

PRISCILA DE MELO EVANGELISTA MAIA

**INTERAÇÃO SALINIDADE E NITROGÊNIO SOBRE OS COMPONENTES
NUTRICIONAIS E DE PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA.**

MOSSORÓ

2013

PRISCILA DE MELO EVANGELISTA MAIA

**INTERAÇÃO SALINIDADE E NITROGÊNIO SOBRE OS COMPONENTES
NUTRICIONAIS E DE PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA.**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Nildo Da Silva Dias

MOSSORÓ

2013

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

M963i Maia, Priscila de Melo Evangelista.

Interação Salinidade e nitrogênio sobre os componentes nutricionais e de produção do capim tanzânia. / Priscila de Melo Evangelista Maia. -- Mossoró, 2013.

70f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

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

1. Irrigação. 2. Adubação nitrogenada. 3. Estresse salino. 3. Panicum maximun I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /044-13

CDD: 633.2

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

PRISCILA DE MELO EVANGELISTA MAIA

**INTERAÇÃO SALINIDADE E NITROGÊNIO SOBRE OS COMPONENTES
NUTRICIONAIS E DE PRODUÇÃO DO CAPIM TANZÂNIA**

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

APROVADA EM: ____/____/____.

D. Sc. Prof. Nildo da Silva Dias (UFERSA)
Orientador

D. Sc. José Amilton Santos Junior (INSA)
Conselheiro

D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira (UFERSA)
Conselheiro

Ao meu avô Pedro Gonçalves de Melo (*in memorian*), por ter sido como um pai, pelo incentivo, por ter sonhado com meu futuro, e por ainda hoje ser pra mim motivo de orgulho e; minha tia Eliza (*in memorian*) pelo carinho e preocupação que sempre teve comigo.

OFEREÇO

Aos meus pais Joaquim Maia Evangelista de Lima e Irenice Pereira de Melo, e a minha avó Alzira Pereira pelo apoio, amor incondicional e dedicação oferecidos a mim durante toda a minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, por me amar, proteger, dando-me 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.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa concedida.

Ao professor Nildo da Silva Dias, pela orientação, confiança e apoio.

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, especialmente aos professores Luiz César, José Francismar de Medeiros e Rafael Oliveira Batista pela excelente coordenação à frente do Programa e pela humildade em compartilharem os seus conhecimentos.

Ao professor e amigo Francisco de Assis de oliveira (Thikão) por estar participando da banca, contribuindo na realização deste trabalho, e ainda pela sua amizade, ensinamentos, por sua disponibilidade, contribuição em toda a minha trajetória acadêmica e por se alegrar junto comigo a cada conquista alcançada.

À toda minha família, a minha fortaleza, o maior exemplo de união, amizade e companheirismo, por sempre estarem dispostos a me ajudar. Obrigada por tudo.

Aos meus pais pela educação e amor que me foram dados, por terem me ensinado a correr atrás dos meus objetivos, é a vocês que eu devo tudo o que sou.

Aos meus irmãos Paloma e Pablo pela amizade e amor, por me darem a certeza de que eu posso contar com vocês sempre.

A Herlon Bruno pelo seu amor, atenção e carinho, por estar ao meu lado todos os momentos em que precisei, pela paciência, e ajudar sempre que possível.

Aos amigos de turma: Naiara, Adriana, João, Paula, Aline, Marcos, Wigliff e Joacy pela companhia e pela convivência durante o curso. Agradeço em especial a Daniel, Rozana e Saulo pela amizade, companhia, por terem sido como irmãos e me ajudado de todas as maneiras que lhes foram possíveis.

Ao meu primo Flavinícius, por sua amizade, seu carinho, colaboração na condução do experimento, por sempre estar disponível a me ajudar, meu sincero agradecimento.

À Otaciana Maria com quem eu convivi sete anos e considero como irmã, eu agradeço por sua amizade, companhia e ser minha família enquanto estive longe de casa. Meus amigos Willame, Ricardo e Raíza pela amizade e apoio, e a Dalila pela acolhida nesta etapa final.

Aos colegas Ítalo Sorac, Jair, Marlon, Jeíza, Bezerra Neto, Leôncio e Ana Cláudia pela contribuição na 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.

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

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

RESUMO

MAIA, Priscila de Melo Evangelista. **Interação salinidade e nitrogênio sobre os componentes nutricionais e de produção do capim tanzânia** 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2013.

As regiões áridas e semiáridas têm sofrido com o problema da escassez de água, passando constantemente por períodos de seca. No Nordeste brasileiro, para suprir as necessidades hídricas é comum a perfuração de poços artesianos, porém, devido a formação geológica dos seus aquíferos, a maioria desses poços apresenta águas salobras. Uma alternativa para aumentar a disponibilidade de água para as atividades agrícolas seria a utilização de água de poços rasos para irrigação de plantas halófitas ou de culturas tolerantes à salinidade. As plantas forrageiras são consideradas plantas tolerantes, e segundo vários autores, o nitrogênio, pode ser um redutor dos efeitos provocados pelo estresse salino, além de promover o crescimento das plantas. Com o objetivo de avaliar o efeito interativo de níveis de salinidade e adubação nitrogenada na produção e na composição química do capim Tanzânia desenvolveu-se o presente trabalho em casa de vegetação utilizando vasos, os tratamentos foram constituídos da combinação de cinco níveis de salinidade ($S_1 = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$, $S_2 = 1,5 \text{ dS m}^{-1}$, $S_3 = 3,0 \text{ dS m}^{-1}$, $S_4 = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_5 = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$), e quatro doses de nitrogênio ($N_1 = 0$; $N_2 = 0,8$; $N_3 = 1,6$ e $N_4 = 2,3 \text{ g vaso}^{-1}$), utilizando delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Avaliaram-se os componentes de produção área foliar (AF), massa fresca e massa seca de folhas (MFF) e (MSF), teores de proteína bruta, macronutrientes e teores de Cl^- e Na^+ . Observou-se efeito significativo para a interação dos fatores salinidade e doses de N para todos os componentes da produção de forma que à medida que foi elevado o nível de salinidade a produção foi reduzida, porém até o nível de salinidade S_3 as doses de N possibilitaram uma menor taxa de redução. De uma forma geral observou-se acréscimos nos teores de nutrientes e PB com o aumento da salinidade da água de irrigação provavelmente devido ao efeito de concentração desses nutrientes dentro da planta uma vez que a massa seca foi inversamente proporcional. Verificou-se também que a irrigação com água de elevada salinidade inibiu o efeito benéfico do nitrogênio sobre o crescimento do capim Tanzânia.

Palavras-chave: Irrigação, adubação nitrogenada, estresse salino, *Panicum maximum*.

ABSTRACT

MAIA, Priscila de Melo Evangelista. **Cultivation Tanzania grass under salt stress and nitrogen levels.** 2013. 70f. Dissertation (Master degree in Irrigation and Drainage) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2013.

The arid and semiarid regions have suffered from the problem of water scarcity, rising steadily through periods of drought. In northeastern Brazil, to meet the water needs is common to drill wells, however, due to geological formation of its aquifers, most of these wells has brackish waters. Agriculture and livestock are important activities in these regions and is responsible for much of the water consumption; an alternative to increase the availability of water for agricultural activities would be to use water from shallow wells for irrigation of halophytes or crops tolerant to salinity. Forage crops are considered tolerant plants, mineral nutrition being a very important factor for the production losses is minimal, and, according to several authors nitrogen, can be a reducer of the effects caused by salt stress, and promote the growth of plant. Aiming to evaluate the interactive effect of salinity levels and nitrogen fertilization on yield and chemical composition of Tanzania grass developed this work in a greenhouse in pots, the treatments consisted of five levels of salinity ($S_1 = 0.5 \text{ dS m}^{-1}$, $S_2 = 1.5 \text{ dS m}^{-1}$, $S_3 = 3.0 \text{ dS m}^{-1}$, $S_4 = 4.5 \text{ dS m}^{-1}$ and $S_5 = 6.0 \text{ dS m}^{-1}$) and four nitrogen ($N_1 = 0$, $N_2 = 0.8$, $N_3 = N_4 = 1.6$ and 2.3 g pot^{-1}) . Evaluated the production components leaf area (LA), fresh weight and dry weight of leaves (MFF) and (MSF) , crude protein , and macronutrient content of Cl^- and Na^+ . There was a significant effect for the interaction of salinity and N levels for all components of the production so that as was the high level of salinity production was reduced, even though the level of salinity S_3 N rates possible a lower reduction ratio. Generally observed increase in the concentration of nutrients and PB with increasing salinity of irrigation probably due to the concentration effect of these nutrients in the plant since the dry weight was inversely proportional. It was also found that irrigation with high salt inhibited the beneficial effect of nitrogen on the growth of grass Tanzania.

Keywords: Water scarcity, salinity, nitrogen, *Panicum maximum* jacq.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise física do solo da área experimental.....	28
Tabela 2 - Resultado da análise química do solo utilizado no experimento.....	29
Tabela 3 - Resumo da análise de variância e de regressão para área foliar (AF), massa fresca das folhas (MFF) e massa seca das folhas (MSF) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e doses de nitrogênio.....	33
Tabela 4 - Resumo da análise de variância e de regressão para os teores de Nitrogênio(N), Fósforo (P), Potássio (K), e Proteína Bruta (PB) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e de nitrogênio em dois cortes.....	43
Tabela 5 - Resumo da análise de variância e de regressão para os teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), e Cloreto (Cl ⁻) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e de nitrogênio.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da casa de vegetação.....	25
Figura 2 - Detalhe da casa de vegetação utilizada no experimento.....	26
Figura 3 - Esquema da disposição dos tratamentos	27
Figura 4 - Curva de retenção de água do solo utilizado para a profundidade de 0-40cm...	28
Figura 5 - Detalhe da instalação dos tensiômetros nos vasos.....	30
Figura 6 - Plantas de capim Tanzânia após corte a 0,20m do solo	31
Figura 7 - Interação salinidade x nitrogênio sobre a área foliar do capim Tanzânia, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	34
Figura 8 - Área foliar do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio e salinidade da água de irrigação (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	35
Figura 9 - Figura 9. Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa fresca do capim Tanzânia, desdobramento dos níveis de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	37
Figura 10 - Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa fresca das folhas do capim Tanzânia área, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	38
Figura 11 - Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa seca do capim Tanzânia desdobramento dos níveis de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	39
Figura 12 - Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa seca das folhas do capim Tanzânia, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	40
Figura 13 - Comportamento da altura de plantas de capim Tanzânia após o primeiro corte, em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B).....	42
Figura 14 - Teor de nitrogênio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte).....	44
Figura 15 - Teor de nitrogênio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de N dentro de S primeiro corte; B - efeito isolado, segundo corte).....	45

Figura 16 - Teor de fósforo nas folhas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	46
Figura 17 - Teor de fósforo nas folhas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	47
Figura 18 - Teor de potássio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).....	48
Figura 19- Teor de potássio do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio e salinidade da água de irrigação, desdobramento de N dentro de S- primeiro corte	49
Figura 20 - Proteína bruta nas folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N, primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).....	50
Figura 21 - Proteína bruta nas folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de N dentro de S; primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).....	51
Figura 22 - Teor de Ca das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	53
Figura 23 - Teor de Ca das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	54
Figura 24 - Teor de Mg das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	55
Figura 25 - Teor de Mg das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	56
Figura 26 - Teor de Na das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	57
Figura 27 - Teor de Na das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio e salinidade da água de irrigação, desdobramento de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).....	58

Figura 28 - Teor de Cl^- das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N; primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte)..... 59

Figura 29 - Teor de Cl^- das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N; primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte)..... 60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS.....	16
2.2 IMPLICAÇÕES DO USO DE ÁGUA SALINA NA AGRICULTURA.....	17
2.3 TOLERÂNCIA DAS CULTURAS A SALINIDADE.....	20
2.4 INTERAÇÃO SALINIDADE X FERTILIDADE.....	21
2.5 CAPIM TANZÂNIA.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	25
3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS.....	26
3.3 UNIDADES EXPERIMENTAIS.....	26
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	27
3.5 ADUBAÇÃO.....	28
3.6 IRRIGAÇÃO.....	29
3.7 TRATOS CULTURAIS.....	30
3.8 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	31
3.9 ANÁLISES DE DADOS.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 PRODUÇÃO.....	33
4.2 COMPOSIÇÃO MINERAL.....	42
5 CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

1. INTRODUÇÃO

A redução da disponibilidade de águas superficiais de boa qualidade é uma realidade visível em todo o planeta, sendo mais evidente nas zonas áridas e semiáridas. No Brasil, a região Nordeste representa a parte do país que é mais afetada pela redução na disponibilidade hídrica. De acordo com Cirilo (2008), o semiárido brasileiro é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios podendo essa situação ser explicada em razão da variabilidade temporal das precipitações e das características geológicas dominantes, pois é uma região em que há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e consequentemente, baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente.

Soares (2007) cita que apesar da deficiência em recursos hídricos superficiais, poderiam ser extraídos do subsolo da Região Nordeste do Brasil, sem risco de esgotamento dos mananciais, pelo menos 19,5 bilhões de metros cúbicos de água, segundo estudos da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Estas por sua vez ocorrem preenchendo as zonas de fraqueza das rochas (fendas e fraturas) formando um aquífero fissural. O Estado do Rio Grande do Norte em 60% da sua superfície é composto por rochas cristalinas Pré-Cambrianas, as quais ocupam uma área da ordem de 30.658 km² (COSTA; MELO; SILVA, 2006). Os aquíferos que estão localizados nessa formação geológica são os mais comuns, porém, devido o fato da água estar em contato com as rochas calcárias ocorre dissolução de sais e, portanto, a elevação da concentração de sais nessas águas subterrâneas.

De acordo com Silva et al. (2008), na região produtora do Rio Grande do Norte, parte da água utilizada para irrigação é proveniente de poços artesianos profundos, que apesar da boa qualidade, apresenta alto custo de obtenção, que, às vezes, inviabiliza seu uso na agricultura. Uma alternativa já utilizada pelos agricultores é a perfuração de poços rasos no aquífero Jandaíra, um manancial com grande potencial hídrico, e baixo custo de coleta da água. Entretanto, essas águas podem apresentar elevada concentração de sais dissolvidos, que, se for utilizada para irrigação sem a adoção de um manejo adequado, poderá provocar salinização do solo e consequentemente, redução no rendimento das culturas.

Como na região nordeste a economia está diretamente ligada à atividade agropecuária, dentro do contexto hídrico vigente, a irrigação de pastagens é uma prática responsável pelo aumento dos rendimentos com essas atividades, sendo, porém, necessário utilizar-se de fontes alternativas de água, visto que há carência de recursos hídricos superficiais.

O capim Tanzânia é uma gramínea que possui boas características nutricionais, grande adaptabilidade às condições climáticas, e responde bem à adubação, sendo recomendado para pastejo extensivo ou rotacionado, é bem aceito tanto por bovinos quanto ovinos e caprinos, no entanto não há muitas informações na literatura quanto ao seu comportamento em condições de salinidade.

Apesar das forrageiras em geral serem classificadas como tolerantes à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), alguns estudos já demonstraram que, a produção dessas plantas pode ser reduzida significativamente de acordo com o manejo cultural adotado.

A nutrição mineral das plantas é um fator importante, especialmente quando se utiliza água salobra na irrigação, uma vez que há uma interação significativa entre a salinidade e a fertilidade do solo, principalmente quanto ao nitrogênio. Conforme relatado por Flores et al. (2001), a fertilização nitrogenada não só promove crescimento, mas também pode reduzir o efeito da salinidade sobre as plantas. Assim como também foi observado por Feijão et al. (2011), a nutrição com NO_3^- a 8,0 mM foi capaz de reduzir os efeitos deletérios da salinidade nas plantas de sorgo sudão, resultando em um melhor crescimento destas plantas, em comparação àquelas nutridas com NO_3^- a 0,5 mM.

De maneira geral esta relação é bem complexa e de acordo com Santos, Cavalcante e Vital (2010) inúmeros trabalhos de pesquisa foram realizados procurando compreender os efeitos da interação nitrogênio-salinidade sobre as plantas, sendo que a maioria dos estudos indica que a absorção ou acumulação de nitrogênio na parte aérea pode ser reduzida pelas condições de salinidade.

Diante do exposto, objetiva-se avaliar a produtividade, composição química e teor de proteínas do capim Tanzânia sob o efeito de irrigação com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O problema de escassez de água começa a ser observado a partir de dados mundiais, pois segundo Silva, Dias e Figueredo Júnior (2011) estima-se o total de água existente na Terra como sendo algo em torno de 1.380.000 km³. Cerca de 97,5% desse total corresponde a água salgada que se localiza nos mares e oceanos; 2,2% do total encontram-se na forma de geleiras e não estão disponíveis. Há apenas 0,3% na forma de água doce, porém 98,5% desta encontram-se em locais subterrâneos e apenas 1,5% é que iremos encontrar nos rios, sendo disponível para o ser humano.

O Brasil é um país privilegiado por possuir a maior porcentagem de água potável do mundo, pois conta com 12% de toda a água doce do planeta (BRASIL, 2010). Mas, apesar disso, há uma má distribuição desta água no território brasileiro. Podendo-se verificar que a região amazônica possui 68% da oferta desse recurso, porém a região tem 45% do território nacional e 7% da população. A situação da região Norte contrasta com a da região Sudeste que tem 6% dos recursos hídricos, 11% da superfície do território e 43% da população e em outras regiões como no semiárido brasileiro as populações vivem o drama da escassez de água (AZEVEDO; BARBOSA, 2011) e segundo Soares et al. (2006) a região Nordeste abriga 27% da população e apenas estão disponíveis 3,3% desses recursos.

