Zn ^{n.s}	Cu ^{n.s}	Na ^{n.s}	Mn ^{n.s}
		mg kg ⁻¹					
Sequeiro		1,77 b ¹	131,0	32,00	5,00	0,65	352,3
524 mm	0,14 dS m ⁻¹	2,80 b	107,3	44,66	6,33	0,57	426,6
576 mm	3 dS m ⁻¹	29,67 a	192,3	73,00	7,66	0,64	397,6
629 mm		25,92 a	196,3	74,33	7,00	0,64	348,6
681 mm		26,70 a	220,0	86,66	7,66	0,64	324,6
733 mm		22,95 a	212,3	78,66	7,33	0,64	246
786 mm		24,39 a	201,6	58,33	6,66	0,57	268,3

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo; 1- letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

Obtiveram-se os maiores teores foliares de cloro, ferro, zinco e cobre nos tratamentos irrigados com água salina, apesar dos três últimos nutrientes não apresentarem diferenças significativas, devido aos tratamentos. Como a água salina utilizada apresentou alto teor de cloro (Tabela 3), é provável que este elemento tenha tido boa disponibilidade na solução do solo, nos tratamentos que receberam tal água.

O micronutriente absorvido em maior quantidade, independentemente do tratamento, foi o manganês, cuja média com maior teor foi obtida no tratamento em que se utilizou água potável.

4.3. Atributos químicos do lixiviado

O resumo da análise de variância dos atributos do lixiviado em função dos tratamentos, encontra-se na Tabela 18. Infere-se, através desta tabela, que somente o potássio do lixiviado não foi influenciado pelos tratamentos.

Tabela 18. Resumo da ANOVA dos atributos do lixiviado em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		Ca	Mg	K	Na	Cl	RAS	CE
Tratamentos	5	79.2**	64.1**	2.10 ^{n.s}	205.2**	790.2**	12.4**	6.75**
Resíduo	12	4.95	3.58	1.07	2.59	24.24	0.17	0.74
CV (%)		20.36	15.47	32.29	9.15	13.83	8.45	26.3

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo

As médias dos atributos químicos do lixiviado por tratamento estão expostas na Tabela 19.

Tabela 19. Média dos atributos químicos do lixiviado por tratamento

Variável	Unidade	Tratamentos					
		524	576	629	681	733	786
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
		(0,14 dS m ⁻¹)		(3 dS m ⁻¹)			
Ca**	meq L ⁻¹	0,77 b	14,38 a	13,41 a	14,07 a	11,82 a	11,26 a
Mg**		2,96 b	13,75 a	14,29 a	14,51 a	12,70 a	15,21 a
K ^{n.s}		2,11	4,10	4,16	3,46	2,69	2,69
Na**		1,10 c	23,70 a	21,4 ab	18,95 b	18,97 b	21,3 ab
Cl**		2,88 b	44,26 a	43,91 a	44,15 a	39,91 a	40,58 a
RAS**	(meq L ⁻¹) ^{0,5}	0,82 c	6,32 a	5,75 ab	5,05 b	5,42 ab	5,92 ab
CE**	dS m ⁻¹	0,43 b	4,26 a	4,23 a	4,2 a	3,73 a	3,85 a

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; n.s: não significativo; 1- letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

Os teores de cálcio, magnésio e do cloro foram superiores nos lixiviados dos tratamentos que receberam irrigação com água salina, situação esta explicada pelos maiores teores desses elementos na água salina, em relação à água potável (Tabelas 2 e 3) e pela maior lixiviação devido a esses tratamentos terem utilizado maiores lâminas de irrigação. Esta água de drenagem provinda dos tratamentos com água salina tem sua qualidade para utilização na agricultura reduzida já que, com o incremento de sais, possibilitará um risco maior de salinização do solo.

Os atributos sódio e razão de adsorção de sódio no lixiviado foram superiores nos tratamentos que receberam água salina. Uma razão de adsorção de sódio maior indica que este elemento está saindo do sistema em proporções superiores à soma de cálcio e magnésio, o que é benéfico por não permitir a sodificação dos solos (Silva et al., 2008).

A condutividade elétrica do lixiviado foi superior nos tratamentos que receberam água salina devido à quantidade de sais presentes nela.

4.3.1. Relação entre os atributos químicos do lixiviado e as lâminas de irrigação

Na Figura 14 se encontram as relações entre as lâminas de irrigação com água salina e os seguintes atributos químicos do lixiviado: cálcio, cloro, sódio, a relação de adsorção de sódio e a condutividade elétrica.

