SAULO SAMUEL CARNEIRO PRAXEDES

USO DE ÁGUAS SALINAS NO CULTIVO DE FORRAGEIRAS

MOSSORÓ-RN
2013

SAULO SAMUEL CARNEIRO PRAXEDES

USO DE ÁGUAS SALINAS NO CULTIVO DE FORRAGEIRAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. D. Sc. Manoel Januário da Silva Júnior

MOSSORÓ-RN
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

P919u Praxedes, Saulo Samuel Carneiro.

Uso de águas salinas no cultivo de forrageiras / Saulo Samuel Carneiro Praxedes -- Mossoró, 2014.

93f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Júnior.

Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Métodos de irrigação. 2 .Condutividade elétrica. 3. Cynodon spp. 4. Panicum maximum. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/661-14 CDD: 631.587

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa
CRB-15/453

SAULO SAMUEL CARNEIRO PRAXEDES

USO DE ÁGUAS SALINAS NO CULTIVO DE FORRAGEIRAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

APROVADA EM: 12/12/2013.

D. Sc. Prof. Manoel Januário da Silva Júnior (UFERSA)

Orientador

D. Sc. Prof. José Francismar de Medeiros (UFERSA)

Co-orientador

D. Sc. Francisco Valfisio da Silva (UFERSA/CAPES)

Conselheiro

D. Sc. Pedro Robinson Fernandes de Medeiros (UNIVASF)

Conselheiro

Aos meus pais, Lino Ademar Filho e Ednólia Carneiro, sempre presentes:
No percorrer de meus caminhos;
Na satisfação de minhas conquistas;
Na decepção de minhas derrotas;
Na motivação de minhas lutas;
No desempenho de minhas atitudes;
No decorrer de meus dias.

OFEREÇO

À Deus, dedico o meu agradecimento maior, pelo presente da vida, pela terra que piso, pelo ar que respiro, pelas pessoas com quem convivo, porque têm sido tudo em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, por me amar e me proteger, me dando saúde e força todos os dias, sem Ele nenhum dos meus sonhos seria possível.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, instituição em que tive a oportunidade de cursar a graduação e o mestrado e a qual devo o maior respeito.

Ao Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte – EMATER, pela concessão de horário especial de trabalho, o que me permitiu cursar o mestrado em Irrigação e Drenagem.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade – INCTSal, pelo apoio financeiro ao projeto.

Aos professores Manoel Januário da Silva Júnior e José Francismar de Medeiros, pelas orientações, confiança e apoio, bem como a Francisco Valfisio da Silva pela importante ajuda que me ofertou.

A todos os professores que fizeram parte do Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem, pelo aprendizado e experiência adquiridos ao longo do curso e pela humildade em compartilhar os seus conhecimentos. Ao professor Rafael Oliveira Batista pela excelente coordenação enquanto esteve à frente do Programa.

À minha família, pelo apoio, amizade e reconhecimento, e por sempre estarem dispostos a me ajudar. Obrigada por tudo.

Aos meus pais pela educação e amor sincero sem exagero, que são uma árvore fecunda, que germinaram este ser.

À minha namorada Mayara, pelo seu amor, atenção, carinho, paciência, por cada momento único e verdadeiro a meu lado.

Aos amigos de turma: Naiara, Adriana, João Guilherme, Paula, Joacy, João Marcelo, Yan, Andersom e Francicleiton pela companhia e pela convivência durante o curso, e em especial a Rozana, Daniel, Priscila, Marcos, Wigliff e Aline pela amizade, por terem sido como irmãos e por terem me ajudado de todas as maneiras possíveis.

A Leôncio, Jaqueline e Mardonis, pela colaboração na condução do experimento, por sempre estarem disponíveis a me ajudar, meu sincero agradecimento.

Aos amigos Wallace, Daniel e Marcão, por me acolherem em seus aposentos sempre que precisei, o que contribuiu e muito para a realização deste trabalho.

Aos laboratoristas Kaline, Cecília e Seu Elídio por todo o auxílio e orientação que me foi dado durante o período que estive no Laboratório de análises de solos e plantas.

Aos membros da banca examinadora muito obrigado pelas contribuições dadas a este trabalho.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram no desenvolvimento deste trabalho o meu muito obrigado.

Vamos salvar o Nordeste,
Irrigar milha por milha,
Afogar no São Francisco
A fome que nos humilha.
Vamos banir essa peste,
Concluindo no Nordeste
A oitava maravilha.

Poeta Antônio Francisco

RESUMO

PRAXEDES, Saulo Samuel Carneiro. Uso de águas salinas no cultivo de forrageiras. 93f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2013.

O Brasil possui elevado potencial para a produção de forragem, justamente por localizar-se numa região de clima tropical. No Nordeste brasileiro a irrigação de pastagens tem sido implantada como forma de compensar a falta de chuvas na maior parte do ano. A escassez de água de boa qualidade e o aumento da sua demanda para atender ao crescimento da população tem provocado a utilização de fontes de águas de qualidade inferior, dentre as quais as águas salinas, muito comuns nas regiões semiáridas. As plantas forrageiras são consideradas plantas tolerantes à salinidade, sendo as variáveis de crescimento e produção fatores muito importantes para se estudar os efeitos provocados pelo estresse salino. O *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 e o capim Tanzânia (*Panicum maximum*) são forrageiras que vêm se destacando nos últimos anos, sendo frequentemente recomendadas para alimentação de animais em todo o mundo. Assim, com o objetivo de avaliar o desempenho das gramíneas Tifton 85 e Tanzânia com o uso de água salina e de dois métodos de irrigação, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo da região do semiárido de Mossoró – RN desenvolveu-se esta pesquisa em casa de vegetação da UFERSA, em delineamento experimental inteiramente aleatorizado, com tratamentos em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de dois métodos de irrigação (gotejamento e aspersão) com cincos níveis de salinidade da água de irrigação (S_1=0,5; S_2=1,5; S_3=2,5; S_4=3,5 e S_5=4,5 dS m^{-1}). Avaliaram-se os componentes de produção altura (ALT), fitomassa fresca (FMF) e fitomassa seca (FMS) da parte aérea dos capins Tifton 85 e Tanzânia, além do número de perfilhos (NP) e área foliar (AF) do capim Tanzânia. Foi realizado monitoramento da salinidade do solo, sendo determinados ao longo dos ciclos a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), o pH e a RAS do solo cultivado com as gramíneas. De forma generalizada, a água de irrigação de elevada salinidade inibiu o crescimento de plantas de capim Tifton 85, reduziu a FMF e a FMS dos capins Tifton 85 e Tanzânia e reduziu o NP e a AF do capim Tanzânia, porém, é possível obter boas produções com uma CE_a máxima de 2,8 dS m^{-1}. O incremento na salinidade da água resultou em aumento linear da CE_{es} e da RAS do solo, bem como, provocou a redução no pH do solo. O método de irrigação por gotejamento foi superior ao método de irrigação por aspersão na produção de capim Tanzânia quando se utiliza água de maior nível de salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Panicum maximum*. *Cynodon spp*. Tifton 85. Métodos de irrigação. Condutividade elétrica.

ABSTRACT

PRAXEDES, Saulo Samuel Carneiro. Use of saline waters in the cultivation of fodder. 93f. Dissertation (Master degree in Irrigation and Drainage) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2013.

Brazil has high potential for forage production, rightfully be located in a tropical climate region. In the Brazilian Northeast irrigation of pastures has been implemented as a way to compensate for the lack of rain for most of the year. The scarcity of good quality water and increasing their demand to meet the population growth has led to the use of water sources of lower quality, among which the saline water, very common in semiarid regions. Forage crops are considered tolerant plants to salinity, being variables of growth and production very important factors to study the effects caused by salt stress. The *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 and Tanzania grass (*Panicum maximum*) are forages that have gained prominence in recent years, are often recommended to feed animals worldwide. Thus, in order to evaluate the performance of Tifton 85 and Tanzania grasses with the use of saline water and of two irrigation methods, grown in Alfissol of the semiarid region of Mossoró – RN, developed this research in greenhouse at UFERSA, in experimental design completely randomized, with treatments in a factorial, with four replications. Treatments included a combination of two irrigation methods (drip and sprinkler) with five salinity levels of irrigation water (S_1=0,5; S_2=1,5; S_3=2,5; S_4=3,5 e S_5=4,5 dS m^{-1}). Evaluated the yield components height (ALT), fresh biomass (FMF) and dry biomass (FMS) of shoots of Tifton 85 and Tanzania grasses, plus tiller number (NP) and leaf area (AF) of Tanzania grass. Monitoring was conducted soil salinity, being determined over the cycle the electrical conductivity of the saturation extract (CE_{es}), the RAS and the pH of soils under grasses. In a generalized form, irrigation water with high salinity inhibited the growth of plants Tifton 85, reduced the FMF and FMS of Tifton 85 and Tanzania grasses and reduced the NP and AF Tanzania grass, however, is possible to obtain good yields CE_a with a maximum of 2.8 dS m^{-1}. The increase in salinity resulted in a linear increase of CE_{es} and soil RAS, as well, caused a reduction in the soil pH. The method of drip irrigation method was superior to sprinkler irrigation in the production of Tanzania grass when using higher salinity water.

KEYWORDS: *Panicum maximum*. *Cynodon spp*. Tifton 85. Irrigation methods. Electrical conductivity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 33

Tabela 2. Análise química das águas do Arenito Açu e do Calcário Jandaíra utilizadas na irrigação das forrageiras. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 36

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 43

Tabela 4. Média da altura de plantas do capim Tanzânia por ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 43

Tabela 5. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 46

Tabela 6. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para altura média de plantas (ALT) do 2° e 4° ciclos do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 46

Tabela 7. Resumo da análise de variância para fitomassa fresca da parte aérea (FMF) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 50

Tabela 8. Média de FMF da parte aérea de plantas do capim Tanzânia por ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 50

Tabela 9. Resumo da análise de variância para fitomassa fresca da parte aérea (FMF) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 52

Tabela 10. Média de Fitomassa fresca da parte aérea de plantas de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 52

Tabela 11. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para média da fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) do 2° e 4° ciclos do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 52

Tabela 12. Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FMS) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 56

Tabela 13. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias da FMS da parte aérea de plantas no 1° ciclo do capim Tanzânia. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 57

Tabela 14. Médias de FMS da parte aérea de plantas do capim Tanzânia a partir do 2° ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 57

Tabela 15. Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FMS) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 60

Tabela 16. Médias de FMS da parte aérea de plantas de capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 60

Tabela 17. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias da fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 4° ciclo do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. ...61

Tabela 18. Resumo da análise de variância para Número de Perfilhos (NP) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 65

Tabela 19. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias do NP do 3° ciclo do capim Tanzânia; e médias do NP do 2° e 4° ciclos, em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 65

Tabela 20. Resumo da análise de variância para área foliar (AF) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 67

Tabela 21. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para as médias da AF (m^2 $vaso^{-1}$) do 2° ciclo de cultivo do capim Tanzânia; e médias da AF (m^2 $vaso^{-1}$) do 4° ciclo, em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 68

Tabela 22. Resumo da análise de variância para Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 70

Tabela 23. Resumo da análise de variância para condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 72

Tabela 24. Médias de Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 72

Tabela 25. Resumo da análise de variância para o pH do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 76

Tabela 26. Médias de pH do solo cultivado com capim Tanzânia nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 76

Tabela 27. Resumo da análise de variância para o pH do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 77

Tabela 28. Médias de pH do solo cultivado com capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 78

Tabela 29. Resumo da análise de variância para razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 80

Tabela 30. Resumo da análise de variância para razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 82

Tabela 31. Médias de Razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração do Capim Tifton 85 cultivado a campo (Fonte: GALO GIGANTE) 19

Figura 2. Ilustração do Capim Tanzânia cultivado a campo (Fonte: TERRASTOCK) 20

Figura 3. Detalhes da casa de vegetação utilizada no experimento, mostrando a estrutura e o fechamento do ambiente protegido (A) e a disposição das plantas dentro da casa de vegetação (B). 32

Figura 4. Ilustração das colunas de PVC utilizadas durante a pesquisa 33

Figura 5. Curva de retenção de água no solo, ajustada ao modelo de van Genuchten (1980), em função da tensão da água no solo para o Argissolo vermelho amarelo. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 34

Figura 6. Croqui mostrando a disposição dos tratamentos na área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 35

Figura 7. Relação direta entre $CE_{1:2,5}$ e CE_{es} no final do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 40

Figura 8. Relação direta entre a RAS e a CEes no final do experimento, para os solos cultivados com os capins Tanzânia e Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 40

Figura 9. Temperatura máxima (T max), média (T med) e mínima (T min) diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 41

Figura 10. Umidade Relativa do Ar máxima (U.R. max), média (U.R. med) e mínima (U.R. min) diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 41

Figura 11. Valores de velocidade do vento diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 42

Figura 12. Altura de plantas (ALT) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 44

Figura 13. Altura de plantas (ALT) de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos (A) e 2° ciclo (B) da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 47

Figura 14. Altura de plantas (ALT) de capim Tifton 85 no 4° ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013 49

Figura 15. Fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 51

Figura 16. Fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos (A) e no 2° ciclo (B) ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 53

Figura 17. Fitomassa fresca de plantas (FMF) de capim Tifton no 4° ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 54

Figura 18. Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 1° ciclo do capim Tanzânia nos dois métodos de irrigação utilizados em função da CE da água de irrigação (CEa). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 58

Figura 19. Fitomassa seca de plantas (FMS) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 59

Figura 20. Fitomassa seca da parte aérea de plantas (FMS) de capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 61

Figura 21. Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 4° ciclo do capim Tifton 85 nos dois métodos de irrigação utilizados em função da CE da água de irrigação (CEa). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 63

Figura 22. Número de Perfilhos (NP) de capim Tanzânia no 2° e 4° ciclos (A) e nos dois métodos de irrigação utilizados no 3° ciclo (B) da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 66

Figura 23. Área foliar (AF) do 2° ciclo do capim Tanzânia nos dois métodos de irrigação (A) e do 4° ciclo aos 36 dias após o corte (B) em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 69

Figura 24. Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tanzânia ao final dos diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 71

Figura 25. Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 73

Figura 26. pH do solo cultivado com capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 77

Figura 27. pH do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 78

Figura 28. RAS estimada do solo cultivado com capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 81

Figura 29. RAS estimada do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....19
2.1. PRODUÇÃO DAS FORRAGEIRAS.....19
2.2. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO.....21
2.3. QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....22
2.4. EFEITOS DA SALINIDADE DA ÁGUA SOBRE AS PLANTAS.....22
2.4.1. Altura de plantas.....23
2.4.2. Fitomassa fresca.....24
2.4.3. Fitomassa seca.....25
2.4.4. Número de perfihos.....25
2.4.5. Área foliar.....25
2.5. EFEITOS DA SALINIDADE DA ÁGUA SOBRE O SOLO.....26
2.5.1. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo.....27
2.5.2. pH da pasta de saturação.....28
2.5.3. Razão de adsorção de sódio (RAS).....30
2.6. ALTERNATIVAS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS.....30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....32
3.1. LOCALIZAÇÃO.....32
3.2. SOLO.....32
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....34
3.4. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....36
3.4.1. Plantio das forrageiras.....36
3.4.2. Adubação e fertirrigação.....37
3.4.3. Irrigação.....37
3.5. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....37
3.5.1. Características avaliadas nas forrageiras.....37
3.5.2. Características avaliadas no solo.....39
3.6. DADOS CLIMÁTICOS.....41
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....43
4.1. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DAS FORRAGEIRAS.....43
4.1.1. Altura de plantas.....43

4.1.2. Fitomassa fresca.....49
4.1.3. Fitomassa seca.....56
4.1.4. Número de perfilhos.....64
4.1.5. Área foliar.....67
4.2. ALTERAÇÕES NO SOLO CULTIVADO COM AS FORRAGEIRAS.....70
4.2.1. Condutividade elétrica do solo (CE_{es}).....70
4.2.2. Reação do solo – pH.....75
4.2.3. Razão de Adsorção de Sódio (RAS).....80
5. CONCLUSÕES.....85
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....86

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui elevado potencial para a produção de forragem, justamente por localizar-se numa região de clima tropical. Assim sendo, a formação de boas pastagens e capineiras assume real importância, tornando-se a melhor opção para a alimentação do rebanho nacional, pois, além de se constituir no alimento mais barato disponível, oferece todos os nutrientes necessários para um bom desempenho dos animais. Existem várias gramíneas forrageiras, tais como as dos gêneros *Panicum* e *Cynodon*, que, se bem manejadas, podem constituir o principal componente da dieta de ruminantes, com função importante na redução do custo de produção na pecuária.

As gramíneas do gênero *Cynodon*, como a cultivar Tifton 85, vêm se destacando nos últimos anos, sendo frequentemente recomendadas como forrageiras para alimentação de animais em todo o mundo. O capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) tem sido amplamente utilizado em áreas de pastagem no Brasil. Consideradas espécies exigentes em água, a utilização destas gramíneas em sistemas irrigados e com um manejo adequado proporciona altas produtividades de forragens de qualidade.

Na região Nordeste, com raras exceções, não se tem dado atenção ao manejo das pastagens sejam elas cultivadas ou nativas. Normalmente são usadas taxas de lotação elevadas, que provocam baixo desempenho animal e acelerada degradação do solo. Este fato é agravado devido esta região ser caracterizada por longo período de estiagem, áreas de solos rasos e pedregosos, baixa capacidade de retenção de água, elevada evaporação, potencialidade para erosão, altas temperaturas e irregularidade de distribuição das chuvas.

Como forma de compensar a falta de chuvas na maior parte do ano, a irrigação de pastagens tem sido implantada em várias microrregiões do Nordeste como forma de aumentar a produtividade dos rebanhos, se tornando uma alternativa viável no semiárido nordestino, por apresentar bons resultados, diminuindo a escassez de alimento para o rebanho no período seco.

Vários métodos e sistemas de irrigação podem ser utilizados na irrigação de pastagens, e a escolha do mais adequado geralmente esbarra no gosto do produtor, adaptabilidade ao sistema de produção e manejo adotados, custo por unidade de área, características topográficas e físicas do solo, além da qualidade da água de irrigação. O sistema de irrigação mais utilizados no cultivo de pastagens tem sido a irrigação por aspersão. Todavia, quando a água de irrigação apresenta problemas com alta salinidade, torna-se necessário estudar a

utilização do método de irrigação por gotejamento, visando definir o método que mais se adéqua a esse sistema de produção das pastagens.

De acordo com a cobertura vegetal da superfície do solo pelas pastagens, recomenda-se utilizar a irrigação por aspersão. Porém, se a água de irrigação apresentar problemas com salinidade, a utilização deste método pode ser inconveniente, pois se a cultura for sensível a íons tóxicos, como o sódio ou cloreto, ocorreria absorção foliar destes elementos presentes nesta água.

Já os sistemas de irrigação localizada dificilmente são utilizados na irrigação de pastagens, devido ao seu elevado custo por unidade de área. Porém, poderiam ser os mais adequados quando se utiliza águas salinas, pois comparados com o método de irrigação por aspersão, teria uma melhor capacidade de lixiviação, além de evitar o contato direto dos sais com a superfície das folhas, o que acarretaria em maiores quedas na produtividade.

A utilização de águas salinas está relacionada à escassez de água de boa qualidade e ao aumento da sua demanda para atender ao crescimento da população, associada ao elevado consumo de água pelas culturas irrigadas, o que tem evidenciado o interesse em aumentar a eficiência na utilização desses recursos. Estas fontes de águas de qualidade inferior são muito comuns nas regiões semiáridas, devido à ocorrência de águas subterrâneas rasas, além da baixa e intermitente recarga do lençol freático.

A utilização de água salina na agricultura irrigada deve ser precedida de um estudo científico que mostre o seu impacto sobre a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas, sejam eles frutos ou pastagens, e, também, sobre as propriedades do solo, buscando-se encontrar os materiais mais resistentes e as técnicas de manejo mais adequadas. Assim, a amenização dos efeitos prejudiciais e a melhor convivência com a problemática da salinidade podem ser alcançadas com algumas técnicas alternativas de manejo, como a utilização de lâmina de lixiviação e irrigações com maior frequência. Isto envolve, também, a reutilização de água de drenagem com elevados teores de sais e utilização de espécies mais resistentes quando irrigadas com água salina.

Desta forma a definição do nível de salinidade na água e no solo, tolerável pelos capins Tifton 85 e Tanzânia, bem como a concentração de íons que podem causar toxidez à cultura é de fundamental importância para melhorar o manejo de áreas irrigadas mantendo sempre uma boa produtividade de pastagens, e consequentemente a sustentabilidade do sistema de produção.

Assim, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da utilização de água salina no desempenho das gramíneas forrageiras Tifton 85 e Tanzânia cultivadas em Argissolo

Vermelho Amarelo da região do semiárido de Mossoró – RN e irrigadas por dois métodos de irrigação (aspersão e gotejamento), bem como, identificar a tolerância destas forrageiras ao uso de águas salinas, definindo um nível de salinidade que pode levar a uma produção aceitável das plantas, durante quatro ciclos das culturas, sem que as características do solo sejam profundamente alteradas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PRODUÇÃO DAS FORRAGEIRAS

O Tifton 85 (Figura 1) é um híbrido F1 interespecífico resultante do cruzamento entre Tifton 68 (*Cynodon nlemfuënsis*) e PI 290884 (*Cynodon dactylon*), uma variedade advinda da África do Sul. É classificado como sendo uma gramínea de ciclo fotossintético C4, subtropical, perene, que se caracteriza por apresentar um crescimento prostrado, ser estolonífera e rizomatosa (por isso agrupada como grama bermuda), apresentando colmos e folhas grossos de coloração verde bastante escura, estolões abundantes, verdes de tom arroxeado e rizomas grosso, mas em quantidade relativamente pequena. Sua inflorescência é pequena, e formada por cinco racemos digitados no ápice da ráquis, não produzindo sementes viáveis em função de ser um híbrido interespecífico (2n = 50) (TONATO; PEDREIRA, 2013).

Figura 1. Ilustração do Capim Tifton 85 cultivado a campo (Fonte: GALO GIGANTE)

As gramíneas do gênero *Cynodon*, ao qual pertence a cultivar Tifton 85, apresentam uma grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, vegetando entre os paralelos 35° N a 35° S, e em diversas condições de solo e clima, sendo classificada por alguns especialistas como "uma invasora onipresente e cosmopolita" (TONATO; PEDREIRA, 2013).

As plantas do gênero Cynodon são apropriadas para a produção de feno, por apresentarem morfologia adequada, principalmente haste fina e folhas bem aderidas ao colmo (HADDAD & CASTRO, 1998). A utilização da irrigação nesse gênero proporciona elevadas produtividades de matéria seca (RODRIGUES et al., 2005). As maiores produções de matéria seca do Tifton 85 são alcançadas com cortes realizados a intervalos de quatro semanas, na

época de chuvas e seis semanas, na época de seca. Esses intervalos de cortes proporcionam os mais altos teores de proteína bruta na matéria seca do Tifton 85 (ALVIM et al., 1999).

É possível ainda fazer o uso da altura, em conjunto com outras variáveis, para determinar o momento do corte. O capim Tifton 85 deve apresentar entre 45 a 50 cm de altura no momento do corte para alcançar rendimentos satisfatórios, o que corresponde ao intervalo do número de folhas vivas por perfilho preconizado. Acima desse valor é possível se observar diminuição no valor nutritivo, devido à diminuição na relação folha:haste que se acentua com o alongamento das hastes (CÂNDIDO et al., 2013).

O capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) (Figura 2) é uma planta cespitosa, de ciclo anual, com altura média de 1,3 m, folha decumbente com largura média de 2,6 cm. Lâminas e bainhas são glabras, sem serosidade. Os colmos são levemente arroxeados. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas, e secundárias, longas, apenas, na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas (EMBRAPA, 2001).

Figura 2. Ilustração do Capim Tanzânia cultivado a campo (Fonte: TERRASTOCK)

É uma cultivar que, mesmo apresentando colmos velhos, não é rejeitada pelos animais, o que, normalmente, acontece com touceiras de Colonião e Tobiatã. A produção forrageira do capim Tanzânia foi de 133 Mg ha^{-1} ano^{-1} de matéria verde e 26 Mg ha^{-1} ano^{-1} de matéria seca. Sua produção, no nível baixo de fertilidade do solo, correspondeu a 80% do nível alto (VILELA, 2013).

Várias características destacam o capim Tanzânia das demais cultivares disponíveis no mercado: comparada com a cv. Colonião apresenta produção foliar 80% maior, superioridade

de 30% a 40% na produtividade de sementes, além de promover ganhos de peso do rebanho por hectare por ano 15% maior. Avaliado em pastejo rotacionado por quatro anos, suportou 2,6 e 1,1 UA ha^{-1}, durante o período das águas e da seca, respectivamente, apresentando ganho médio de 720 kg de peso vivo ha^{-1} ano^{-1} (EMBRAPA, 2001).

Os melhores resultados são obtidos em pastejo rotacionado, com 1 a 5 dias de pastejo e 25 a 30 dias de descanso, durante o período chuvoso e 45 a 50 dias no inverno. Em diversos experimentos a taxa de lotação ultrapassou a 4,0 U.A./ha. Pode ser utilizada por bovinos, em fase de engorda e cria. Pode ser consumida por eqüinos e ovinos (VILELA, 2013). De acordo com Olivindo et al.(2003), a melhor idade para corte do capim Tanzânia é aos 28 dias.

2.2. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os métodos de irrigação são classificados em dois grandes grupos: superficiais, também chamados de métodos de gravidade, e sob pressão, que compreende os métodos de irrigação por aspersão e por gotejamento.

O objetivo principal da irrigação por aspersão é distribuir água no solo na forma de chuva de baixa intensidade, de tal maneira que possa ser infiltrada sem escoamento superficial. A uniformidade de distribuição vai depender do perfil de distribuição produzido pelo aspersor que, por sua vez, é função da velocidade do vento, da pressão de serviço, da uniformidade de rotação, da altura de elevação e do diâmetro do bocal e espaçamento entre aspersores. Na irrigação por gotejamento a água é aplicada mediante dispositivos que o fazem em forma de gota a gota ou mediante fluxo contínuo, com uma vazão inferior a 20,0 L h^{-1} por ponto de emissão ou por metro linear de mangueira de gotejamento (CHRISTIANSEN, 1942).