Segundo dados oficiais do Ministério da Integração, o Semiárido brasileiro abrange uma área de 969.589,4 km² e compreende 1.133 municípios de nove estados do Brasil: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Uma das principais características do Semiárido brasileiro é o déficit hídrico. Mas, isso não significa falta de água. Pelo contrário, é o semiárido mais chuvoso do planeta. A média pluviométrica vai de 200 mm a 800 mm anuais, dependendo da região. Porém, as chuvas são irregulares no tempo e no espaço. Além disso, a quantidade de chuva é menor do que o índice de evaporação, que é de 3 mil mm/ano, ou seja, a evaporação é três vezes maior do que a de chuva que cai (ASA, 2013).

De acordo com Suassuna (2007), a irregularidade pluviométrica no semiárido brasileiro é apontada como a principal causa da baixa disponibilidade de recursos hídricos, visto que a região está localizada numa área em que as chuvas ocorrem poucas vezes durante o ano, permanecendo durante muito tempo sem precipitações.

Como a seca não é algo que possa ser resolvido o que pode ser feito é encontrar meios de se conviver com esta condição. Devido a isso tecnologias simples para captação de água da chuva como cisternas de placa e calçadão, barragens subterrâneas e represas têm sido bastante utilizadas em comunidades rurais, no entanto só esta água muitas vezes não é suficiente, pois o período sem chuvas é muito extenso.

Ainda como alternativa para suprir as necessidades de água é comum a sua extração em mananciais subterrâneos. Esta exploração é feita através de poços artesianos os quais podem ser perfurados no arenito Açú com profundidade cerca de 1.000 m apresentando água de boa qualidade, todavia com alto custo para obtenção do líquido (BARRETO; CUNHA; LIMA, 2002), ou ainda no Aquífero Jandaíra, que é o mais comum, pois o território nordestino é em mais de 80% constituído por rochas cristalinas (CIRILO, 2008). Estes possuem uma profundidade em torno de 100m e apresentam baixo custo de obtenção, apresentando, no entanto, concentração elevada de sais (BARRETO; CUNHA; LIMA, 2002) caracterizando-se assim a escassez qualitativa.

O fato das águas conterem altas concentrações de sais não impede que a mesma seja utilizada, podendo esta ser utilizada em diversas atividades domésticas, assim como também na irrigação de plantas tolerantes à salinidade. Contudo, segundo Campos (2007) vem sendo possível processar as águas de altas concentrações salinas para torná-las próprias para o consumo humano com o domínio das tecnologias de dessalinização, particularmente através do processo de membranas por osmose reversa.

2.2 IMPLICAÇÕES DO USO DE ÁGUA SALINA NA AGRICULTURA

As práticas da agricultura e pecuária em regiões semiáridas são altamente dependentes de irrigação, pois essas regiões passam por um longo período sem chuvas, e mesmo no período chuvoso as precipitações ocorrem de forma bastante irregular. No entanto a agricultura irrigada depende além da quantidade, da qualidade da água. Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é fator limitante ao desenvolvimento da maioria das culturas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2008).

Segundo Soares (2007), ao mesmo tempo em que o semiárido brasileiro enfrenta a carência de recursos hídricos superficiais, há uma grande disponibilidade de águas subterrâneas, porém, como a maioria dos poços nessa região está localizada no aquífero calcário, essas águas apresentam elevadas concentrações salinas. Devido a isso, estudos foram

e continuam sendo realizados para possibilitar a utilização de águas de qualidade inferior nas atividades agrícolas causando o mínimo de danos ao meio ambiente.

Por ação do governo, equipamentos de dessalinização das águas salobras subterrâneas têm sido instalados em várias comunidades rurais na região Nordeste do Brasil, objetivando a geração de água doce para o consumo humano. Com a distribuição de dessalinizadores nessas comunidades foi dada uma solução para a falta de água potável, no entanto, durante esse processo há a geração de uma quantidade considerável de rejeito altamente salino, e, uma das opções de aproveitamento desse rejeito seria a sua utilização na irrigação de culturas tolerantes.

Para Sousa (2009), o incentivo do uso na irrigação, de águas de qualidade inferior, como as de esgoto doméstico, de drenagem agrícola e águas salinas, as quais podem ser subterrâneas, residual bruta ou tratada, devem ser consideradas como fontes alternativas de uso.

A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples (RICHARDS, 1954). Os processos de formação natural dos solos em regiões quentes e secas, frequentemente, dão origem a solos salinos e com baixo potencial agrícola. Nesses tipos de solos, problemas sempre são detectados em relação aos atributos químicos, físicos e biológicos (SOUZA, 2010).

A utilização de águas salobras proporciona o aumento da salinidade do solo e isto ocorre devido os sais serem acondicionados na zona radicular do solo, junto às águas de irrigação, aumentando de concentração na medida em que as culturas consomem, por evapotranspiração, grande parte da água armazenada, ficando os sais em concentrações cada vez maiores (AYERS; WESTCOT, 1999).

Sendo assim, de acordo com Williams (1987) podem ser identificados dois tipos de salinização: primária e secundária. A salinização primária é um processo natural onde ocorrem poucas chuvas, elevada evaporação e acumulação gradual de íons oriundos do intemperismo. Em contrapartida, a salinização secundária resulta de um evento antrópico causada por atividades humanas como práticas de irrigação inadequadas, normalmente com águas de elevado teor de sais e/ou acompanhadas de uma drenagem insuficiente.

No solo, os efeitos negativos da salinização são desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 2000)

A característica principal da desestruturação do solo é a expansão da argila quando úmida e a contração quando seca, devido ao excesso de sódio trocável. Se a expansão for exagerada, poderá ocorrer a fragmentação das partículas, causando a dispersão da argila e modificando a estrutura do solo. De modo generalizado, os solos sódicos, ou seja, com excesso de sódio trocável, apresentam problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água causará encharcamento na superfície do solo, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas, por falta de aeração (DIAS; BLANCO, 2010).

Nas plantas, salinidade é um dos principais fatores ambientais que limitam o crescimento e a produtividade, e essa limitação acontece porque, em condições salinas, há uma redução na disponibilidade de água para as plantas, em razão do abaixamento no potencial osmótico da solução do solo; assim, a planta tende a ter um dispêndio maior de energia para absorver água e nutrientes (LEONARDO et al., 2003). Em resposta, a planta promove uma série de modificações bioquímicas, acarretando maior produção de solutos compatíveis (como aminoácidos, principalmente prolina) na célula, os quais reduzirão o potencial hídrico do vegetal, sem danificar os compartimentos subcelulares (TAIZ; ZEIGER, 2008).

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem resultar além de dificuldades na absorção de água, toxicidade de íons específicos e interferência em processos fisiológicos, redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2011). Porém as diferentes espécies e cultivares de plantas reagem diferentemente à salinidade, isto é, cada espécie de planta ou cultivar tolera até determinada salinidade, sem reduzir seu rendimento potencial (salinidade limiar - SL), a partir da qual passa a diminuir a produtividade na medida em que se incrementa a salinidade do solo (AYERS; WESTCOT, 1999).

Contudo, vários trabalhos têm sido realizados para avaliar o comportamento de gramíneas em condições de salinidade da água de irrigação, verificando-se a possibilidade da sua utilização, como por exemplo, podem-se citar os resultados obtidos com: capim-canarana (MORAIS NETO, 2009); sorgo (LOBO et al., 2011); milho forrageiro (AZEVEDO et al., 2007).

Assim, várias práticas de manejo têm sido utilizadas para se produzir economicamente, em condições de solo ou de água, com altos riscos de salinização, dentre

elas destaca-se o uso de plantas tolerantes à salinidade e à sodicidade (DIAS; GHEYI; DUARTE, 2003). No entanto, a drenagem, a lixiviação e a substituição de uma cultura por outra mais tolerante à salinidade, são práticas para evitar o impacto de acumulação de sais em longo prazo (AYERS; WESTCOT, 1999).

2.3 TOLERÂNCIA DAS CULTURAS A SALINIDADE

A tolerância das plantas ao estresse salino requer uma série de adaptações integradas envolvendo sistemas celulares e metabólicos. Sendo uma característica multigênica com grande quantidade de genes divididos em grupos funcionais diferentes, responsáveis pela minimização dos efeitos do excesso de sal (MUNNS, 2005).

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, cuja diferença se deve a melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. A tolerância à salinidade de algumas culturas pode alcançar valores entre 8 e 10 vezes a tolerância de outras (AYERS; WESTCOT, 1999).

Plantas consideradas não halófitas, parecem ser capazes de acumular Cl^- , no entanto, muitas não dispõem de mecanismos para fazer a inclusão de Na^+ nos vacúolos (MENNEN; JACOBY; MARSHNER, 1990). Nas glicófitas, o ajustamento osmótico celular também ocorre, porém a compartimentalização dos íons não é tão eficiente como nas halófitas (HASEGAWA et al., 2000).

Segundo Moraes Neto (2009) de maneira geral, as plantas apresentam algumas alternativas para crescer e se reproduzir em ambientes salinos, entre as quais pode-se destacar: exclusão de sais, compartimentalização, suculência, redistribuição do sal e equilíbrio nas relações iônicas.

Os efeitos prejudiciais da alta salinidade sobre plantas podem ser observados em nível de toda a planta, como a diminuição na produtividade e/ou morte. Muitas plantas desenvolvem mecanismos para excluir o sal de suas células ou toleram sua presença no interior das células. Durante o aparecimento e desenvolvimento de estresse salino dentro de uma planta, todos os principais processos, tais como a fotossíntese, síntese e de energia e o metabolismo lipídico são afetados. (PARIDA; DAS, 2002).

A habilidade dos genótipos de plantas de manter altos teores de K e Ca e baixos níveis de Na dentro do tecido é um dos mecanismos chaves que contribui para expressar a

maior tolerância à salinidade (DIAS; BLANCO, 2010). As diferenças nos graus de tolerância das espécies ou cultivares depende, portanto, da eficiência dos mecanismos morfológicos e fisiológicos que aumentam a capacidade das plantas de enfrentar o aumento da concentração de sais no solo (STOREY, 1995; LACERDA et al., 2003).

2.4 INTERAÇÃO SALINIDADE X FERTILIDADE

Os efeitos interativos da fertilidade-salinidade sodicidade têm sido estudados apenas superficialmente, sendo os resultados contraditórios, dependendo da condição particular de cada estudo. Os efeitos osmóticos da alta concentração de sais são os mais prejudiciais em solos salino-sódicos (SANTOS; CAVALCANTE; VITAL, 2010).

Os íons salinos que predominam nos solos afetados por sais (particularmente, Na^+ e Cl^-) podem afetar a absorção de nutrientes de forma direta, por meio de interações competitivas, ou indiretamente, aumentando a permeabilidade das membranas celulares, sobretudo da plasmalema (MORAIS et al., 2007). Santos, Cavalcante e Vital (2010) afirmam que os solos sódicos e salino-sódicos apresentam degradação física e isso acarreta prejuízos quanto a disponibilidade de nutrientes. No entanto os efeitos adversos da salinidade sobre plantas podem ser reduzidos por nutrição mineral adequada (CERDA; MARTINEZ, 1988; GRATTAN; GRIEVE, 1992). O desequilíbrio nutricional causado pela salinidade decorre, principalmente, da redução na absorção de nutrientes essenciais à planta, devido à competição na absorção e transporte, às alterações estruturais na membrana, bem como à inibição da atividade de várias enzimas-chave do metabolismo (ARAGÃO et al., 2010).

Devido o fato da aplicação de fertilizantes aumentar a concentração de nutrientes nos solos, alguns autores afirmam que a aplicação de fertilizantes em quantidades maiores que as recomendadas trariam benefícios em condições de salinidade moderada, pois haveria maior absorção de nutrientes, aumentando as relações K/Na , Ca/Na e NO_3/Cl (CUATERO; MUÑOZ, 1999).

Em solos salinos as plantas são adversamente afetadas pela baixa absorção de água pelas raízes devido aos efeitos do potencial osmótico (BERNSTEIN; FRANÇOIS; CLARK, 1974). Outro fator significativo está associado aos mecanismos de tolerância à salinidade em glicófitas, é a habilidade em produzir um ajustamento osmótico eficiente associado à acumulação de solutos orgânicos, a exemplo da prolina, aminoácidos livres, açúcares e proteínas (SILVEIRA et al., 2003).

Quando a salinidade é dada principalmente por cloreto de sódio, a toxicidade de íons também afeta a produtividade vegetal (SANTOS; CAVALCANTE; VITAL, 2010). Ainda segundo o mesmo autor, o delicado balanço de nutrientes é facilmente alterado em solos sódicos devido à adoção de práticas de manejo impróprias.

Segundo Blanco & Dias (2010) plantas bem nutridas toleram mais a salinidade do que plantas submetidas à deficiência de algum nutriente e, portanto, é importante que haja um programa eficiente de manejo do solo e da adubação para que a convivência com a salinidade seja possível.

O nitrogênio tem uma relação bastante complexa com a salinidade, pois este nutriente além de promover o crescimento, pode também reduzir os efeitos dos sais nas plantas. Tal efeito pode ser atribuído às funções do nitrogênio nas plantas, uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal (OLIVEIRA et al., 2010), e a presença de nitrato reduz absorção e acumulação de Cl pelas plantas (SANTOS; CAVALCANTE; VITAL, 2010).

O papel do N no aumento da resistência das plantas à salinidade reside no fato de que o aumento do suprimento de N promove um maior acúmulo de compostos orgânicos nitrogenados (por exemplo, prolina, aminoácidos livres, glicinabetaína), que desempenham um importante papel no balanço osmótico celular, além de estabilizar estruturas subcelulares (membranas e proteínas) sob condições de estresse salino (PARIDA; DAS, 2002).

O aumento de prolina livre e aminoácidos livres totais no tecido estão relacionados com a resposta da planta ao estresse osmótico (PARIDA; DAS, 2002), como forma de reduzir o potencial hídrico na planta para tornar possível a absorção de água (TAIZ; ZEIGER, 2008).

Feijão (2011) ao estudar o efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade concluiu que o aumento da concentração de N-aminossolúveis e prolina nas raízes das plantas ocasionado pela maior disponibilidade de N, contribuiu, provavelmente, para o melhor desempenho destas plantas frente à salinidade.

2.5 CAPIM TANZÂNIA

O capim Tanzânia é um dos cultivares da espécie: *Panicum maximum*, pertence ao reino: Plantae, divisão: Magnoliophyta, classe: Liliopsida, Ordem: Poales, Família: Poaceae, Gênero: *Panicum*, que é caracterizado por possuir uma grande variabilidade genética e morfológica (ARONOVICH, 1995).

Os trabalhos de seleção de gramíneas forrageiras da espécie *Panicum maximum* na Embrapa iniciaram-se em 1982 com a assinatura de um convênio entre a Embrapa e o Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Os acessos recebidos do IRD foram comparados na Embrapa Gado de Corte a partir de 1984 em parcelas, durante dois anos. Foram determinadas a produção forrageira, qualidade, produção de sementes e época e intensidade de florescimento, potencial de adaptação aos solos de cerrado, potencial de recuperação após o corte, e a estacionalidade da produção forrageira. O conjunto de várias análises levou ao lançamento das primeiras cultivares, sendo a Tanzânia-1 lançada em 1990 (EMBRAPA, 2001).

No entanto já foram lançados no Brasil, por diversas instituições de pesquisa, várias outras cultivares de *Panicum maximum*, tais como: Tobiatã, Vencedor, Centenário, Centauro, Aruana, Tanzânia, Mombaça e Massai (CORRÊA; SANTOS 2003). Segundo Rodrigues et al. (2010), as espécies deste gênero, dentre as forrageiras para pastagem, despertam grande interesse dos pesquisadores e produtores devido a alta produtividade e ampla adaptabilidade. É constituído por espécies com hábito de crescimento ereto e rizomatoso, plantas tolerantes ao encharcamento, por ecotipos que exigem solo com fertilidade moderada a alta, tolerantes ao alumínio e com reprodução apomítica e sexuada (CORSI, 1988).

O cultivar Tanzânia apresenta porte médio, é exigente em fertilidade, atingindo 1,30 m de altura e mesmo apresentando colmos velhos, não é rejeitado pelos animais, apresenta uma produção de matéria seca de folhas de 20 a 26 t ha⁻¹ ano⁻¹, com teor de proteína de 16,2% e devido o seu porte médio e a pouca lenhosidade dos colmos, as touceiras são pastejadas por igual, o que permite utilizar este cultivar tanto de forma extensiva quanto em rotação (OLIVEIRA FILHO, 2007). Pode também ser usado para silagem, porém não é apropriado para fenação. Pode ser usado em sistemas silvipastoris e em sistemas de integração lavoura e pecuária, preferencialmente para bovinos, ovinos e caprinos.

O crescimento das gramíneas é muito influenciado por alguns fatores climáticos, tais como a temperatura, água e luz. Para regiões em que a temperatura e a luminosidade, durante todo o ano, permanecem favoráveis ao crescimento das plantas, em que a água constitui o principal fator limitante, o uso de irrigação possibilita manter elevada produção de forragem (EMBRAPA, 2007).