UFCG-BIBLIOTECA

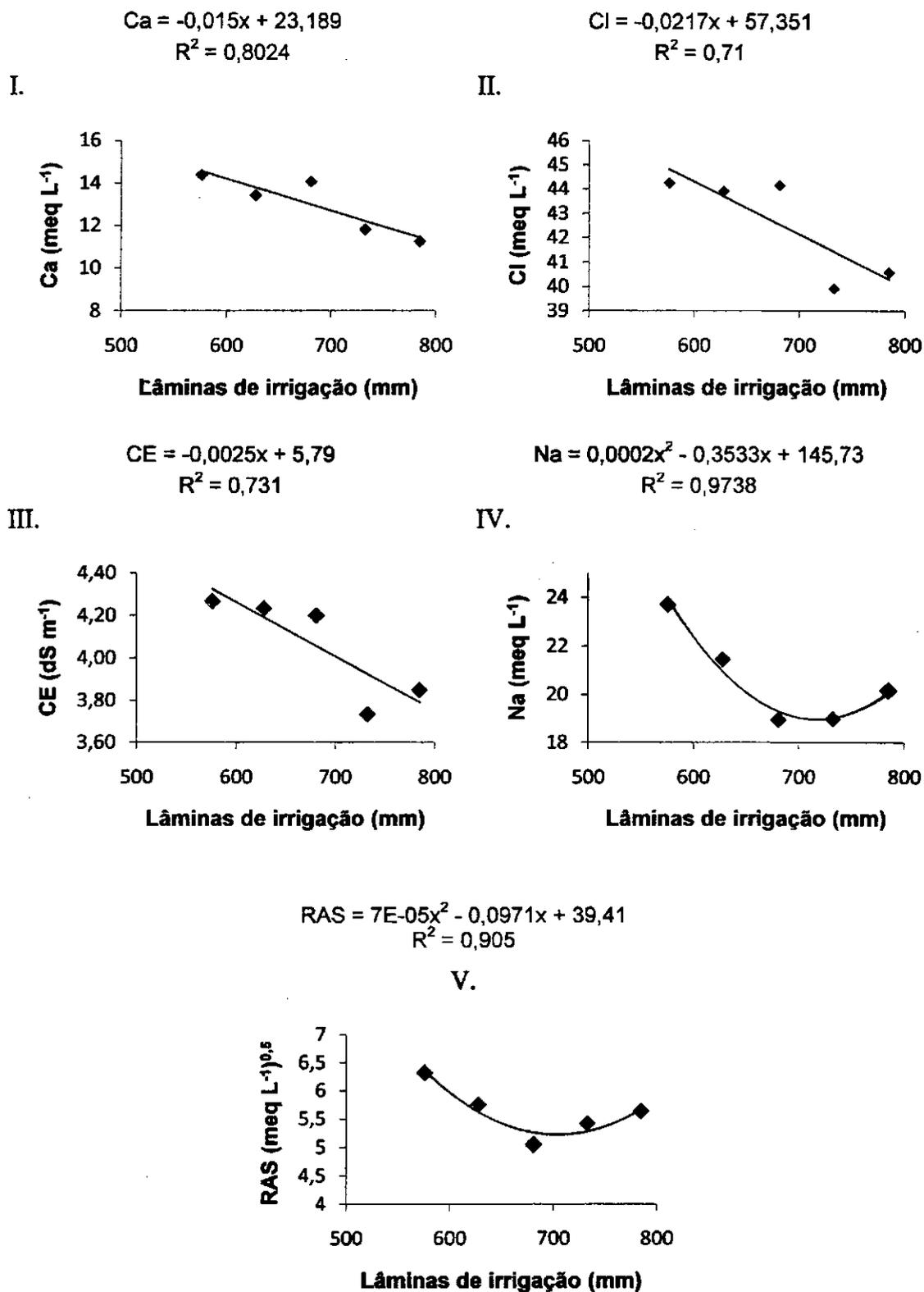


Figura 14. Relação entre os atributos químicos do lixiviado e as lâminas de irrigação

A relação entre os teores de cálcio, cloro e condutividade elétrica no lixiviado e as lâminas de irrigação, foi linear (Figura 14 – I, II e III), de forma que todos esses atributos na água de drenagem decresceram sempre que as lâminas de irrigação aumentaram. É provável

que, com o tempo, a passagem das maiores lâminas de irrigação tenha lavado o solo desses elementos fazendo com que os mesmos sejam coletados em menor teor na água de drenagem.

A relação entre o teor de sódio e a RAS no lixiviado e as lâminas de irrigação foi quadrática (Figura 14 – IV e V), tendo esses atributos atingido um valor mínimo até as lâminas de 883 e 694 mm, respectivamente, passando a aumentar com o aumento das mesmas. Esta situação de semelhança nas curvas é explicada pela dependência do atributo RAS em relação ao sódio.