Deve-se utilizar o método ou sistema de irrigação adequado, de acordo com as características do solo e da planta. Se o solo apresentar problemas de salinidade, o método mais adequado será a inundação ou aspersão quando se tem boa drenagem, mas se a água disponível para irrigação apresentar alto teor de sais, a irrigação por gotejamento será o mais indicado para reduzir os efeitos nocivos da salinidade (DIAS, 2003).

O método de irrigação por aspersão pode induzir danos maiores às culturas, quando se utiliza água salina, pois as folhas também absorvem os sais, reduzindo a produtividade; já nas áreas irrigadas por inundação ou gotejamento, devido não haver contato da água com a folha, o efeito é menor, aumentando a tolerância das culturas, além de que os sistemas superficiais são mais efetivos em uma condição onde existe grande potencial de salinização, para se promover, então, a lixiviação dos sais do perfil do solo (DIAS, 2003).

2.3. QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, a qualidade da água de irrigação é de crucial importância principalmente devido a sua escassez, sendo o agricultor obrigado a utilizar águas de qualidade inferior. Assim, a utilização de águas salinas na irrigação pode representar um risco para a produção agrícola das culturas. Em certos casos, essas águas promovem alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo em proporções que desfavorecem o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas (ALENCAR et al., 2003).

Frequentemente, os problemas de salinidade na agricultura têm ocorrido devido à elevação do nível do lençol freático. Neste caso, a água, em razão do movimento ascendente por capilaridade, atinge a zona radicular e, na medida em que ela é evaporada ou evapotranspirada, os sais ficam acumulados na superfície. Esta forma de salinização é um processo rápido em áreas irrigadas em clima quente, principalmente quando o solo permanece em repouso por longos períodos (DIAS et al., 2003).

A condutividade elétrica é parâmetro mais empregado para expressar a salinidade da água, pois apresenta elevada correlação com a quantidade de sais dissolvidos na água, quanto maior a salinidade maior a capacidade de conduzir corrente elétrica que é o inverso da resistividade elétrica ou capacidade passar conduzir uma corrente elétrica (PEREIRA, 2011).

Segundo Rhoades et al. (1992), a utilização das águas para irrigação depende das condições de uso, incluindo-se cultura, clima, solo, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água quanto à salinidade não aconselhadas para avaliar a adequabilidade da água de irrigação. Estes autores sugerem uma classificação da água dividida em classes baseada na condutividade elétrica, onde as águas seriam classificadas em não salina, quando a CE for menor que 0,7 dS m^{-1}; ligeiramente salina, quando a CE ficar entre 0,7 e 2,0 dS m^{-1}; moderadamente salina, quando a CE ficar entre 2,0 e 10,0 dS m^{-1}; altamente salina, quando a CE ficar entre 10,0 e 25,0 dS m^{-1}; excessivamente salina quando a CE ficar entre 25,0 e 45,0 dS m^{-1} , sendo considerada como salmoura quando a CE for maior que 45,0 dS m^{-1}.

2.4. EFEITOS DA SALINIDADE DA ÁGUA SOBRE AS PLANTAS

A qualidade da água para irrigação está relacionada aos seus efeitos prejudiciais aos solos e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados a sua utilização. Para evitar problemas

consequentes do uso inadequado da água, deve existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade (AYERS; WESTCOT, 1999).

As plantas em solos salinos apresentam crescimento desuniforme e folhas de coloração verde azulada, relativamente grossas, cerosas e, dependendo da concentração de sais existente no solo, apresentam queimaduras marginais (DIAS, 2003). Maas e Hoffman (1977) afirmam que, de maneira geral, a salinidade afeta negativamente as plantas em todos os estádios, sendo que em algumas culturas mais sensíveis, isto pode variar dos primeiros estádios para os últimos.

O estresse ocasionado pelo excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização de nutrientes essenciais para as plantas (AMORIM et al., 2010), retardando seu crescimento e reduzindo a produção. De modo geral, a produção vegetal relativa decresce linearmente com o aumento da salinidade do solo a partir de determinado nível de salinidade, denominado "salinidade limiar" da cultura (MAAS; HOFFMAN, 1977).

2.4.1. Altura de plantas

O Capim Tanzânia possui altura média de 1,30 m. Miranda et al. (2010), avaliando a produção de *Panicum maximum* Jacq. (cvs. Tanzânia e Mombaça) em resposta à irrigação com efluentes da carcinicultura em águas interiores e comparando os resultados com os obtidos com a irrigação convencional, utilizando água de rio, verificaram que ambas as cultivares apresentaram maior altura ($p < 0,05$) quando foram irrigadas com o efluente da carcinicultura (95,57 e 96,21 cm, respectivamente), em relação à irrigação com a água do rio (91,66 e 93,91 cm, respectivamente), não sendo observadas diferenças entre as cultivares quando irrigadas com o mesmo tipo de água.

Quando as pastagens atingem determinada altura, e o capim já cobre todo o solo e já está fazendo sombra nas folhas que estão situadas na parte mais baixa da touceira do capim, há diminuição no crescimento da planta e morte das folhas mais velhas, denominada folha senescente. Atualmente, para o capim Tanzânia é recomendado que o consumo do mesmo ocorra quando as plantas apresentarem 70 cm de altura (LIMA et al., 2012).

A altura de plantas pode ser influenciada pelo nível de salinidade da água de irrigação. Gomes et al. (2011), avaliando o efeito do espaçamento de plantio e da salinidade da água de irrigação no crescimento e na fisiologia de plantas de milho, utilizando águas com duas condutividades elétricas (CE_a) diferentes, uma com 0,8 dS m^{-1} (oriunda de poço) e a outra com CE_a de 5,0 dS m^{-1}, aplicada em sulcos nivelados e fechados, verificaram que a altura das

plantas não sofreu influência do espaçamento, mas apresentou diferença significativa com relação à salinidade da água de irrigação, sendo que o valor médio de altura das plantas irrigadas com água salina (5,0 dS m^{-1}) foi de 1,23 m, menor do que o valor médio das plantas irrigadas com água de poço (0,8 dS m^{-1}), que atingiu 1,36 m.

Porém, outros autores verificaram que a Altura de plantas é menos afetada pela salinidade da água de irrigação, como pôde ser constatado por Vieira et al. (2005), que, avaliando a produtividade e a composição químico-bromatológica da forragem de dois genótipos de sorgo forrageiro irrigados por sulcos, com águas contendo quatro níveis de salinidade (0,90 (água de poço); 2,6; 4,2 e 5,8 dS m^{-1}), constatou que a altura das plantas não se mostrou tão sensível à aplicação de águas salinas, sendo observadas reduções de 10 e 6% nos genótipos CSF 18 e CSF 20, respectivamente.

2.4.2. Fitomassa fresca

As pastagens são consideradas a forma mais prática e econômica de alimentação animal e, portanto, desempenham papel fundamental nos sistemas de produção de carne e / ou de leite (ARAÚJO et al., 2010). Por se destacar pela elevada produção de fitomassa fresca, várias pesquisas são realizadas com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação na produção das gramíneas.

Scivitarro et al. (2012), avaliando a tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água de irrigação na fase vegetativa, com cinco níveis de salinidade na água de irrigação (testemunha sem sal; e soluções 0,25%; 0,50%; 0,75% e 1,0% de NaCl), verificaram que a produção de fitomassa fresca da parte aérea dos genótipos de arroz diminuem proporcionalmente ao aumento do nível de sal na água de irrigação aplicada na fase vegetativa.

Dantas et al. (2006), verificando a influência da salinidade na produção de biomassa fresca e seca e na composição mineral de cinco clones de capim-elefante e um híbrido de capim-elefante com milheto, utilizando dois níveis de salinidade: S_0 = correspondente ao solo sem adição de NaCl (0,69 dS m^{-1}) e S_1 = correspondente ao solo salinizado artificialmente com 3,15 g de NaCl por kg de solo (15 dS.m^{-1}), verificaram que o aumento no nível de salinidade causou reduções na produção de biomassa dos clones de *Pennisetum*, sendo tais reduções mais acentuada nos clones sensíveis à salinidade.

2.4.3. Fitomassa seca

As gramíneas do gênero *Cynodon*, ao qual pertence a cultivar Tifton 85, são plantas forrageiras que apresentam diversas características desejáveis, dentre elas, uma alta produtividade de matéria seca, produzindo anualmente cerca de 20 a 25 Mg ha^{-1}.

Gella et al. (2012) verificaram que o teor de matéria seca do tecido vegetal do capim Tifton 85 diminui com o aumento da condutividade elétrica da água, como também que a matéria seca apresenta maior suscetibilidade ao efeito da CE da água que a matéria fresca, em níveis de CE maiores que 3,1 dS m^{-1}.

Morais Neto (2009) avaliando os componentes de biomassa em capim Canarana, nos níveis de salinidade da água iguais a 0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m^{-1}, verificou que houve redução da fitomassa seca de forragem total, massa seca de forragem verde, massa seca de lâmina verde e a massa seca de colmo verde, na proporção de 0,312; 0,306; 0,092 e 0,216 g, respectivamente, para cada unidade de incremento na salinidade da água de irrigação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al. (2005), que notaram que a aplicação de águas salinas, com CE igual a 5,8 dS m^{-1}, reduziu o rendimento de matéria seca da forragem de genótipos de sorgo em até 23%, quando comparado com a aplicação de água com CE igual a 0,9 dS m^{-1}.

2.4.4. Número de perfihos

Vários estudos, com diferentes genótipos e em diferentes locais e ambientes (FAGERIA, 1991; ZENG et al., 2001; GRATTAN et al., 2002; RODRIGUES et al., 2005; MELO et al. 2006), demonstraram relação linear entre o aumento dos níveis de salinidade e a diminuição do número de perfilhos, além do aumento do número de perfilhos não produtivos.

A salinidade do solo pode causar falhas no processo germinativo, inibição de emissão de perfilhos e morte de plântulas (CARMONA, 2011). Neste sentido, ao avaliar os efeitos da salinidade do solo e do manejo da adubação potássica sobre atributos de arroz irrigado, Carmona (2011) verificou redução linear da massa de perfilhos com o aumento da salinidade.

2.4.5. Área foliar

A diminuição da área foliar das plantas sob condições de estresse salino é um mecanismo importante para a redução das perdas de água pela planta; entretanto, vale destacar que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, o que ocorre diretamente na folha, atuando na formação de

carboidratos, que são alocados para os órgãos vegetativos e reprodutivos (GOMES et al., 2011).

O capim Tifton 85 apresenta os maiores índices de área foliar em comparação aos capins *Florakirk, coastcross* e cultivares de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo utilizando ovinos sob condições de lotação contínua, além de apresentar, como amplitude ótima de uso, condições de pasto que variam de 5 a 15 cm (FAGUNDES et al., 1999).

Dentre as variáveis de crescimento avaliadas por Gomes et al. (2011), na cultura do milho, a área foliar foi a que mostrou maior sensibilidade em relação aos fatores avaliados, reduzindo com o aumento da salinidade da água de irrigação por sulcos. A redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2009). De acordo com Gomes et al. (2011), também representa alterações na partição de fotoassimilados e redução na área destinada ao processo fotossintético, o que pode resultar em perdas de produtividade.

Entretanto, Morais Neto (2009), avaliando os efeitos da salinidade em capim Canarana, verificou que a salinidade não afetou ($p > 0,05$) a área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF), mostrando que esta cultura resistiu ao estresse salino.

2.5. EFEITOS DA SALINIDADE DA ÁGUA SOBRE O SOLO

Em regiões áridas e semiáridas, onde há baixa precipitação pluvial, a presença de camadas impermeáveis e a elevada evaporação contribuem para o aumento da concentração de sais solúveis na solução do solo. Um dos principais efeitos da salinidade no solo é o surgimento de alterações na estrutura do solo, devido às interações eletroquímicas entre os cátions e as argilas, sendo que estas se expandem quando úmidas e se contraem quando secas (PEREIRA, 2011).

Solos salinos podem ser identificados pela presença de crosta branca de sal precipitado em sua superfície, devido ao movimento ascendente da solução salina e à intensa evaporação do solo. O excesso de sais nesses solos torna-os floculados, não apresentando qualquer problema de permeabilidade, verificando-se, no entanto, manchas desnudas. Solos sódicos são fracamente agregados, adensados e compactos quando secos, sendo pegajosos e plásticos quando úmidos. Devido a esses fatos, os mesmos apresentam baixa permeabilidade, são pegajosos e difícil de serem trabalhados. A camada superficial apresenta textura grossa e

quebradiça, com rachaduras de 1 a 2 cm de espessura e profundidade variável, dando uma falsa impressão de que o solo não apresenta problema de permeabilidade (DIAS, 2003).

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este. Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa ou alta. Os Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos são solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 2006).

Diversas medidas de laboratório são usadas para se identificar os solos afetados por sais, sendo as mais importantes o pH da pasta de saturação do solo (pH_{ps}), condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) e a porcentagem de sódio trocável (PST) (RAIJ, 1991). Para se avaliar o perigo de sodificação do solo, utiliza-se outra medida, conhecida por razão de adsorsão de sódio (RAS).

2.5.1. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo

A salinidade do solo pode ser determinada a partir de medidas de condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), considerado método padrão, ou da condutividade do extrato em diferentes relações solo:água (RICHARDS, 1954).

A condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo expressa a concentração total de sais solúveis no solo, pelo fato de estar intimamente relacionada com a concentração total de eletrólitos dissolvidos na solução (DIAS, 2003).

Rhoades et al. (2000) afirmam que para se identificar os níveis de salinidade de água, é necessário que se disponha de um esquema de classificação, sugerindo a seguinte classificação: água não salina - CE < 0,7 dS m^{-1}, ligeiramente salina - CE entre 0,7 e 2,0 dS m^{-1}, moderadamente salina - CE entre 2, e 10 dS m^{-1}, altamente salina - CE entre 10 e 25 dS m^{-1} e excessivamente salina - CE entre 25 e 45 dS m^{-1}.

Para Medeiros e Gheyi (1997), o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas. Assim, o monitoramento direto da salinidade na zona

radicular é recomendado para avaliar a eficiência dos diversos programas de manejo nas áreas irrigadas. Essas águas nem sempre são adequadas para irrigação, contribuindo para o aparecimento de problemas de salinidade e, consequentemente, problemas nutricionais do cultivo, resultando em prejuízos para os agricultores. A água de irrigação, mesmo de baixa salinidade, pode se tornar um fator de salinização do solo se não for manejada corretamente (AYERS; WESTCOT, 1999).

Quando os teores de sódio na água de irrigação atingem valores elevados em relação ao cálcio e magnésio, podem promover um processo de sodificação do solo, degradando suas características físicas (FREIRE et al., 2003). O entendimento das relações entre os íons presentes na solução dos solos afetados por sais, e na água, possibilita planejar um manejo adequado dos mesmos quanto ao cultivo, irrigação e drenagem, ou correção, com maior segurança. Águas de irrigação contendo sais de sódio devem ser utilizadas com cautela, monitorando-se as alterações que podem provocar nos solos a fim de evitar problemas de degradação devido à capacidade do sódio em promover a dispersão dos colóides (SILVA et al. 2007).

Silva et al. (2007) estudando o risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas verificaram que o uso de águas de condutividade elétrica crescente promoveu a elevação da CE_{es}, e que o maior acúmulo de sais no solo foi observado na camada superficial (até 15 cm de profundidade) em todos os níveis de salinidade da água de irrigação e que a utilização de águas mais salinas produziu maior salinidade média no perfil.

Quando não existe disponibilidade de dados de salinidade dos solos, podemos estimar com boa precisão a soma de cátions (SCAT) ou ânions (SAN), as concentrações de cloreto, cálcio, cálcio mais magnésio e a relação de adsorção de sódio (RAS), como também a RAS ajustada e a corrigida dos solos, baseado na condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a) e com o auxilio de análise de regressão (MEDEIROS, 1992).

2.5.2. pH da pasta de saturação

O pH de uma solução aquosa é o logaritmo negativo da atividade do íon hidrogênio, podendo ser expresso pela equação 1:

$$pH = -\log\left[H^+\right] \qquad (1)$$

em que:

pH - Potencial de hidrogênio

H^+ - Produto entre a concentração de íons hidrogênio e o coeficiente de atividade (mol L^{-1}).

O pH da pasta de saturação do solo é determinado quando o solo se encontra em forma saturada, ou seja, todos os espaços porosos disponíveis são ocupados pela água destilada. Na análise de rotina, sua determinação é feita na suspensão 1:2,5 e, normalmente, esses valores são ligeiramente maiores que os da pasta saturada, quando o solo apresenta caráter salino (DIAS, 2003).

Com respeito à reação do solo é comum o pH variar no decorrer do ciclo em função da alcalinidade da água de irrigação utilizada que, normalmente, está associada à concentração de bicarbonatos (DIAS et al., 2004; PAIVA et al., 2004).

Silva et al. (2007) estudando o risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas verificaram que o uso de águas de condutividade elétrica crescente promoveu a elevação do pH, concordando com os resultados obtidos nas mesmas condições edafoclimáticas, por Costa (1999), Dias (2001), Barros (2002) e Paiva et al. (2004), que constataram aumentos no pH dos solos com tratamentos de salinidade. Nesses casos, a elevação do pH se deve à utilização de águas da região, que apresentam concentração elevada de Ca^{2+} e HCO_3^-, levando à formação de $CaCO_3$ no solo, aumentando o seu pH. O mesmo também foi verificado por Porto Filho (2003) em área cultivada com melão irrigado com águas salinas da região, em um Latossolo Vermelho.

De acordo com Porto Filho et al. (2011) quando, na composição química das águas utilizadas na irrigação, a quantidade de Cl^- e Na^+ é maior que a quantidade de HCO_3^- e CO_3^{2-}, este fato contribui para a não elevação do pH do solo, prevalecendo a neutralidade do NaCl com relação ao pH, inibindo, portanto, a hidrólise do Na^+, que pode elevar o pH.

Os teores de cloreto podem atingir valores superiores a 80% do total de ânions presentes nas águas com níveis de salinidade elevados (CE_a > 3,0 dS m^{-1}), e águas com baixa salinidade (CE_a < 0,75 dS m^{-1}) podem ter concentrações de bicarbonato muito próximas ou superiores as de cloreto (SILVA JÚNIOR, GHEYI e MEDEIROS, 1999). No primeiro caso pode ocorrer a diminuição do pH do solo irrigado com a água de salinidade e teores de cloreto elevados, enquanto que no segundo caso pode ocorrer elevação do pH do solo irrigado com água de baixa salinidade, mas com concentrações de bicarbonatos mais elevadas.

2.5.3. Razão de adsorção de sódio (RAS)

A RAS é um índice que representa a concentração relativa de sódio em relação às concentrações de Ca e Mg na solução ou no extrato de saturação e calculada a partir da seguinte equação:

$$RAS = \frac{Na^{+}}{\left[\left(Ca^{++} + Mg^{++}\right)/2\right]^{0,5}} \qquad (2)$$

em que;

RAS – Razão de adsorção de sódio (mmol $L^{-1})^{0,5}$;

Na, Ca e Mg - Concentrações dos íons na solução analisada ($mmol_c$ L^{-1}).

De acordo com Pereira (2011), a razão de adsorção de sódio do extrato de saturação (RAS_{es}) e a PST (Percentagem de sódio trocável) são os principais parâmetros para avaliar o risco de sodificação do solo. A RAS da água de irrigação em conjunto e a concentração total de sais, expressa em condutividade elétrica (CE) são usadas comumente como índice para avaliar o risco de determinada água proporcionar sodicidade no solo, com a redução da capacidade de infiltração do solo e dispersão de argilas (PIZARRO, 1985).

De acordo com Pereira (2011), o sódio trocável em excesso causa dispersão das partículas de argila, fazendo com que elas se movimentem para as camadas mais profundas do solo, tornando-o menos permeável, dificultando ou impedindo a lixiviação dos sais. Com a redução da aeração, as condições físicas do solo tornam-se deficientes e problemáticas, podendo ocasionar redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, com consequente redução da produção.

Pereira (2011), avaliando o comportamento de cultivares de meloeiro, irrigado com água de diferentes condutividades elétricas (CE), num Argissolo Amarelo em Mossoró-RN, verificou que, a razão de adsorção de sódio (RAS) cresceu proporcional com os valores da CE da água de irrigação, independente da cultivar que foi estudada. Resultado semelhante foi observado por SILVA et al. (2007), os quais verificaram que com o aumento da salinidade ocorre uma elevação das RAS nos quatros tipos de solos avaliados.

2.6. ALTERNATIVAS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS

A utilização na irrigação de águas com elevadas concentrações de sais deve ser seguida de práticas que impeçam a acumulação excessiva de sais no solo em níveis prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. A lixiviação, passagem de água através do

perfil do solo, é uma alternativa prática e eficiente para reduzir o excesso de sais solúveis nos solos a uma taxa que permita manter a salinidade média na zona radicular em valores toleráveis às culturas (RHOADES; CHANDUVI; LESCH, 1999).

Para se estimar a necessidade de lavagem de manutenção de um solo irrigado, necessita-se conhecer tanto a salinidade da água irrigada como a salinidade tolerada pela cultura. A salinidade da água de irrigação pode ser medida diretamente, em termos de condutividade elétrica (CE_a). A salinidade tolerada pela cultura é a salinidade média da água contida na zona radicular, representada pela salinidade do extrato de saturação resultante (CE_{es}) e pode ser estimada utilizando-se dados da literatura (DIAS, 2003).

Embora a maioria das águas dos aquíferos da região do agropolo Mossoró / Assu possuam água de boa qualidade, são relativamente elevadas as concentrações de sais, às vezes superando 2000 mg L^{-1}, aproximadamente 3,0 dS m^{-1}. Neste caso, sua utilização fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo de práticas culturais como irrigação e adubação, com vistas ao controle da salinização. (MEDEIROS et al., 2003).

A tolerância de uma cultura aos sais é a capacidade de suportar os efeitos do excesso de sais na zona radicular. Tal fato se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica que têm algumas plantas, o que lhes permite absorver, mesmo em meio salino, maior quantidade de água (DIAS, 2003).

A diminuição dos intervalos de irrigação ou aumento de sua frequência mantém o potencial osmótico do solo alto, permitindo a absorção normal de água e nutrientes pelas plantas. Em irrigações frequentes, aplicam-se lâminas de água pequenas em intervalos menores, mas a frequência de irrigação deve ser tal que não comprometa o crescimento nem o desenvolvimento da planta, pela falta de aeração provocada pelo excesso de umidade (DIAS, 2003).

A tecnologia da mistura de água proporciona economia de água de boa qualidade e aumenta sua oferta para outros fins, como o consumo humano, seja no consumo direto ou na produção de culturas alimentícias sensíveis à salinidade. Portanto, a mistura de águas é uma alternativa viável para a região semiárida do Nordeste para possibilitar o uso de agua salina na produção de forragem, uma vez que essa tecnologia possibilita a produção satisfatória sem reduzir o teor proteico da forragem (SILVA, 2013).

Outra alternativa de manejo para a utilização de águas salinas seria a utilização da irrigação localizada nas pastagens, devido à ausência de contato da água com a folha tornando o efeito da salinidade menor, aumentando a tolerância, além de promover melhor a lixiviação dos sais da região do sistema radicular pala formação do bulbo molhado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - DCAT, localizado nas dependências da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, campus Oeste, Mossoró/RN, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas de 5º 12´de latitude sul e 37º 19´ de longitude oeste, com altitude média de 18 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSwh', com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm, e umidade relativa de 68,9 % (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989).

O ambiente protegido possui cobertura em arco, com 7,0 m de largura, 18 m de comprimento e pé direito de 4,0 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo anti-ultravioleta e espessura de 150 micras, protegida nas laterais com malha negra tipo sombrite com 50% de sombreamento (Figura 3).

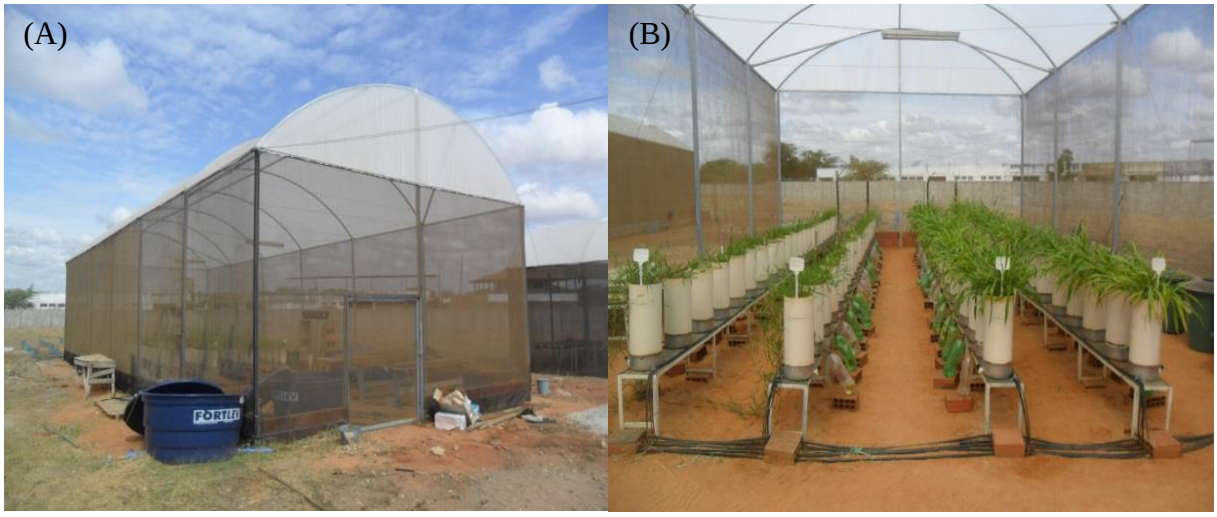


Figura 3. Detalhes da casa de vegetação utilizada no experimento, mostrando a estrutura e o fechamento do ambiente protegido (A) e a disposição das plantas dentro da casa de vegetação (B).