A adubação de pastagens no Brasil ainda é bastante restrita, principalmente pelo fato da pecuária brasileira ser basicamente extensiva, no entanto, Brâncio et al. (2002) ao avaliar três cultivares de *Panicum maximum* (Tanzânia, mombaça e massai) com bovinos em pastejo, verificaram que durante o período de pastejo todas as três cultivares apresentaram declínio nos

teores de proteína bruta das lâminas foliares, no entanto o capim tanzânia ($+100 \text{ kg ha}^{-1}$ de N) se manteve superior aos demais, demonstrando assim o seu elevado teor nutritivo e sua resposta a incrementos na adubação nitrogenada. Apesar de o capim Tanzânia ser considerado moderadamente sensível à salinidade, poucos trabalhos referentes a este assunto estão disponíveis, inclusive determinando sua salinidade limiar, ou seja, o nível máximo de salinidade em que não há perdas de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, localizada nas dependências da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, campus leste, Mossoró - RN, Brasil (Figura 1), localizada nas coordenadas geográficas de 5° 12' 12'' de latitude sul e 37° 19' 28'' de longitude oeste, com altitude média de 18 m. Segundo a classificação de Köppen, o bioclima da região é do tipo BSw^h, com temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 672,9 mm, e umidade relativa média de 68,9 % (CARMO FILHO et al., 1991).



Figura 1. Localização da casa de vegetação

Fonte: Google Earth

A casa de vegetação possui cobertura em arco, com 7,00 m de largura, 18 m de comprimento e pé direito de 3,0 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo anti-ultravioleta e espessura de 150 µm, protegida nas laterais com malha negra 50% (Figura 2).



Figura 2. Detalhe da casa de vegetação utilizada no experimento

3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×4 , com quatro repetições, resultando em 80 unidades experimentais. Os tratamentos foram resultantes da combinação de cinco níveis salinidade ($S_1 = 0,5$; $S_2 = 1,5$; $S_3 = 3,0$; $S_4 = 4,5$ e $S_5 = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$) obtidos pela adição de NaCl na água de abastecimento municipal de Mossoró - RN, fornecida pela CAERN – Companhia de águas e esgotos do RN, com quatro doses de nitrogênio ($N_1 = 0$; $N_2 = 0,8$; $N_3 = 1,6$ e $N_4 = 2,3 \text{ g vaso}^{-1}$), sendo equivalentes à 0, 110, 220 e 330 kg ha^{-1} correspondendo a 0, 50, 100 e 150% da dose de nitrogênio utilizada por Rodrigues et al. (2011) para o capim tanzânia, utilizando uréia como fonte de N.

3.3 UNIDADES EXPERIMENTAIS

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico com diâmetro de 30 cm, altura de 32 cm e capacidade de 12 l, sendo preenchidos com material de solo arenoso. Para possibilitar a drenagem os vasos foram perfurados em sua base, e foi colocado uma camada de 2 cm de brita, recoberta com manta geotêxtil.

Os vasos das subparcelas eram espaçados 5 cm e dentro dos blocos o espaçamento era de 0,6 m entre as parcelas, o espaçamento entre blocos era de 1m, sendo o esquema de disposição dos tratamentos representado na Figura 3.

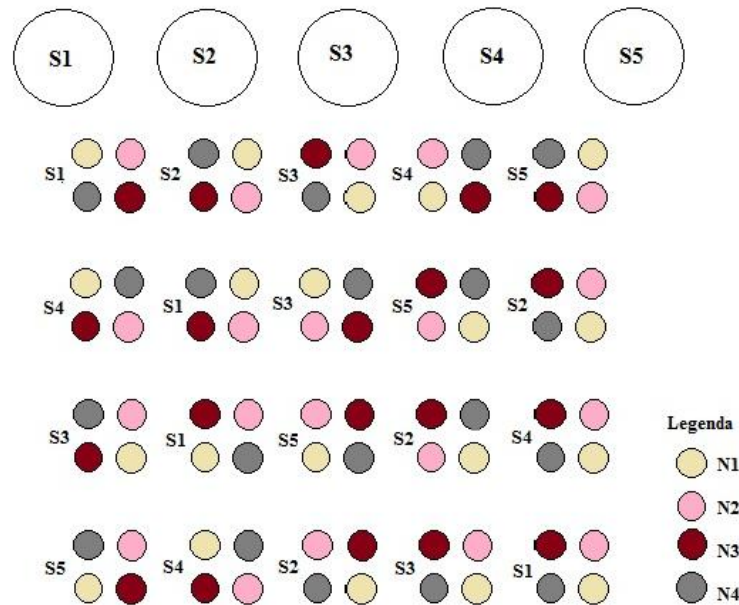


Figura 3. Esquema da disposição dos tratamentos

A semeadura foi realizada no dia 25 de janeiro de 2013, utilizando sementes de capim Tanzânia. Foram semeadas aproximadamente 10 sementes por vaso à uma profundidade de um centímetro. Após cinco dias do plantio, cerca de 90% das sementes de todos os tratamentos haviam germinado. Após atingirem 5 cm de altura foi realizado um desbaste deixando apenas duas plântulas por vaso.

3.10 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O material de solo utilizado foi proveniente da comunidade Boa Fé, localizada no município de Mossoró - RN, após a coleta, foi transportado até a Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, seco ao ar, destorroado, peneirado em peneira de abertura de 4 mm e acondicionado nos vasos.

Foram realizadas também coletas de amostras deformadas e indeformadas do solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, e enviadas ao Laboratório de Física do Solo e para o Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFERSA para as análises físicas (Tabela 1) e a

confeção da curva de retenção de água no solo (Figura 4) para as profundidades consideradas, no entanto utilizou-se a curva de retenção obtida pela média das duas profundidades, devido o solo ter sido uniformizado ao ser acondicionado nos vasos.

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. Os dados foram ajustados pelo modelo de Van Genuchten (1980) com a restrição de Mualen (1976).

Tabela 1. Resultado da análise física do solo da área experimental

Prof.	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	Dens. Real
cm	kg kg ⁻¹					kg dm ⁻³
0 - 20	0,48	0,38	0,85	0,05	0,10	2,49
20 - 40	0,50	0,32	0,83	0,05	0,13	2,62

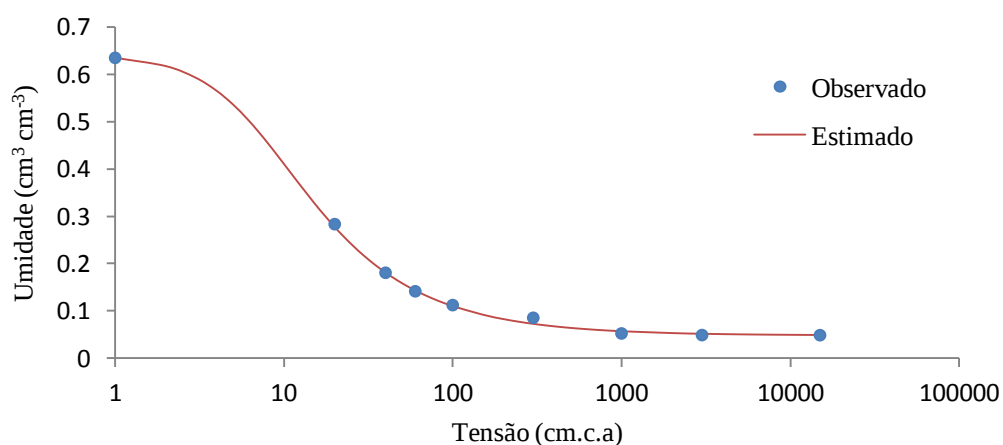


Figura 4. Curva de retenção de água do solo utilizado para a profundidade de 0-40 cm.

3.11 ADUBAÇÃO

Inicialmente coletaram-se amostras simples do solo contido nos vasos a uma profundidade de dez centímetros e obteve-se uma amostra composta que foi encaminhada para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFERSA, pra serem feitas as análises

químicas de fósforo (P), potássio (K^+), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{3+}), acidez potencial (H+Al), e potencial hidrogeniônico (pH) (Tabela 2).

De acordo com a análise do solo e com a adubação descrita por Rodrigues et al. (2011) para o capim Tanzânia realizou-se uma adubação de fundação fornecendo-se 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 60 kg ha^{-1} de K na forma de K_2O .

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado no experimento

P	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	(H+Al)	Ph
----- mg dm^{-3} -----					----- $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----		(solo)
8,4	66,3	5,3	0,95	0,27	0,10	1,07	5,14

A adubação nitrogenada foi feita de forma parcelada, sendo realizada a primeira aplicação aos trinta dias após a emergência, aplicando-se 62% da dose total, e o restante após o primeiro corte.

3.12 IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação foi realizado por meio de tensiometria, com base na curva característica de umidade no solo, representada pela Equação 1, sendo o volume de água estimado para cada nível de salinidade. Os tensiômetros foram instalados a 0,13 m de profundidade (Figura 5), e as irrigações ocorreram quando a água disponível chegava a 50%, aplicando-se em cada irrigação o volume suficiente para repor a quantidade de água consumida pela cultura, adicionada de uma lâmina de lixiviação de 10%. Para obter a água disponível utilizou-se a Equação 2, para capacidade de campo utilizou-se a umidade correspondente a tensão de 6 kPa.

$$\theta = 0,048 + \frac{(0,643 - 0,048)}{\left[1 + (0,143 \cdot \psi)^{1,853}\right]^{0,458}} \quad (1)$$

Onde:

$\theta \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3})$ - é a umidade do solo

$\psi \text{ (cm.c.a)}$ - potencial matricial

$$AD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \cdot Z \quad (2)$$

Onde:

AD - água disponível em milímetros

θ_{CC} - umidade correspondente a capacidade de campo

θ_{PMP} - umidade correspondente ao ponto de murcha

Z - profundidade em milímetros.



Figura 5. Detalhe da instalação dos tensiômetros nos vasos.

As concentrações de sais da água de irrigação foram obtidas pela adição de cloreto de sódio (NaCl). A irrigação foi realizada manualmente utilizando um béquer graduado, com capacidade de um litro, para aplicação da água nos vasos.

3.13 TRATOS CULTURAIS

Aos trinta e dois dias após a emergência observou-se a presença de *Spodoptera frugiperda* (lagarta do cartucho), e o controle foi realizado com a aplicação de deltametrina (DECIS 25 EC), inseticida de contato e ingestão, do grupo dos piretróides, de acordo com as informações contidas na bula do produto.

Aos quarenta e cinco dias após a emergência as plantas foi realizado o primeiro corte a vinte centímetros do solo (Figura 6).



Figura 6. Plantas de capim Tanzânia após corte a 0,20 m do solo.

Após o primeiro corte realizou-se a segunda adubação nitrogenada, a partir daí realizou-se, semanalmente, a biometria das plantas e, após 30 dias do primeiro corte foi realizado um segundo corte.

3.14 VARIÁVEIS ANALISADAS

Após cada corte o material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e encaminhados para o Laboratório de Nutrição de Plantas da UFERSA, onde se determinaram área foliar (AF), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), proteína bruta (PB), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e cloreto (Cl⁻) do capim Tanzânia.

A área foliar (AF) foi determinada pelo método dos discos foliares, onde foi utilizado um vazador com diâmetro interno de 1,155cm sendo retirados dez discos de cada amostra. Os discos eram retirados de pontos distribuídos em todo o comprimento da folha. Após isso as folhas e os discos foram acondicionados separadamente em sacos de papel e levados para uma estufa de circulação forçada de ar a 65 °C. Após apresentarem peso constante foram novamente pesadas determinando-se assim a massa seca das folhas (MSF), e estimando-se a AF pela seguinte equação:

$$AF = \frac{[(MSF + MSD) \times ND \times AD]}{MSD} \quad (3)$$

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)

Após passar pelos processos de secagem e pesagem, o material foi triturado em moinho tipo Willey e acondicionado em sacos plásticos, para posteriores análises químicas. A determinação dos teores de proteína bruta (PB) foi realizada de acordo com o método proposto por Silva (1998). As análises de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e sódio (Na) foram feitas seguindo a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). A determinação do teor de cloreto (Cl⁻) foi feita segundo o método de Mohr, adaptado por Silva, Nogueira e Guimarães (1999).

3.9 ANÁLISES DE DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, fazendo-se o desdobramento dos fatores para os casos que ocorreram efeito significativo da interação entre os fatores estudados. As variáveis que apresentam resposta significativa foram ajustadas a equações de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUÇÃO

De acordo com a análise de variância para os componentes da produção, houve resposta significativa dos fatores salinidade, dose de nitrogênio e da interação entre os fatores salinidade e nitrogênio ($p < 0,01$) para todas as variáveis de produção nos dois cortes (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para área foliar (AF), massa fresca das folhas (MFF) e massa seca das folhas (MSF) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e doses de nitrogênio.

FV	Valores de F					
	----- Primeiro corte -----			----- Segundo corte -----		
	AF	MFF	MSF	AF	MFF	MSF
Salinidade (S)	103,15**	149,67**	133,32**	52,85**	134,53**	98,23**
Nitrogênio (N)	13,16**	27,43**	16,79**	90,78**	229,29**	157,70**
S x N	6,09**	9,49**	7,19**	9,10**	17,04**	14,84**
Blocos	4,64**	4,74**	4,53**	2,90*	7,18**	3,86*
CV (%)	33,56	30,15	30,75	20,95	32,81	15,94

*, ** - Significativos 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F.

No primeiro corte, para a variável AF, verificou-se um decréscimo linear da ordem de aproximadamente 86 e 166 cm² por aumento unitário da salinidade, de forma que na maior salinidade (6,0 dS m⁻¹) houve redução total de 86 e 90%, para N₁ e N₂, respectivamente, em comparação com a menor salinidade (0,5 dS m⁻¹). Para as plantas submetidas às doses N₃ e N₄, verificou-se resposta de forma quadrática, apresentando decréscimo com o aumento da salinidade, entretanto, apresentando tendência de manter-se constante nas maiores salinidades (Figura 7A).

No segundo corte (Figura 7B), embora tenham sido observados comportamentos semelhantes em relação ao primeiro, as plantas do nível N₁, ou seja, sem adição de nitrogênio, não foram afetadas pela salinidade, obtendo-se AF média de 161 cm². As plantas que receberam adubação nitrogenada referente à N₂, N₃ e N₄, apresentaram um comportamento linear decrescente, com redução de aproximadamente 47, 72 e 130 cm² para o aumento de 1,0 dS m⁻¹ na água de irrigação, resultando em redução total de 54, 63 e 78%, para 0,8, 1,6 e 2,3 g de N vaso⁻¹ respectivamente.

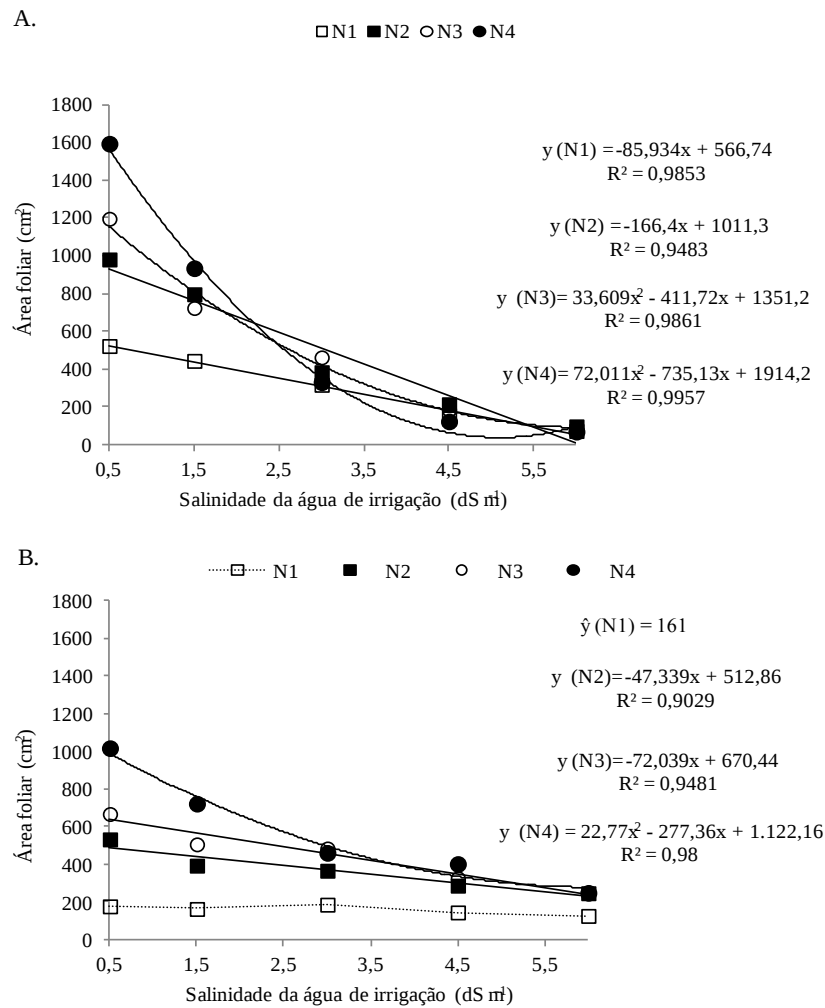


Figura 7. Interação salinidade x nitrogênio sobre a área foliar do capim Tanzânia, desdobramento dos níveis de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).

De forma geral, analisando os dois ciclos em conjunto, constatou-se que, à medida que a dose de N foi elevada observaram-se acréscimos nos valores de AF até o nível de salinidade S₂, no entanto, a partir daí, observados valores de AF semelhantes independente da adubação nitrogenada. Comportamentos semelhantes foram encontrados por Feijão (2011), o qual trabalhando com a cultura do sorgo sob estresse salino e dois níveis de N (0,5 e 8,0 mM), constatou maior redução na área foliar em plantas supridas com concentração mais elevada de nitrogênio.