4.4. Água salina nos atributos fisiológicos da mandioca

O resumo da análise de variância dos atributos fisiológicos da mandioca com relação aos tratamentos, encontra-se na Tabela 20. Nenhum atributo fisiológico foi influenciado pelos tratamentos.

Tabela 20. Resumo da ANOVA dos atributos fisiológicos e da produtividade em função dos tratamentos

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Temp.	U.R	Fotossíntese	Condutância	Transpiração	Clorofila
Tratamentos	5	3.87 ^{n.s}	5.25 ^{n.s}	379206 ^{n.s}	0.021 ^{n.s}	5.32 ^{n.s}	10.72 ^{n.s}
Resíduo	12	1.68	4.64	211012	0.018	3.53	19.75
CV (%)		3.82	4.39	54.2	69.55	70.19	19.74

n.s: não significativo

Na Tabela 21 estão as médias dos atributos fisiológicos entre os tratamentos.

Tabela 21. Médias dos atributos fisiológicos da mandioca em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos					
	1281 mm	1409 mm	1537 mm	1665 mm	1793 mm	1922 mm
	0,14 dS m ⁻¹		3 dS m ⁻¹			
Temperatura ^{n.s} (°C)	34,11	33,72	35,75	33,74	34,04	32,20
U. Relativa ^{n.s} (%)	47,86	48,04	49,60	47,82	49,91	51,00
Taxa fotossintética ^{n.s} (µmol de CO ₂ s ⁻¹ m ⁻²)	1153	528,5	602,8	678,4	654,2	645,6
Condutância ^{n.s} (µmol de CO ₂ s ⁻¹ m ⁻²)	0,230	0,231	0,143	0,124	0,115	0,339
Transpiração ^{n.s} (µg de H ₂ O cm ⁻² s ⁻¹)	2,351	2,319	1,887	1,615	1,886	2,249
Clorofila ^{n.s} (µg cm ⁻²)	25,24	24,50	21,08	21,80	20,68	21,72

n.s: não significativo

A precipitação pluvial nos dias anteriores aos da medição dos atributos fisiológicos baixou a condutividade elétrica do solo (Figuras 9 e 11), situação que pode explicar o

motivo pelo qual não houve diferenças significativas devido aos tratamentos. Desta forma, o volume de chuva ocorrido nos dias anteriores à coleta foi suficiente para deixar a salinidade do solo em nível que não propiciou diferença significativa entre os tratamentos.

4.5. Água salina na produtividade da mandioca

O resumo da análise de variância dos atributos fisiológicos da mandioca com relação aos tratamentos, encontra-se na Tabela 22. Houve influência dos tratamentos na produtividade da mandioca.

Tabela 22 - Resumo da ANOVA da produtividade em função dos tratamentos

Variável	Produtividade				CV (%)
	Graus de liberdade		Quadrados médios		
Fontes de variação	Tratamentos	Resíduo	Tratamentos	Resíduo	
	6	14	186.63**	7,5	20,84

** : significativo a nível de 1% de probabilidade



Tem-se, na Tabela 23, a comparação de médias de produtividade da mandioca obtidas nos tratamentos.

Tabela 23. Produtividade da mandioca em função dos tratamentos

Variável	Tratamentos						
	Sequeiro	1345 mm (0,14 dS m ⁻¹)	1479 mm	1614 mm	1748 mm	1793 mm	2017 mm
Produtividade (t ha ⁻¹)**	10,75 b ¹	30,83 a	8,84 b	11,38 b	10,91 b	8,36 b	10,89 b

** : significativo a nível de 1% de probabilidade; 1- letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste Tuckey

O tratamento com maior média de produtividade foi o irrigado com água potável, o qual proporcionou, à cultura da mandioca, suprimento hídrico adequado, de forma a isentar a cultura dos estresses hídrico e salino. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2005a) na cultura da banana.

Os tratamentos que receberam água salina com diferentes lâminas de irrigação e o tratamento de sequeiro, apresentaram médias semelhantes estatisticamente; essas médias foram inferiores à média nacional de produtividade da mandioca que é de 14 t ha⁻¹ (Mattos, 2006). Os tratamentos irrigados com água salina tiveram o estresse causado pela salinidade do solo oriunda da água de irrigação salinizada enquanto no sem irrigação o estresse foi causado pela falta de umidade.

5. CONCLUSÕES

1. O uso de água salina aumentou os teores de magnésio e sódio no solo, na profundidade de 0,20 m; e também a porcentagem de sódio trocável, a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica do solo, nas duas profundidades de solo analisadas.

2. A irrigação, independentemente da qualidade da água, diminuiu o teor de potássio no solo, nas duas profundidades analisadas.