3.2. SOLO

O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, textura franca arenosa (EMBRAPA, 1999). Este solo, que é proveniente da comunidade de Boa Fé, município de Mossoró-RN, apresenta bom desempenho agrícola, com limitações decorrentes da fertilidade natural e da textura arenosa em superfície. Após a coleta, o solo foi transportado até a Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, seco ao ar, destorroado, peneirado em peneira de abertura de 4,0 mm, para retirar as impurezas como raízes e

cascalhos, acondicionado em vasos de PVC, com 0,2 m de diâmetro e 0,5 m de altura, com capacidade de 0,0157 m³ (15,7 L) (Figura 4).

Figura 4. Ilustração das colunas de PVC utilizadas durante a pesquisa

Antes da instalação do experimento foram realizadas as análises físico-químicas do solo (Tabela 1), a fim de promover a adubação adequada das parcelas e seguir a recomendação de adubação em cada ciclo, como também foi confeccionada a curva de retenção de água no solo (Figura 5). Para a curva de retenção, as amostras foram inicialmente saturadas e submetidas às tensões de 2, 4, 6 e 10 kPa na coluna de areia (REINERT; REICHERT, 2006) e de 33, 100, 300 e 1.500 kPa nos aparelhos extratores de Richards (EMBRAPA, 1997), para a determinação da retenção de água no solo. Através do programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2000) foram obtidos os parâmetros empíricos α, n e m, que foram usados para o ajuste das curvas de retenção de água, realizado segundo modelo proposto por Van Genuchten (1980).

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

pH	M.O.	P	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	t	CTC	V	PST
	(%)	-------- (mg dm^{-3}) ------			---------- ($cmol_c$ dm^{-3}) ----------							------- % ------	
4,84	1,67	16,9	20,4	3,0	1,20	0,24	0,10	1,60	1,51	1,61	3,11	48	0,4

	Areia	Silte	Argila
Densidade (kg dm^{-3})	---------- (g kg^{-1}) ----------		
1,50	790	30	180

A densidade do solo foi obtida pelo método da proveta segundo a recomendação do manual de analise de solo da EMBRAPA (1999).

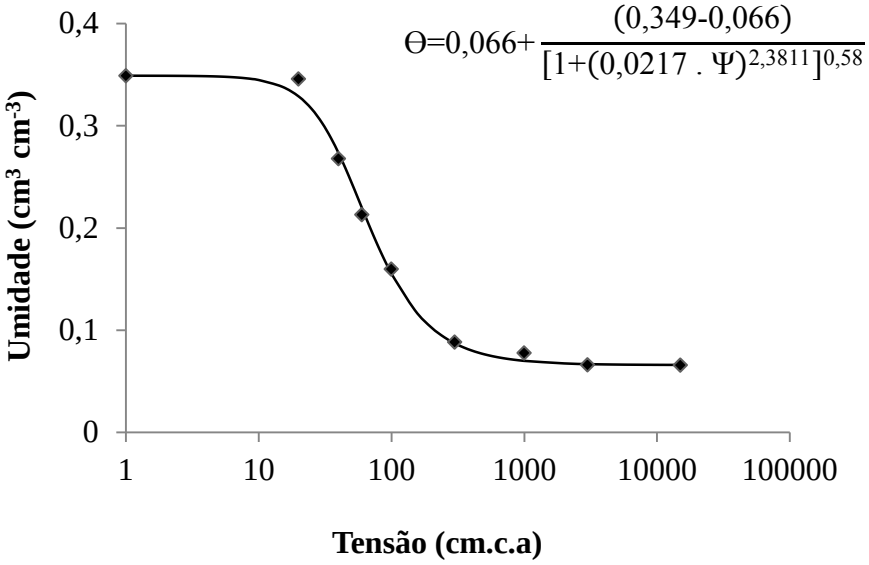


Figura 5. Curva de retenção de água no solo, ajustada ao modelo de van Genuchten (1980), em função da tensão da água no solo para o Argissolo vermelho amarelo. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Após a coleta das plantas em cada ciclo, foram retiradas amostras de solo de cada coluna de PVC, em seguida estas foram analisadas para determinação das características físico-químicas e químicas, a saber: o pH, a condutividade elétrica do extrato de saturação e a concentração de íons trocáveis (Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Cl^-, e $H^+ + Al^{3+}$), no laboratório de física e química do solo do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O trabalho de pesquisa constou de dois experimentos, um com Capim Tifton 85 e outro com Capim Tanzânia. Em cada um deles, foi utilizado o delineamento inteiramente aleatorizado, com tratamentos em esquema fatorial, com quatros repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de dois métodos de irrigação (gotejamento e aspersão) com cincos níveis de salinidade da água de irrigação (S_1=0,5; S_2=1,5; S_3=2,5; S_4=3,5 e S_5=4,5 dS m^{-1}). O croqui mostrando a disposição dos tratamentos deste estudo está representado na figura 6.

A irrigação por gotejamento tinha como emissores microtubos ou “espaguetes”, com vazão de 1,5 L h^{-1}, enquanto que a irrigação por aspersão foi feita por simulação, utilizando regadores, em que a água era aspergida sobre as folhas das plantas e o excesso de água escorria até atingir o solo e infiltrar-se. Para isso, se utilizou uma espécie de funil, disposto na base das plantas, cujas laterais eram totalmente envolvidas, evitando que a água da aspersão caísse fora do vaso.

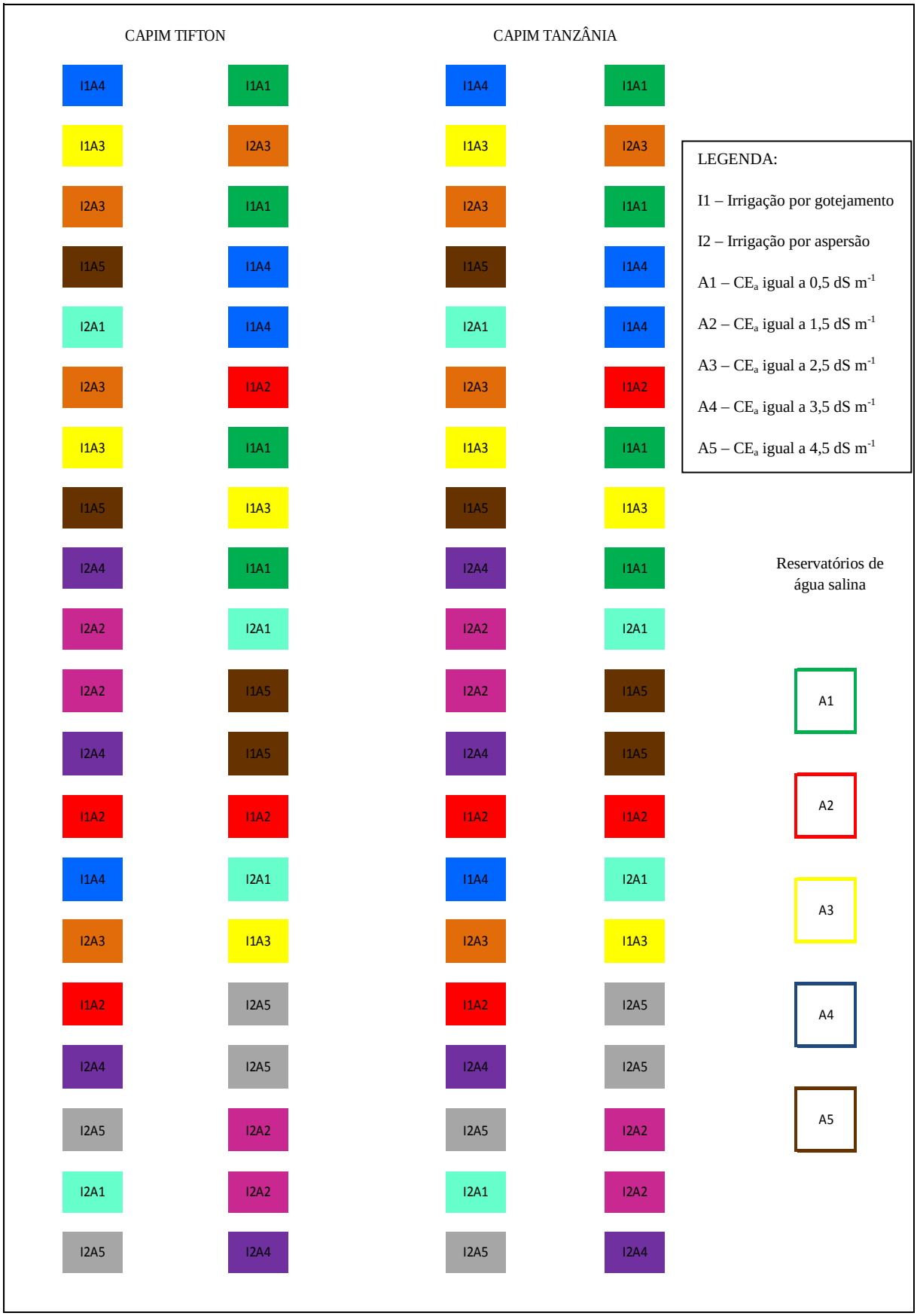


Figura 6. Croqui mostrando a disposição dos tratamentos na área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Os níveis de salinidade variando de S_2 a S_5 foram obtidos com a mistura de uma água de baixa salinidade (S_1) (CE_a = 0,5 dS m^{-1}), proveniente do Arenito Açu com outra de salinidade elevada (S_5) (CE_a = 5,0 dS m^{-1}), proveniente do Calcário Jandaíra, em poços existentes na própria UFERSA, onde as proporções destas foram definidas utilizando uma planilha eletrônica para calcular a quantidade de cada água na mistura e ajustando a CE_a da mistura com um condutivímetro de bancada. Na Tabela 2 estão contidas as características químicas das águas do Arenito Açu e do Calcário Jandaíra utilizadas na irrigação dos capins Tifton 85 e Tanzânia.

Tabela 2. Análise química das águas do Arenito Açu e do Calcário Jandaíra utilizadas na irrigação das forrageiras. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Origem			Cátions ($mmol_c$ L^{-1})					Ânions ($mmol_c$ L^{-1})		
da Água	pH	CE (dS m^{-1})	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	RAS	HCO_3^{-}	CO_3^{-}	Cl^{-}
Arenítica	8,0	0,5	2,0	0,9	2,9	0,4	2,3	4,0	0,2	1,8
Calcária	7,1	5,0	14,3	18,2	9,6	0,7	2,4	5,2	-	9,2

3.4. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.4.1. Plantio das forrageiras

O plantio foi realizado no dia 08 de janeiro de 2013. Para o capim Tanzânia, foram semeadas aproximadamente 20 sementes por vaso, a uma profundidade de 1,0 cm. Após cinco dias do plantio, cerca de 90% das sementes de todos os tratamentos havia germinado. Quando as plântulas atingiram 5,0 cm de altura foi realizado um desbaste deixando apenas uma plântula por vaso.

Para o capim Tifton 85, foram utilizados ramos vegetativos doados por um produtor que cultiva a forrageira em sua propriedade, localizada no Sítio Bom Jesus, em Mossoró - RN, utilizando estolhos contendo de três a quatro gemas, a uma profundidade de 3,0 cm. Ao longo do experimento foram realizadas as principais práticas culturais necessárias para o desenvolvimento das plantas, como adubação, irrigação, drenagem, cortes, e adotando-se sempre o manejo preventivo no controle de pragas e doenças, através de monitoramento, sendo que, durante todo o experimento não houve problemas fitossanitários.

3.4.2. Adubação e fertirrigação

Foi realizada adubação de fundação nos vasos aos 10 dias antes do plantio seguindo as recomendações para a cultura, em regime de irrigação, onde se utilizou 1,0 g por vaso de Superfosfato Simples e 3,0 g por vaso de calcário dolomítico como corretivo para a acidez do solo.

Após o plantio das gramíneas, toda a adubação foi realizada através da fertirrigação, sendo executada sempre após cada corte, portanto, a partir do 1° corte, utilizando como fonte de macronutrientes os fertilizantes monoamônio fosfato (MAP), ureia, Cloreto de Potássio (KCl) e sulfato de magnésio ($MgSO_4$) na dosagem de 1,0 g por vaso de cada fertilizante, e como fonte de micronutrientes o fertilizante "Crop Set" (contendo Cu, S, Fe e Mn) na dosagem de 1,0 mL por vaso.

3.4.3. Irrigação

Foram adotados dois métodos de irrigação, um por gotejamento e outro por aspersão. O manejo da irrigação foi baseado em dados de umidade do solo obtidos com o auxílio de baterias de tensiômetros instaladas a 20 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas diariamente, com seu manejo realizado por meio de tensiometria, repondo-se o volume de água necessário para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, de acordo com a umidade atual do solo, calculada em função da tensão medida no tensiômetro, de acordo com o ajuste da curva de retenção de água no solo (Figura 6), sendo o volume de água aplicado estimado, para cada nível de salinidade, pela equação 3.

$$I=(\theta cc - \theta a)*Z \quad (3)$$

Onde:

I - Lâmina de irrigação (mm);

Θ_{cc} - Umidade do solo na capacidade de campo ($cm^3\ cm^{-3}$);

Θ_a - Umidade atual do solo ($cm^3\ cm^{-3}$), correspondente a um potencial matricial Ψ (cm.c.a);

Z - Profundidade do sistema radicular (mm)

3.5. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.5.1. Características avaliadas nas forrageiras

Para avaliar o crescimento e desenvolvimento das forrageiras, foram realizados quatro cortes, sempre ao final de cada ciclo do experimento. O 1° corte foi feito 25 dias após o

plantio, o 2° foi feito em 29 dias após o 1° corte, o 3° em 31 dias após o 2° e o 4° corte foi realizado em duas etapas: o capim Tifton 32 dias após o 3° corte e o capim Tanzânia 36 dias após o 3°corte. Em cada etapa do experimento, foram realizadas as seguintes determinações: altura (ALT), determinada com uma trena; fitomassa fresca (FMF) e fitomassa seca (FMS) da parte aérea dos capins Tifton 85 e Tanzânia, além de área foliar (AF) e número de perfilhos (NP) do capim Tanzânia.

Para avaliar o crescimento das plantas nas parcelas, antes de cada corte foram medidas as plantas existentes avaliando a altura da planta, correspondente a distancia entre o colo da planta (superfície do solo) e a extremidade superior do maior perfilho.

Após a medição das alturas, foram feitos os cortes, em seguida as plantas coletadas foram levadas imediatamente ao Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde foram pesadas, assim, determinando-se a fitomassa fresca da planta (FMF). Em seguida, suas partes eram separadas, sendo fracionadas em caules, partes reprodutivas e folhas, onde estas foram pesadas separadamente a fim de se obter a área foliar, através do método de discos. A partir do 2° ciclo do capim Tanzânia, foram contados o número de perfilhos (NP) das parcelas.

Após todo material ser pesado, este foi embalado em sacos de papel e postos para secar em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65 ± 1 °C, permanecendo até apresentarem massa constante, determinando-se em balança analítica de precisão (0,01 g) a fitomassa seca da planta (FMS).

A área foliar (AF) foi determinada pelo método dos discos foliares, onde foi utilizado um vazador com diâmetro interno de 1,1 cm, retirando-se quinze discos de cada amostra, coletados em pontos distribuídos em todo o comprimento das folhas do capim Tanzânia. A área foliar foi estimada pela equação 4:

$$AF = \frac{(MSF+MSD) \text{ x } ND \text{ x } AD}{MSD} \quad (4)$$

Onde:
AF - Área foliar (cm²);
MSF - Massa seca das folhas (g);
MSD - Massa seca dos discos (g);
ND - Número de discos;
AD - Área do disco (cm²).

Por impossibilidade de se fazer este procedimento, a área foliar do Capim Tifton não foi determinada.

3.5.2. Características avaliadas no solo

Ao longo do ciclo das culturas foi realizado monitoramento da evolução da salinidade do solo, usando amostras de solo coletadas com auxilio de trado com 3,0 cm de diâmetro, na profundidade de 0 a 10 cm de profundidade, nas quais foram realizadas análises, onde foi determinada a condutividade elétrica no extrato solo-água na proporção de uma parte de solo para duas partes e meia de água ($CE_{1:2,5}$). Os parâmetros utilizados na avaliação da salinidade do solo foram: o $pH_{1:2,5}$, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) e a razão de adsorção de sódio (RAS) obtida através da Equação 2.

A salinidade do solo, expressa em condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) foi estimada a partir da $CE_{1:2,5}$. A metodologia utilizada na determinação da $CE_{1:2,5}$ consistiu em se colocar em copo descartável de 50 mL, 10 cm³ do solo previamente seco ao ar e peneirado e adicionar 25 mL de água destilada, agitando-se a mistura com bastão de vidro por 30 segundos. A solução foi deixada em descanso por um período de uma hora para decantação das partículas de solo e a leitura da condutividade elétrica (CE) feita com a célula do condutivímetro colocada na suspensão solo:água, sempre com referência a temperatura de 25 ºC. Posteriormente estas amostras eram agitadas para medição do $pH_{1:2,5}$.

A determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), se desenvolveu a partir de equação de regressão, usando a metodologia do eixo principal reduzido, conforme Menk e Igue (1992), a partir da $CE_{1:2,5}$ versus CE_{es} de parte das amostras, ou seja, das amostras compostas de cada unidade experimental, considerando amostras na profundidade de 0 - 10 cm. Como os resultados foram satisfatórios para os dois métodos de irrigação e para as duas espécies vegetais, como também bastantes próximos, foi utilizado apenas uma equação com os valores médios dos coeficientes das relações direta e inversa do perfil do solo, sendo suficiente para fazer a correlação, transformando os valores de $CE_{1:2,5}$ para a CE_{es} (Figura 7).

A obtenção do extrato, após uma noite do preparo da pasta, seguiu o método padrão, que consiste na separação do extrato da pasta utilizando-se funil de Büchner com papel de filtro, acoplado a um kitasato e uma bomba de sucção. As medições foram realizadas segundo os padrões do *U.S. Salinity Laboratory Staff*, apresentados por Richards (1954), sendo a salinidade expressa em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}), em dS m^{-1} a 25 °C. Nesse caso, para obtenção do extrato, foram colocados 300 g de solo seco ao ar e acrescentou-se água até atingir o ponto de pasta, obtendo-se, assim, a pasta de saturação, que consiste em solo elástico ao toque com espátula.

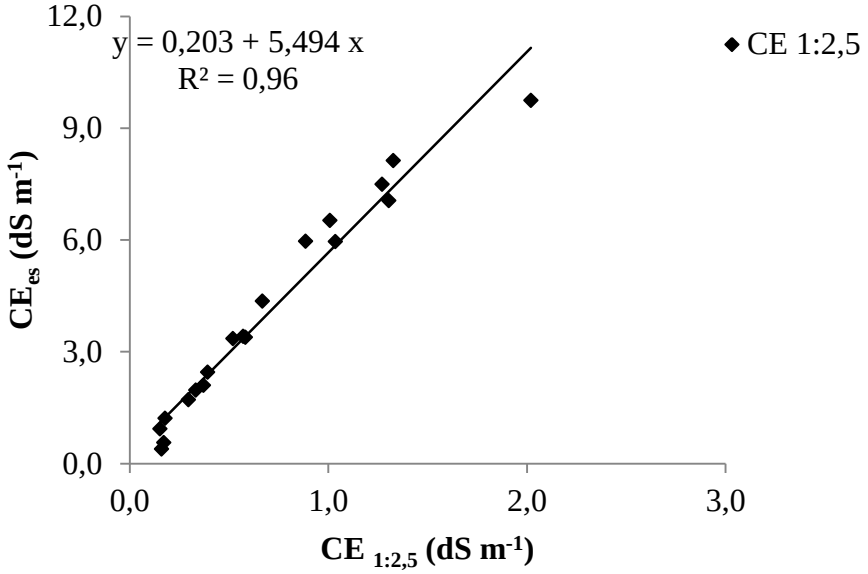


Figura 7. Relação direta entre $CE_{1:2,5}$ e CE_{es} no final do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Para se determinar a razão de adsorção de sódio (RAS) também foi feita estimativa para todas as épocas e profundidades de amostragem e tratamentos, a partir da CE_{es}, onde estabeleceu-se uma equação de regressão, determinada a partir de medidas da RAS dos extratos, obtidas da pasta de saturação. Com os valores da RAS e CE_{es} dos extratos obtidos pelo método padrão, foram elaboradas equações de regressão, onde foram analisadas as correlações entre estas características (Figura 8).

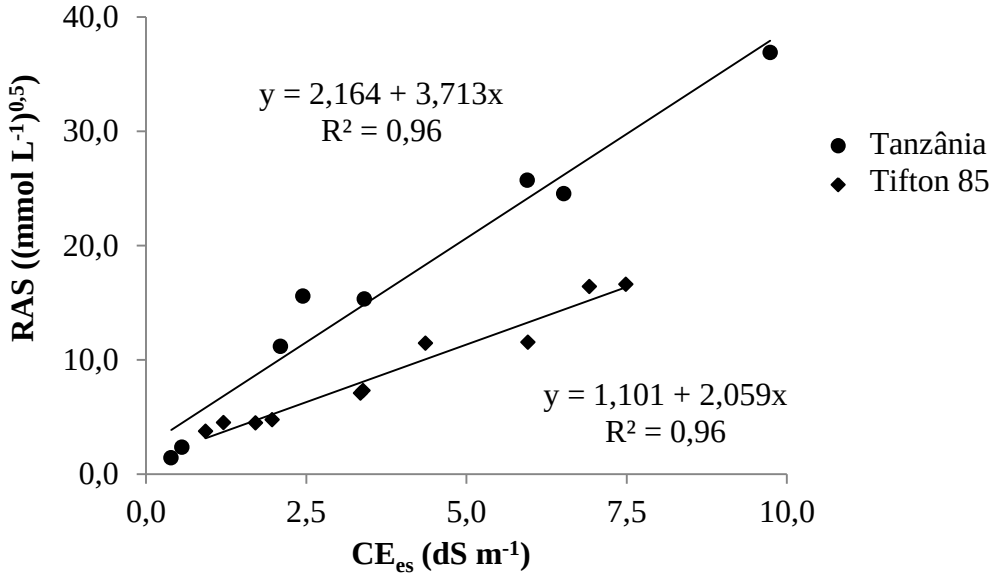


Figura 8. Relação direta entre a RAS e a CEes no final do experimento, para os solos cultivados com os capins Tanzânia e Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

3.6. DADOS CLIMÁTICOS

No decorrer de todo o experimento, foram coletados na estação climatológica da UFERSA os seguintes dados climatológicos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2,0 m de altura e precipitação pluviométrica. A temperatura do ar durante todo o experimento variou entre 21,1 °C e 38,3 °C, com média girando em torno de 28,9 °C (Figura 9). A umidade relativa do ar durante todo o experimento variou entre 24,5 e 93,3%, com média girando em torno de 62,3% (Figura 10).

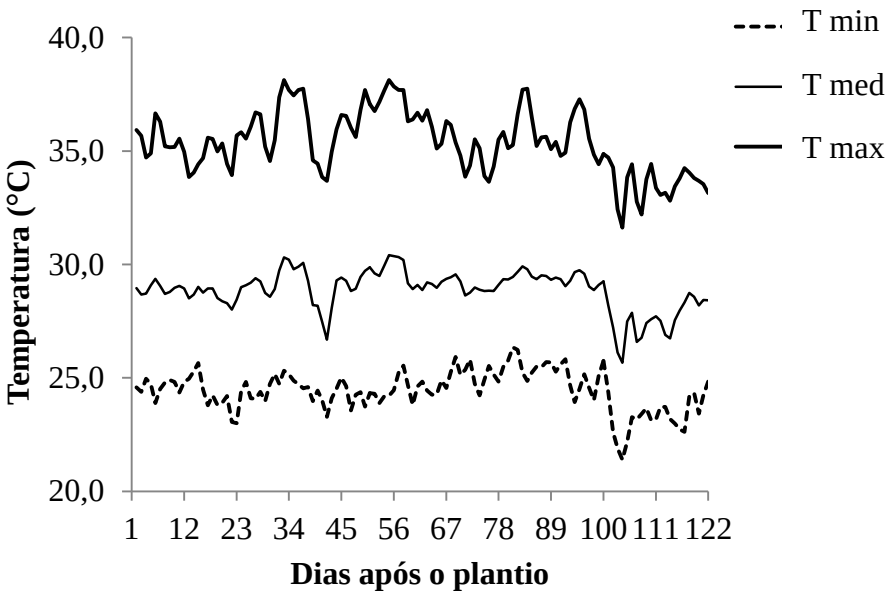


Figura 9. Temperatura máxima (T max), média (T med) e mínima (T min) diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

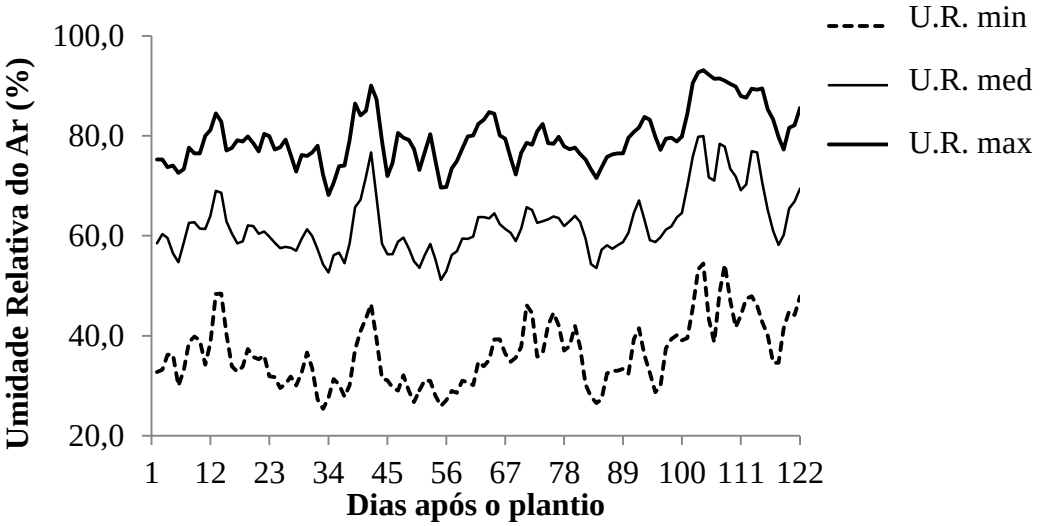


Figura 10. Umidade Relativa do Ar máxima (U.R. max), média (U.R. med) e mínima (U.R. min) diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A velocidade do vento durante todo o experimento variou entre 0,97 e 3,91 m s^{-1} com média de 2,76 m s^{-1} (Figura 11).