Com relação ao efeito do nitrogênio, verificou-se, que no primeiro corte, houve reposta significativa e positiva da adubação nitrogenada sobre a AF nas salinidades 0,5 e 1,5 dS m⁻¹, ajustando-se ao modelo linear e crescente, com incremento de aproximadamente 343 e 140 cm² g⁻¹ de N aplicado. Desta forma, os maiores valores ocorreram na dose de 2,3 g vaso⁻¹,

correspondente a AF de 1015 cm² para S₁, e de 702 cm² para S₂. Para as salinidades S₃, S₄ e S₅, não houve respostas significativas às doses de N, obtendo-se AF médias de aproximadamente 375, 167 e 81 cm² (Figura 8A).

Tais resultados demonstram que os efeitos da salinidade sobre as plantas de capim Tanzânia podem ser atenuadas em função da adubação nitrogenada, bem como a influência da salinidade sob a resposta das plantas à fertilização nitrogenada. Pode-se também observar que até o nível de salinidade S₃ (3,0 dS m⁻¹) houve influência positiva da dose de nitrogênio.

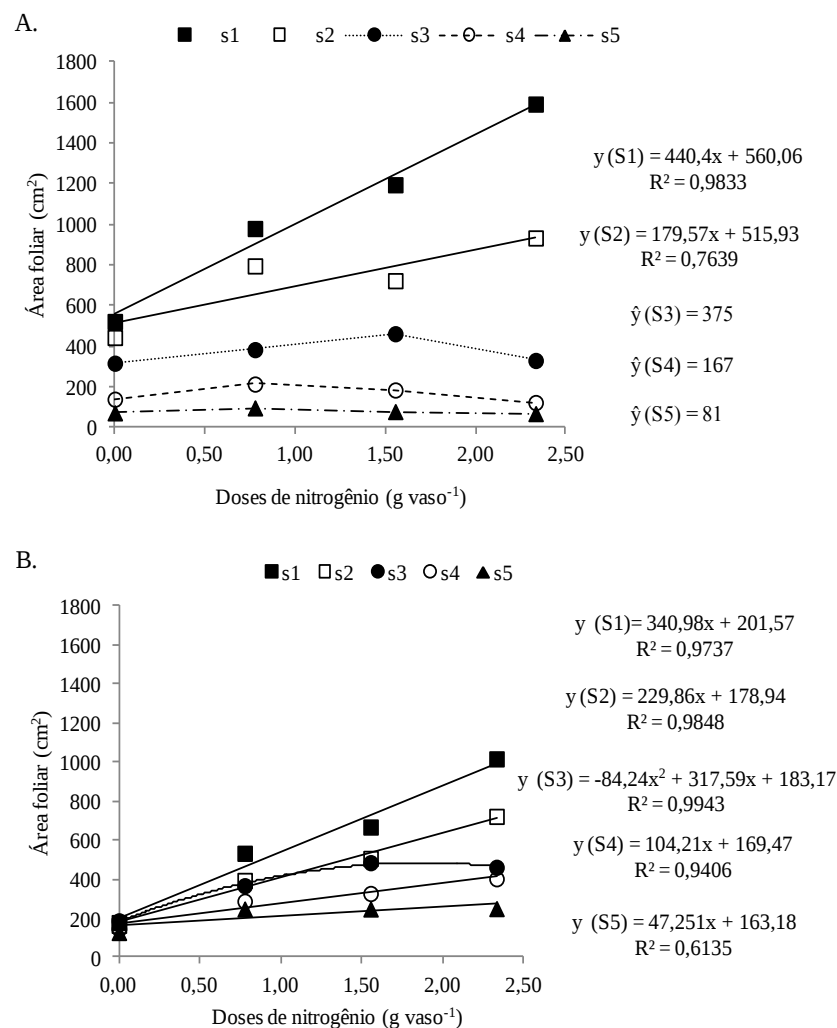


Figura 8. Interação salinidade x nitrogênio sobre a área foliar do capim Tanzânia, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).

No segundo corte, houve resposta significativa para todas as salinidades, ocorrendo resposta linear e positiva para S₁, S₂, S₄ e S₅, sendo o efeito mais expressivo nas salinidades

S_1 ($440 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ N}$) e S_2 ($179 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ N}$). Para a salinidade S_3 , os dados foram ajustados ao modelo quadrático, obtendo a máxima AF na dose de $1,9 \text{ g}$ de N por vaso, obtendo AF de 482 cm^2 , decrescendo a partir desta dose (Figura 8B).

De forma geral a AF, no segundo corte, sofreu redução menor em comparação com o primeiro. Porém no primeiro corte os valores de AF foram superiores aos do segundo corte nas salinidades S_1 e S_2 para todas as doses de nitrogênio. A partir destes resultados, pode-se verificar que o aumento da salinidade ocasionou em redução ou inibição (N_3 , N_4 e N_5 no primeiro corte) na resposta das plantas à adubação nitrogenada.

Segundo Läuchi e Epstein (1990) e Souza (1995), a redução da área foliar e, consequentemente, da matéria seca da parte aérea é, provavelmente, decorre da diminuição do volume de células pela redução da fotossíntese contribuem de certo modo, para adaptação das culturas à salinidade. Este fato se deve ao aumento indireto da concentração total de solutos na folha, o qual contribui para o ajustamento osmótico, a menos que os solutos se elevem a níveis tóxicos em compartimentos celulares específicos da folha.

Com relação à produção de massa fresca de folhas (MFF), verificou-se que no primeiro corte, a salinidade provocou redução significativa para todos os níveis de N , no entanto, até o nível de salinidade $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ o aumento das doses de N afetou positivamente esta variável (Figura 9A).

No segundo corte a MFF sofreu redução em todas as doses de nitrogênio, no entanto, o valor da produção mínima aumentou quando comparado aos mesmos tratamentos no primeiro ciclo. Em todas as doses de N os dados se ajustaram ao modelo quadrático, com exceção do N_1 que não apresentou diferenças significativas entre os níveis de salinidade (Figura 9B).

Analisando as Figuras 9A e 9B, percebe-se que em ambos os cortes ocorrem diferenças expressivas entre os níveis de N apenas nas menores salinidades, de forma que, sob estresse salino todos os tratamentos apresentam MFF aparentemente iguais.

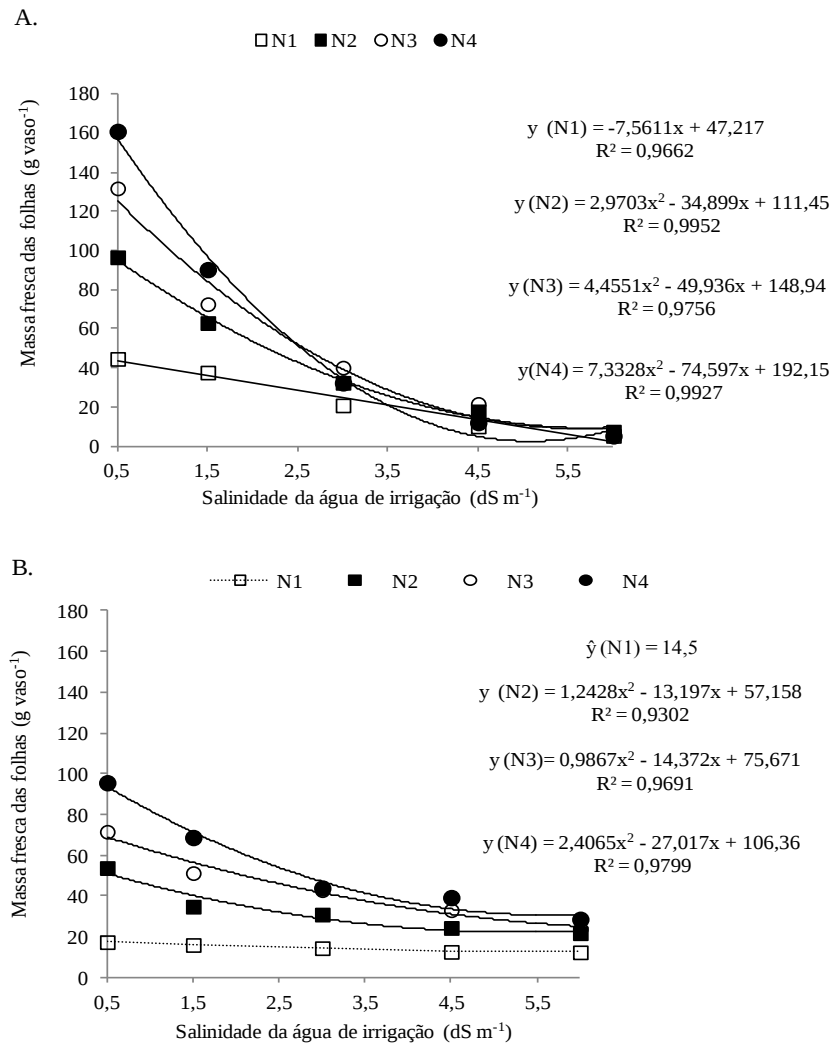


Figura 9. . Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa fresca do capim Tanzânia, desdobramento dos níveis de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).

A adubação nitrogenada influenciou significativamente a MFF, no primeiro corte, somente nas salinidades S_1 e S_2 que correspondem às concentrações de salinidade 0,5 e 1,5 dS m⁻¹, respectivamente. Para esses níveis de salinidade os dados foram ajustados a equações lineares crescentes (Figura 10A), resultando em um aumento na produção, em relação à testemunha (S_1N_1), de 260 e 139% respectivamente.

Para o segundo corte, verificou-se que em todos os níveis de salinidade as plantas responderam de forma significativa ao aumento das doses de nitrogênio e tiveram seus valores ajustados a modelos lineares crescentes, exceto o S_3 que apresentou resposta quadrática (Figura 10B). Os níveis de salinidade representados por S_1 , S_2 , S_4 , e S_5 apresentaram acréscimos de 452, 331, 212, 132% na produção de massa fresca quando submetido à dose de

nitrogênio N_4 em relação ao N_1 . Já o S_3 apresentou valor máximo de $44,4 \text{ g vaso}^{-1}$ obtida na dose de $2,17 \text{ g de N vaso}^{-1}$, correspondente a um aumento de 210% na produção.

De acordo com Figuerêdo (2009) a menor produção de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em condições salinas reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo assim a absorção de água pela planta. E, quanto maior a dose da adubação nitrogenada, mais significativo é o efeito da deficiência hídrica na produção de forragem de capim Tanzânia (LOURENÇO, 2002).

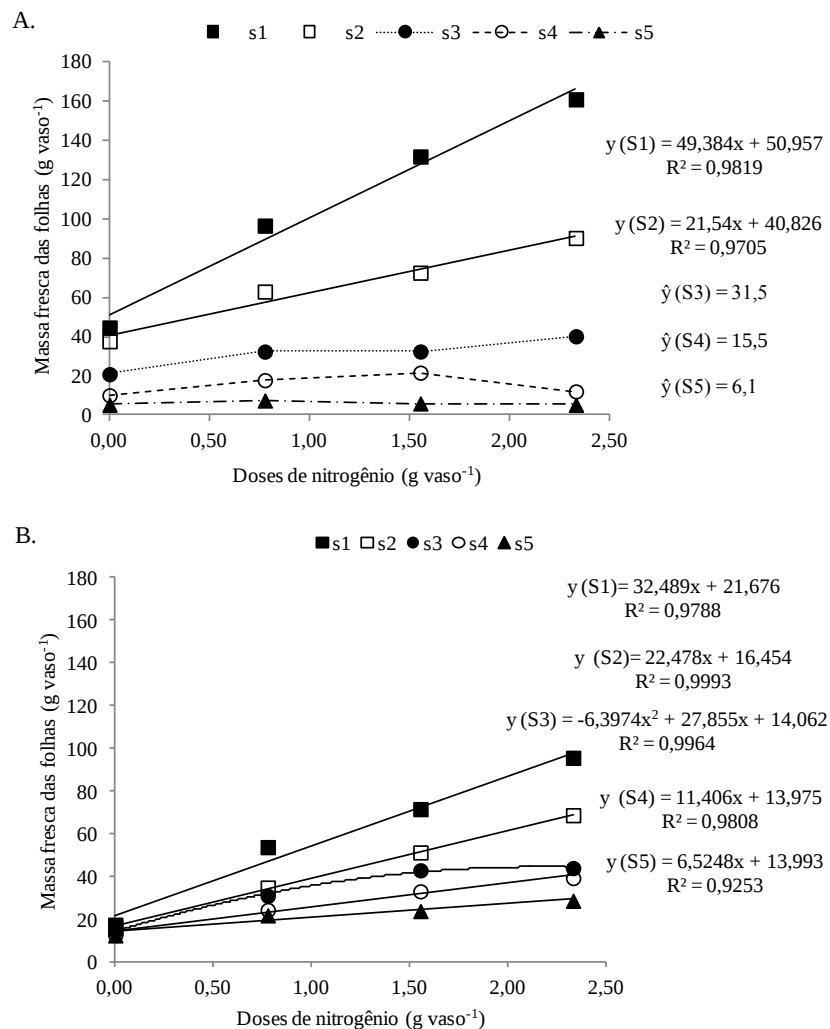


Figura 10. Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa fresca das folhas do capim Tanzânia área, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Com relação à massa seca de folhas (MSF), foi observado que no primeiro corte houve efeito significativo e negativo da salinidade, obtendo-se valor máximo de 43 g vaso^{-1}

no tratamento correspondente à salinidade S_1 e a dose N_4 . Os valores mínimos observados foram de $0,8 \text{ g vaso}^{-1}$ correspondente à salinidade $5,2 \text{ dS m}^{-1}$ também na dose N_4 (Figura 11A).

No segundo corte, não houve efeito significativo da salinidade para a dose N_1 , no entanto para as demais doses de N houve resposta significativa, em que todas sofreram redução na produção de MSF (Figura 11B). Para o N_2 observou-se resposta quadrática com produção mínima de 7 g vaso^{-1} , enquanto para os níveis N_3 e N_4 ajustaram-se a curvas lineares decrescentes apresentando uma redução de 66 e 75% respectivamente. Entretanto em todos os tratamentos a produção de massa seca foi afetada pela salinidade, independente da dose de N utilizada.

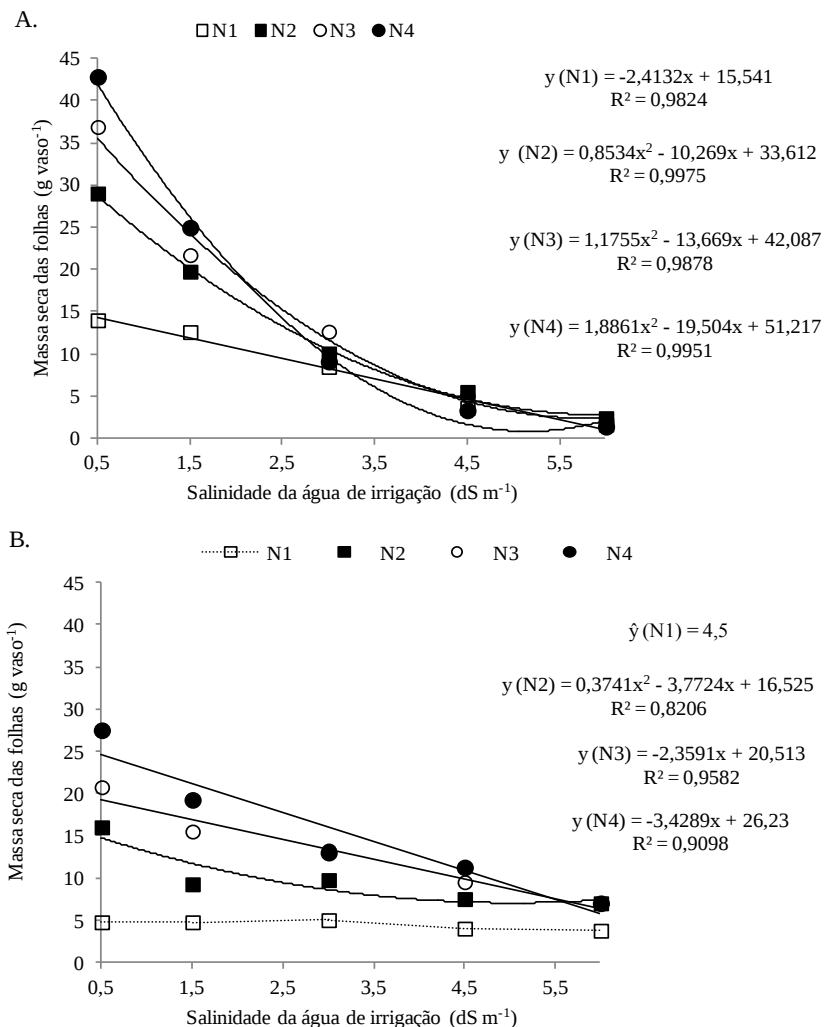


Figura 11. . Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa seca do capim Tanzânia desdobramento dos níveis de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Esses resultados demonstram o aumento de doses de nitrogênio nas plantas sem condições de estresse hídrico provocou um aumento na produção, porém quando a cultura encontra-se em estresse hídrico em decorrência da salinidade da água de irrigação esse efeito pode ser diminuído ou até nulo. Como pode ser observado, a produção de MSF, no primeiro ciclo, foi influenciada significativamente pelas doses de N até o nível de salinidade S_2 a partir daí não houve diferenças significativas (Figura 12A).