3. Nos primeiros seis meses de cultivo, o nitrogênio foi o nutriente com maior teor foliar na mandioca, independentemente dos tratamentos; entre os micronutrientes, o manganês apresentou maior teor foliar.

4. A água de drenagem oriunda da irrigação com água salina apresentou maiores teores de cálcio, magnésio, sódio, cloro, a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica.

5. O uso de água salina não interferiu nos atributos fisiológicos da mandioqueira.

6. O uso de água potável aumentou a produtividade da mandioqueira.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo presente trabalho, não se recomenda ao produtor o cultivo da mandioqueira irrigado com água de salinidade igual ou superior a 3 dS m^{-1} .

Em um novo trabalho sobre mandioqueira irrigada com água salina, deve-se verificar a influência dessa água na emergência das plantas e encontrar a salinidade limiar para a cultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. de O.; GOMES, C.C.S.; LINS, C.C.V.; BARROS, A.C.; CAMPECHE, L.F. de S.M.; BLANCO, F.F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1640-1645, 2007.

ALBUQUERQUE, J. de A.A. de; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. de; CARNEIRO, J.E. de S.; CECON, P.R.; ALVES, J.M.A. Viabilidade do consórcio de mandioca e feijão em diferentes arranjos de cultivo. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2007, Paranavaí, **Anais...Paranavaí: SBM**, 2007.

ALMEIDA, P.A. de. Colheita. In: **Instruções práticas para o cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 1993 (Circular técnica, n.19, p. 62-63).

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F. Clima. In: **Cultivo de mandioca para a região semiárida**. Cruz da Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 2003. (b) (Sistemas de produção,12). http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/clima.htm. Acesso em 12 de Janeiro de 2009

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F. Importância econômica. In: **Cultivo de mandioca para a região semiárida**. Cruz da Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 2003. (a) (Sistemas de produção,12).http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/clima.htm. Acesso em 28 de Agosto de 2009

ANDRADE, E.M. de; D'ALMEIDA, D.M.B.A.; MEIRELES, A.C.M.; LEMOS FILHO, L.C. de; ARRUDA, F.E.R. de. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 28, n. 1/2, p.9-16, 2004.

ANDRADE, J.S. de; CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; MOREIRA, E. de S.; OLIVEIRA, S.P.; SOUZA, M.J.L. de; PEREIRA, G.L. Efeito da poda sobre características agronômicas da mandioca. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2007, Paranavaí, **Anais...Paranavaí: SBM**, 2007.

ANDRIOLO, J.L.; JÄNISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; VAZ, M.A.B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, (on line), 2009.

ANDRIOLO, J.L.; LUZ, G.L.; WITTER, M.H.; GODOL, R.S.; BARROS, G.T.; BORTOLOTO, O.C. Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.931-934, 2005.

AQUINO, A.J.S. de; LACERDA, C.F. de; BEZERRA, M.A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R.N.T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.961-971, 2007.

AZEVEDO NETO, A.D. de; PRISCO, J.T.; ENÉAS-FILHO, J.; LACERDA, C.F. de; SILVA, J.V.; COSTA, P.H.A. da; GOMES-FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2004.

BARBOSA, S.C.S.; BASTOS, A.L.; REIS, L.S.; COSTA, J.R.M.; COSTA, J.P.V. da; CALHEIROS, C.B.M. Crescimento e absorção de nutrientes em bananeira irrigada com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Suplemento, p.343-346, 2005.

BARROS, M. de F.C.; FONTES, M.P.F.; VENEGAS, V.H.A.; RUIZ, H.A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.320-326, 2005.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5 ed. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1989. 596p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa, UFV, 2006. 625p. il.

BERNARDI, C.C. **Reúso de água para irrigação**. Brasília: ISAE-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia de MBA).

BEZERRA, M.A.; LACERDA, C.F. de; PRISCO, J.T.; GOMES FILHO, E. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.90-94, 2005.

BLANCO, F.F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. Piracicaba: ESALQUSP, 2000. 104p. Dissertação de mestrado.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. Salt accumulation and distribution in a gr greenhouse soil as affected by salinity of irrigation water and leaching management. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.414-419, 2002.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D. Growth and yield of corn irrigated with saline water. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.65, n.6, p. 574-580. 2008.

CAMPOS, C.A.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; BLANCO, F.F.; GONÇALVES, C.B.; CAMPOS, S.A.F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.63, n.2, p. 146-152. 2006.

CAMPOS, M. de S.; PEREIRA, F.H.F.; MEDEIROS, J.F. de; CARMO, G.A. do; DOMBROSKI, J.L.D.; SOUZA, P.A. de. Alterações fisiológicas em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória, **Anais...Jaboticabal**: SBF, 2008. CD.