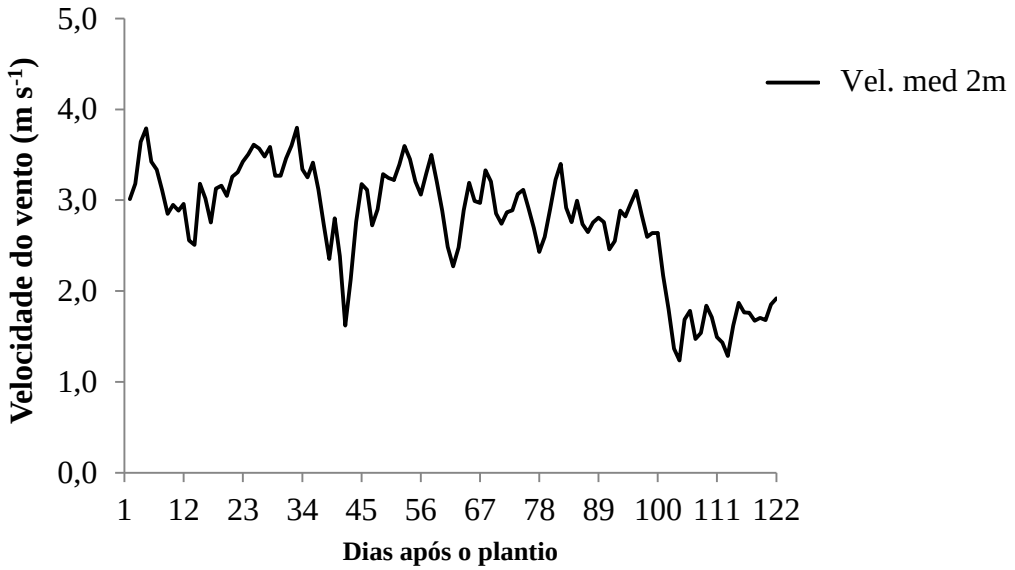


Figura 11. Valores de velocidade do vento diária no período de 08/01/2013 a 09/05/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A precipitação pluviométrica durante todo o período de 122 dias de cultivo das forrageiras foi de 361,2 mm, sendo que, 90% desta precipitação, ou seja, 323,3 mm ficaram concentrados em apenas 09 dias, do dia 18 de Abril ao dia 26 de Abril de 2013. Durante 106 dias a precipitação foi igual a 0,0 mm.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados de produção de plantas e de solo obtidos no experimento foram interpretados por meio de análises de variância e de regressão, sendo as médias do fator método de irrigação comparadas através do teste Tukey a 5% de probabilidade e os efeitos do fator salinidade avaliados por análise de regressão, desdobrando-se a interação sempre que a mesma foi significativa até 5%. Utilizou-se para tanto o software SISVAR, versão 5.1, Build 72 (FERREIRA, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DAS FORRAGEIRAS

4.1.1. Altura de plantas

Pela análise de variância (Tabela 3) verificou-se que nos dois primeiros ciclos da cultura houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) do nível de salinidade da água de irrigação sobre a ALT do Capim Tanzânia. Não se verificou efeito significativo da interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado em todos os quatro ciclos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		ALT			
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	0,0003^{ns}	0,0084^{ns}	0,000023^{ns}	0,0391*
Salinidade (S)	[4]	0,5295*	0,0121*	0,0077^{ns}	0,0133^{ns}
Regressão Linear	1	0,4061^{ns}	0,0192*	0,0151*	0,0353*
Regressão Quadrática	1	1,4265**	0,000032^{ns}	0,0129*	0,0165^{ns}
Desvio de Regressão	2	0,1428^{ns}	0,0145*	0,0013^{ns}	0,0007^{ns}
Interação M x S	4	0,2015^{ns}	0,0018^{ns}	0,0051^{ns}	0,0033^{ns}
Resíduo	30	0,1757	0,0039	0,0031	0,0056
CV		27,27	6,33	7,92	7,18

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao método de irrigação utilizado, não foi observado diferença significativa entre os dois métodos estudados nos três primeiros ciclos (Tabela 4), verificando-se somente no 4° ciclo maior ALT no método de irrigação por gotejamento (1,07 m) em relação ao método de irrigação por aspersão (1,01 m).

Tabela 4. Média da altura de plantas do capim Tanzânia por ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Gotejamento	1,53 a	1,00 a	0,70 a	1,07 a
Aspersão	1,54 a	0,97 a	0,71 a	1,01 b

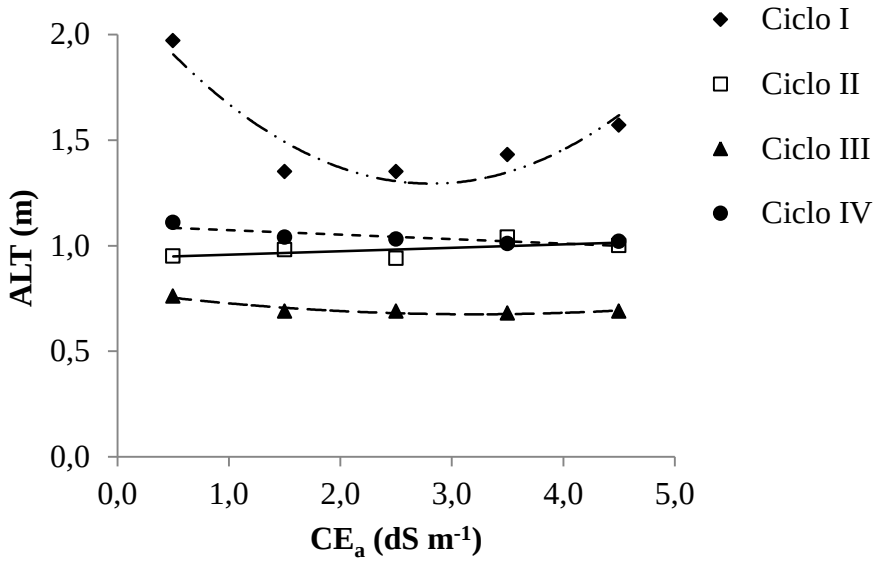
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No 4° ciclo, uma provável lixiviação menor de sais da zona radicular das plantas do solo irrigado por aspersão pode ter diminuído o crescimento das plantas, em relação ao método de irrigação por gotejamento. Isto ocorre porque neste método parte da água

aspergida é interceptada pela superfície das folhas, diminuindo a quantidade de água que é lixiviada no solo.

Aquino e Berger (2011), avaliando o crescimento e a produtividade do algodoeiro cultivado em solo arenoso sob condições de sequeiro ou de irrigação por aspersão ou gotejamento, verificaram que não houve diferença entre a ALT obtida com o uso do método de aspersão convencional ou de gotejamento.

Com relação à salinidade da água, no 1° ciclo, a ALT decresceu com efeito quadrático a partir de 1,91 m para o nível menos salino até atingir o ponto mínimo de 1,30 m para a salinidade da água igual a 2,8 dS m^{-1}, correspondente a 68,2% da ALT inicial, a partir daí crescendo com o mesmo efeito, até atingir a ALT de 1,62 m, correspondente a 85,1% da altura inicial para a CE_a igual a 4,5 dS m^{-1} (Figura 12). Na condição ambiental em que os dados foram obtidos, verifica-se que o aumento da salinidade da água de irrigação estimulou o crescimento das plantas de capim Tanzânia, a partir da CE_a igual a 2,8 dS m^{-1}, o que pode ser explicado pela metodologia utilizada. Vale salientar que em cada ciclo foi feita a medida de altura da maior planta ou perfilho, e não a média de altura de perfilhos ou a medida do mesmo perfilho, o que pode ter influenciado no resultado final.



$ALT_{Ciclo\ I} = 2,195 - 0,636^{**}CE_a + 0,113^{**}\ CE_a^2$	$R^2 = 0,87$
$ALT_{Ciclo\ II} = 0,943 + 0,015^{*}\ CE_a$	$R^2 = 0,40$
$ALT_{ciclo\ III} = 0,781 – 0,067^{*}CE_a + 0,011^{*}\ CE_a^2$	$R^2 = 0,91$
$ALT_{ciclo\ IV} = 1,094 - 0,021^{*}\ CE_a$	$R^2 = 0,66$

Parâmetros da equação: (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 12. Altura de plantas (ALT) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No 2° ciclo, a ALT cresce linearmente a partir de 0,95 m para o nível menos salino, numa razão de 0,015 m para cada unidade de incremento na CE_a, até a ALT de 1,01 m para a salinidade da água de 4,5 dS m^{-1}, o que corresponde a 106,3% da ALT inicial. Houve, portanto, maior capacidade das plantas serem tolerantes e se ajustarem osmoticamente a ambientes adversamente salinos, não comprometendo o crescimento vegetativo. O crescimento linear da ALT verificado neste ciclo e o aumento na ALT a partir da salinidade de 2,8 dS m^{-1} no 1° ciclo do capim Tanzânia estão de acordo com os resultados obtidos por Bezerra et al. (2013) que, avaliando os efeitos da salinidade no comportamento germinativo e vegetativo de plantas jovens de *Parkinsonia aculeata*, verificaram que o aumento na salinidade do solo, ocasionado pelo aumento da salinidade da água de irrigação, promoveu crescimento linear das plantas em altura, correspondente a 0,56 cm $planta^{-1}$ para cada incremento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato.

No 3° ciclo, a ALT decresceu com efeito quadrático a partir 0,75 m para o nível menos salino até atingir o ponto mínimo de 0,68 m para a salinidade da água igual a 3,0 dS m^{-1}, correspondente a 90,5% da ALT inicial, a partir daí crescendo com o mesmo efeito, até atingir a ALT de 0,70 m, correspondente a 93,6% da altura inicial para a CE_a igual a 4,5 dS m^{-1}. No 4° ciclo, a ALT decresce linearmente a partir de 1,08 m para o nível menos salino, numa razão de 0,021 m para cada unidade de incremento na CE_a, até a ALT de 1,00 m para a salinidade da água de 4,5 dS m^{-1}, o que corresponde a 92,2% da ALT inicial.

Para o Capim Tifton 85, pela análise de variância (Tabela 5) verifica-se que, com exceção do 1° ciclo, houve efeito significativo do nível de salinidade da água de irrigação sobre a ALT. Verifica-se efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado na ALT no 2° e 4° ciclos da cultura, não se verificando esta interação no 1° e 3° ciclos da cultura.

Com relação ao método de irrigação utilizado, não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 1° e 3° ciclos, momentos em que não houve interação significativa, verificando-se valores médios de ALT próximos de 1,93 e 0,99 m, respectivamente.

Quanto à interação nível de salinidade x método de irrigação utilizado, no 2° ciclo da cultura, houve diferença significativa entre os dois métodos de irrigação quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 1,5 e 2,5 dS m^{-1} (Tabela 6), verificando-se maiores valores para ALT no método de irrigação por gotejamento (2,40 e 2,45 m, respectivamente) em relação ao método de irrigação por aspersão (1,95 e 2,15 m, respectivamente).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		ALT			
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	0,0001^{ns}	0,1232^{ns}	0,0212^{ns}	0,0250^{ns}
Salinidade (S)	[4]	0,0240^{ns}	0,2732**	0,1971*	0,4590**
Regressão Linear	1	0,0661^{ns}	-	0,1980^{ns}	-
Regressão Quadrática	1	0,0264^{ns}	-	0,0720^{ns}	-
Desvio de Regressão	2	0,0017^{ns}	-	0,2592*	-
Interação M x S	[4]	0,0944^{ns}	0,1653*	0,0483^{ns}	0,2414**
			Aspersão	**Gotejamento**		**Aspersão**	**Gotejamento**
Regressão Linear	1	-	0,3115*	0,5760**	-	1,5132**	0,0774^{ns}
Regressão Quadrática	2	-	0,2786*	0,2829*	-	0,2016^{ns}	0,0257^{ns}
Desvio de Regressão	4	-	0,1399^{ns}	0,0126^{ns}	-	0,4359**	0,0558^{ns}
Resíduo	30	0,0757	0,0428		0,0628	0,0568	
CV		14,24	9,42		25,43	14,37	

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

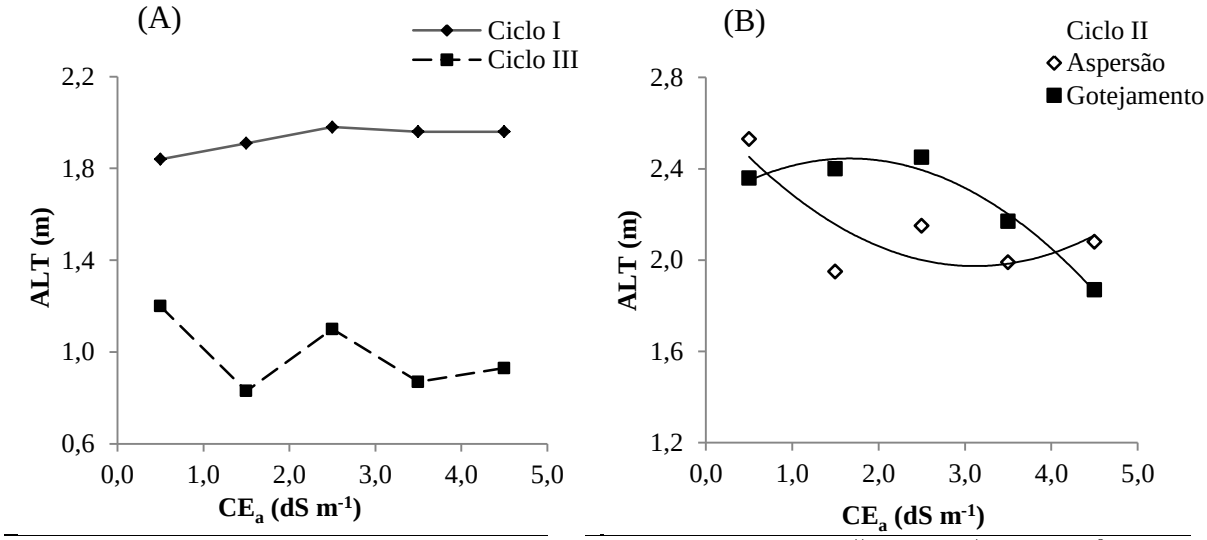
Tabela 6. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para altura média de plantas (ALT) do 2° e 4° ciclos do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	CE_a				
	0,5	**1,5**	**2,5**	**3,5**	**4,5**
	Ciclo II				
Gotejamento	2,53 a	1,95 b	2,15 b	1,99 a	2,08 a
Aspersão	2,36 a	2,40 a	2,45 a	2,17 a	1,87 a
	Ciclo IV				
Gotejamento	2,28 a	1,40 a	1,75 a	1,42 a	1,30 a
Aspersão	1,73 b	1,70 a	1,84 a	1,56 a	1,58 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical dentro dos ciclos não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já no 4° ciclo da cultura, também houve diferença significativa entre os dois métodos de irrigação utilizados, quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 0,5 dS m^{-1}, porém, verificando-se maiores valores para ALT no método de irrigação por aspersão (2,28 m) em relação ao método de irrigação por gotejamento (1,73 m).

A ALT do Capim Tifton 85 não sofreu interferência da salinidade da água de irrigação no 1° ciclo, com média de 1,93 m (Figura 13 A).



$ALT_{Ciclo\ I} = 1,93$ m	
$ALT_{Ciclo\ III} = 0,99$ m	
$ALT_{Aspersão} = 2,899 - 0,511^{**}CEa + 0,071^{*}CEa^2$	$R^2 = 0,68$
$ALT_{Gotejamento} = 2,114 + 0,306^{ns}CEa - 0,071^{*}CEa^2$	$R^2 = 0,97$

Parâmetros da equação: (^{ns}) não significativo; (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 13. Altura de plantas (ALT) de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos (A) e 2° ciclo (B) da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Efeitos não significativos para a ALT em relação ao nível de salinidade também foram evidenciados por Almeida (2012), que, estudando o efeito da salinidade residual com a cultura do milho, verificou que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a componente altura de plantas, onde anteriormente tinha sido irrigado com água de baixa salinidade (0,65 dS m^{-1}), e com água de alta salinidade (4,73 dS m^{-1}).

Para a ALT do 2° ciclo, quando a interação foi significativa, houve interferência do nível de salinidade para os dois métodos de irrigação utilizados, sendo observado efeito quadrático (Figura 13 B). No método de irrigação por aspersão, a ALT decresceu a partir de 2,66 m para a salinidade da água igual a 0,5 dS m^{-1} até atingir o ponto mínimo de 1,98 m para a salinidade da água igual a 3,6 dS m^{-1}, o que representa 74,4% da ALT inicial, a partir daí crescendo com o mesmo efeito quadrático, até atingir uma ALT de 2,04 m, para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 76,6% da ALT inicial. Já no método de irrigação por gotejamento, a ALT cresceu a partir de 2,25 m para o nível de salinidade da água igual a 0,5 dS m^{-1} até atingir o ponto máximo de 2,44 m para a salinidade da água igual a 2,2 dS m^{-1}, o que representa um crescimento de 8,6% em relação à ALT inicial, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito quadrático, até atingir uma altura de 2,05 m no nível de salinidade igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 91,3% da ALT inicial.

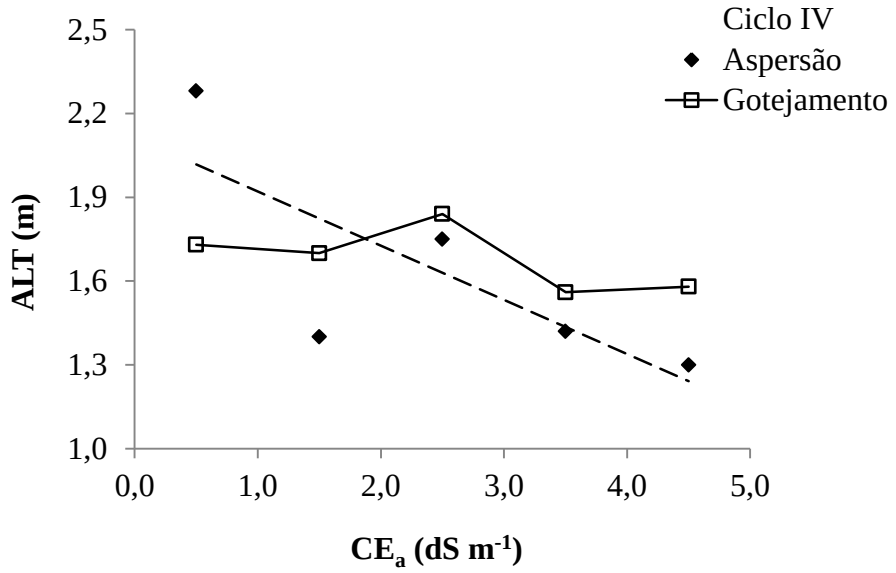
Analisando a figura 13 (B), pode-se inferir que no 2° ciclo o método de irrigação por gotejamento tende a ser melhor, pois se verifica neste método uma maior resistência à salinidade, podendo ser utilizado quando a salinidade da água for até 4,5 dS m^{-1}, o que representa uma ALT igual a 91,3 % da ALT do nível de menor salinidade. No método de irrigação por aspersão, para este ciclo, ocorreu redução drástica da ALT a partir do nível de menor salinidade, provavelmente devido ao contato direto da água salina com a superfície das folhas, inibindo seu crescimento.

No 3° ciclo, apesar do efeito significativo do fator salinidade na análise de variância do experimento, com médias variando de 0,83 m (S_2=1,5 dS m^{-1}) a 1,20 m (S_1=0,5 dS m^{-1}), estatisticamente não se observou nem efeito linear nem quadrático de regressão. Como o desvio de regressão deu significativo, talvez o efeito cúbico explique o comportamento das médias, mas como se trata de característica de planta, biologicamente torna-se de difícil compreensão a explicação deste efeito. Nogueira Filho et al. (2012), avaliando o efeito da salinidade e da luminosidade sobre o crescimento inicial de *Plectrantus amboinicus* (Lour.) Spreng., constataram a ocorrência de interação entre ambiente e salinidade na altura, evidenciando, uma dependência entre os fatores, verificando ajustes cúbicos para a altura das plantas. Apesar de não se ter feito o ajuste, observa-se no gráfico que a tendência é de redução na altura com o incremento da salinidade.

Com relação ao fator salinidade para cada método de irrigação, no 4° ciclo, houve efeito significativo para a ALT somente no método de irrigação por aspersão, em que a ALT diminuiu linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 2,12 m no nível menos salino, na razão de 0,194 m para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 1,34 m (63,4 % da ALT inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. Não foi observado efeito significativo no método de irrigação por gotejamento, em que foi obtida ALT média de 1,68 m (Figura 14).

A redução da ALT do capim Tifton a partir do 2° ciclo, à medida que CE_a foi acrescida, está relacionada ao aumento da concentração de NaCl na solução do solo ao longo do tempo do experimento, ocasionado pela oferta de água salina na irrigação, contribuindo negativamente sobre a absorção de água pelas plantas, interferindo no seu crescimento.

Este fato demonstra que, numa provável situação de pastejo rotativo a campo, em condições de estresse salino, ocorreria um atraso da altura mínima para pastejo, com consequente retardamento na data de entrada dos animais, o que causaria diminuição no teor de proteína fornecida.



$ALT_{Aspersão} = 2,217 - 0,194^{**}CE_a$	$R^2 = 0,68$
$ALT_{Gotejamento} = 1,68$ m	-

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 14. Altura de plantas (ALT) de capim Tifton 85 no 4° ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes et al. (2011) que, avaliando o efeito do espaçamento de plantio e da salinidade da água de irrigação no crescimento e na fisiologia de plantas de milho, verificaram que os valores médios de altura das plantas irrigadas com água salina (5,0 dS m^{-1}) foram menores do que as irrigadas com água de poço (0,8 dS m^{-1}).

4.1.2. Fitomassa fresca

A salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ($p \leq 0,01$) sobre a produção de FMF do Capim Tanzânia em todos os ciclos (Tabela 7). Não houve efeito significativo para a interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado em todos os quatro ciclos.

Com relação ao método de irrigação utilizado, apenas no 1° ciclo não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados (média de 156,7 g), sendo observado efeito significativo a partir do 2° ciclo (Tabela 8), verificando-se maiores valores para FMF no método de irrigação por gotejamento no 2° e 4° ciclos (478,3 g e 493,7 g, respectivamente) em relação ao método de irrigação por aspersão (452,2 g e 471,0 g, respectivamente). Somente no 3° ciclo é que maiores valores de FMF foram observados no método de irrigação por aspersão (188,15 g) em relação ao método de irrigação por gotejamento (166,71 g).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para fitomassa fresca da parte aérea (FMF) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		FMF			
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	54,9902^{ns}	6809,4902**	4594,5922**	5141,5562*
Salinidade (S)	[4]	9992,1972**	97626,0866**	10239,2416**	26044,8594**
Regressão Linear	1	39658,4180**	372235,6125**	40293,2645**	97720,2000**
Regressão Quadrática	1	7,5089^{ns}	1360,8229^{ns}	30,4514^{ns}	5170,7232*
Desvio de Regressão	2	151,4310^{ns}	8453,9556**	316,6253^{ns}	644,2571^{ns}
Interação M x S	4	32,1465^{ns}	965,9084^{ns}	380,1279^{ns}	455,1331^{ns}
Resíduo	30	125,6471	629,0652	320,1626	1006,8649
CV		7,15	5,39	10,08	6,58

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

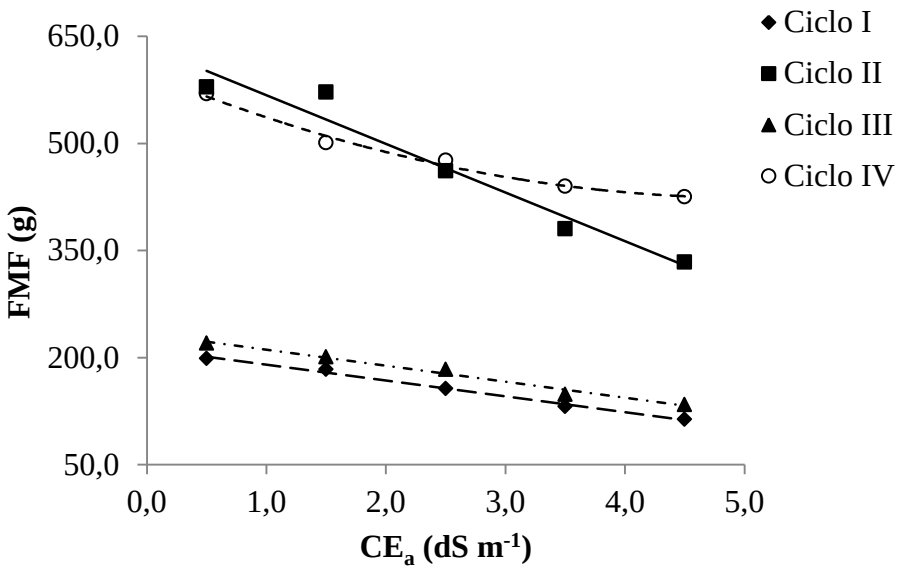
Tabela 8. Média de FMF da parte aérea de plantas do capim Tanzânia por ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Gotejamento	155,57 a	478,26 a	166,72 b	493,68 a
Aspersão	157,92 a	452,16 b	188,15 a	471,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Quando se estuda o fator salinidade, observa-se decréscimo linear da FMF nos três primeiros ciclos da cultura e efeito quadrático no 4° ciclo (Figura 15). No 1° ciclo, a FMF reduz com o incremento da salinidade a partir de 201,3 g para o nível menos salino, numa razão de 22,265 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 112,2 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, correspondente a 55,8% do valor da FMF inicial. No 2° ciclo, a FMF reduz a partir de 601,6 g para o nível menos salino, numa razão de 68,212 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 328,8 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, correspondendo a 54,6% do valor da FMF inicial.