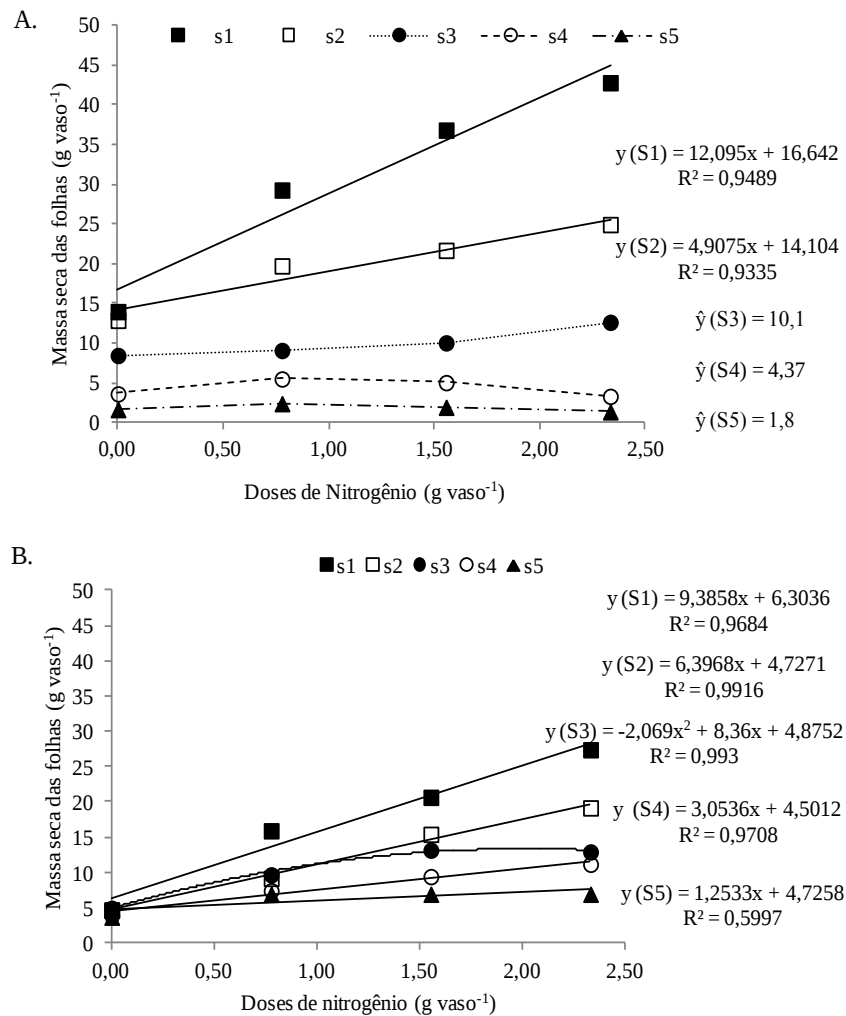


Figura 12. Interação salinidade x nitrogênio sobre a massa seca das folhas do capim Tanzânia, desdobramento das doses de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).

As crescentes doses de N provocaram um acréscimo linear na MSF em todas as salinidades da água de irrigação, exceto na salinidade S_3 que apresentou comportamento quadrático com valor máximo de 13 g vaso^{-1} obtido com a dose de $2 \text{ g de N vaso}^{-1}$ (Figura 12B). Souza (2005) quando estudou os efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a

massa de forragem de cultivares de *panicum maximum* Jacq. também observaram acréscimo significativo na MSF com o aumento das doses de nitrogênio, com médias de 8,75; 7,70 e 6,65 t ha⁻¹, para 100, 75 e 50 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Pode-se perceber que ao longo dos ciclos os componentes de produção (AF, MFF, MSF) tenderam a diminuir, no entanto a produção de massa no segundo corte apresentou valores mínimos mais elevados que o primeiro, demonstrando que a cultura é mais afetada pelo estresse salino em sua fase de estabelecimento. Outra possível explicação é devido a morfologia típica das gramíneas, na qual apresentam maior perfilhamento ao longo do ciclo.

Diante desses resultados percebe-se que a resposta do capim Tanzânia à adubação nitrogenada é dependente diretamente da salinidade do solo, uma vez que foi constatada a interação entre esses fatores (salinidade e nitrogênio). Esses resultados divergem dos observados por Campos et al. (2010), os quais observaram efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre a matéria seca das folhas de girassol, no entanto não houve interação significativa entre a salinidade e as fontes de nitrogênio utilizadas.

Pode-se observar na Figura 13A o comportamento da altura das plantas após o corte em função da salinidade, onde percebe-se que houve maior taxa de crescimento aos sete dias após o corte (DAC), quando apresentou valores de 31 cm para o período, seguido de taxas de 5, 3 e 2 cm para os períodos de 14, 21 e 28 dias, respectivamente. Já na Figura 13B, quando se observa o comportamento da altura das plantas em função das doses de nitrogênio, vê-se que os valores apresentaram pouca variação, de forma que as plantas submetidas à dose de N₁ apresentaram os menores valores.

Embora em todos os tratamentos tenha sido observado o mesmo comportamento, as plantas que apresentaram maiores valores de altura foram às submetidas aos níveis de salinidade S₁ que apresentaram média de 61,6 cm, seguido por S₂, S₃, S₄ e S₅ que apresentaram médias de 51, 49, 45 e 42 cm (Figura 13). Segundo Amorim et al. (2008) quando as plantas se desenvolvem em condições de salinidade e/ou sodicidade, um dos sintomas mais característicos produzidos pelos sais é a inibição do crescimento vegetal, o que justifica a redução da altura média das plantas com o acréscimo da salinidade.

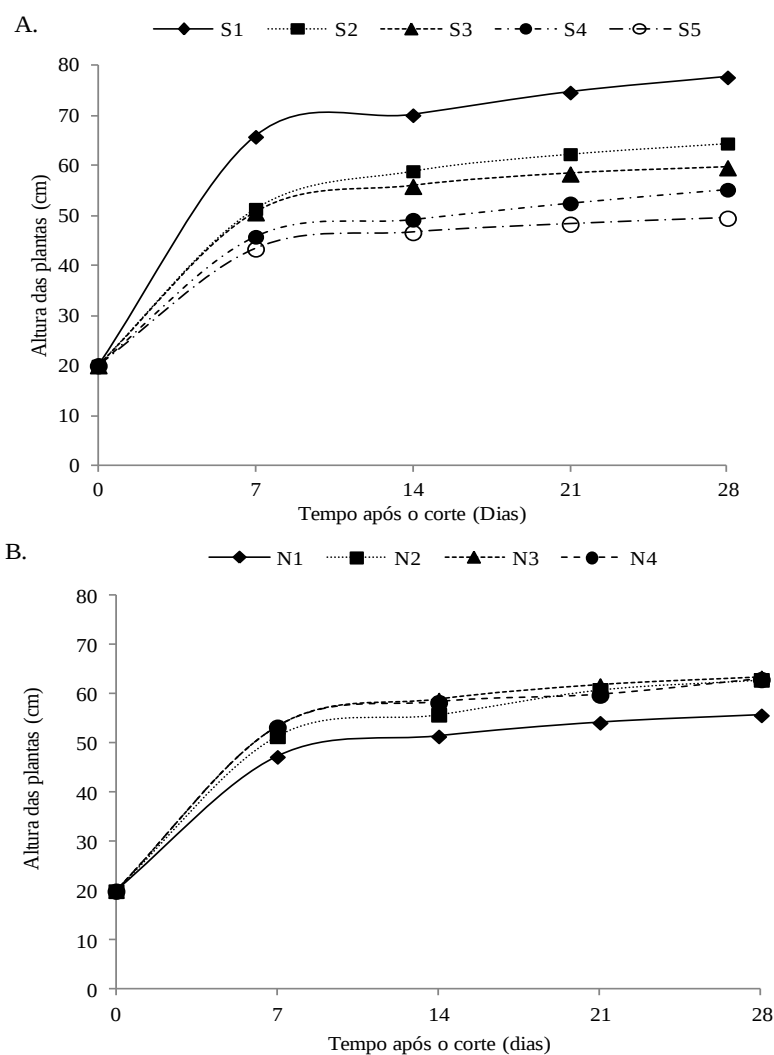


Figura 13. Comportamento da altura de plantas de capim Tanzânia após o primeiro corte em função da salinidade da água de irrigação (A) e doses de nitrogênio (B).

4.2 COMPOSIÇÃO MINERAL

De acordo com a análise de variância para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e proteína bruta (PB) das folhas de plantas de capim Tanzânia em dois cortes, observaram-se no primeiro corte significância da interação entre os tratamentos sobre as variáveis N, P, K e PB. Já no segundo corte a interação influenciou significativamente ($p < 0,01$) apenas o P, sendo as outras variáveis influenciadas isoladamente por “S” e “N”, salvo o K que apresentou resposta significativa apenas para a salinidade ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os teores de Nitrogênio(N), Fósforo (P), Potássio (K), e Proteína Bruta (PB) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e de nitrogênio em dois cortes.

FV	Valores de F							
	-----Primeiro corte-----				-----Segundo corte-----			
FV	N	P	K	PB	N	P	K	PB
Salinidade (S)	322,52**	59,94**	3,07*	322,69**	55,83**	5,41**	7,03**	55,82**
Nitrogênio(N)	11,37**	4,81**	0,63 ^{ns}	11,38**	17,91**	5,05**	2,56 ^{ns}	17,91**
S x N	33,58**	2,25*	3,09**	33,59**	1,08 ^{ns}	2,54**	1,28 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Blocos	0,64 ^{ns}	2,46 ^{ns}	5,09**	0,64 ^{ns}	3,30*	3,39*	2,91*	3,30*
CV (%)	13,91	25,82	13,54	13,9	16,14	21,11	24,01	16,14

**, *, ns Significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Verificou-se, para os teores de nitrogênio nas plantas, efeito quadrático nas doses N₁ e N₂, apresentado valores mínimos de 3,98 e 7,65 g kg⁻¹ correspondente às salinidades 1,95 e 1,42 dS m⁻¹, respectivamente. Já para as doses N₃ e N₄ observou-se comportamento linear crescente, de forma que o teor de N aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação (Figura 14A).

Na Figura 14B é mostrado o teor de N no segundo corte, onde pode-se observar que, os dados foram ajustados à equação linear crescente, obtendo-se aumento de aproximadamente 1,5 g kg⁻¹ de N por aumento unitário da salinidade da água de irrigação.

Os teores mais elevados de N foram observados nas plantas que foram irrigadas com águas de maiores concentrações salinas. Estes acréscimos ocorreram provavelmente pela diminuição da fitomassa em consequência do aumento da salinidade, fazendo com que o nutriente ficasse mais concentrado. Oliveira, Matos e Lo Mônaco (2013) ao avaliarem o desempenho agrônômico e estado nutricional do capim mombaça fertirrigado com águas residuárias de curtume, observaram comportamento semelhante em que a aplicação da água residuária proporcionou grande acúmulo de nitrogênio na planta, mesmo quando a produção de massa começou a decrescer. Dantas et al. (2006) verificaram este mesmo comportamento em clones de *Pennisetum*, submetidos a dois níveis de salinidade.e atribuíram este resultado ao efeito de diluição, visto que os clones mais sensíveis à salinidade foram os que apresentaram maior redução na biomassa e as maiores concentrações de N.

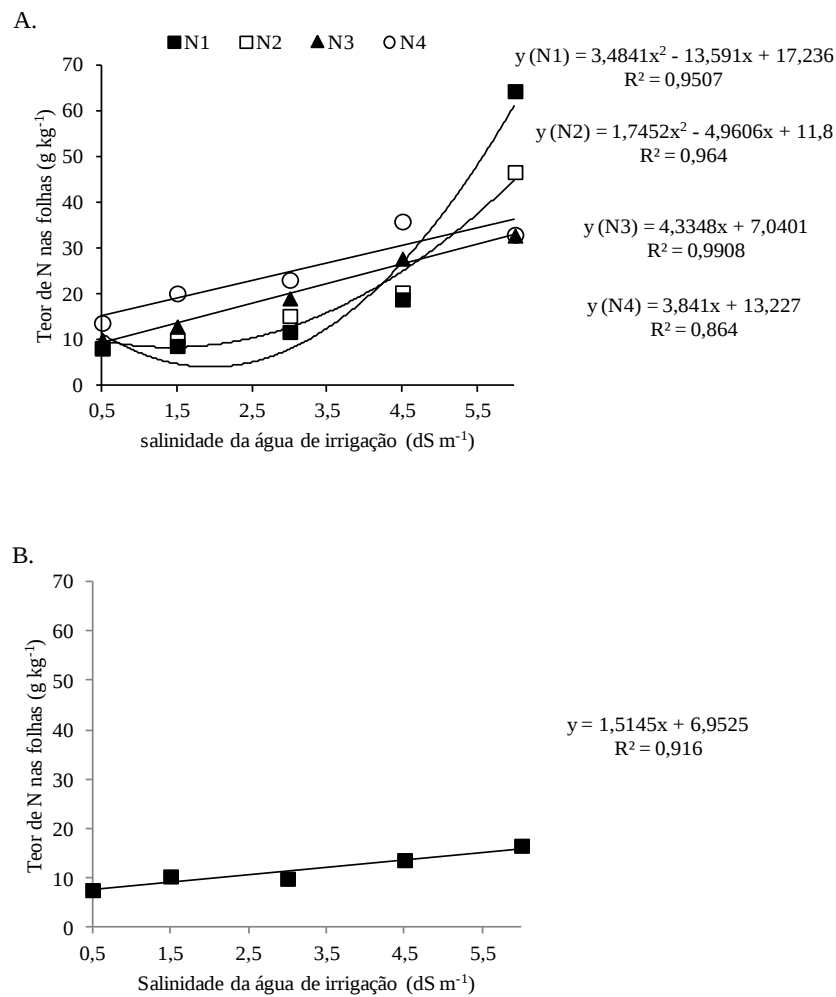


Figura 14. Teor de nitrogênio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte).

Com relação ao efeito do nitrogênio, verificou-se que em ambos os cortes os maiores teores de N no tecido vegetal ocorreu nas maiores doses de N aplicadas, entretanto houve divergência no ajuste dos dados as equações de regressão. No primeiro corte verificou-se para as salinidades S_1 , S_2 , S_3 e S_4 resposta linear crescente, já pra a salinidade S_5 os valores de N se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 15A).

No segundo corte o teor de N sofreu influência das doses de nitrogênio isoladamente sendo os dados ajustados à equação de regressão linear positiva, comportamento este já esperado, o que demonstra que o capim Tanzânia é uma espécie responsiva à adubação nitrogenada, elevando o teor de N na planta em 0,89 g por cada g de N acrescentado no solo (Figura 15B).

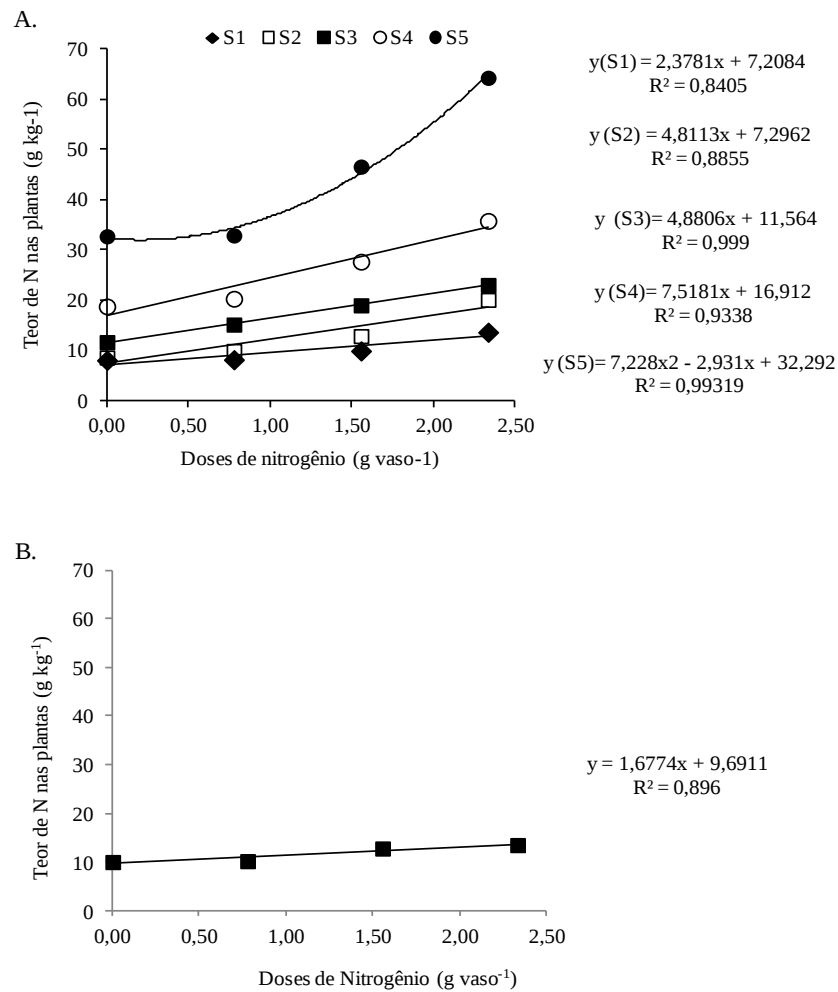


Figura 15. Teor de nitrogênio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de N dentro de S primeiro corte; B - efeito isolado, segundo corte).