CARDOSO, C.E.L. In: Mattos, P.L.P. de et al. Aspectos socioeconômicos, comercialização e custos de produção. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília,

DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

CARVALHO, J.E.B. de. **Controle integrado – uma maneira econômica de retirar o mato do mandiocal**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMF, 1991 (Mandioca em foco, 13).

CAVALCANTE, L.F.; COSTA, J.R.M.; OLIVEIRA, F.K.D.; CAVALCANTE, I.H.L.; ARAUJO, F.A.R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.229-240, 2005.

CAVALCANTE, L.F.; SANTOS, J.B. dos; SANTOS, C.J.O.; FEITOSA FILHO, J.C.; LIMA, E.M. de; CAVALCANTE, I.H.L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n. 3, p. 748-751, 2002.

CAVALCANTI, M.L.F.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; BARROS JÚNIOR, G.; SOARES, F.A.L.; SIQUEIRA, E. da C. Índices ecofisiológicos da mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.66-70, 2005.

CODEVASF-COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Salinização do solo**. http://www.codevasf.gov.br/programas_acoes/irrigacao/impactos-ambientais-1/salinizacao-do-solo. Acesso em 12 de Janeiro de 2009.

COELHO, M.A. Aspectos da dinâmica da água em solos sódicos e salinos-sódicos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p.61-68, 1983.

CONCEIÇÃO, A.J. da. **A mandioca**. Nobel. São Paulo, 1983. 382p.

COSTA, A.A.; RODRIGUES, R.S.; FRAGA, V.S.; SALCEDO, I.H. Variações nos teores de fósforo extraível em plantios de mandioca com adubação orgânica. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado, **Anais...Viçosa: SBCS**, 2007.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W. dos S. Influência do nitrato e amônio sobre a fotossíntese e a concentração de compostos nitrogenados em mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 643-649, 2008.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTRO NETO, M.T. de; COELHO, E.F.; DIAS, A.T; PAES, R.A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 528-531, 2003.

DIAS, N.S; DUARTE, S.N; MEDEIROS, J.F.; TELES FILHO, J.F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido II: Efeitos sobre o rendimento do meloeiro. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.3, p.376-383, 2006.

DIAS, N.S.; DUARTE, S.N.; YOSHINAGA, R.T.; TELES FILHO, J.F. Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. **Irriga**, Botucatu, v.1, n.3, p.20-29, 2005.

DINIZ, M. de S.; OLIVEIRA, A.M.G.; PEREIRA, N.L.; OLIVEIRA, J.L. de. Avaliação de variedades de mandioca mansa com agricultores familiares de guaratinga, BA. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009, Botucatu, **Anais...Paranavaí: ABAM**, 2009.

DUARTE, G.L.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M. de; SILVA, R.N. da. Physiological quality of wheat seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n 1, p.122-126, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 370p, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997.

FERNANDES, M.F.; PROCÓPIO, S. de O.; BASTOS, D.F. de; MACHADO, T.N. Alterações na fertilidade química dos solos em áreas de produção familiar de mandioca no território do alto sertão de alagoas. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009, Botucatu, **Anais...Paranavaí: ABAM**, 2009.

FERREIRA, P.A.; GARCIA, G. de O.; NEVES, J.C.L.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, D. B. dos. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p.7-16, 2007.

FERREIRA, P.A.; MOURA, R.F. de; SANTOS, D.B. dos; FONTES, P.C.R.; MELO, R. F. de. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.570–578, 2006.

FERREIRA-SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.A.G.; VOIGT, E.L.; SOARES, L.S.P.; VIÉGAS, R.A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 20, n. 1, p. 51-59, 2008.

FEY, E.; GURGACZ, F.; FURLAN, F.; GOBBI, F.C.; PIVETTA, L.A. Influência do manejo do solo sobre o desenvolvimento e a produtividade da mandioca. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2007, Bonito, **Anais**, Jaboticabal: SBEA, 2007.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

FREIRE, M.B.G.S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ, V.H.; FREIRE, F.J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 227-232, 2003.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R. do; RESENDE, A.V. de; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. deA. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.: il.

GARCIA, G. de O. **Alterações químicas do solo, aspectos nutricionais, fisiológicos e de produção da cultura do milho irrigado com água salina**. Viçosa, UFV, 2006, 88p. Tese de doutorado.

GARCIA, G. de O.; FERREIRA, P.A.; SANTOS, D.B. dos; OLIVEIRA, F.G. de; MIRANDA, G. V. Estresse salino em plantas de milho: I – macronutrientes aniônicos e suas relações com o cloro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.26-30, 2005.

GOMES, J. de C. Calagem e adubação. In: **Instruções práticas para o cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMP, 1993 (Circular técnica, n.19, p. 9-11).