No 3° ciclo, a FMF reduz a partir de 222,3 g, na razão de 22,442 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 132,6 g (59,6% da FMF inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 4° ciclo a FMF decresceu com efeito quadrático de maneira assintótica ao eixo da salinidade a partir de 565,8 g para o nível menos salino até atingir o ponto mínimo de 426,0 g para o limite deste estudo, que foi a salinidade da água de 4,5 dS m^{-1}, que corresponde a 75,3% do valor para o nível menos salino.



$FMF_{Ciclo\ I} = 212{,}405 - 22{,}265^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}99$
$FMF_{Ciclo\ II} = 635{,}739 - 68{,}212^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}95$
$FMF_{Ciclo\ III} = 233{,}539 - 22{,}442^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}98$
$FMF_{Ciclo\ IV} = 598{,}590 - 68{,}923^{**}CE_a + 6{,}795^{*}CE_a^2$	$R^2 = 0{,}99$

Parâmetros da equação: (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 15. Fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Para o Capim Tifton 85, a salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ($p \leq 0{,}01$) sobre a produção de FMF da parte aérea da planta em todos os ciclos (Tabela 9). Verificou-se efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado para FMF apenas no 2° e 4° ciclos da cultura.

Com relação ao método de irrigação utilizado, foi observado efeito significativo no 1° ciclo, verificando-se maiores valores para FMF de plantas no método de irrigação por gotejamento (117,7 g) em relação ao método de irrigação por aspersão (101,7 g) (Tabela 10). No 2° ciclo a interação foi significativa, ocorrendo diferença entre os dois métodos de irrigação quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 1,5 dS m^{-1} (Tabela 11), verificando-se maiores valores para FMF no método de irrigação por gotejamento (343,2 g) em relação ao método de irrigação por aspersão (299,1 g).

Somente no 3° ciclo não foi observado diferença significativa entre os dois métodos estudados (média de 73,1 g) (Tabela 10), e 4° ciclo da cultura, quando a interação também foi significativa, houve diferença significativa entre os dois métodos de irrigação utilizados (Tabela 11), quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 0,5 dS m^{-1}, porém,

verificando-se maiores valores para altura de plantas no método de irrigação por gotejamento (294,7 g) em relação ao método de irrigação por aspersão (243,4 g).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para fitomassa fresca da parte aérea (FMF) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		FMF			
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	2564,8022**	11,1302^{ns}	48,4000^{ns}	485,8090^{ns}
Salinidade (S)	[4]	4966,5481**	10164,7066**	933,4000**	8714,6121**
Regressão Linear	1	16985,7061**	-	3175,2000**	-
Regressão Quadrática	1	1076,9401^{ns}	-	46,2857^{ns}	-
Desvio de Regressão	2	901,7731^{ns}	-	256,0571**	-
Interação M x S	[4]	698,4341^{ns}	1306,6996*	37,4000^{ns}	2120,6671*
			Aspersão **Gotejamento**		**Aspersão** **Gotejamento**
Regressão Linear	1	-	10336,2250** 28052,9122**	-	29926,3702** 2725,8010^{ns}
Regressão Quadrática	1	-	416,9257^{ns} 1,1716^{ns}	-	692,3145^{ns} 839,3257^{ns}
Desvio de Regressão	2	-	471,1381^{ns} 3068,0571**	-	2758,6451* 1820,0076^{ns}
Resíduo	30	317,3144	394,8961	34,0000	764,2862
CV		16,23	6,92	7,98	11,96

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 10. Média de Fitomassa fresca da parte aérea de plantas de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo III
Gotejamento	117,75 a	74,20 a
Aspersão	101,73 b	72,00 a

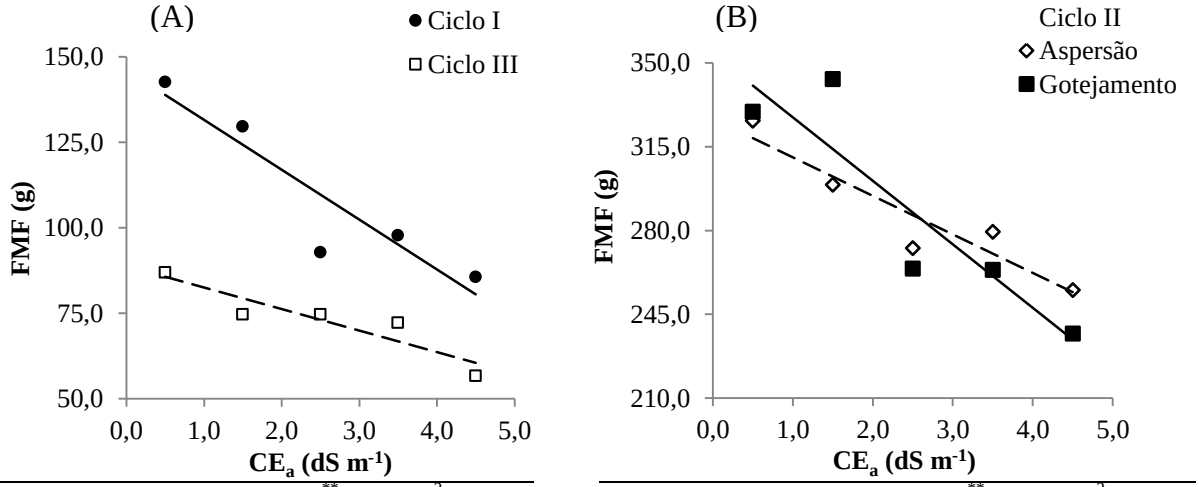
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 11. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para média da fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) do 2° e 4° ciclos do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	CE_a				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
	Ciclo II				
Gotejamento	325,8 a	299,1 b	272,6 a	279,5 a	255,2 a
Aspersão	329,6 a	343,2 a	264,1 a	263,6 a	237,0 a
	Ciclo IV				
Gotejamento	294,7 a	236,5 a	253,2 a	224,0 a	164,2 a
Aspersão	243,4 b	218,9 a	255,2 a	217,5 a	202,9 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical dentro dos ciclos não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Foi observado decréscimo linear da FMF em razão do aumento da salinidade da água de irrigação em todos os ciclos da cultura. No 1° ciclo, a FMF diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 146,2 g no nível menos salino, na razão de 14,571 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 87,9 g (60,1% da FMF inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}(Figura 16 A). No 2° ciclo, devido à interação, houve efeito significativo do nível de salinidade nos dois métodos de irrigação utilizados, sendo observados efeitos lineares (Figura 16 B). No método de irrigação por aspersão, a FMF diminuiu linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 326,6 g no nível menos salino, na razão de 16,075 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 262,3 g (80,3% da FMF inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No método de irrigação por gotejamento, a FMF diminuiu a partir de 353,7 g no nível menos salino, na razão de 26,482 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 247,8 g (70,1% da FMF inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 3° ciclo, a FMF diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 88,9 g no nível menos salino, na razão de 6,3 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 63,7 g (71,6% da FMF inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$FMF_{Ciclo\ I} = 153,451 - 14,571^{**}CEa$	$R^2 = 0,85$
$FMF_{Ciclo\ III} = 92,000 - 6,300^{**}\ CEa$	$R^2 = 0,85$

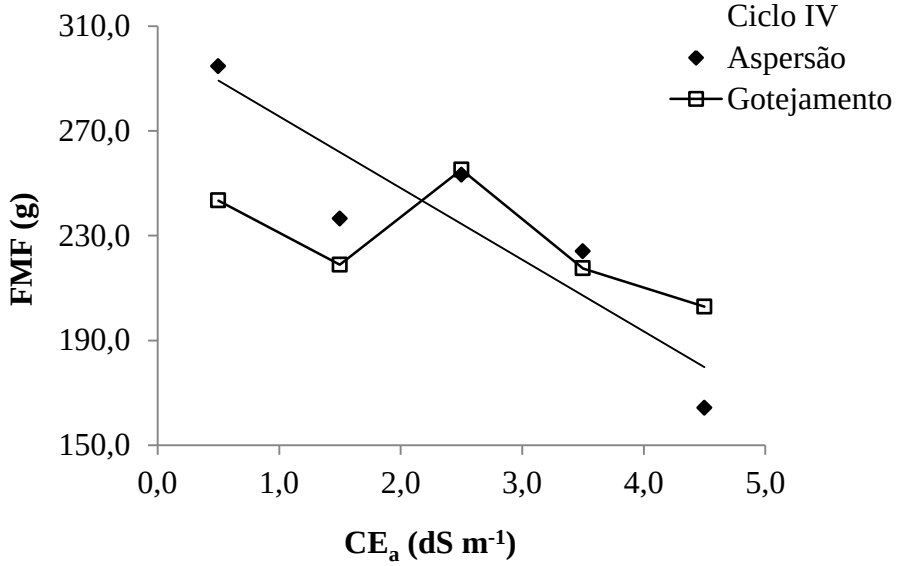
$FMF_{Aspersão} = 334,680 - 16,075^{**}CEa$	$R^2 = 0,88$
$FMF_{Gotejamento} = 366,957 - 26,482^{**}CEa$	$R^2 = 0,82$

Parâmetros da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 16. Fitomassa fresca da parte aérea de plantas (FMF) de capim Tifton 85 no 1° e 3° ciclos (A) e no 2° ciclo (B) ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Verifica-se no 1° e 3° ciclo, tanto do capim Tifton 85 como no capim Tanzânia, que os valores de FMF são bem menores que nos demais ciclos. O 1° corte realizado já com 25 dias após o plantio provavelmente tenha sido fator preponderante para isto. Rodrigues et al. (2006) avaliando o efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim Tanzânia, verificou que o aumento da idade de corte desta gramínea resultou em maiores rendimentos de forragem. Já no 3° ciclo, o aumento da CE_{es} do solo de forma drástica do 2° para o 3° ciclo, com se constará mais adiante (Figuras 24 e 25) influenciou no rendimento da FMF das forrageiras.

Já no 4° ciclo, também quando houve efeito significativo da interação, apenas o método de irrigação por aspersão apresentou significância de regressão (Figura 17), sendo observado efeito linear, em que a FMF diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 302,9 g no nível menos salino, na razão de 27,352 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 193,5 g (63,9 % do valor inicial) para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. Não foi observado efeito significativo no método de irrigação por gotejamento, em que foi obtida média de 227,6 g.



$FMF_{Aspersão} = 316,607 - 27,352^{**}CE_a$	$R^2 = 0,83$
$FMF_{Gotejamento} = 227,6$ g	-

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 17. Fitomassa fresca de plantas (FMF) de capim Tifton no 4° ciclo da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Dessa forma, a irrigação por gotejamento neste ciclo mostrou-se superior, uma vez que permitiu a utilização em qualquer nível de salinidade sem a redução de produção de Capim Tifton 85. De acordo com Mendelovici (2013) é fato que este sistema permite o uso de água com maiores níveis de salinidade para irrigação.

Menores valores para FMF no método de irrigação por aspersão nos ciclos II e IV do capim Tanzânia e nos ciclos I e IV do capim Tifton 85 podem ter ligação com o fato de que a deposição de sais diretamente na superfície das folhas acarreta desequilíbrio, diminuindo a capacidade de adaptação osmótica, com posterior redução de FMF. Quando se utiliza irrigação por aspersão em pastagens, o normal é utilizar um turno de rega menor, com maior intervalo entre as irrigações, e não irrigações diárias, em maiores frequências, como ocorreram nesta pesquisa. Portanto, a irrigação por aspersão utilizando águas salinas em grandes frequências pode inviabilizar a produção de FMF da cultura do capim Tanzânia.

Um acúmulo maior de sais na superfície do solo pode ter provocado a não diferença significativa entre os dois métodos de irrigação para a produção de FMF no 2° ciclo e quando se utilizou água com níveis de salinidade mais elevados nos ciclos II e IV do capim Tifton 85.

A redução da FMF com o incremento do nível de salinidade da água de irrigação nas plantas de Capim Tanzânia e Tifton 85, verificada em todos os ciclos, está relacionada com a perda no teor de água da parte aérea das plantas com o aumento da salinidade da água de irrigação, como resposta das plantas à salinidade mediante a sua capacidade de adaptação osmótica pela diminuição no teor de água nas folhas ou pelo aumento da concentração de solutos.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Souza et al. (2013), que avaliando a produção de matéria seca e fresca da gramínea *panicum maximum* cv Massai sob diferentes níveis de salinidade, os quais verificaram que a salinidade interferiu decisivamente na produção de matéria fresca, inviabilizando se utilizar para irrigação de pastagens água cuja condutividade elétrica se mostrar superior a 2,5 dS m^{-1}, pois após esta CE a produtividade de matéria fresca da gramínea obtêm um ligeiro decréscimo, embora apresente um elevado teor de matéria seca no tratamento T7 (CE 5,0 dS m^{-1}).

Resultados semelhantes também foram obtidos por Gella et al. (2012) que, avaliando a taxa de acúmulo de matéria verde e de matéria seca de gramíneas do gênero Cynodon sobre água residuária de indústria de farmoquímicos com condutividade elétrica de 0,0; 3,1; 5,5; 7,9 e 10,5 dS m^{-1}, verificaram que o ajuste polinomial de segunda ordem da relação entre a matéria verde e CE do efluente, evidencia um ponto de máxima acumulação, a partir daí

ocorre o decréscimo, porém, com a CE ótima para maximizar a produção de massa verde maior que aquela que otimiza a produção de massa seca.

Apesar da redução da FMF com o incremento da salinidade, observa-se que, proporcionalmente, a redução ao longo do tempo tende a ser menor em função do manejo adotado, e que é possível manter uma boa produção de FMF com o nível de salinidade igual a 2,2 dS m^{-1} para o capim Tanzânia, que no pior dos resultados deste estudo, no 2° ciclo de cultivo, representou 80,7% da FMF obtida com a água menos salina; e de 2,5 dS m^{-1} para o capim Tifton 85, que no pior dos resultados deste estudo, 1° ciclo de cultivo, representou 80,1% da FMF obtida com a água menos salina. Considerando as proporções da mistura da água mais salina com a menos salina, corresponde a uma economia de até 56% de água de boa qualidade.

4.1.3. Fitomassa seca

Também foi verificado efeito significativo na irrigação com água salina para o peso da FMS em todos os ciclos do capim Tanzânia (Tabela 12). Com relação à interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado, observa-se que esta foi observada ($p \leq 0,05$) somente no 1° ciclo, não se observando nos demais.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FMS) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		FMS				
		Ciclo I		Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	230,8802**		540,2250**	38,0250^{ns}	0,8122^{ns}
Salinidade (S)	[4]	341,1641**		2975,2516**	504,7579**	525,9419**
Regressão Linear	1	-		8778,0500**	1792,0085**	2092,0351**
Regressão Quadrática	1	-		1649,3575**	101,0610*	2,7972^{ns}
Desvio de Regressão	2	-		736,7995**	62,9811*	4,4676^{ns}
Interação M x S	[4]	88,7559*		43,9394^{ns}	4,5056^{ns}	85,1929^{ns}
		Aspersão	**Gotejamento**			
Regressão Linear		704,7602**	465,8062**	-	-	-
Regressão Quadrática		150,8145*	54,2145^{ns}	-	-	-
Desvio de Regressão		118,7591*	53,2831^{ns}	-	-	-
Resíduo	30	24,0602		57,8905	16,0672	47,2504
CV		14,05		6,46	9,92	6,92

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação à interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado, no 1° ciclo da cultura, houve diferença significativa entre os dois métodos utilizados quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 1,5 dS m^{-1} (Tabela 13), verificando-se maiores valores para FMS de plantas no método de irrigação por aspersão (48,4 g) em relação ao método de irrigação por gotejamento (33,2 g).

Tabela 13. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias da FMS da parte aérea de plantas no 1° ciclo do capim Tanzânia. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

	CE_a				
Método de Irrigação	**0,5**	**1,5**	**2,5**	**3,5**	**4,5**
Gotejamento	38,65 a	33,23 b	37,78 a	29,35 a	23,53 a
Aspersão	40,65 a	48,40 a	35,48 a	36,33 a	25,70 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No 2° ciclo foi observado efeito significativo entre os dois métodos de irrigação, verificando-se maiores valores para FMS de plantas no método de irrigação por gotejamento (121,5 g) em relação ao método de irrigação por aspersão (114,2 g). Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 3° e 4° ciclos, registrando-se médias de 40,4 g e de 99,4 g, respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14. Médias de FMS da parte aérea de plantas do capim Tanzânia a partir do 2° ciclo de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

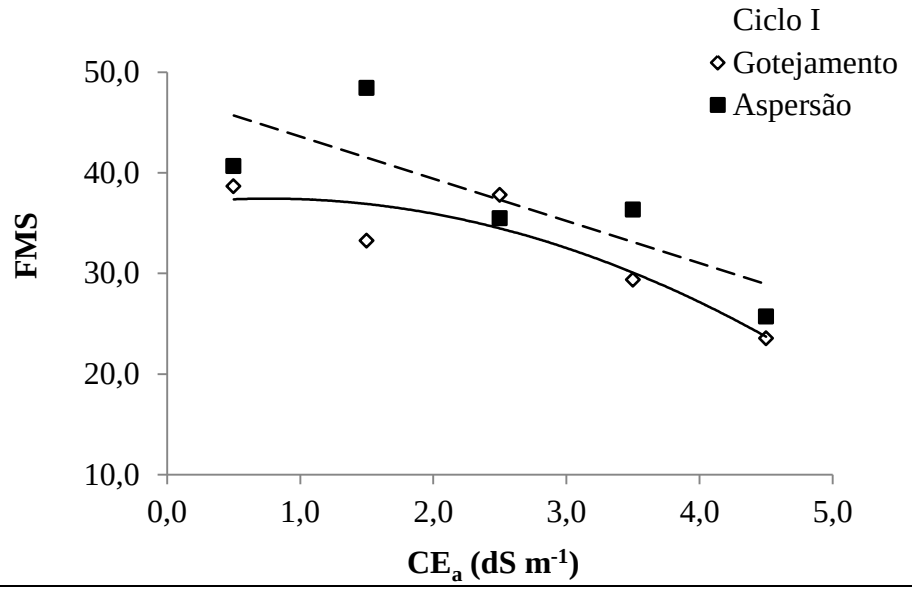
Método de Irrigação	**Ciclo II**	**Ciclo III**	**Ciclo IV**
Gotejamento	121,51 a	39,45 a	99,25 a
Aspersão	114,16 b	41,40 a	99,53 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O fornecimento de água salobra diretamente na superfície das folhas, diminuindo o efeito da lixiviação de sais do solo devido à interceptação foliar provavelmente induziu uma menor produção de FMS no método de irrigação por aspersão no 2° ciclo. No 3° e 4° ciclos, em que não houve diferença entre os métodos de irrigação, o efeito da salinidade da água foi menor em relação a uma maior quantidade de sais depositada no solo, provavelmente devido a uma maior lixiviação dos sais e uma maior adaptação osmótica da cultura ao contato com os sais.

Para a FMS houve efeito significativo do nível de salinidade nos dois métodos de irrigação utilizados no 1° ciclo (Figura 18), sendo que houve efeito quadrático no método de irrigação por aspersão, em que a FMS cresceu suavemente a partir de 42,4 g no nível menos salino até atingir o ponto máximo de 43,3 g para a salinidade da água igual a 1,2 dS m^{-1}, o que representa 102,0% da FMS inicial, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito quadrático,

atingindo uma produção mínima de 25,6 g para a CE_a igual a 4,5 dS m^{-1}, relativa a 60,4% da FMS inicial. Já no método de irrigação por gotejamento, houve efeito linear, em que a FMS reduz com o incremento da salinidade a partir de 39,3 g para o nível menos salino, numa razão de 3,412 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 25,7 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 65,3% da FMS inicial.



$FMS_{Aspersão} = 40,829 + 4,008^{ns}CE_a - 1,641^{*}CE_a^2$	$R^2 = 0,78$
$FMS_{Gotejamento} = 41,036 - 3,412^{**}CE_a$	$R^2 = 0,74$

Parâmetros da equação: (^{ns}) não significativo; (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

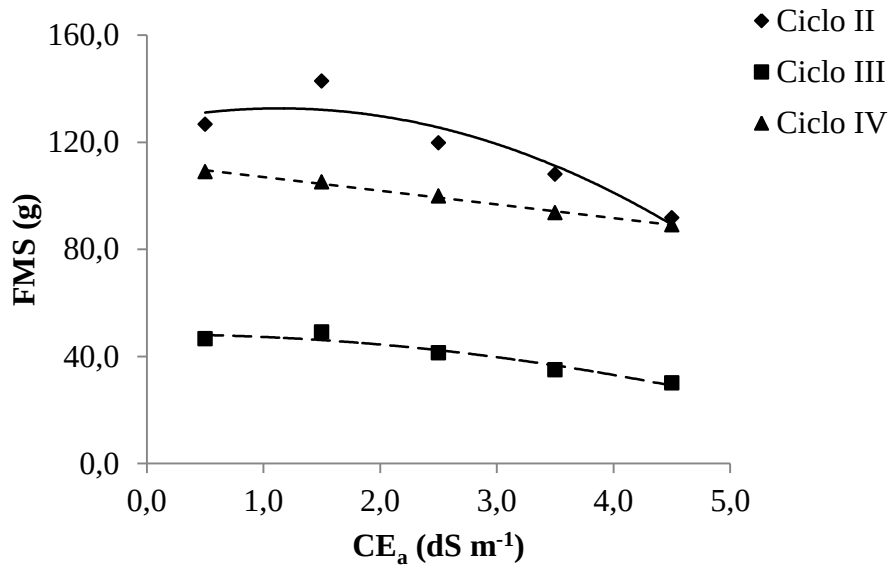
Figura 18. Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 1° ciclo do capim Tanzânia nos dois métodos de irrigação utilizados em função da CE da água de irrigação (CEa). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Verifica-se, portanto, que no estabelecimento inicial da cultura o método de irrigação por aspersão foi superior ao método de irrigação por gotejamento, já que, utilizando aquele método, pôde-se obter uma produção de FMS igual a 34,0 g para a salinidade da água igual a 3,6 dS m^{-1}, o que representa 80,0% da FMS correspondente ao nível de salinidade inicial (0,5 dS m^{-1}), enquanto que, no método de irrigação por gotejamento, este mesmo percentual já foi obtido para um nível de salinidade igual a 2,8 dS m^{-1}.

Ainda com relação ao efeito da salinidade, observou-se decréscimo da FMS em razão do aumento da salinidade da água de irrigação do 2° ao 4° ciclo (Figura 19). No 2° ciclo a FMS cresceu suavemente, com um ajuste quadrático, a partir de 131,1 g para o nível menos salino até atingir o ponto máximo de 132,7 g para a salinidade da água igual a 1,1 dS m^{-1}, correspondente a 101,2% da FMS inicial, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito

quadrático, atingindo uma produção mínima de 89,2 g para a CE_a igual a 4,5 dS m^{-1}, relativa a 68,1% da FMS inicial.

No 3° ciclo, apesar do efeito quadrático, a FMS já decresceu a partir do limite mínimo de salinidade estudado, que foi a salinidade da água igual a 0,5 dS m^{-1}, cuja produção foi de 48,0 g, até atingir o valor de 29,1 g com a salinidade igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 60,5% da FMS inicial. No 4° ciclo, a FMS decresce linearmente a partir de 109,6 g, na razão de 5,114 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 89,2 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 81,3% da FMS inicial.



$FMS_{Ciclo\ II} = 127,708 + 8,713^{*}CE_a - 3,837^{*}CE_a^2$	$R^2 = 0,88$
$FMS_{Ciclo\ III} = 48,216 + 0,017^{ns}CE_a - 0,950^{*}CE_a^2$	$R^2 = 0,94$
$FMS_{Ciclo\ IV} = 112,172 - 5,114^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$

Parâmetros da equação: (^{ns}) não significativo; (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 19. Fitomassa seca de plantas (FMS) de capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No cultivo do Capim Tifton 85 também foi verificado efeito significativo ($p \leq 0,01$) na irrigação com água salina para FMS da parte aérea em todos os ciclos (Tabela 15). Com relação à interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado, observa-se que esta foi significativa ($p \leq 0,05$) somente no 4° ciclo.

Quanto ao método de irrigação utilizado, não foi observado efeito significativo entre os dois métodos estudados nos dois primeiros ciclos da cultura, registrando-se médias de 27,3 e 73,7 g respectivamente para o 1° e 2° ciclos. No 3° ciclo foi observada diferença significativa entre os dois métodos de irrigação, em que foram verificados maiores valores de

FMS no sistema de irrigação por gotejamento (19,1 g) em relação ao sistema de irrigação por aspersão (17,7 g) (Tabela 16). Provavelmente, devido ao acúmulo de sais no solo, o método de irrigação por gotejamento mostrou-se superior no 3° ciclo, evidenciando que em níveis de salinidade do solo mais elevados, o método de irrigação por gotejamento seja o melhor a ser utilizado, do que o método por aspersão.

Já no 4° ciclo da cultura, houve diferença significativa entre os dois métodos utilizados quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 0,5 dS m^{-1} (Tabela 17), verificando-se maiores valores para FMS de plantas no método de irrigação por aspersão (72,1 g) em relação ao método de irrigação por gotejamento (54,3 g).