A salinidade provocou acréscimo no teor de P nas plantas em todos os tratamentos, de forma que as plantas que foram adubadas com as doses N₁, N₂ e N₃ ajustaram-se ao modelo linear, sendo esses acréscimos da ordem de 1.176, 604, 532% respectivamente, enquanto que os teores encontrados nas plantas que foram adubadas com o N₄ ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 16A).

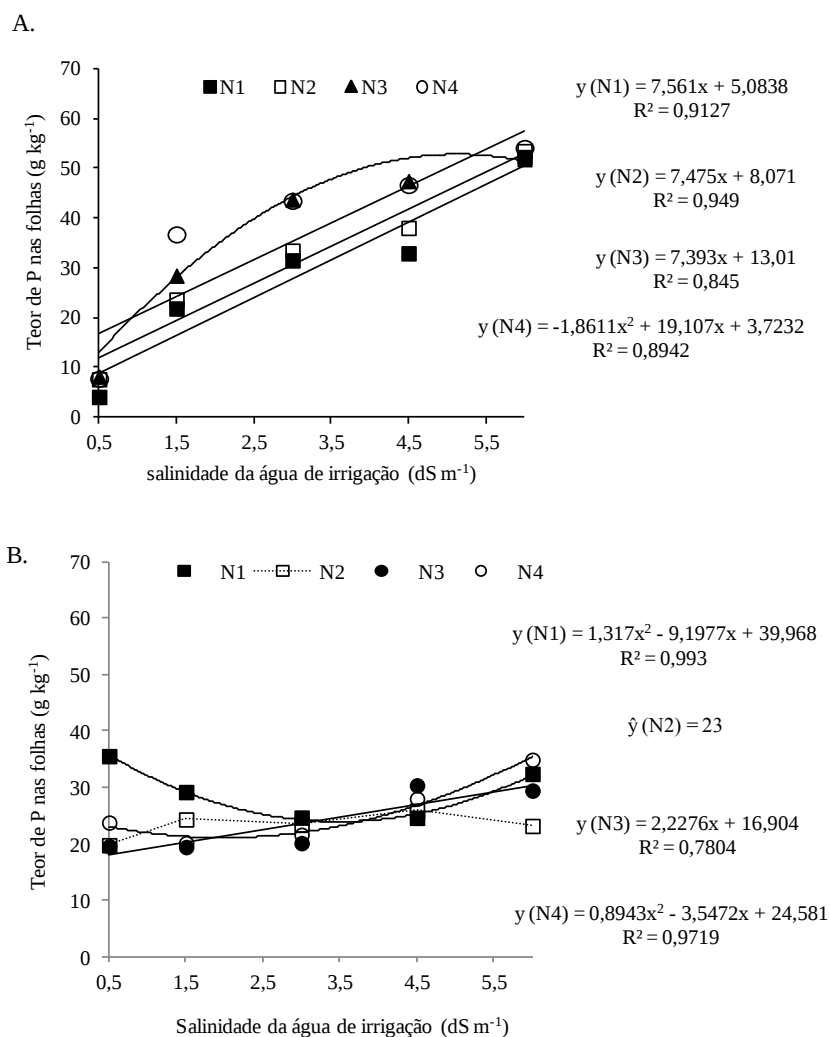


Figura 16. Teor de fósforo nas folhas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Observou-se para os teores de P em função do nível de salinidade da água de irrigação, no segundo corte, efeito significativo apenas para as doses N_1 , N_3 e N_4 . Dessa forma os teores de P nas plantas submetidas à dose N_3 sofreram acréscimos lineares à medida que foi elevada a concentração de sais na água de irrigação, com acréscimo total de 45%. No tratamento N_2 não foi observado efeito significativo, já nas doses N_1 e N_4 , observou-se ajuste dos dados ao modelo quadrático com valores mínimos de 24 e 21 g kg^{-1} respectivamente (Figura 16B).

Analisando as Figuras 16A e 16B, pode-se observar que no primeiro corte as plantas apresentaram maior teor de P em relação ao segundo corte. Uma possível causa dessa divergência pode estar relacionada ao fato de se ter aplicado fósforo apenas na adubação de

fundação, não sendo reposto o P retirado do solo no primeiro corte. Outra hipótese está relacionada ao maior acúmulo de sais no solo no segundo corte, dificultando a absorção dos nutrientes.

Avaliando o teor de P em função das doses de N, no primeiro corte, pode-se observar que em condições não salinas o teor de P não foi afetado pelo aumento das doses de N. Nas salinidades S₃, S₄ e S₅, observou-se efeito quadrático, e de forma geral maiores teores de P ocorreram, entre as doses de N estudadas, com a dose N3 (Figura 17A).

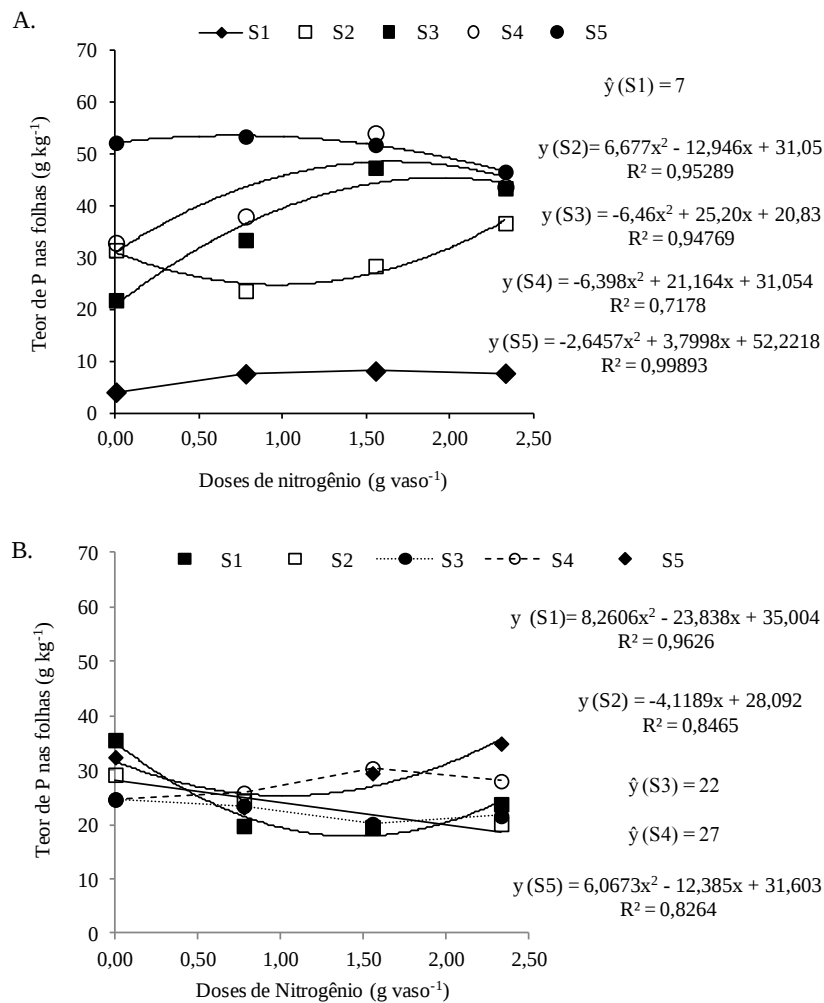


Figura 17. Teor de fósforo nas folhas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).

No segundo corte, o aumento das doses de N causou efeitos significativos apenas nos níveis de salinidade S₁, S₂ e S₅. As plantas irrigadas com água de concentração S₂

apresentaram teores de P decrescentes obtendo uma redução total de 31% com o avanço das doses de N. Já as que foram irrigadas com as águas de concentração S_1 e S_5 tiveram seus dados ajustados a equações quadráticas com valores mínimos de 17 e 25 g de kg^{-1} respectivamente (Figura 17B).

Nas Figuras 18A e 18B são apresentados os teores de K em função da salinidade da água de irrigação no primeiro e segundo corte, respectivamente. No primeiro corte, o comportamento do teor de K nas plantas em função da salinidade para as doses de N_1 e N_2 foi ajustado ao modelo quadrático obtendo teores mínimos de 12,6 e 14,5 g kg^{-1} obtido nas salinidades 3,4 e 1,7 dS m^{-1} , respectivamente, já as doses N_3 e N_4 apresentaram respostas lineares crescentes obtendo acréscimos de 31 e 13%, respectivamente (Figura 18A).

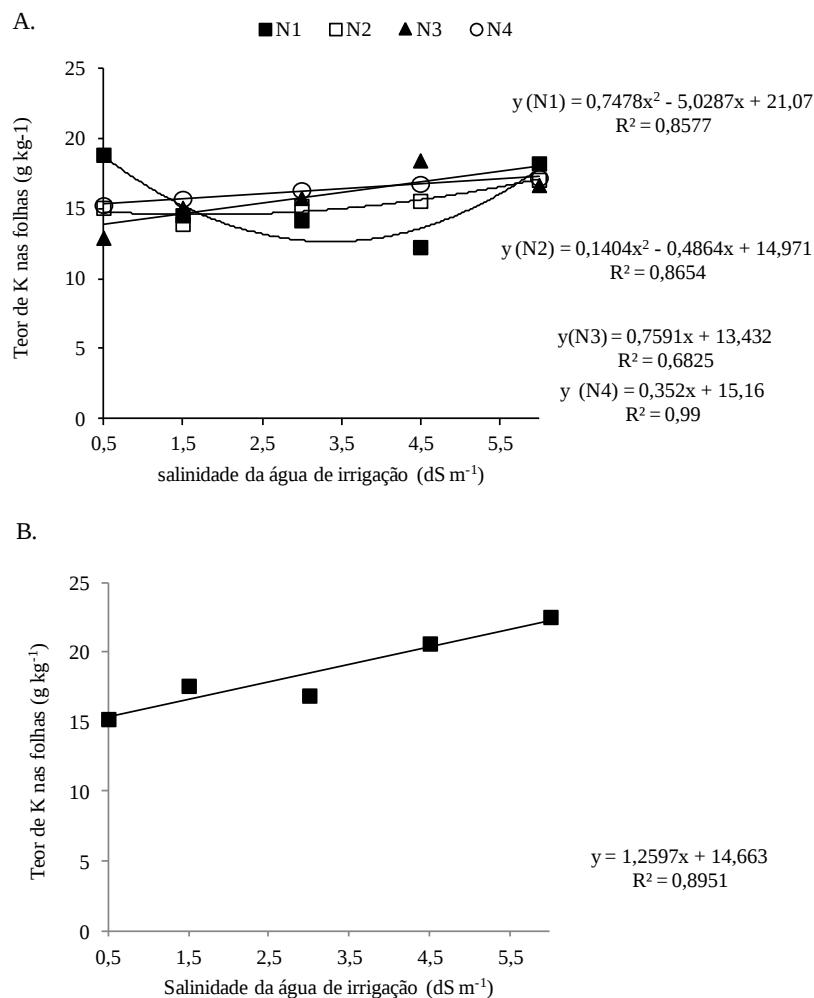


Figura 18. Teor de potássio em folhas de planta do capim Tanzânia (A - em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).

No segundo corte observou-se efeito significativo apenas no fator salinidade sobre o teor de K nas plantas, onde esse teor apresentou acréscimos à medida que se elevou o nível de salinidade da água, provavelmente pelo efeito de concentração do nutriente na planta visto que são valores inversamente proporcionais à massa seca das plantas (Figura 18B).

Com relação ao efeito das doses de N sobre o teor de K, verificou-se que no primeiro corte apenas nas plantas irrigadas com águas de condutividade 0,5 e 4,5 dS m⁻¹ ocorreu efeito significativo. No tratamento S₁ os teores de K apresentaram comportamento quadrático de modo que sofreu decréscimo até a dose de N de 1,4 g vaso⁻¹, quando apresentaram valores de 18,3 g kg⁻¹. No nível de salinidade S₄ os dados foram ajustados a função quadrática com valor máximo de 18 g kg⁻¹ na dose de 1,7 g vaso⁻¹ (Figura 19A). No segundo corte o teor de K não foi influenciado significativamente pelas doses de N, obtendo-se teor de K médio de 19 g kg⁻¹.

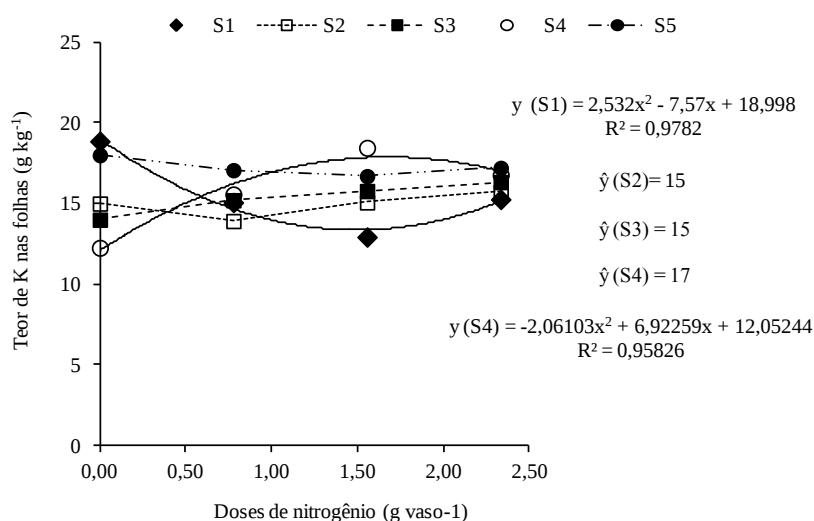
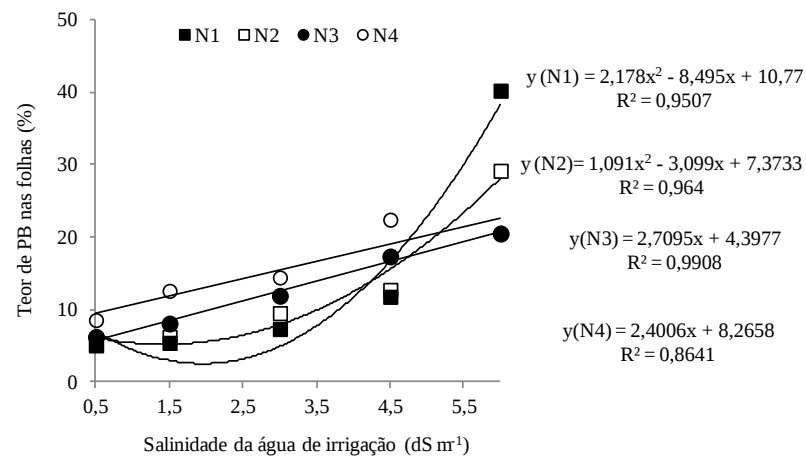


Figura 19. Teor de potássio do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio e salinidade da água de irrigação, desdobramento de N dentro de S- primeiro corte.

O teor de proteína bruta, no primeiro corte, elevou-se com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo que para N₁ e N₂, a resposta foi linear positiva, com aumento de aproximadamente 2,2 e 1,1% de PB, para N₁ e N₂, respectivamente, a cada unidade de salinidade adicionada na água de irrigação. Nas doses N₃ e N₄ observou-se pequenos acréscimos até a o nível de salinidade 4,5 dS m⁻¹, tendo este acréscimo sido mais intenso na concentração de 6,0 dS m⁻¹ sendo esses valores ajustados ao modelo quadrático (Figura 20A).

A.



B.

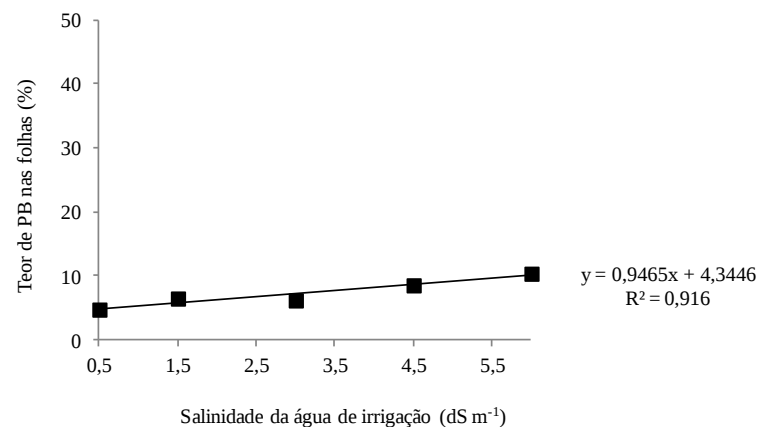


Figura 20. Proteína bruta nas folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N, primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).

No segundo corte, não foi observado efeito significativo para a interação entre a salinidade e doses de N, havendo aumento no teor de PB em resposta à salinidade independente da dose de N. A salinidade da água de irrigação afetou a porcentagem de PB positivamente de forma que a cada unidade de salinidade acrescentada a PB foi incrementada em aproximadamente 9,5% de PB, obtendo um acréscimo total de aproximadamente 108% em comparação com as plantas irrigadas com água de menor salinidade (Figura 20B).

Este acréscimo no teor de proteínas com o aumento da salinidade pode ser explicado pelo fato de que, para enfrentar os estresses ambientais a planta ativa um grande número de genes que comandam o acúmulo de proteínas específicas associadas ao estresse (INGRAM; BARTELS 1996; BOHNERT; NELSON; JENSEN, 1995; FOWLER; THOMASHOW, 1999;

REIS, 2009). Segundo Veiga e Camarão (1984) o teor de proteína bruta deve ser superior a 7% para as planta forrageira manter o bom funcionamento dos processos fisiológicos e, também o mínimo para que os ruminantes tenham uma adequada fermentação ruminal.