GOMES, J. de C. Calagem e adubação. In: Mattos, P. L. P. de et al. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

GONDIM, A.R. de O.; MEDEIROS, J.F. de; CARMO, G.A. do; PEREIRA, F.H.F; GHEYI, H.R.; TAVARES, J.C.. Produtividade de banana submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação: segundo ciclo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.38-42, 2006.

GURGEL, M.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J. de S.; BEZERRA, I.L.; NOBRE, R.G. Índices fisiológicos e de crescimento de um porta-enxerto de aceroleira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.451-456, 2003.

HARGREAVES, G.H. Estimation of potential and crop evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.17, n.1, p.701-704, 1974.

JAMIL, M.; REHMAN, S. ur; LEE, K.J.; KIM, J.M.; KIM, H.-S.; RHA; E.S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. *Scientia Agricola* Piracicaba, v.64, n.2, p.111-118, 2007.

LACERDA, C.F. de; ASSIS JÚNIOR, J.O.; LEMOS FILHO, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S. de; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Pelotas, v. 18, n. 4, p. 455-465. 2006.

LACERDA, C.F. de; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A. Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 113-118, 2003.

LIMA, C.B.E; SANTOS FILHO, S.V. dos; SANTOS, M.A. dos; OLIVEIRA, M. de. Desenvolvimento da mamoneira cultivada em vasos, sob diferentes níveis de salinidade da água em latossolo vermelho-amarelo eutrófico. *Caatinga*, Mossoró, v.21, n.5 (Número Especial), p.50-56, 2008.

LIMA, M.D.B.; BULL, L.T.. Produção de cebola em solo salinizado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.3, p.231-235, 2008.

LIMA, M.D.B.; BÜLL, L.T.; GRASSI FILHO, H. Índices fisiológicos e absorção de nutrientes pela cultura da cebola submetida a condições de salinidade e estresse hídrico. *Irriga*, Botucatu, v.11, n.3, p.356-366, 2006.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas, CATI, 2003. 116p

LORENZI, J.O.; GALLO, J.R.; MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por duas cultivares de mandioca. *Bragantia*, Campinas, v. 40, n. 14, p. 145-156, 1981.

MACÊDO, L. de S.; SOUSA, M.R. de; MORRILL, W.B.B. Drenagem para controle da salinidade. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.1., n.2, p.69-71, 2007.

MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C. de; OLIVEIRA, M. de. Uso de gesso de salina, cloreto de cálcio e húmus de minhocas combinado com manejo da água na recuperação de um solo salino-sódico do perímetro irrigado do itans-sabugi, rio grande do norte. **Caatinga**, Mossoró, v.12, n.1/2,p. 41-48, 1999.

MARINHO, F.J.L.; GHEYI, H.R., FERNANDES, P.D.; FERREIRA NETO, M. Alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.370-374, 2005.

MARINHO, F.J.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; HOLANDA, J.S. de; FERREIRA NETO, M. Cultivo de coco 'Anão Verde' irrigado com águas salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.8, p.1277-1284, 2006.

MARTINS, O.C.; SANTOS, F.L.; SERRALHEIRO, R.P. Avaliação da qualidade da água de drenagem e da perda de sedimentos na rega de superfície. In: IV Congresso da Água, 1998, Lisboa, **Anais**, Lisboa: APRH, 1998. www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/016.

MATTOS, P.L.P de; ALMEIDA, P.A. de. **A colheita da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 1993 (Mandioca em foco, n. 84).

MATTOS, P.L.P de. Colheita. In: Mattos, P.L.P. de et al. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MATTOS, P.L.P. de; FARIAS, A.R.N.; FERREIRA FILHO, J.R. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MATTOS, P.L.P de; FERREIRA FILHO, J.R.. Espaçamento e Plantio. In: Mattos, P.L.P. de et al. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MEDEIROS, J.F. de; CARMO, G.A. do; GONDIM, A.R. de O.; GHEYI, H.R.; TAVARES, J.C. Produção de duas cultivares de bananeiras submetidas a diferentes níveis de salinidade de água de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p.362-368, 2008.

MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A.A.; FERREIRA, P.A.; SOUZA, J.A.A. de; SOUZA, J.A. de; MATOS, A.T. de. Comportamento dos atributos químicos do solo em resposta à aplicação de água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.268-273, 2005.

MELONI, D.A.; OLIVA, M.A.; MARTINEZ, C.A.; CAMBRAIA, J. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 69-76, 2003.

MUNIZ, W.F. Efeito da poda sobre características agronômicas da mandioca. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2007, Paranavaí, **Anais...Paranavaí: SBM**, 2007.