Tabela 15. Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FMS) do capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		FMS				
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV	
Método de Irrigação (M)	1	34,4022^{ns}	0,1918^{ns}	18,2250*	127,4490^{ns}	
Salinidade (S)	[4]	202,3950**	339,5464**	70,2302**	482,1709**	
Regressão Linear	1	667,0125**	1166,0936**	224,4500**	-	-
Regressão Quadrática	1	30,6604^{ns}	1,4108^{ns}	21,6129**	-	-
Desvio de Regressão	2	55,9536^{ns}	95,3406*	17,4291**	-	-
Interação M x S	[4]	17,3660^{ns}	25,5904^{ns}	5,4812^{ns}	209,9109*	
					Aspersão	**Gotejamento**
Regressão Linear	1	-	-	-	1649,9402**	5,7760^{ns}
Regressão Quadrática	1	-	-	-	134,2302^{ns}	196,1257^{ns}
Desvio de Regressão	2	-	-	-	228,8723*	162,2551^{ns}
Resíduo	30	28,3756	20,0603	2,4647	52,1920	
CV		19,49	6,08	8,53	12,68	

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 16. Médias de FMS da parte aérea de plantas de capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gotejamento	28,33 a	73,61 a	19,09 a
Aspersão	26,35 a	73,75 a	17,74 b

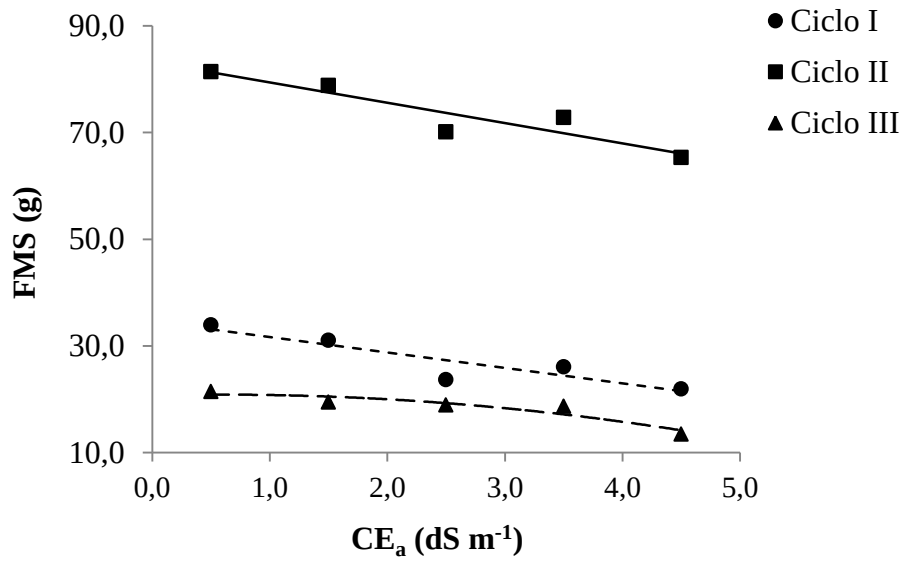
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 17. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias da fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 4° ciclo do capim Tifton 85. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

	CE_a				
Método de Irrigação	**0,5**	**1,5**	**2,5**	**3,5**	**4,5**
Gotejamento	72,1 a	58,4 a	65,2 a	57,7 a	40,3 a
Aspersão	54,3 b	51,3 a	64,9 a	54,8 a	50,6 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Foi observado decréscimo linear da FMS em razão do aumento da salinidade da água de irrigação no 1° e 2° ciclos (Figura 20). No 1° ciclo, a FMS diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 34,6 g no nível menos salino, na razão de 2,887 g para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 23,0 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1} , o que representa 66,6 % do valor da FMS inicial. No 2° ciclo, a FMS diminuiu a partir de 83,2 g no nível menos salino, na razão de 3,818 g para cada unidade de incremento da CE_a, até atingir o valor mínimo de 68,0 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 81,6 % do valor da FMS inicial.



$FMS_{Ciclo\ I} = 36{,}000 - 2{,}887^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}82$
$FMS_{Ciclo\ II} = 85{,}134 - 3{,}818^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}86$
$FMS_{Ciclo\ III} = 20{,}365 + 0{,}961^{ns}CE_a - 0{,}439^{**}CE_a^2$	$R^2 = 0{,}88$

Parâmetros da equação: (^{ns}) não significativo; (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 20. Fitomassa seca da parte aérea de plantas (FMS) de capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

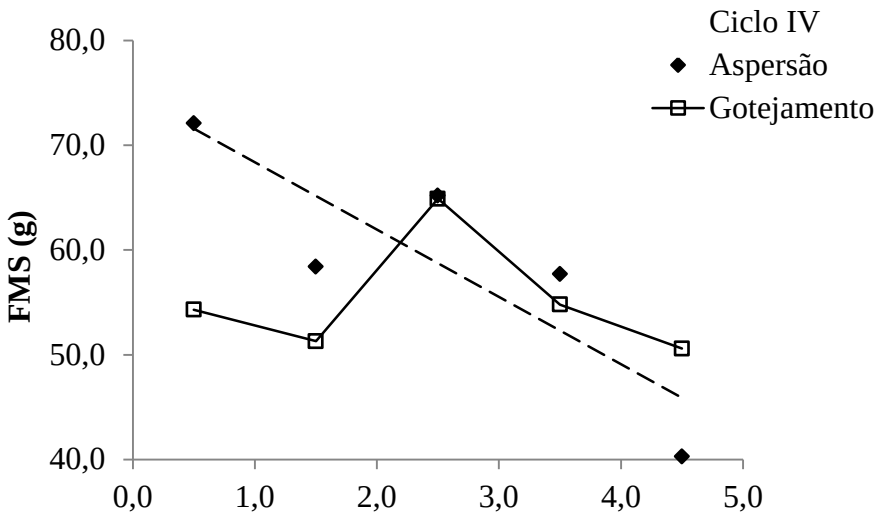
No 3° ciclo foi observado efeito quadrático, onde a FMS cresceu suavemente a partir de 20,7 g até atingir o ponto máximo de 20,9 g para a salinidade da água igual a 1,1 dS m^{-1}, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito quadrático, até atingir o valor de 15,8 g para a salinidade igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 76,2% da FMS inicial.

Verifica-se que no 1° e 3° ciclos, tanto do capim Tifton 85 como do capim Tanzânia, os valores de FMS foram bem menores que nos demais ciclos. Provavelmente o 1° corte realizado já com 25 dias após o plantio tenha sido a razão deste fato. Rodrigues et al. (2006) avaliando o efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim Tanzânia, verificou que o aumento da idade de corte desta gramínea resultou em maiores rendimentos de forragem. Como se constatará mais adiante (Figuras 25 e 26) neste estudo, o aumento da CE_{es} do solo do 2° para o 3° ciclo provavelmente influenciou no menor rendimento de FMS também no 3° ciclo.

No 4° ciclo, quando se observou interação, houve efeito significativo do nível de salinidade para a FMS de plantas somente no método de irrigação por aspersão, sendo observado efeito linear, em que a FMS diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 74,8 g no nível menos salino, na razão de 6,422 g para cada unidade de incremento na CEa, até atingir o valor mínimo de 49,1 g para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 65,7 % da FMS inicial. Não foi observado efeito significativo no método de irrigação por gotejamento, em que foi obtida média de 55,2 g (Figura 21).

Dessa forma, é provável que a irrigação por gotejamento tenha se mostrado superior neste ciclo, uma vez que estatisticamente não foi verificado ajuste de regressão, podendo-se inferir que se pode utilizar este método de irrigação com água de qualquer nível de salinidade sem a redução de produção de FMS. De acordo com Mendelovici (2013) é fato que este sistema permite o uso de água com maiores níveis de salinidade para irrigação.

Verifica-se, portanto, um limite máximo da salinidade da água de irrigação tolerável pelas plantas de capim Tanzânia e Tifton 85, ficando inviável a produção destas forrageiras se a água disponível para a irrigação apresentar uma CE superior a 2,8 dS m^{-1}, o que representa, na pior das hipóteses aqui estudadas, 80,0% da produção de FMS do nível menos salino, no método de irrigação por gotejamento no 1° ciclo do capim Tanzânia, e 80,3% da produção de FMS do nível menos salino, no método de irrigação por aspersão no 4° ciclo do capim Tifton. Acima desta CE ocorre redução na FMS das plantas, comprometendo, portanto, a produção total de forragem essencial para o desenvolvimento dos rebanhos.



$FMS_{Aspersão} = 78,042 - 6,422^{**}CE_a$	$R^2 = 0,74$
$FMS_{Aspersão} = 55,2$ g	-

Parâmetros da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 21. Fitomassa seca da parte aérea (FMS) do 4° ciclo do capim Tifton 85 nos dois métodos de irrigação utilizados em função da CE da água de irrigação (CEa). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Por exemplo, no 1° ciclo do capim Tanzânia, no método de irrigação por gotejamento, a produção de FMS para o nível menos salino foi de 39,3 g vaso^{-1}. De acordo com Almeida (2014), com relação à capacidade de cobertura do solo, a cultivar Tanzânia apresenta 7,0 touceiras m^{-2}. Como nesta pesquisa cada vaso correspondeu a uma touceira, isto representaria para o 2° ciclo uma produção de 2.751,0 kg de FMS ha^{-1}. Considerando que o consumo de fitomassa seca de um animal bovino adulto é em média 2,0 a 2,3% do seu peso vivo (CAMARGO et al.,1996), e utilizando o número de dias correspondente ao 3° ciclo (29 dias), obteríamos uma taxa de lotação de aproximadamente 9,2 U.A. ha^{-1}.

Para a mesma situação, utilizando na irrigação a água de salinidade igual a 2,8 dS m^{-1}, e fazendo uso da equação de regressão, temos uma produção de 31,5 g vaso^{-1}, ou seja, uma produção de 2.205,0 kg de FMS ha^{-1}, o que representa 80,0% da produção obtida no nível menos salino, correspondente a uma taxa de lotação de aproximadamente 7,3 U.A. ha^{-1}.

Esta redução da FMS seca condiz com o fato de que íons absorvidos e transportados para a parte aérea possivelmente excederam o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta, e desta forma acarretaram efeito danoso ao seu crescimento (FLOWER; YEO, 1986). O resultado disto é a senescência das plantas, demonstrando que a CE_a passa a limitar a

produção devido à dificuldade que causa para a translocação de água e nutrientes para a planta pelos vasos condutores.

Souza et al. (2013), avaliando a produção de FMS da gramínea *Panicum maximum* cv Massai sob diferentes níveis de salinidade, verificaram que a salinidade interferiu decisivamente na produção de matéria seca, inviabilizando se utilizar para irrigação de pastagens com água cuja condutividade elétrica fosse superior a 2,5 dS m^{-1}.

Medeiros et al. (1999), estudando o efeito de água de irrigação com níveis de salinidade iguais a 0,5; 3,5; 6,5; 9,5; 12,5; 15,0; 18,5 e 21,5 dS m^{-1} no desenvolvimento e produção do capim-de-burro, verificaram que a produção de biomassa foi diminuída à medida que a salinidade da água foi aumentada, produzindo no nível mais salino uma produção relativa a 28,9% e 10,9% do que produziu o nível menos salino de matéria seca nos 1º e 2º ciclos, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Scivittaro et al. (2012) que, avaliando a tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água de irrigação, em cinco níveis de salinidade na água de irrigação (testemunha sem sal; e soluções 0,25%; 0,50%; 0,75% e 1,0% de NaCl), constatou redução na produção de matéria seca da parte aérea a medida que se aumentou a concentração de sal na água de irrigação.

4.1.4. Número de perfilhos

A variável número de perfilhos (NP) do Capim Tanzânia somente foi determinada a partir do 2° ciclo, verificando-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) da irrigação com água salina deste até o 4° ciclo (Tabela 18). Com relação à interação entre salinidade x método de irrigação utilizado, observa-se que esta foi significativa ($p \leq 0,05$) somente no 3° ciclo, não se observando significância nos demais.

Quanto ao método de irrigação utilizado, não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 2° ciclo, em que foi registrada média de 42,6 perfilhos. No 3° ciclo da cultura, quando houve interação significativa, a diferença entre os dois métodos utilizados se deu quando foi utilizada a água de CE igual a 0,5 dS m^{-1}, verificando-se maiores valores para NP no método de irrigação por aspersão (45,7) em relação ao método de irrigação por gotejamento (31,2). No 4° ciclo, em que se observou efeito significativo do método de irrigação, verificaram-se maiores valores para NP no método de irrigação por aspersão (57,0) em relação ao método de irrigação por gotejamento (51,2) (Tabela 19).

Tabela 18. Resumo da análise de variância para Número de Perfilhos (NP) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		NP		
		Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV
Método de Irrigação (M)	1	6,4000^{ns}	3,0250^{ns}	336,4000*
Salinidade (S)	[4]	443,9000**	206,1875**	237,7125**
Regressão Linear	1	1505,1125**	-	183,0125^{ns}
Regressão Quadrática	1	7,5089^{ns}	-	420,4375*
Desvio de Regressão	2	131,4893^{ns}	-	173,7000^{ns}
Interação M x S	[4]	186,4000^{ns}	187,9625*	93,2125^{ns}
			Aspersão / **Gotejamento**	
Regressão Linear	1	-	511,2250** / 2,0250^{ns}	-
Regressão Quadrática	1	-	141,4464^{ns} / 325,4464*	-
Desvio de Regressão	2	-	27,3143^{ns} / 270,9143**	-
Resíduo	30	103,3167	48,3250	57,7167
CV		23,83	17,11	14,04

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

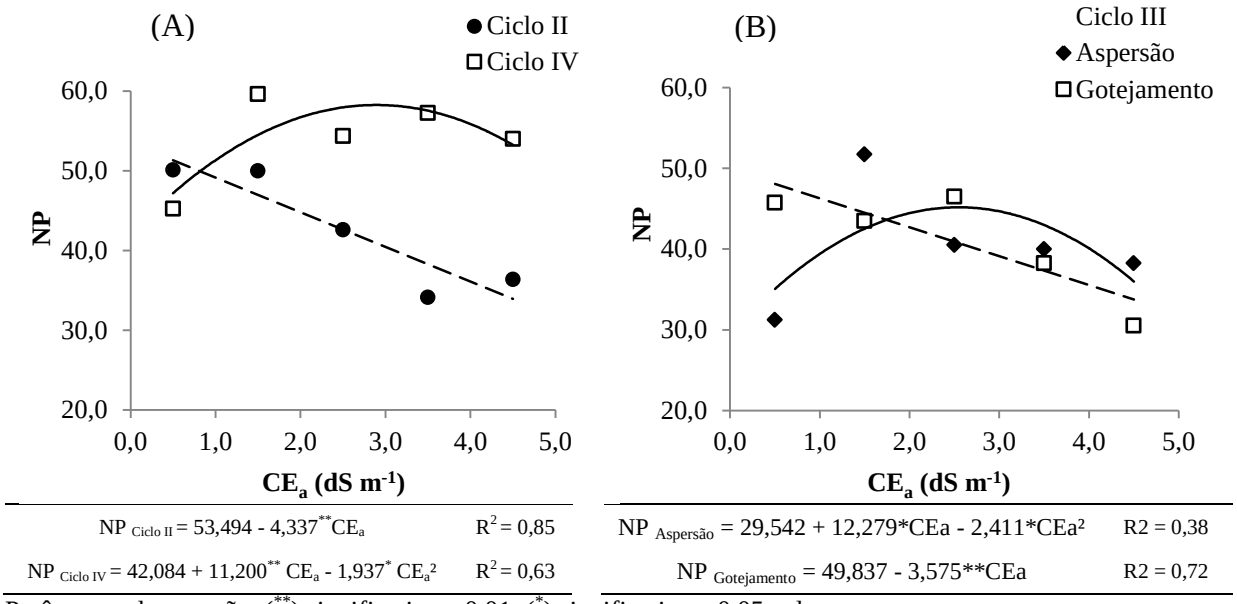
Tabela 19. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para médias do NP do 3° ciclo do capim Tanzânia; e médias do NP do 2° e 4° ciclos, em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo II	CE_a (Ciclo III)					Ciclo IV
		0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	
Gotejamento	42,2 a	31,2 b	51,7 a	40,5 a	40,0 a	38,2 a	51,2 b
Aspersão	43,0 a	45,7 a	43,5 a	46,5 a	38,2 a	30,5 a	57,0 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O microclima criado pela irrigação por aspersão, devido ao umedecimento da parte aérea das plantas, pode ter facilitado o perfilhamento do capim Tanzânia, por isso, provavelmente, com o desenvolvimento da cultura, o método de irrigação por aspersão mostrou-se melhor do que o método de irrigação por gotejamento no perfilhamento das plantas de capim Tanzânia.

Com relação à salinidade, no 2° ciclo, houve redução linear da variável NP a partir de 51,3 perfilhos para a CE igual a 0,5 dS m^{-1}, na razão de 4,337 perfilhos para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 34,0 perfilhos para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 66,2% do valor de NP inicial (Figura 22 A).



$NP_{Ciclo\ II} = 53,494 - 4,337^{**}CE_a$	$R^2 = 0,85$
$NP_{Ciclo\ IV} = 42,084 + 11,200^{**}\ CE_a - 1,937^{*}\ CE_a^2$	$R^2 = 0,63$
$NP_{Aspersão} = 29,542 + 12,279*CEa - 2,411*CEa^2$	R2 = 0,38
$NP_{Gotejamento} = 49,837 - 3,575**CEa$	R2 = 0,72

Parâmetros da equação: (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 22. Número de Perfilhos (NP) de capim Tanzânia no 2° e 4° ciclos (A) e nos dois métodos de irrigação utilizados no 3° ciclo (B) da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No 3° ciclo, devido à interação, houve efeito significativo do nível de salinidade nos dois métodos de irrigação utilizados, sendo que houve efeito quadrático no método de irrigação por aspersão, em que ocorreu crescimento do NP a partir de 35,1 perfilhos no nível menos salino até atingir o ponto máximo de 45,2 perfilhos para a salinidade da água igual a 2,5 dS m^{-1}, o que representa 128,8% do valor de NP inicial, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito quadrático, até atingir o valor de 36,0 perfilhos para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 102,6% do NP inicial. Houve efeito linear no método de irrigação por gotejamento, ocorrendo redução da variável NP a partir de 48,0 perfilhos no nível menos salino na razão de 3,575 perfilhos para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 33,7 perfilhos para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 70,2% do valor do NP inicial (Figura 22 B).

No 4° ciclo, o NP cresceu com efeito quadrático a partir de 47,2 perfilhos até atingir o ponto máximo de 58,3 perfilhos para a salinidade da água igual a 2,9 dS m^{-1}, o que representa 123,5 % do valor de NP inicial, a partir daí decrescendo com o mesmo efeito quadrático, até atingir o valor de 53,3 perfilhos para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 112,8% do NP inicial (Figura 22 A).

Observa-se que ao longo dos ciclos a variável NP do capim Tanzânia tende a tornar-se mais resistente à salinidade da água de irrigação, pois o comportamento desta variável muda

de uma redução linear no 2° ciclo para um efeito quadrático no 3° (método de irrigação por aspersão) e 4° ciclos.

Observa-se, portanto, uma tendência de que o aumento da concentração de sais reduziu e atrasou a emissão de perfilhos, mesmo verificando-se que em alguns casos a redução só ocorre a partir de um determinado nível de salinidade da água. A redução do número de perfilhos em condições de estresse salino é uma forma de a planta reduzir a taxa de crescimento causada pela deficiência hídrica devido à redução do potencial de água no solo (efeito osmótico) (FAGERIA, 1989). Estes resultados estão de acordo com Barros et al. (2009), que verificaram que o perfilhamento das espécies de heliconias foi reduzido significativamente com o aumento da salinidade de água aos 170 dias após o plantio.

4.1.5. Área foliar

A variável Área Foliar (AF) do capim Tanzânia somente foi determinada no 2° e 4° ciclos. Observou-se que a salinidade da água de irrigação interferiu significativamente sobre esta variável (Tabela 20). Com relação à interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado, observa-se na tabela 20 que houve interação significativa no 2° ciclo ($p \leq 0,05$), mas não foi observada interação no 4° ciclo da cultura.

Tabela 20. Resumo da análise de variância para área foliar (AF) do capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	**GL**	**Quadrados Médios**		
		AF		
		Ciclo II		**Ciclo IV**
Método de Irrigação (M)	1	0,0002^{ns}		0,0130^{ns}
Salinidade (S)	[4]	0,7748**		0,0546*
Regressão Linear	1	-		0,1990**
Regressão Quadrática	1	-		0,0040^{ns}
Desvio de Regressão	2	-		0,0078^{ns}
Interação M x S	[4]	0,0512*		0,0084^{ns}
		Aspersão	**Gotejamento**	
Regressão Linear	1	0,9425**	1,9802**	-
Regressão Quadrática	1	0,0978*	0,0052^{ns}	-
Desvio de Regressão	2	0,1325**	0,0067^{ns}	-
Resíduo	30	0,0164		0,0193
CV		8,87		12,64

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

No 2° ciclo, houve diferença significativa entre os dois métodos utilizados quando se utilizou a água de nível de salinidade igual a 0,5 dS m-1 (Tabela 21), verificando-se maiores valores para a AF no método de irrigação por gotejamento (1,85 m²) em relação ao método de irrigação por aspersão (1,59 m²).

Tabela 21. Desdobramento da interação Método de irrigação x CEa para as médias da AF (m² vaso^{-1}) do 2° ciclo de cultivo do capim Tanzânia; e médias da AF (m² vaso^{-1}) do 4° ciclo, em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	**CE_a (Ciclo II)**					**Ciclo IV**
	0,5	**1,5**	**2,5**	**3,5**	**4,5**	
Gotejamento	1,85 a	1,72 a	1,43 a	1,23 a	0,98 a	1,08 a
Aspersão	1,59 b	1,85 a	1,41 a	1,29 a	1,10 a	1,11 a

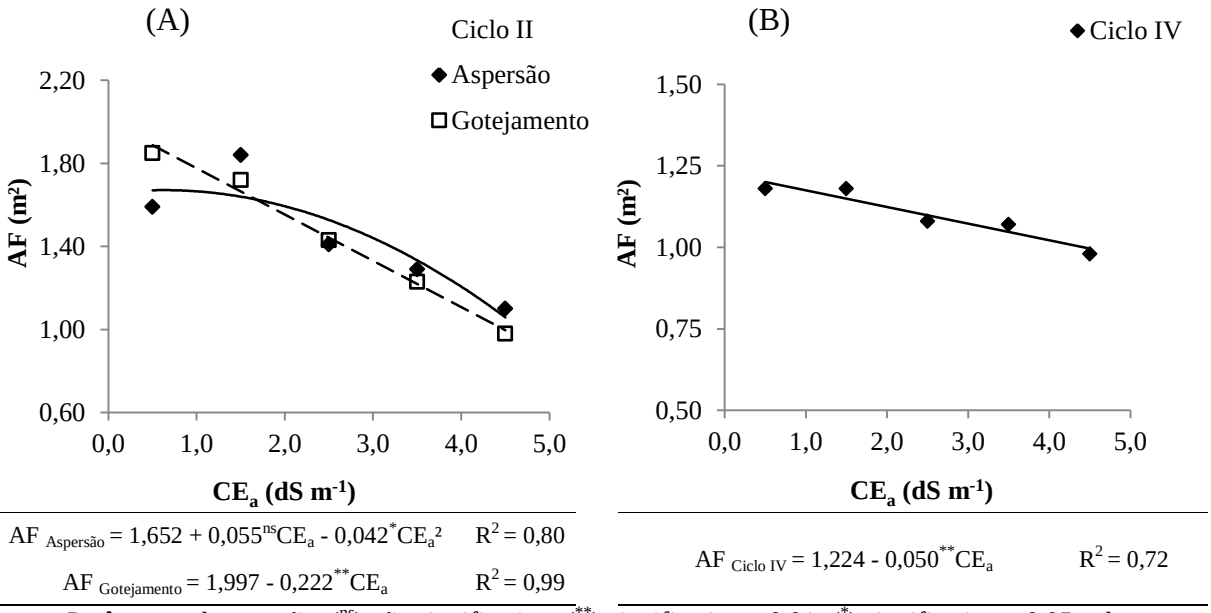
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Na irrigação por gotejamento os sais da água de irrigação do tratamento S_1 (0,5 dS m^{-1}) são adicionados diretamente ao solo, enquanto que na irrigação por aspersão esta água foi aplicada diretamente sobre as plantas, o que pode ter resultado em fechamento de estômatos para não absorção dos sais e, consequentemente, redução da atividade fotossintética e redução da AF. Nas condições de irrigação com águas mais salinas, a partir de 1,5 dS m^{-1}, a quantidade de sais contida no solo, introduzida pela água de irrigação, que chega até a superfície das folhas é maior, ocorrendo maior redução de AF, de modo que não ocorre diferenciação no método de irrigação utilizado, uma vez que a irrigação por aspersão também foi realizada em alta frequência, o que favorece a absorção de água mesmo em níveis mais salinos.

Para o ciclo IV, quanto ao método de irrigação utilizado, de acordo com a Tabela 21, não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados, em que foi registrada média de 1,1 m². Isto pode ter ocorrido porque a irrigação por aspersão realizada em alta frequência favoreceu a absorção de água, provocando na planta uma adaptação osmótica, mesmo em níveis mais salinos. Também pode ter ocorrido redução do efeito devido à lixiviação de sais, como também os sais poderiam estar concentrados na superfície e as raízes das plantas terem penetrado para a camada mais profunda do solo.

Com relação à salinidade da água de irrigação, para a AF do 2° ciclo, houve efeito significativo do nível de salinidade nos dois métodos de irrigação utilizados, sendo que, no método de irrigação por aspersão, apesar do efeito quadrático, a AF decresce suavemente a partir do menor nível de salinidade estudado (S_1 = 0,5 dS m^{-1}), cuja AF foi de 1,67 m^2, a partir daí decrescendo até atingir o valor mínimo de 1,05 m^2 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 62,9% da AF inicial. Já para o método de irrigação por gotejamento, foi

observado efeito linear, ocorrendo redução da variável AF a partir de 1,89 m² na razão de 0,222 m² para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 1,00 m^2 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 52,9 % do valor da AF inicial (Figura 23 A).



$AF_{Aspersão} = 1,652 + 0,055^{ns}CE_a - 0,042^{*}CE_a^2$ $R^2 = 0,80$

$AF_{Gotejamento} = 1,997 - 0,222^{**}CE_a$ $R^2 = 0,99$

$AF_{Ciclo\ IV} = 1,224 - 0,050^{**}CE_a$ $R^2 = 0,72$

Parâmetros da equação: (^{ns}) não significativo; (**) significativo a 0,01; (*) significativo a 0,05 pelo teste t.

Figura 23. Área foliar (AF) do 2° ciclo do capim Tanzânia nos dois métodos de irrigação (A) e do 4° ciclo aos 36 dias após o corte (B) em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No 4° ciclo, houve decréscimo linear da AF ($p \leq 0,05$) em razão do aumento da salinidade da água de irrigação, ocorrendo redução a partir de 1,20 m² na razão de 0,050 m² para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 1,00 m^2 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}, o que representa 83,3 % do valor da AF inicial (Figura 23 B).