Com relação ao efeito da adubação nitrogenada, verificou-se que a PB apresentou resposta significativa para a interação entre os fatores N e S no primeiro corte, de forma que foram observados acréscimos desta variável com o aumento da dose de N para as plantas irrigadas com as águas de concentração S₁, S₂, S₃ e S₄, sendo esses acréscimos da ordem de aproximadamente 1,5, 3,0, 3,1, 4,7% de PB a cada grama de N adicionado (Figura 21A).

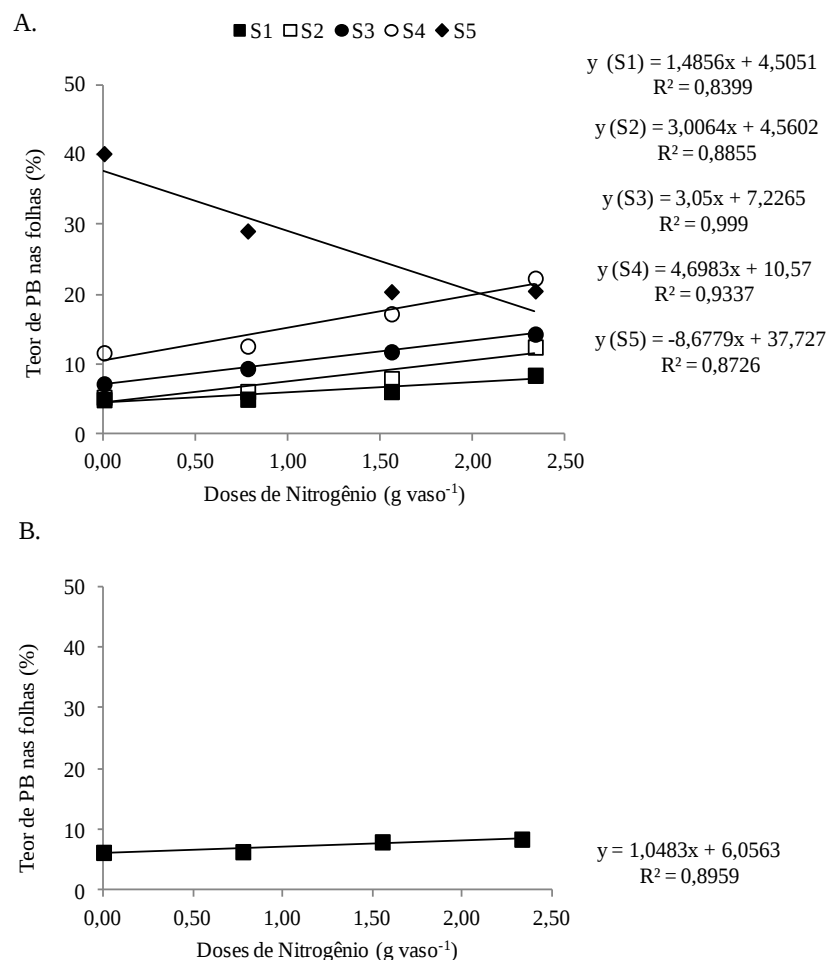


Figura 21. Proteína bruta nas folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de N dentro de S; primeiro corte; B – efeito isolado, segundo corte).

No segundo corte foram observados acréscimos nos valores de PB e estes foram ajustados ao modelo linear à medida que foi elevada a dose de N, independente da salinidade,

sendo este acréscimo de aproximadamente 10,5 % de PB para cada grama de N, obtendo-se assim acréscimo total de 40% (Figura 21B). Werner (1986) e Zimmer (1999) afirmam que o nitrogênio em pastagens tem efeito direto na produção de MS, aumentando a participação da MS de folhas na MS total, promovendo incremento nos teores de PB.

De acordo com o resumo da análise de variância para os teores de Cálcio, Magnésio, Sódio e Cloreto, pode-se verificar que houve resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade para a interação entre salinidade e nitrogênio apenas para os teores de Na, em ambos os cortes, e Cl^- , no primeiro corte. Houve resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade, para o fator salinidade, de forma isolada, em todas as variáveis exceto para o teor de Mg no segundo corte que não apresentou resposta significativa a nenhum dos fatores. E, para o fator nitrogênio, somente as variáveis Ca, no primeiro corte, e Mg e Cl^- no segundo corte não apresentaram resposta significativa, enquanto que as demais responderam de forma significativa a 1% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância e de regressão para os teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), e Cloreto (Cl) do capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de salinidade e de nitrogênio

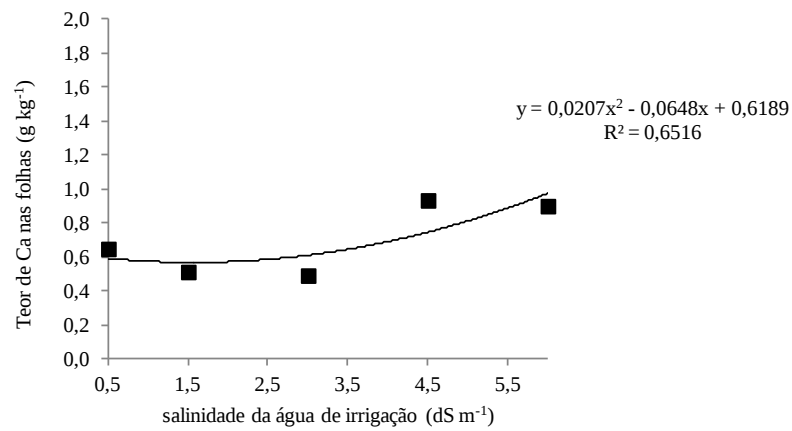
FV	Variáveis							
	-----Primeiro corte-----				-----Segundo corte-----			
FV	Ca	Mg	Na	Cl^-	Ca	Mg	Na	Cl^-
Salinidade (S)	35,79**	20,09**	62,11**	85,48**	70,71**	2,23 ^{ns}	53,03**	34,05**
Nitrogênio (N)	1,42 ^{ns}	6,31**	84,91**	42,80**	4,21**	0,63 ^{ns}	10,65**	1,31 ^{ns}
S x N	1,36 ^{ns}	1,86 ^{ns}	3,24**	5,91**	1,65 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,72**	1,81 ^{ns}
Blocos	5,92**	7,47**	2,01 ^{ns}	4,84**	1,47 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,77 ^{ns}	2,85*
CV (%)	20,08	15,61	19,35	13,57	16,39	22,46	25,45	23,69

**, *, ns Significativo ao nível de 1%, 5% e não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O teor de Ca nas plantas, no primeiro corte, em função do nível de salinidade, apresentou um pequeno decréscimo até a salinidade de 1,56 dS m^{-1} sendo observado a partir daí um aumento decorrente do estresse salino. Os valores foram ajustados ao modelo quadrático tendo valor mínimo de 0,57 g kg^{-1} (Figura 22A).

No segundo corte observou-se resposta linear crescente do teor de Ca nas plantas em função de salinidade, de forma que para cada unidade de salinidade acrescentada na água de irrigação verificou-se um acréscimo de aproximadamente 0,2 g kg^{-1} de Ca obtendo-se um acréscimo total de 142% (Figura 22B).

A.



B.

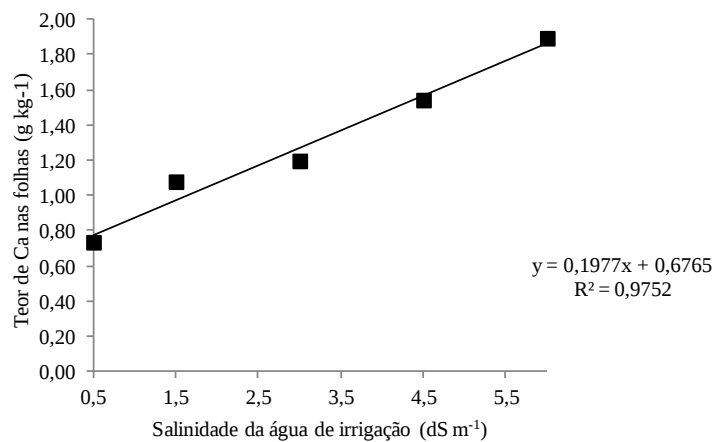
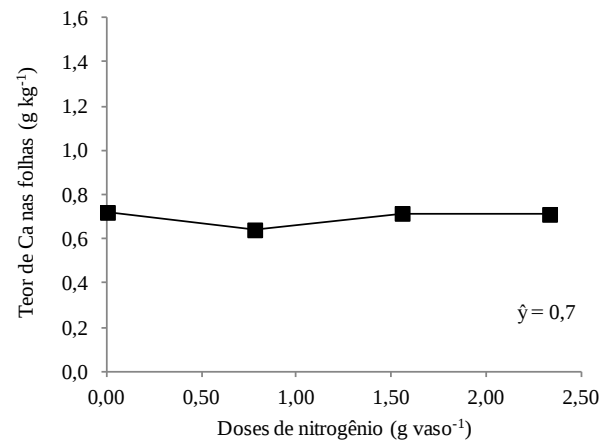


Figura 22. Teor de Ca das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Os teores de Ca em função das doses de N não apresentaram resposta significativa no primeiro corte, obtendo-se teor médio de $0,70 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 23A). Houve, no entanto, efeito significativo no segundo corte, onde foi observada resposta crescente, de forma que os dados foram ajustados ao modelo linear com incremento de $0,08 \text{ g kg}^{-1}$ a cada g de N acrescentada nos vasos e um incremento total de aproximadamente 8% (Figura 23B).

A.



B.

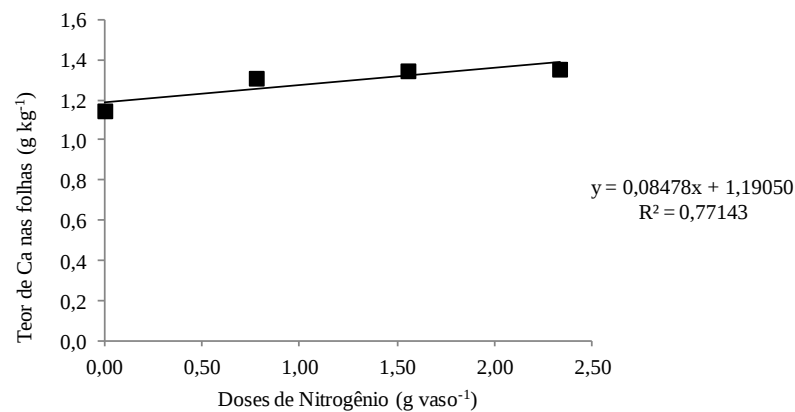


Figura 23. Teor de Ca das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio (A - primeiro corte, B - segundo corte).

O teor de Mg nas plantas foi afetado pelo aumento da salinidade da água de irrigação com decréscimo até o nível de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ quando apresentou concentração de $0,36 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca, tendo acréscimos a partir daí, ajustando-se dessa forma ao modelo quadrático (Figura 24A). No segundo corte para o teor de Mg não foi observado diferença significativa, , obtendo-se teor médio de $0,4 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 24B).

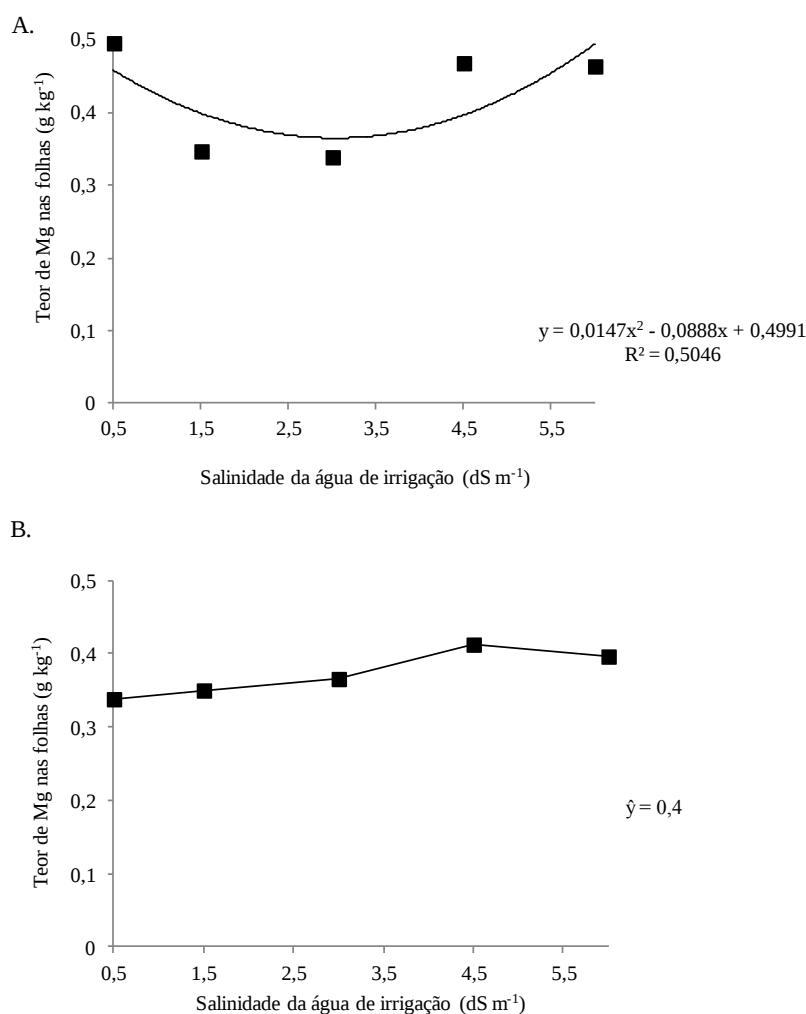


Figura 24. Teor de Mg das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de Mg, observou-se que houve resposta significativa apenas no primeiro corte, no qual verificou-se acréscimo no teor de Mg em função do aumento das doses de N aplicadas, havendo ajuste dos dados ao modelo linear com incremento de 0,03 g de Mg por kg de massa seca a cada grama de N acrescentado nos vasos, observando-se um aumento total de aproximadamente 21% (Figura 25A). No segundo corte não foi observado efeito significativo das doses de N sobre o teor de Mg, obtendo-se teor médio de 0,4 g kg^{-1} (Figura 25B).

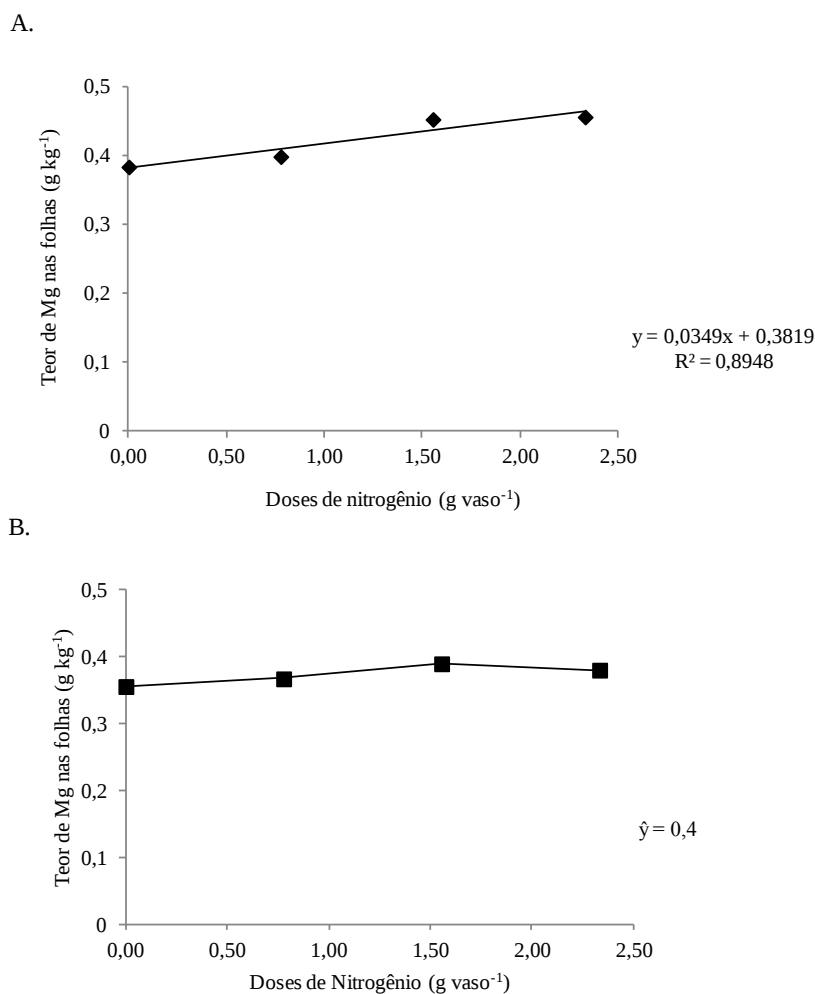


Figura 25. Teor de Mg das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Com relação ao teor de sódio, verificou-se que em ambos os cortes, o capim Tanzânia apresentou resposta linear positiva em função da salinidade da água de irrigação. No primeiro corte observou-se acréscimos de aproximadamente 769, 848, 1.429, 1.180 mg de Na para cada unidade de salinidade adicionada na água de irrigação obtendo um acréscimo total de 240, 169, 203 e 101% nas plantas adubadas com N₁, N₂, N₃ e N₄ respectivamente (Figura 26A).