NEVES, L.L. de M.; SIQUEIRA, D.L. de; CECON, P.R.; MARTINEZ, C.A.; SALOMÃO, L.C.C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira-'Prata' submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 524-529, 2002.

NOVELLA, M.B.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; COGO, C.M.; BANDINELLI, M.G. Concentração da solução nutritiva na produção hidropônica de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1529-1533, 2008.

NUNES, W.A.G. de A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; BEIRIGO, R.M.; BONCOMPANI, A.L.P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do rio Gorutuba. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.227-236, 2003.

OLIVEIRA, B.C.; CARDOSO, M.A.A.; OLIVEIRA, J.C. de; OLIVEIRA, F.A. de; CAVALCANTE, L.F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.11-16, 2007.

OTSUBO, A.A.; BRITO, O.R.; OTSUBO, V.H.N.; HORI, A.E. Desempenho agrônômico de cultivares de mandioca industrial submetidos à poda. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009, Botucatu, **Anais...Paranavaí: ABAM, 2009.**

PAULUS, D. **Produção, qualidade e parâmetros fisiológicos e bioquímicos de alface sob hidroponia com águas salinas.** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2008. 105p. Tese de Doutorado.

PEQUENO, M.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; TORMENA, C.; KVITSCHAL, M.V.; MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.476-481, 2007.

PEREIRA, F.H.F.; ESPINULA NETO, D.; SOARES, D.C.; OLIVA, M.A. Trocas gasosas em plantas de tomateiro submetidas a condições salinas. **Horticultura Brasileira**, Campo Grande, v.22, n.2, 2005.

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia:goteo, microaspersion, exudacion.** 3ª ed. Revisada y ampliada. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 513p.

PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J.F. de; SENHOR; R.F.; MORAIS, P.L.D. de; MENEZES, J.B.. Qualidade de frutos do melão amarelo irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.193-198, 2009.

PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J.F. de; SOUSA NETO, E.R. de; GHEYI, H.R.; MATOS, J. de A. de. Viabilidade da irrigação do meloeiro com águas salinas em diferentes fases fenológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.453-459, 2006.

RESENDE, G.M. de; CORDEIRO, G.G. **Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semiárido do submédio São Francisco.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 2007 (Comunicado técnico, n. 128).

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de GHEYI, H.R.; SOUSA, J.R. de; QUEIROZ, J.E. Campina Grande: UFPB, 1992. 117p.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. USDA **Agricultural Handbook, 60**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p.

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, E.L. **Desenvolvimento do feijoeiro (phaseolus vulgaris l. cv esal 686) sob irrigação com água salina**. **Irriga, Botucatu**, v.8, n.1, p.29-36, 2003.

SANTOS, A.C.P. dos; MONDARDO, D.; WAMMES, E.V.S.; STERN, E.; IMMERMANN, A.M.Z; ZANELATO, F.T.; FEIDEN, A. **A cultura da mandioca nas propriedades que compõem a microbacia Sanga Ita, município de Quatro Pontes - PR**. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009, Botucatu, **Anais...Paranavaí: ABAM**, 2009.

SANTOS, D.B. **Efeitos da salinidade sobre características químicas do solo, aspectos nutricionais, fisiológicos e de produção no feijoeiro irrigado**. Viçosa, MG: DEA/UFV, 2005. 78p. Tese de doutorado.

SCHUELER, A.S. & MAHLER, C.F. **Contaminação na água subterrânea provocada pelo lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos**. [http://www.getres.ufjf.br/artigos/Schueler%20e%20Mahler%20\(2006c\).pdf](http://www.getres.ufjf.br/artigos/Schueler%20e%20Mahler%20(2006c).pdf). Acesso em 27 de Junho de 2009.

SEGATTO, M. DE P. **Efeitos da aplicação de resíduos industriais no solo e nas plantas**. Porto Alegre, UFRGS, 2001, 167p. Dissertação de mestrado.

SILVA, A.P. da; SANTOS, C.J.O.; SANTOS, J.B. dos; CAVALCANTE, L.F. **Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação**. **Revista Irriga, Botucatu**, v. 6, n.2, p. 81-90, 2001.

SILVA, C.M.M. de S.; VIEIRA, R.F.; OLIVEIRA, P.R. Salinidade, sodicidade e propriedades microbiológicas de Argissolo cultivado com erva-sal e irrigado com rejeito salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.10, p. 1389-1396, 2008. (c)

SILVA, E.C. da; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, F.P. de; MELO, N.L.F. de; AZEVEDO NETO, A.D. de. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, n. 63, p. 147-157, 2008. (e)

SILVA, F. de A.S. **Assistat: versão 7.5 beta (2009)**. <http://www.assistat.com>. Acesso em 01 de setembro de 2009.