A diminuição da área foliar das plantas sob condições de estresse salino é um mecanismo importante para a redução das perdas de água pela planta. Esta redução, certamente, contribuiu para as reduções das fitomassas fresca e seca das plantas de capim Tanzânia. Esses efeitos são resultantes, provavelmente, da diminuição da taxa de assimilação líquida de CO_2 provocada pelo fechamento dos estômatos em resposta ao baixo potencial da água do solo, decorrente da elevada concentração salina (AKITA; CABUSLAY, 1990).

A diminuição da área foliar das plantas sob condições de estresse salino foi verificada também em outras culturas, como: abóbora (CARMO, 2009), alface (JALES, 2009), bananeira, cultivada em solo salinizado artificialmente (SILVA JÚNIOR et al., 2012), girassol (OLIVEIRA et al.,2010), meloeiro (FARIA et al., 2003; PORTO FILHO et al., 2006; FREITAS, 2008; ALVES, 2012;), milho (ALVES, 2012), sorgo e pimentão (ALVES, 2012).

4.2. ALTERAÇÕES NO SOLO CULTIVADO COM AS FORRAGEIRAS

4.2.1. Condutividade elétrica do solo (CE_{es})

A CE_{es}, assim como as demais variáveis de solos analisadas foram determinadas do 1° até o 3° ciclo. Para o solo cultivado com o capim Tanzânia, pela análise de variância (Tabela 22) verificou-se que nos três ciclos da cultura houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) do nível de salinidade da água de irrigação sobre a CE_{es} do solo estudado. Não se verificou, porém, efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado na CE_{es} em todos os três ciclos analisados.

Tabela 22. Resumo da análise de variância para Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

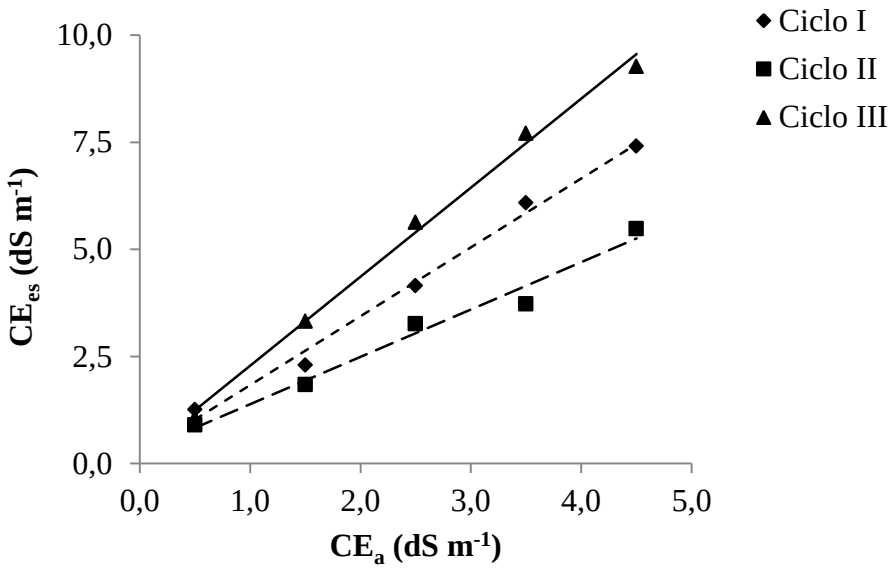
Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		CE_{es}		
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Método de Irrigação (M)	1	2,0448^{ns}	0,1404^{ns}	0,0002^{ns}
Salinidade (S)	[4]	26,1649**	25,0059**	86,8163**
Regressão Linear	1	103,7162**	97,7483**	345,5298**
Regressão Quadrática	1	0,1254^{ns}	0,2405^{ns}	1,4629^{ns}
Desvio de Regressão	2	0,0001^{ns}	1,5404*	0,00002^{ns}
Interação M x S	4	1,3773^{ns}	0,3391^{ns}	0,5641^{ns}
Resíduo	30	0,9326	0,2572	1,0045
CV		22,76	16,67	18,56

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao método de irrigação utilizado não foi observado diferença significativa entre os dois métodos estudados em nenhum dos três ciclos da cultura, sendo observados valores médios de CE_{es} de aproximadamente 4,2; 3,0 e 5,4 dS m^{-1}, no 1°, 2° e 3° ciclos, respectivamente.

Observou-se acréscimo linear da CE_{es} em função da CE da água de irrigação nos três ciclos analisados (Figura 24). No 1° ciclo, a CE_{es} aumentou com o incremento da salinidade

da água de irrigação a partir de 1,02 dS m^{-1} no nível menos salino, na razão de 1,610 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 7,46 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo, a CE_{es} aumentou a partir de 0,83 dS m^{-1} no nível menos salino, na razão de 1,105 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 5,25 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 3° ciclo, a CE_{es} aumentou a partir de 1,24 dS m^{-1}, na razão de 2,078 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 9,56 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$CE_{es\ Ciclo\ I} = 0,217 + 1,610^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$
$CE_{es\ Ciclo\ II} = 0,278 + 1,105^{**}CE_a$	$R^2 = 0,98$
$CE_{es\ Ciclo\ III} = 0,205 + 2,078^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01.

Figura 24. Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tanzânia ao final dos diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Para o solo cultivado com o capim Tifton 85, pela análise de variância (Tabela 23) verificou-se que nos três ciclos da cultura houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) do nível de salinidade da água de irrigação sobre a CE_{es} do solo estudado.

Tabela 23. Resumo da análise de variância para condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		CE_{es}		
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Método de Irrigação (M)	1	3,3620**	0,1974^{ns}	2,8730**
Salinidade (S)	[4]	17,8691**	24,9478**	73,1183**
Regressão Linear	1	70,5168**	98,2131**	290,2839**
Regressão Quadrática	1	0,5781^{ns}	1,2056^{ns}	1,9478*
Desvio de Regressão	2	0,0167^{ns}	0,1434^{ns}	0,0858^{ns}
Interação M x S	4	0,3113^{ns}	0,3024^{ns}	0,8253^{ns}
Resíduo	30	0,1312	0,2920	0,3681
CV		10,21	18,38	12,26

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao método de irrigação utilizado, foi observado diferença significativa entre os dois métodos estudados no 1° e 3° ciclos (Tabela 24), verificando-se no 1° ciclo maior média de valores para CE_{es} no método de irrigação por gotejamento (3,96 dS m^{-1}) em relação ao método de irrigação por aspersão (3,14 dS m^{-1}), e no 3° ciclo maior média de valores para CE_{es} no método de irrigação por aspersão (5,21 dS m^{-1}) em relação ao método de irrigação por gotejamento (4,68 dS m^{-1}). Não foi observado efeito do método de irrigação no 2° ciclo, com média sendo obtida em torno de 2,94 dS m^{-1}. Não se verificou efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado na CE_{es} nos três ciclos analisados.

Tabela 24. Médias de Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

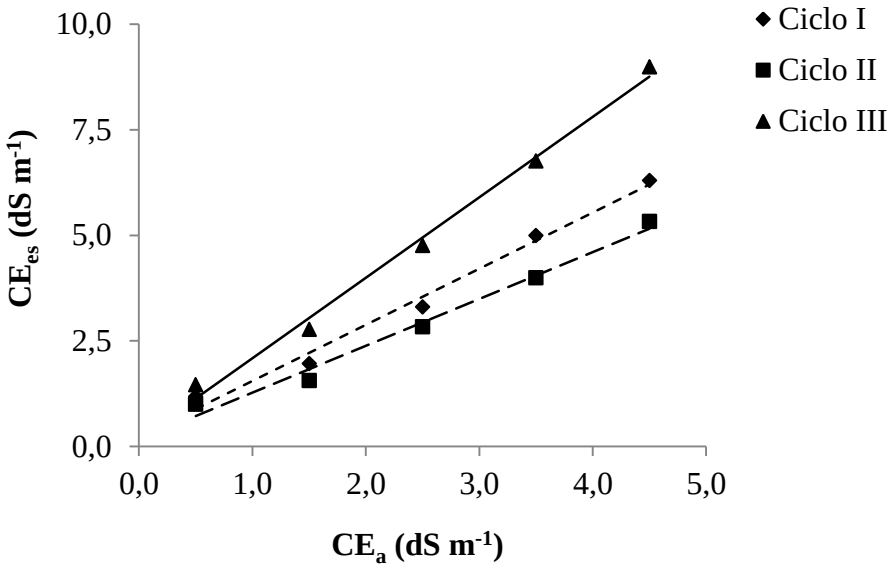
Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gotejamento	3,96 a	3,01 a	4,68 b
Aspersão	3,14 b	2,87 a	5,22 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Como a CE_{es} é proporcional ao volume de água salina aplicado, espera-se que não ocorra efeito do método de irrigação na CE_{es}. Porém, no 1° ciclo, o maior valor de FMF de plantas de capim Tifton 85 observado no método de irrigação por gotejamento provocou uma maior evapotranspiração, ocasionando maior redução na fração de lixiviação, provocando um maior acúmulo de sais na superfície do solo no método de irrigação por gotejamento. Já no 3° ciclo os valores de FMF foram iguais para os dois métodos de irrigação, sendo que a

interceptação da água de irrigação pela parte aérea das plantas no método de irrigação por aspersão foi fator preponderante para ocasionar uma maior redução da lâmina de água infiltrada no solo, com consequente concentração de sais superior ao método de irrigação por gotejamento.

Observou-se, em todos os ciclos da cultura, acréscimo linear da CE_{es} em função da CE da água de irrigação (Figura 25). No 1° ciclo, a CE_{es} aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 0,89 dS m^{-1} no nível menos salino, na razão de 1,328 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 6,20 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo, a CE_{es} aumentou a partir de 0,72 dS m^{-1} no nível menos salino, na razão de 1,108 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 5,16 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 3° ciclo, a CE_{es} aumentou a partir de 1,14 dS m^{-1}, na razão de 1,905 dS m^{-1} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 8,76 dS m^{-1} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$CE_{es\ Ciclo\ I} = 0,228 + 1,328^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$
$CE_{es\ Ciclo\ II} = 0,170 + 1,108^{**}\ CE_a$	$R^2 = 0,98$
$CE_{es\ Ciclo\ III} = 0,185 + 1,905^{**}\ CE_a$	$R^2 = 0,99$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 25. Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Estes resultados indicam um possível efeito nocivo do uso de águas salinas nos solos, principalmente quando não se adotam medidas de controle e monitoramento da salinidade e sodicidade dos solos. De acordo com Silva et al. (2007), os danos podem não ser visíveis de inicio mas, com o uso contínuo dessas águas, a degradação será alcançada a médio ou longo prazos e, para revertê-la, os custos são elevados e de difícil implementação.

A CE_{es} é um parâmetro diretamente proporcional ao acúmulo de sais de solo, portanto, diretamente proporcional à salinidade da água de irrigação utilizada, ou seja, quanto maior a salinidade da água de irrigação maior a concentração salina do solo. Este fato já relatado por Ayers e Westcot (1999), também pôde ser comprovado por Medeiros et al. (1997) e Costa (1999). A adubação química realizada durante todo o experimento também pode ter contribuído para o aumento da salinidade do solo.

Verifica-se, também, que os valores da CE_{es} ficaram acima da CE_a em todos os ciclos das culturas. Foi observado neste estudo que ao final do 1° ciclo, os tratamentos que tiveram a irrigação com água de melhor qualidade (S_1 = 0,5 dS m^{-1}), a média das CE_{es} ficou aproximadamente 2,0 e 1,8 vezes maior do que a CE da água de irrigação, nos solos cultivados com o capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente; enquanto que nos demais níveis de salinidade a média foi aproximadamente 1,7 e 1,4 vezes maior do que a CE_a, para os solos cultivados com o capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente.

No 2° ciclo a média das CE_{es} ficou aproximadamente 1,7 e 1,4 vezes maior do que a CE da água de irrigação de melhor qualidade (S_1 = 0,5 dS m^{-1}), nos solos cultivados com o capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente; enquanto que nos demais níveis de salinidade a média foi aproximadamente 1,2 vezes maior do que a CE_a, para os solos cultivados com as duas gramíneas.

No 3° ciclo, a média das CE_{es} ficou aproximadamente 2,5 e 2,3 vezes maior do que a CE da água de irrigação de melhor qualidade (S_1 = 0,5 dS m^{-1}), nos solos cultivados com o capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente; enquanto que nos demais níveis de salinidade a média foi aproximadamente 2,2 e 2,0 vezes maior do que a CE da água de irrigação de melhor qualidade (S_1 = 0,5 dS m^{-1}), nos solos cultivados com o capim Tanzânia e capim Tifton 85, respectivamente.

Resultado semelhante foi encontrado por Pereira (2011) em que a CE_{es} de solo cultivado com melão ficou aproximadamente 2,7 vezes maior do que a água de irrigação de menor salinidade utilizada (0,54 dS m^{-1}). Porto Filho (2003), coletando o solo com 70 dias após a semeadura do meloeiro, irrigados com água de CE_a iguais a 3,2 e 4,5 dS m^{-1} obteve CE_{es} no perfil do solo de 4,40 e 6,13 dS m^{-1}, respectivamente.

Os valores de CE_{es} encontrados neste experimento ficaram acima de valores geralmente encontrados na literatura, provavelmente devido à baixa fração de lixiviação utilizada na irrigação do solo. Segundo Ayers e Westcot (1999) a CE_{es} média é de aproximadamente 1,5 vezes o valor da água de irrigação, considerando uma fração de lixiviação de 15 a 20% em condições de equilíbrio, mas para irrigação por aspersão convencional.

Verifica-se, portanto, que nos três ciclos do experimento a salinidade da água de irrigação promoveu incrementos consideráveis na CE_{es}, o que comprova o alto risco de uso de águas salinas na irrigação de culturas em ambiente de elevadas demandas hídricas. Resultados semelhantes também foram comprovados por Medeiros et al. (1997) e Gurgel et al. (2003). Todavia, o manejo adequado do solo e da água pode possibilitar um adequado controle das condições ambientais e possibilitar o uso da água salina com consequente redução de uso na irrigação de águas de boa qualidade, disponibilizando essa para outros fins mais nobres.

Observa-se, tanto na figura 25 como na figura 26, que no ciclo II a CE_{es} dos solos cultivados com os capins Tanzânia e Tifton 85, respectivamente, apresenta valores abaixo dos encontrados no ciclo I, quando deveria está acima, devido à acumulação de sais ao longo do tempo. Isto provavelmente ocorreu devido a um maior volume de água drenado das colunas de PVC do 2° ciclo, após o corte das plantas, ocasionando uma maior lixiviação de sais em relação ao 1° ciclo, o que explica a redução destes valores.

4.2.2. Reação do solo – pH

Na tabela 25 está contido o resumo da análise de variância para o pH do solo (0 - 20 cm) cultivado com capim Tanzânia, de onde se observa que o nível de salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ($p \leq 0,01$) no pH do solo nos três ciclos analisados. Também não foi observado efeito significativo da interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado para o pH do solo em todos os três ciclos analisados.

Quanto ao método de irrigação utilizado foi observado efeito significativo entre os dois métodos estudados somente no 2° ciclo (Tabela 26), em que se verificou maiores valores médios de pH no método de irrigação por gotejamento (7,59) em relação ao método de irrigação por aspersão (7,51). Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 1° e 3° ciclos, registrando-se médias de 7,52 e de 7,02, respectivamente.

Tabela 25. Resumo da análise de variância para o pH do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		pH		
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Método de Irrigação (M)	1	0,0056^{ns}	0,0731*	0,0181^{ns}
Salinidade (S)	[4]	0,5408**	0,4652**	0,3922**
Regressão Linear	1	1,7640**	1,2177**	1,2152**
Regressão Quadrática	1	0,2004^{ns}	0,4539**	0,1840**
Desvio de Regressão	2	0,0267^{ns}	0,0354^{ns}	0,0003^{ns}
Interação M x S	4	0,0128^{ns}	0,0149^{ns}	0,0431^{ns}
Resíduo	30	0,0774	0,0142	0,0233
CV		3,70	1,58	2,17

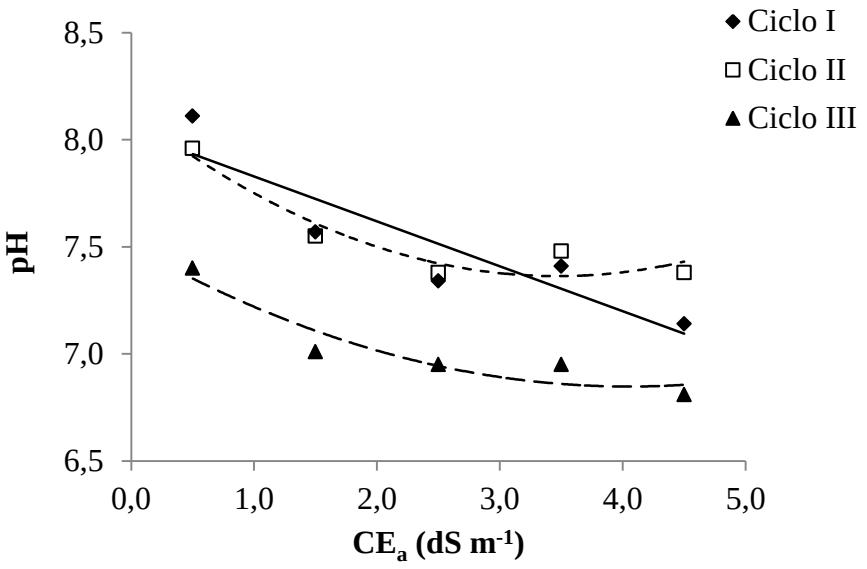
^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 26. Médias de pH do solo cultivado com capim Tanzânia nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gotejamento	7,53 a	7,59 a	7,04 a
Aspersão	7,50 a	7,51 b	7,00 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O pH foi influenciado pela salinidade da água de irrigação (Figura 26), observando-se decréscimo com efeito linear no 1° ciclo, em que o valor do pH diminuiu com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 7,9 no nível menos salino, na razão de 0,210 para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 7,1 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo o pH decresceu com efeito quadrático a partir de 7,9 no nível menos salino até atingir o ponto mínimo de 7,4 para a salinidade da água igual a 3,5 dS m^{-1}, a partir daí crescendo seguindo o mesmo efeito quadrático, porém, apresentando-se constante até o nível máximo de salinidade aqui estudado (S_5 = 4,5 dS m^{-1}). No 3° ciclo o pH decresceu com efeito quadrático a partir de 7,4 no nível menos salino até atingir o ponto mínimo de 6,9 para a salinidade da água igual a 2,5 dS m^{-1}, a partir daí crescendo seguindo o mesmo efeito quadrático, porém com uma tendência de estabilidade até o maior nível de salinidade estudado (S_5 = 4,5 dS m^{-1}).



$pH_{Ciclo\ I} = 8,041 - 0,210^{**}CE_a$	$R^2 = 0,82$
$pH_{Ciclo\ II} = 8,130 - 0,442^{**}CE_a + 0,064^{**}CE_a^2$	$R^2 = 0,90$
$pH_{Ciclo\ III} = 7,504 - 0,326^{**}CE_a + 0,041^{**}CE_a^2$	$R^2 = 0,89$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 26. pH do solo cultivado com capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

O nível de salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ($p \leq 0,01$) no pH do solo (0 - 20 cm) cultivado com capim Tifton 85, nos três ciclos analisados, como pode ser observado no resumo da análise de variância (tabela 27). Foi observado efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado para o pH do solo somente no 2° ciclo ($p \leq 0,05$), não se observando no 1° e 3° ciclos.

Tabela 27. Resumo da análise de variância para o pH do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	**GL**	**Quadrados Médios**		
		pH		
		Ciclo I	**Ciclo II**	**Ciclo III**
Método de Irrigação (M)	1	$0,0014^{ns}$	$0,1488^{**}$	$0,0255^{ns}$
Salinidade (S)	[4]	$0,6116^{**}$	$0,1625^{**}$	$0,2529^{**}$
Regressão Linear	1	$2,3281^{**}$	$0,4805^{**}$	$0,8446^{**}$
Regressão Quadrática	1	$0,1072^{ns}$	$0,0448^{ns}$	$0,0814^{ns}$
Desvio de Regressão	2	$0,0004^{ns}$	$0,1098^{**}$	$0,0098^{ns}$
Interação M x S	4	$0,0792^{ns}$	$0,0319^{*}$	$0,0664^{ns}$
Resíduo	30	0,0529	0,0112	0,0258
CV		3,04	1,40	2,24

^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

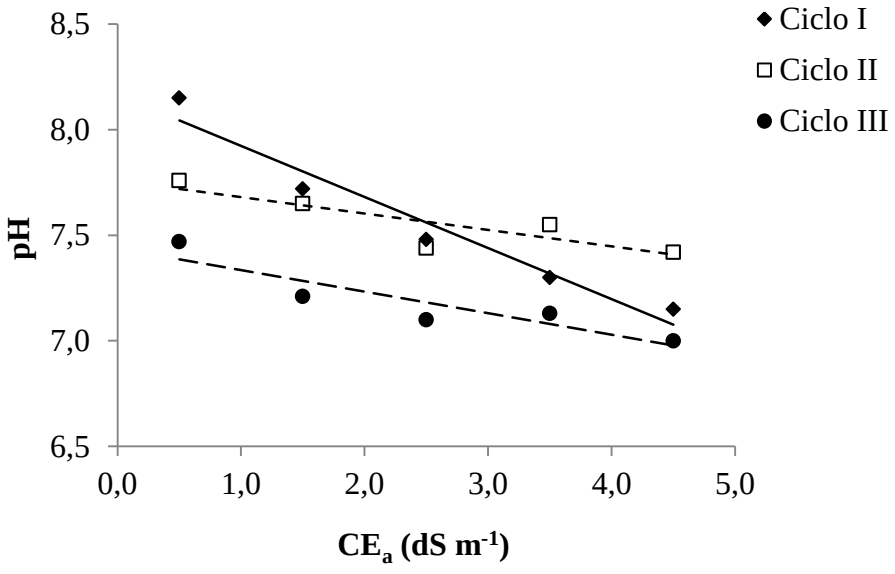
Quanto ao método de irrigação utilizado foi observado efeito significativo entre os dois métodos estudados somente no 2° ciclo (Tabela 28), ocasião em que se verificou maiores valores médios de pH no método de irrigação por gotejamento (7,63) em relação ao método de irrigação por aspersão (7,51). Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 1° e 3° ciclos, registrando-se médias de 7,56 e de 7,18 respectivamente.

Tabela 28. Médias de pH do solo cultivado com capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gotejamento	7,55 a	7,63 a	7,21 a
Aspersão	7,57 a	7,51 b	7,16 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O pH foi influenciado pela salinidade da água de irrigação (Figura 27), observando-se decréscimo com efeito linear no 1° ciclo, em que o valor do pH diminui com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 8,0 no nível menos salino, na razão de 0,241 para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 7,1 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo o pH decresceu a partir de 7,7 no nível menos salino, na razão de 0,077 para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 7,4 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$pH_{Ciclo\ I} = 8,166 - 0,241^{**} CE_a$	$R^2 = 0,95$
$pH_{Ciclo\ II} = 7,760 - 0,077^{**} CE_a$	$R^2 = 0,74$
$pH_{Ciclo\ III} = 7,440 - 0,103^{**} CE_a$	$R^2 = 0,83$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 27. pH do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No 3° ciclo o pH decresceu a partir de 7,4 no nível menos salino, na razão de 0,103 para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor mínimo de 7,0 para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.

Verifica-se que houve uma grande variação entre o pH inicial do solo (Tabela 1) e o pH final em cada tratamento, mas esta variação se deu principalmente devido à correção do pH antes do plantio das forrageiras, como também às razoáveis concentrações de bicarbonato na água de irrigação, concordando com os resultados encontrados por Gurgel et al. (2003) e Medeiros et al. (2003).

Apesar da salinidade da água de irrigação ter reduzido os valores médios de pH dos solos cultivados com as forrageiras, este sempre esteve um pouco acima da faixa ótima de absorção de nutrientes requerida pela espécie *Panicum maximum*, que é de 4,9 a 6,8 (EMBRAPA, 2001), e do capim Tifton 85, que é de 5,5 a 6,5 (FAZENDAS PRADO, 2013). Este acontecimento pode ter influenciado no crescimento e rendimento de FMF e FMS da gramínea.

De acordo com Dias e Blanco (2010), em geral, para reduzidas concentrações de sais, o pH das águas pode ser elevado, pois a medida em que aumenta a salinidade da água, o pH diminui. Para salinidade maior que 5,0 dS m^{-1} as águas têm pH neutro. Os resultados aqui encontrados estão de acordo com Pizarro (1976), que verificou que o pH de um solo aluvial, textura argilosa e pobre em matéria orgânica, diminui quando se aumenta a condutividade elétrica, cujos valores não podem ser generalizados para outros tipos de solo, pois esta diminuição varia com as características do solo, como constatado por Silva et al. (2007), que verificaram que, ao usarem águas de condutividade elétrica crescente, ocorreu elevação do pH no extrato de saturação dos solos, sendo que, entre os solos, o pH foi semelhante para o Cambissolo e o Neossolo, ou seja, solos de menor grau evolutivo, diferindo do Argissolo e Latossolo, ou seja, solos mais intemperizados, com valores de pH mais baixos que o Cambissolo e o Neossolo.

Porém, os resultados deste experimento discordam dos encontrados por Silva et al. (2007), que verificando os riscos de salinização em quatro tipos de solos, com salinidade variando de 0,0 a 3,0 dS m^{-1} verificaram que o pH aumentou em todos os solos com o aumento da salinidade das águas de irrigação. Já Porto Filho et al. (2011), estudando os efeitos da irrigação com águas salinas em um solo cultivado com melão, verificaram que o pH do solo não elevou-se com a salinidade da água de irrigação, contribuindo para isso o fato de que, na composição química das águas utilizadas, a quantidade de Cl^- e Na^+ é maior que de HCO_3^- e CO_3^{2-}.

4.2.3. Razão de Adsorção de Sódio (RAS)

Pela análise de variância (Tabela 29) verifica-se que nos três ciclos da cultura houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) do nível de salinidade da água de irrigação sobre a RAS do solo cultivado com capim Tanzânia. Não se verificou efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado na RAS do solo em todos os três ciclos analisados.

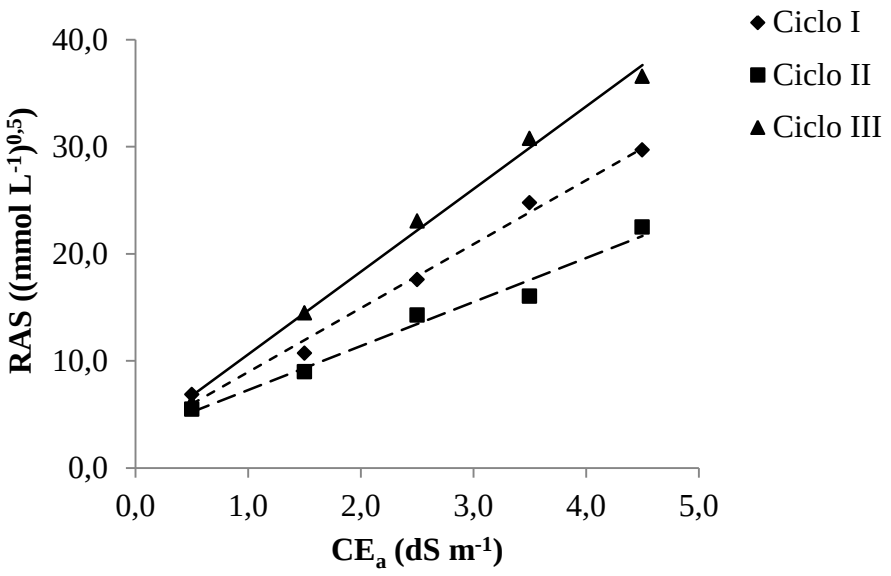
Tabela 29. Resumo da análise de variância para razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tanzânia irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		RAS		
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Método de Irrigação (M)	1	28,2625^{ns}	1,9360^{ns}	0,0021^{ns}
Salinidade (S)	[4]	360,4034**	344,9459**	1196,9722**
Regressão Linear	1	1428,6823**	1348,5746**	4763,8584**
Regressão Quadrática	1	1,7098^{ns}	3,3189^{ns}	20,1451^{ns}
Desvio de Regressão	2	0,0013^{ns}	21,2317^{ns}	0,000004**
Interação M x S	4	18,9905^{ns}	4,7381^{ns}	7,7987^{ns}
Resíduo	30	12,8661	3,5506	13,8178
CV		20,02	14,01	16,74

^{ns} não significativo, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao método de irrigação utilizado não foi observado diferença significativa entre os dois métodos estudados em nenhum dos três ciclos da cultura, sendo observados valores médios de RAS do solo de aproximadamente 17,9; 13,4 e 22,2 (mmol $L^{-1})^{0,5}$, no 1°, 2° e 3° ciclos, respectivamente, indicando que os dois métodos de irrigação utilizados, irrigando sempre em alta frequência, alteram os valores da RAS de forma semelhante.

Observou-se, acréscimo linear da RAS do solo com o incremento da salinidade da água nos três ciclos analisados (Figura 28). No 1° ciclo, a RAS do solo aumenta com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 5,97 (mmol $L^{-1})^{0,5}$ no nível menos salino, na razão de 5,976 (mmol $L^{-1})^{0,5}$ para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 29,87 (mmol $L^{-1})^{0,5}$ para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo, a RAS do solo aumenta com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 5,24 (mmol $L^{-1})^{0,5}$, na razão de 4,106 (mmol $L^{-1})^{0,5}$ para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 21,66 (mmol $L^{-1})^{0,5}$ para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$RAS_{Ciclo\ I} = 2,977 + 5,976^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$
$RAS_{Ciclo\ II} = 3,184 + 4,106^{**}CE_a$	$R^2 = 0,98$
$RAS_{Ciclo\ III} = 2,914 + 7,717^{**}CE_a$	$R^2 = 0,99$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 28. RAS estimada do solo cultivado com capim Tanzânia em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação (CE_a). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

No 3° ciclo, a RAS do solo aumenta a partir de 6,77 (mmol L^{-1})^{0,5}, na razão de 7,717 (mmol L^{-1})^{0,5} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 37,64 (mmol L^{-1})^{0,5} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.

Para o solo cultivado com o capim Tifton 85, pela análise de variância (Tabela 30) verifica-se que nos três ciclos da cultura houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) do nível de salinidade da água de irrigação sobre a RAS do solo estudado. Não se verificou efeito significativo na interação entre o nível de salinidade x método de irrigação utilizado na RAS do solo em nenhum dos três ciclos analisados.

Com relação ao método de irrigação utilizado, no 1° e 3° ciclo, foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados, verificando-se maiores valores médios de RAS do solo no método de irrigação por gotejamento (9,24 (mmol L^{-1})^{0,5}) em relação ao método de irrigação por aspersão (7,55 (mmol L^{-1})^{0,5}) no 1° ciclo, e maiores valores médios de RAS do solo no método de irrigação por aspersão (11,83 (mmol L^{-1})^{0,5}) em relação ao método de irrigação por gotejamento (10,73 (mmol L^{-1})^{0,5}) no 3° ciclo. Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos estudados no 2° ciclo, sendo observada média de RAS do solo de aproximadamente 7,15 (mmol L^{-1})^{0,5} (Tabela 31).

Tabela 30. Resumo da análise de variância para razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tifton 85 irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas e em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		RAS		
		Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Método de Irrigação (M)	1	14,2974**	0,8497^{ns}	12,0670**
Salinidade (S)	[4]	75,6327**	105,7193**	309,8891**
Regressão Linear	1	298,4983**	416,1456**	1230,3314**
Regressão Quadrática	1	2,4236^{ns}	5,1429*	8,1918*
Desvio de Regressão	2	0,0723^{ns}	0,6165^{ns}	0,3744**
Interação M x S	4	1,3128^{ns}	1,2841^{ns}	3,4953^{ns}
Resíduo	30	0,5556	1,2385	1,5560
CV		8,88	15,56	11,06

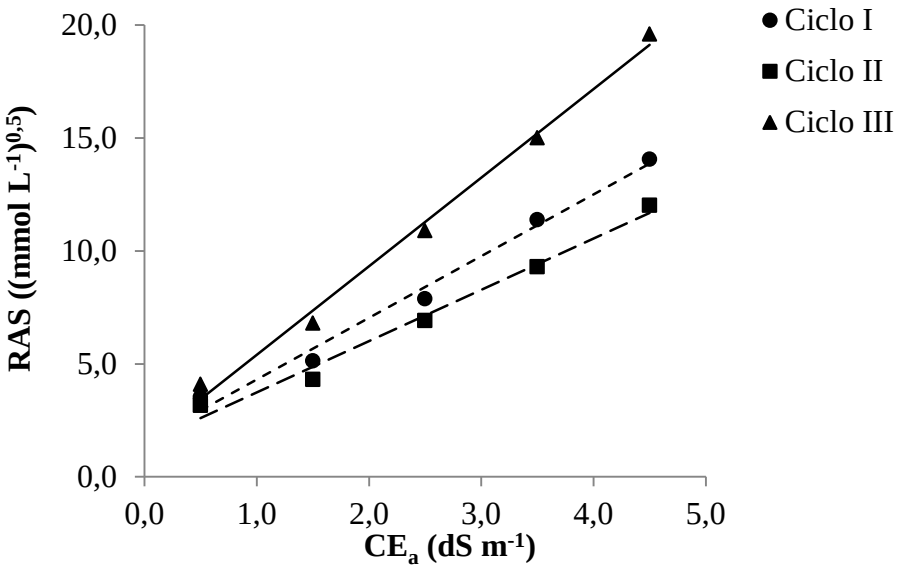
^{ns} não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 31. Médias de Razão de adsorção de sódio (RAS) do solo cultivado com capim Tifton 85 nos três primeiros ciclos de cultivo em função dos métodos de irrigação utilizados. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Método de Irrigação	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gotejamento	9,24 a	7,30 a	10,73 b
Aspersão	7,55 b	7,01 a	11,83 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Observou-se acréscimo linear da RAS do solo nos três ciclos analisados quando se aumentou a salinidade da água de irrigação (Figura 29). No 1° ciclo, a RAS do solo aumenta com o incremento da salinidade da água de irrigação a partir de 2,93 (mmol L^{-1})^{0,5} no nível menos salino, na razão de 2,732 (mmol L^{-1})^{0,5} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 13,86 (mmol L^{-1})^{0,5} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 2° ciclo, a RAS do solo aumenta a partir de 2,59 (mmol L^{-1})^{0,5} no nível menos salino, na razão de 2,281 (mmol L^{-1})^{0,5} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 11,71 (mmol L^{-1})^{0,5} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}. No 3° ciclo, a RAS do solo aumenta a partir de 3,41 (mmol L^{-1})^{0,5} no nível menos salino, na razão de 3,922 (mmol L^{-1})^{0,5} para cada unidade de incremento na CE_a, até atingir o valor máximo de 19,10 (mmol L^{-1})^{0,5} para a salinidade da água igual a 4,5 dS m^{-1}.



$RAS_{Ciclo\ I} = 1{,}568 + 2{,}732^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}99$
$RAS_{Ciclo\ II} = 1{,}449 + 2{,}281^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}98$
$RAS_{Ciclo\ III} = 1{,}447 + 3{,}922^{**}CE_a$	$R^2 = 0{,}99$

Parâmetro da equação: (**) significativo a 0,01 pelo teste t.

Figura 29. RAS estimada do solo cultivado com capim Tifton 85 em diferentes ciclos da cultura em função da CE da água de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Assim como ocorreu com a CE_{es}, ocorreu também uma redução dos valores de RAS dos solos cultivados com as forrageiras no 2° ciclo em relação ao 1° ciclo, quando normalmente deveria ter aumentado. Este fato se deve à própria CE_{es}, que também apresentou valores no ciclo II abaixo dos encontrados no ciclo I, devido a um maior volume de água drenado das colunas de PVC do 2° ciclo, após o corte das plantas, ocasionando uma maior lixiviação de sais em relação ao 1° ciclo, o que explica a redução destes valores.

A tendência de elevação da RAS do solo pode ser explicada pela maior proporção de Na^+ em relação ao Ca^{2+} na água de irrigação à medida que se aumenta o seu nível de salinidade, este fato faz com que se eleve a concentração de Na^+ solúvel no solo e faz com que os valores da RAS do solo, calculada a partir dos dados de Na^+, Ca^{2+} e Mg^{2+} solúveis, tenham acréscimos com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Estes resultados estão de acordo com os dados de Silva et al. (2007), que verificaram ao aumentarem a CE das águas de irrigação uma elevação na relação de adsorção de sódio (RAS) em todos os solos. Barbosa et al. (2005) também encontraram acréscimos na RAS do solo a medida que aumentou o nível de salinidade da água de irrigação aplicada em um Argissolo Amarelo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gonçalves et al. (2011), onde estes autores estudando as alterações químicas de um Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com três variedades de tomateiro e irrigado com água de dois valores de relação de adsorção de sódio (RAS) e de seis condutividades elétricas diferentes (CE) verificaram que a RAS do solo foi sensivelmente alterada quando se utilizou a água de irrigação de RAS igual 20 (mmol L^{-1})^{0,5}. Garcia et al. (2008), estudando as alterações químicas de dois solos pela aplicação de água com salinidade crescente, também encontraram acréscimos na RAS do solo a medida que aumentou o nível de salinidade da água de irrigação.

Com a elevação dos valores de RAS do solo, o excesso de sódio trocável no solo pode ter provocado dispersão das partículas de argila, nos tratamentos de maior salinidade da água de irrigação, fazendo com que estas se movimentassem para a camada mais profunda do solo, tornando-o menos permeável, dificultando e impedindo a lixiviação dos sais. Por consequente, uma provável redução da aeração do solo teria ocorrido, fazendo com que estas condições físicas do solo contribuíssem para a redução do crescimento e desenvolvimento das plantas e consequentemente redução da produção de FMF e FMS.

5. CONCLUSÕES

De forma generalizada, tomando-se por base todos os ciclos das plantas forrageiras avaliadas neste estudo, pode-se concluir que:

- O incremento da salinidade da água de irrigação diminuiu a altura de plantas do capim Tifton 85, não se verificando esta diminuição no capim Tanzânia.

- É possível se obter boas produções de fitomassas fresca e seca das plantas de capim Tanzânia e Tifton 85 à medida que aumenta a salinidade da água de irrigação, com uma CE_a máxima de 2,8 dS m^{-1}, com reduções máximas de 20% na produção fitomassa seca.

- O aumento na CE_a inibiu o perfilhamento e reduziu a Área Foliar nas plantas de capim Tanzânia.

- Quando se utiliza água salina, o método de irrigação por gotejamento mostrou-se superior ao método de irrigação por aspersão na produção de capim Tanzânia, com menores reduções nos teores de FMF e FMS, enquanto que, para a produção de capim Tifton 85, pode-se utilizar qualquer um dos métodos estudados.

- O incremento na salinidade da água de irrigação resultou no aumento linear da CE_{es} e da RAS do solo cultivado com os capins Tifton 85 e Tanzânia.

- Os dois métodos de irrigação utilizada na forma em que a irrigação foi manejada contribuíram de forma igual para as alterações nas condições do solo, aumentando a CE_{es} e a RAS do solo cultivado com as forrageiras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKITA, S.; CABUSLAY, G. S. Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.123, p.277-294, 1990.

ALENCAR, D. R.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F. HOLANDA, J. S.; PORTO, V. C. N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 7, n.2, p. 221-226, 2003.

ALMEIDA, R. G. Pasto de alto potencial. **Revista Cultivar Bovinos.** Ed 07. Maio de 2004. Disponível em: http://www.grupocultivar.com.br/. Acesso em: 05 de Maio de 2014.

ALMEIDA, B. M. **Evapotranspiração, coeficiente de cultura e produção do milho sob condições de salinidade residual.** 80f. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

ALVES, S. S. V. **Desempenho de culturas sob estresse salino em solos representativos do agropolo Mossoró-Assu.** 118f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

ALVIM, M. J. et al. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 34, n. 12, p. 2345 – 2352, 1999.

AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica,** v.41, p.113-121, 2010.

AQUINO, L. A. de; BERGER, P. G. Produtividade do algodoeiro irrigado por aspersão ou gotejamento. **8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011**, São Paulo, SP – 2011.

ARAÚJO, V. S.; EKCLUND, C. R. B.; COELHO, F. C.; CUNHA, R. C. V.; LOMBARDI, C. T.; AGUIAR, R. S. Teor de proteína bruta e produtividade da forragem de milho utilizando resíduos da cultura de minimilho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n.3, p. 266-276, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande – PB, UFPB. 1999, 218 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29, Revisado).

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**, v. 09, p. 343-346, 2005. Suplemento.

BARROS, H. M. M.; GHEYI, H. R.; LOGES, V.; SANTOS, M. S.; VERONA, A. L.; SOARES, F. A. L. Perfilhamento de heliconias sob estresse salino. **Magistra,** Cruz das Almas-BA, v. 21, n. 4, p. 330-336, out./dez., 2009.

BARROS, A.D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002. 124p. Tese de Doutorado.

BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A. de; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, M. A. F. Emergência e crescimento inicial de plantas de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) em substrato salino. **Revista Árvore,** vol.37, no.4, Viçosa, July/Aug. 2013.

CAMARGO, A.C.; NOVO, A.L.M.; PEDROSO, A. F.; FARIA, V.P. Eficiência e produtividade na pecuária leiteira. In: LIMA, G.F.C.; NOBRE, F.V., FURUSHO, I.F.; KEMENES, P.A. (ed.) **SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**, 6, 1996, Natal. Anais... Natal: UFRN/EMPARN, 1996. p.33-53.

CÂNDIDO, M. J. D.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; SILVA, R. G.; AQUINO, R. M. S. Técnicas de fenação para a produção de leite. **UFC**, 2013. Disponível em: <http://www.neef.ufc.br/tec.fen.prodleite.pdf>. Acesso em: 03/06/2013.

CARMO, G. A. do. **Crescimento, nutrição e produção de cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada.** 182f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O. F. de. **Mossoró: um município do semi árido: caracterização climática e aspecto florístico.** Mossoró: UFERSA, 1989. 62 p. (Coleção Mossoroense, 672, série B).

CARMONA, F. C. **Salinidade da água e do solo e sua influência sobre o arroz irrigado.** Tese. 132f. UFRS. Porto Alegre (RS), Brasil. Fev. 2011.

CHRISTIANSEN, E.J. **Irrigation by sprinkler.** Berkeley University of California, 1942.

COSTA, M. da C. **Efeitos de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. 115p. Tese de Doutorado.

DANTAS, J. A.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; SANTOS, M. V. F. dos. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum.* **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.97-101, 2006.

DIAS, N.S. **Evolução da salinidade de um solo Luvissolo cultivado com melão irrigado por gotejamento.** Campina Grande: Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2001. 72p. Dissertação de Mestrado.

DIAS, N. da S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. PIRACICABA – SP. 2003. (Série didática).

DIAS, N. da S.; MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R.; SILVA, F. V. da; BARROS, A. D. de. Evolução da salinidade de um Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.240-246, 2004.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza – CE. 2010.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. Programa computacional para modelagem de curvas de retenção de água no solo (SWRC, versão 2.00). **Sci. agric.** vol.57 n.1 Piracicaba Jan./Mar. 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa, 412 p.

EMBRAPA. **Capim-Massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens.** (Comunicado Técnico). 2001. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT69.html>. Acesso em: 04 de dezembro de 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N.K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p. 281 - 288, 1991.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas.** Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p (EMBRAPA-CNPAF. Documento, 18).

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S.; SBRÍSSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B. de; PINTO, L. F. de M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 4 (suplemento), p. 1141 - 1150, 1999.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M. **Doses e períodos de aplicação de nitrogênio na melancia no submédio São Francisco.** I Congresso Brasileiro de Fertirrigação, João Pessoa, PB. 2003.

FAZENDAS PRADO. **Tifton 85 Plantas Gramíneas.** Disponível em: <http://www.tifton-85.com.br/tire_duvidas.php>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2013.

FERREIRA, D. F. **SISVAR:** sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.1 Build 72. Lavras: DEX/ UFLA, 2007.

FLOWER, T. J.; YEO, A. R. Ion relations of plants under drought and salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, n. 1, p. 75-91, 1986.

FREIRE, M.B.G.S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V.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. 1, p. 45-52, 2003.

FREITAS, L. D. A. **Crescimento, produção e acúmulo de nutrientes do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio.** 71f. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2008.

GALO GIGANTE. **Mudas de capim Tifton 85.** Disponível em: <http://www.galogigante.com.br>. Acesso em: 02 de dezembro de 2013.

GARCIA, G. O. et al. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 7-18, 2008.

GELLA, T. L. B.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; CECATO, U. Produção de gramíneas do gênero *Cynodum* sobre lâminas de efluentes de indústria farmoquímica. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente,** v.5, n. Edição Especial, p. 135-150, out. 2012.

GOMES, K. R.; AMORIM, A.V.; FERRERA, F. J.; FILHO, F. L. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.365–370, 2011.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; SANTOS, M. A. dos; SANTOS, E. R. dos; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica,** vol.42 no.3 Fortaleza July/Sept. 2011.

GRATTAN, S.R.; ZENG, L.; SHANNON, M.C.; ROBERTS, S.R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Oakland, v. 56, p. 189 - 195, 2002.

GURGEL, M.T.; MEDEIROS, J.F.; NOBRE, R.G.; CARDOSO NETO, F.C.; SILVA, F.V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Brasília, v.3, n.2, p.1-13, 2003.

HADDAD, C.M., CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 15, 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p.151-172.

JALES, A. G. O. **Cultivo da alface em sistemas hidropônicos utilizando rejeito da dessalinização da água.** 64f. Dissertação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

LIMA, M. L. P.; SIMILI, F. F.; GIACOMINI, A. A.; RIBEIRO, E. G.; ROMA JUNIOR, L. C. Pastejo rotacionado de capim - tanzânia para vacas leiteiras. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 1, Jan – Jun 2012. Disponível em: <www.aptaregional.sp.gov.br>. Acesso em 03 de Junho de 2013.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division,** ASCE, New York, v.103, n. 2, p. 115-134, 1977.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE.** 1992, 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande, PB, SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.

MEDEIROS, J. F. de; SILVA, F. V. da; PORTO FILHO, F. de Q.; FERREIRA NETO, M.; PEREIRA, A. J. L. B. **Tolerância do capim-de-burro (cynodon dactylon, L.) à salinidade.** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1999.

MEDEIROS, J. F. de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n.3, p. 469-472. 2003.

MELO, P. C. S.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; TABOSA, J. N.; SANTOS, V. F.; MELO, M. R. C. S. Seleção de genótipos de arroz

tolerantes a salinidade na fase de germinação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.58 - 64, 2006.

MENDELOVICI, T. Sistemas de Irrigação e Economia de Água: Alternativas e Inovações Tecnológicas. **OCEAN BUSINESS.** Posted on June 30, 2013 by Tobias. Disponível em: <http://oceanbusiness.com.es/pt-br/sistemas-de-irrigacao-economia-de-agua-alternativas-inovacoes-tecnologicas/>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2013.

MENK, J. R. F.; IGUE, T. Relacionamento de dados entre métodos analíticos: o caso da análise granulométrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v.16, p. 143-152, 1992.

MIRANDA, F. R.; CAVALCANTE, R. R. R.; RIBEIRO, E. M.; LIMA, R. N. Uso de efluentes da carcinicultura na irrigação de Panicum maximum cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 46-52, jan-mar, 2010.

MORAIS NETO, L. B. **Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do Capim-Canarana em função da salinidade da água de irrigação.** 74f. Tese. UFC, Fortaleza, 2009.

NOGUEIRA FILHO, F. P.; FREITAS, M. A. C.; PEREIRA, M. S.; SILVA, J. A.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, A. M. E. Efeito da salinidade e luminosidade no crescimento inicial de *Plectrantus amboinicus* (lour.) Spreng. In: **Inovagri International Meeting,** Fortaleza, CE, Brasil, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O.M.P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. Recife. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** v.5, n.4, p.479-484. Out./Dez. 2010.

OLIVINDO, C. de S.; GOMES, J. A. F.; SOUSA, F. B. de. Avaliação do capim Tanzânia em condições de pastejo. In: **ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA, 2.** 2003, Sobral. Anais... Sobral: Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2003. p. 108.

PAIVA, A. S.; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, M. C. C.; ALVES, L. P.; SARMENTO, D. H. A.; SILVA JÚNIOR, M. J. Salinidade e reação do solo numa área cultivada com melão sob mulch e irrigado com águas de diferentes níveis de sais. **Revista Caatinga**, v.17, p.57-63, 2004.

PEREIRA, F. A. de L. **Tolerância de cultivares de melão à salinidade.** Mossoró, 2011. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Dissertação de Mestrado.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos.** Madrid: Editora Agrícola Española, S.A. 1985, 542p.

PIZARRO, F. Salinidad en los perímetros irrigados del Nordeste de Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3, 1976, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: MINTER/DNOCS/ADID, 1977, v. 3, p. 186 – 198.

PORTO FILHO, F. de Q. **Rendimento e qualidade do melão em função do nível e da época de aplicação de águas salinas.** Campina Grande: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, 2003. 133. Tese de Doutorado.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; MATOS, J. A.; SOUZA, E. R.; SOUSA NETO, E. R. Crescimento do meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 334-341, 2006.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUZA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e pH de solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, v.15, n.11, p.1130–1137, 2011.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1931-1935, 2006.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline water for crop production.** Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 48).

RHOADES, J.D.; CHANDUVI, F.; LESCH, S. **Soil salinity assessment: methods and interpretation of electrical conductivity measurements.** Rome: FAO, 1999. 150p. il.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande, PB, 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. **Teor de proteína bruta do *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 sob irrigação e adubação nitrogenada, em Parnaíba, Piauí.** Embrapa Meio Norte, Teresina, 2005. 4p. (Comunicado Técnico).

RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; CAVALCANTE, R. F.; BARROS, W. S. de. Efeito da Idade de Corte sobre o Rendimento Forrageiro do Capim-Tanzânia Irrigado nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. **Revista Científica de Produção Animal,** v.8, n.2, 2006.

SCIVITTARO, W. B.; SILVA, R. S.; MARCO, E.; KLUMB, E. K.; SILVA, P. S. Tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água de irrigação na fase vegetativa. **FERTBIO 2012,** Maceió (AL), 17 a 21 de setembro. Resumo expandido.

SILVA JÚNIOR, G. S.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. G.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, L. E. Parâmetros Biométricos, Nutricionais e Bioquímicos em Cultivares e Somaclones de Bananeira Submetidos à Salinidade. CIENTEC · **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE** - v.4, n.1, Julho de 2012.

SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de água do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB. v.3, n.1 p. 11-17. 1999.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; DUDA, G. P.; SOUSA, C. E. S. Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 8-14, 2007.

SILVA, J. L. de A. **Mistura de águas salinas como alternativa para a irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino.** ÁGUA: Desafios da sociedade. Prêmio Jovem Cientista 2013. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Mossoró-RN.

SOUZA, M. C.; SANTOS, D. B. DOS; SILVA NETO, M. D. da; CHAGAS, E. C. de O. Produtividade do *Panicum maximum* sob diferentes níveis de salinidade. **Ambientalmente.** Disponível em: <http://mdambiental.blogspot.com.br/2011/03/produtividade-do-panicum-maximum-sob.html>. Acesso em 28 de Outubro de 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 4nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2009. 848p.

TERRASTOCK. *Panicum maximum* - Tanzânia. Disponível em: <http://www.terrastock.com.br>. Acesso em 02 de dezembro de 2013.

TONATO, F.; PEDREIRA, C. G. S. O capim Tifton 85. **PLANO CONSULTORIA.** Disponível em: <http://www.planoconsultoria.com.br/site/circular7html>. Acesso em: 16 mai. 2013.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, p. 892-898,1980.

VIEIRA, M. R.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; CARVALHO, P. L.; COSTA, R. N. T.; TABOSA, J. N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.42-46, 2005.

VILELA, H. Série Gramíneas Tropicais - Gênero *Panicum* (*Panicum maximum* – Tanzânia - Capim). **AGRONOMIA.** Disponível em: <http://www.agronomia.com.br /conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_tanzania.htm >. Acesso em: 19 mai. 2013.

ZENG, L.; SHANNON, M.C.; LESCH, S.M. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 48, p. 191 - 206, 2001.