SILVA, G.R.A. **Análise da escassez de água potável no contexto econômico brasileiro**. Taubaté, SP: UNITAU, 2005. 73p. Monografia de graduação.

SILVA, M.C. de C.; MEDEIROS, J.F. de; NEGREIROS, M.Z. de; SOUSA, V.F. de. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 202-205, 2005. (b)

SILVA, M. de O.; FREIRE, M.B.G. dos S.; MENDES, A.M.S.; FERNANDES, M.B.; OLIVEIRA, D.A. de. Composição do lixiviado em quatro solos do Rio Grande do Norte irrigados com águas salinas. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p.189-203, 2008. (a)

SILVA, M. de O.; FREIRE, M.B.G. dos S.; MENDES, A.M.S.; FREIRE, F.J.; SOUSA, C. E.S. de; GÓES, G.B. de. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.593-605, 2008. (b)

SILVA, M.J.G. da; HERNANDEZ, F.F.F.; COSTA, R.N.T.; LACERDA, C.F. de; CRISÓSTOMO, L. A. Qualidade da água e níveis de irrigação sobre o desenvolvimento da bananeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, Suplemento, p.76-80, 2005. (a)

SILVA, S.M.S.; ALVES, A.N.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S.; SOARES, F.A.L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.335-342, 2008. (d)

SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, F.H.T. de; SILVA, F.V. da; ALVES, A.N.; PEDROSA, R.M.B. Partição de fotoassimilados em cultivares de bananeira irrigadas com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.101-107, 2005.

SOARES, T.M.; SILVA, E.F.F.S.; DUARTE, S.N.; MÉLO, R.F.; JORGE, C.A.; BONFIM-SILVA, E.M.B. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga, Botucatu**, v.12, n.2, p.235-248, 2007.

SOUZA, A. da S. Seleção e preparo do material de plantio. **Instruções práticas para o cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 1993 (Circular técnica, n.19).

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. Irrigação. **In: Cultivo da mandioca para a região do Cerrado**. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 2003 (Sistemas de produção, 8). http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrado/clima.htm. Acesso em 12 de Agosto de 2009

SOUZA, L.D.; SOUZA, L. da S.. Clima. **In: Mattos, P. L. P. de et al. Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176p.: il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SUASSUNA, J.; AUDRY, P. **Estatísticas de salinidade das águas de irrigação do nordeste semi-árido brasileiro**. <http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/estat.html>, 1993. Acesso em 13 de Janeiro de 2009.

TAKAHASHI, M. Acumulação de nutrientes em plantas de mandioca submetidas a poda. **In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. Anais...**, Viçosa: SBCS, 2007. CD

TÁVORA, F.J.A.F.; BARBOSA FILHO, M. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar, no crescimento e produção de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 12, p. 1915-1926, 1994.

TÁVORA, F.J.A.F.; FERREIRA, R.G.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

TÁVORA, F.J.A.F.; LIMA, E. da C.C.; HERNANDEZ, F.F.F. Composição mineral das raízes caules e folhas em plantas jovens de graviola submetidas a estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n.1, p. 44-51. 2004.

TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I.O. Crescimento e produção da mandioca submetida a dois arranjos de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 28, n. 7, p. 823-832, 1993.

TÁVORA, F.J.A.F.; MOURA, A.C.F.; D' ASSUMPÇÃO, A.L.G. Relações hídricas em amendoim submetido ao estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p.51-55, 1997.

VELOSO, C.A.C.; ARAÚJO, S.M.B.; VIÉGAS, I. de J.M.; OLIVEIRA, R.F. de. **Amostragem de plantas para Análise Química**. Belém, PA, EMBRAPA- CPATU, 2004 (Comunicado técnico, n. 121).

VELOSO, M.E.C.; DUARTE, S.N.; MIRANDA, J.H.; DOURADO NETO, D.; SILVA, E.C.; CRUCIANI, D.E.. Avaliação do teor de nitrato lixiviado em área de várzea cultivada com milho sob diferentes doses de nitrogênio. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.18, n.2, p. 27-35, 2006.

VIANA, A.P.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ, H.E.P.; HUAMAN, C.A.M.Y; MOSQUIM, P.R. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.139-143, 2001. (a)

VIANA, S.B.A.; RODRIGUES, L.N.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.. Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.60-66, 2001. (b)

VIÉGAS, R.A.; FAUSTO, M.J.M.; QUEIROZ, J.E.; ROCHA, I.M.A.; SILVEIRA, J.A. GOMES; VIÉGAS, P.R.A. Growth and total-N content of *Prosopis juliflora* (SW) D. C. are stimulated by low NaCl levels. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v. 16, n. 1, p. 65-68, 2004.