No segundo corte foram observados acréscimos de aproximadamente 2.011, 1.034, 1491, 1580 mg de Na para cada unidade de salinidade acrescentada na água de irrigação onde observou-se acréscimo total de 736, 176, 195 e 176% para as plantas adubadas com as doses de N₁, N₂, N₃ e N₄ respectivamente (Figura 26 B) A maior absorção deste elemento pelas plantas é uma consequência da maior disponibilidade do mesmo no solo em virtude da sua adição junto a água de irrigação.

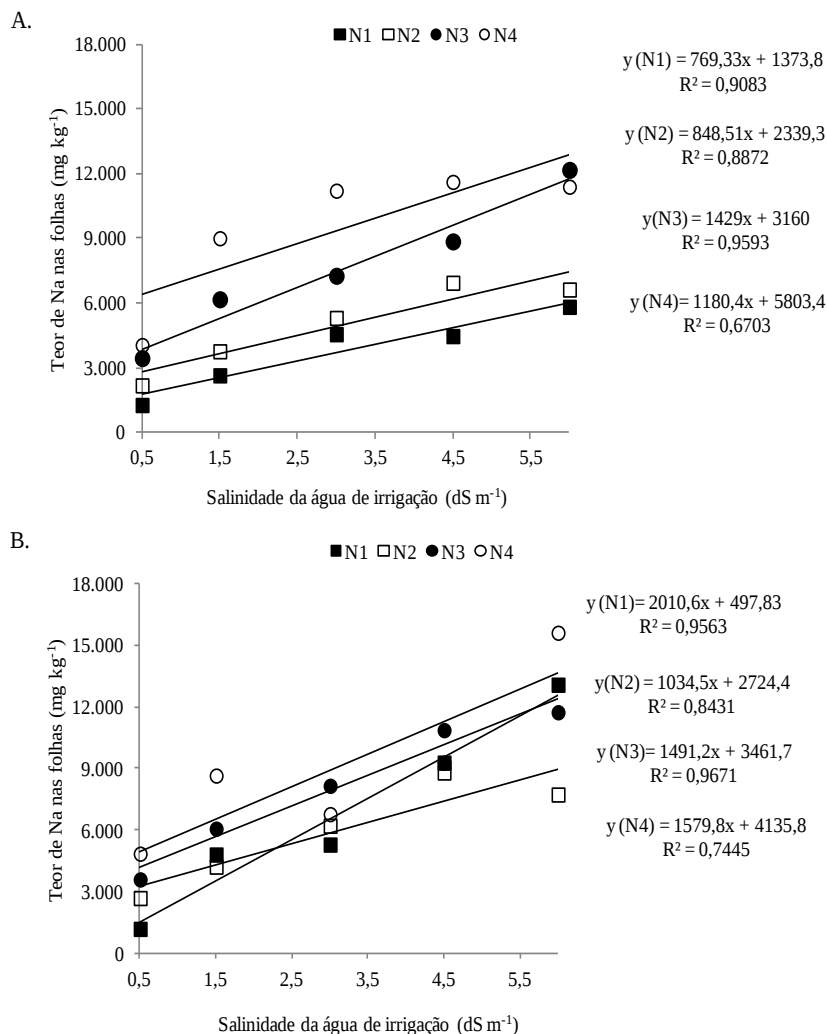


Figura 26. Teor de Na das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio, desdobramento de S dentro de N (A - primeiro corte, B - segundo corte).

Observou-se comportamento linear crescente nos teores de Na em função da adubação nitrogenada no primeiro corte para todos os níveis de salinidade, resultando em aumentos no teor de Na nas plantas de aproximadamente 221, 295, 173, 156 e 118% (Figura 27A).

No segundo corte foi observado efeito significativo linear crescente para S_1 e S_2 com acréscimos de 1.528,3 e 1.721,2 mg kg^{-1} para cada acréscimo unitário na dose de N aplicada. Para S_5 observou-se efeito quadrático apresentando valor mínimo de 9.013 mg kg^{-1} correspondente a dose de N de 1 g vaso^{-1} , S_3 e S_4 não apresentaram resposta significativa sendo observado teor médio de Na de 6.609 e 9.558 respectivamente (Figura 27 B).

Pode-se observar que o aumento no teor de Na^+ foi proporcional à concentração de sais, porém as plantas submetidas às maiores doses de N também apresentaram concentrações mais elevadas mostrando que as doses de N não diminuíram a absorção de Na^+ pelas plantas.

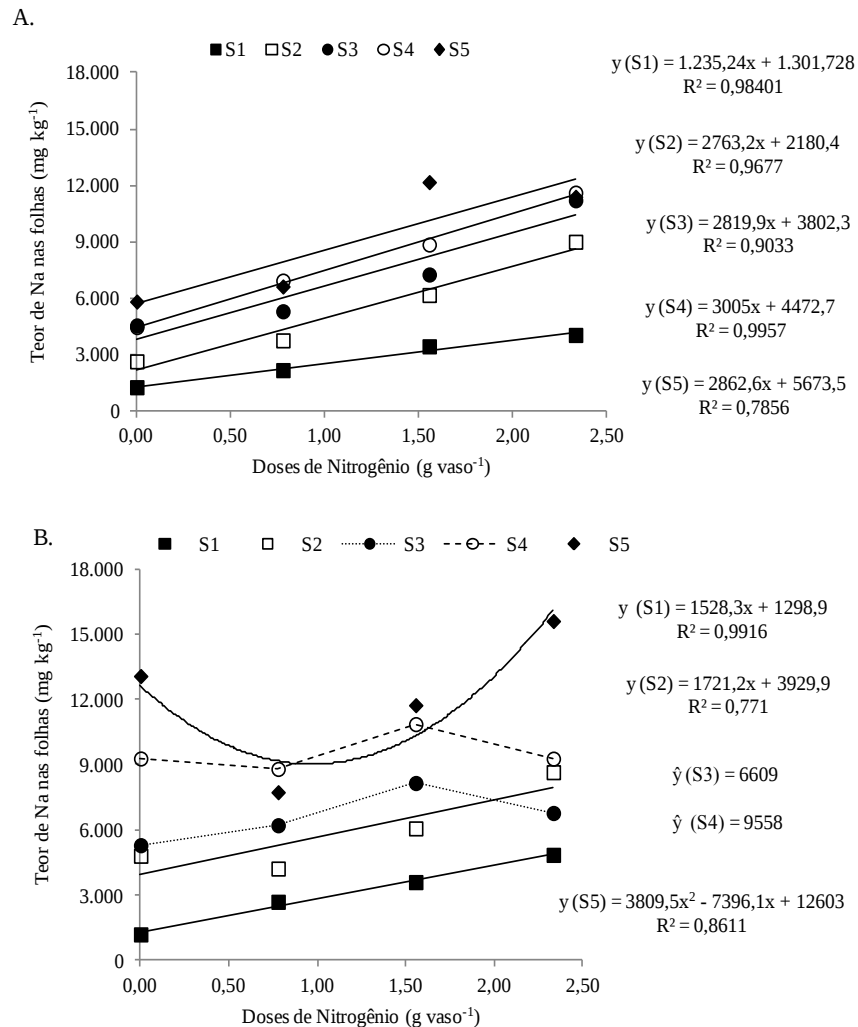


Figura 27. Teor de Na das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes níveis de nitrogênio e salinidade da água de irrigação, desdobramento de N dentro de S (A - primeiro corte, B - segundo corte).

O teor de cloreto em função da salinidade da água de irrigação, no primeiro corte, apresentou valores crescentes para N_1 , N_2 e N_3 ajustando-se a equações lineares tendo acréscimos de aproximadamente 0,34, 0,3 e 0,6%, respectivamente, para cada acréscimo unitário de salinidade. Para as plantas adubadas com a dose N_4 houve ajuste quadrático com valor máximo de 3,9% obtido na concentração $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 28A).

No segundo corte não foi observado resposta significativa da interação entre salinidade e adubação nitrogenada, havendo, no entanto, resposta significativa para o fator salinidade isoladamente. Observou-se comportamento linear crescente para o teor de Cl^- no segundo corte com um acréscimo de 0,41 % a cada unidade de salinidade adicionada (Figura 28B).

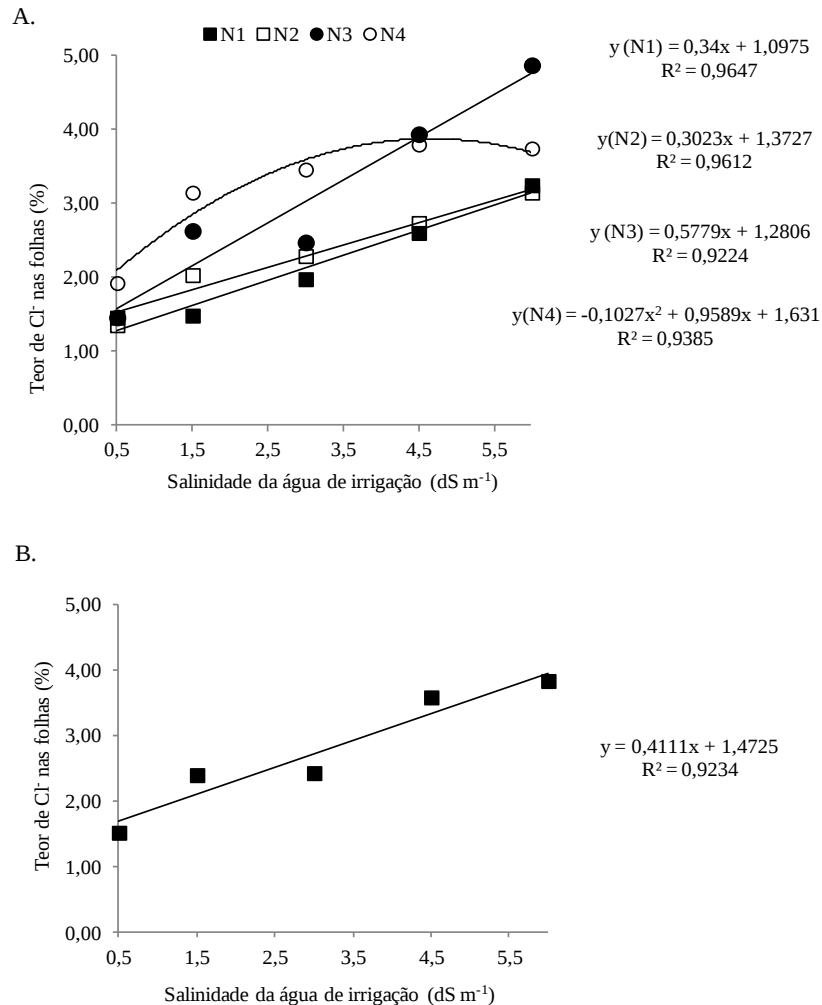


Figura 28. Teor de Cl^- das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N; primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte).

Observou-se, no primeiro corte, que os níveis de salinidade S_2 , S_3 , S_4 e S_5 apresentaram comportamento crescente para o teor de Cl^- ajustando-se ao modelo linear, obtendo acréscimos de 0,7, 0,6, 0,6 e 1,0%, respectivamente, para cada unidade de N acrescentada. No nível de salinidade S_1 não se observou resposta significativa obtendo teor

médio de 1,55%.(Figura 29A) No segundo corte não foi observado efeito significativo de nenhum dos fatores sobre o teor de cloreto nas plantas sendo obtido média de 2,75% (Figura 29B).

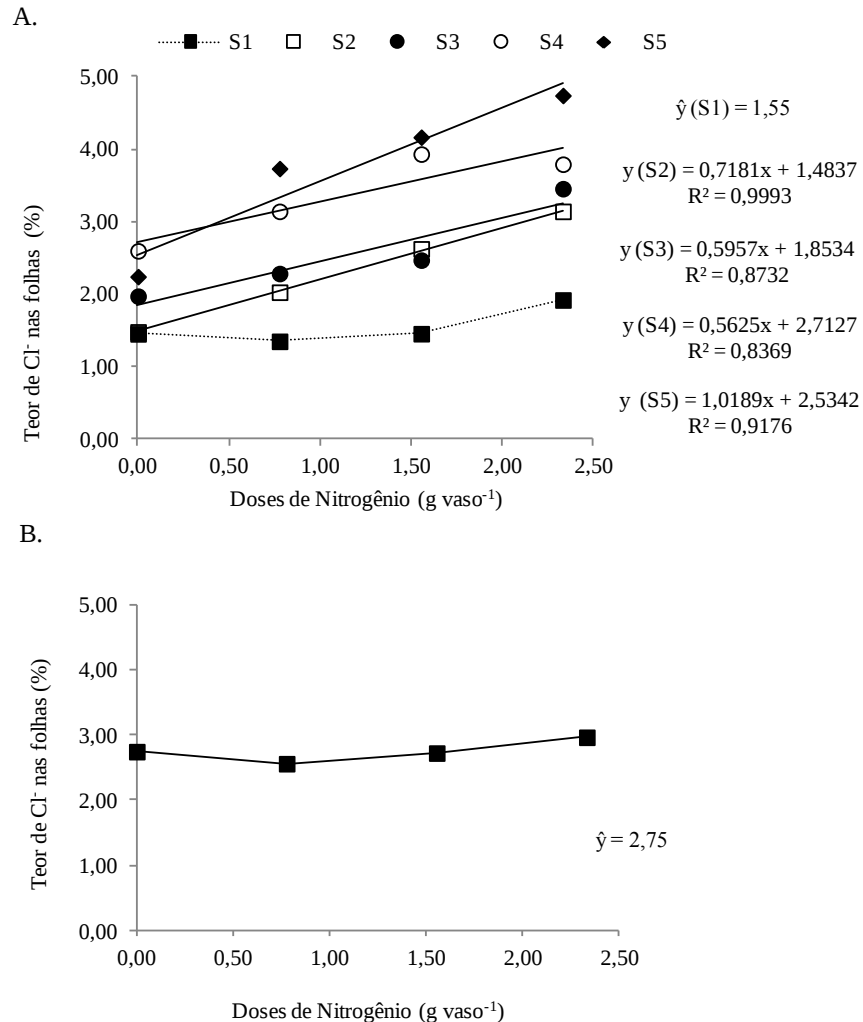


Figura 29. Teor de Cl⁻ das folhas de plantas do capim Tanzânia em função de diferentes salinidades da água de irrigação e níveis de nitrogênio (A – desdobramento de S dentro de N; primeiro corte, B – efeito isolado, segundo corte).

De forma geral a concentração de todos os nutrientes foi aumentada com o aumento da salinidade da água de irrigação, com ou sem interação significativa com as doses de N, diferindo dos resultados obtidos por Garcia et al. (2007) ao avaliarem teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino, observaram teores de Ca, Mg, K decrescentes com o aumento da salinidade.

Serrão et al. (2011) ao avaliarem os efeitos da água salina e da adubação nitrogenada na composição foliar em macronutrientes e na produção do sorgo sacarino não observaram resposta significativa para a interação dos fatores sobre a concentração dos nutrientes, apresentando, no entanto, resposta significativa apenas para as doses de N, de forma que todos os nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e Na) tiveram suas concentrações aumentadas com o aumento da adubação nitrogenada.

5. CONCLUSÕES

A irrigação com água de elevada salinidade inibe o efeito benéfico do nitrogênio sobre o crescimento e a produção do capim Tanzânia.

A área foliar e as massas fresca e seca das folhas das plantas de capim Tanzânia foram parâmetros sensíveis à interação salinidade x nitrogênio, sendo viável utilizar 2,3 g vaso⁻¹, o que equivale a uma dose de 330 kg ha⁻¹ de N, quando se utiliza água com CE máxima de 1,5 dS m⁻¹.

Independente da salinidade da água de irrigação o capim Tanzânia apresenta rápido crescimento até sete dias após o corte tendendo a estabilizar a partir deste período, no entanto a salinidade diminui a altura máxima das plantas.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, e proteína bruta das folhas coletadas no primeiro corte foram afetadas pela interação salinidade x nitrogênio. Nas folhas do segundo corte predominou o efeito isolado em todas as variáveis, salvo para o fósforo.

Os teores de cálcio, magnésio, e cloreto foram influenciados isoladamente pela salinidade e pelas doses de nitrogênio. O teor de sódio foi afetado pela interação salinidade x nitrogênio nas folhas de ambos os cortes.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, J. R. A.; RESENDE, R. S.; HOLANDA, J. S.; FERNANDES, P. D. Qualidade da água na agricultura irrigada. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M.; (editores técnicos). **Uso e manejo da irrigação**. Brasília: Embrapa, 2008. p.255-316.
- ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p.100-106, 2010.
- ARONOVICH, S. O capim colônia e outros cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM.12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba FEALQ, 1995. p.1-20.
- AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R., MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- AZEVEDO, H. A. M. A., BARBOSA, R. P. Gestão de recursos hídricos no distrito federal: uma análise da gestão dos comitês de bacias hidrográficas. **Ateliê geográfico**, Goiânia, v. 5, n. 13, p.162-182, 2011.
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, C. A. V.; TAVARES, T. L.; SOARES, F. A. L. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p.63-68, 2007.
- BARRETO, F. A. B.; CUNHA, F. J. S.; LIMA, R. H. C.; Aspectos hidrogeológicos e sanitários dos poços perfurados na formação jandaíra- grupo Apodi. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12, 2002. Florianópolis, SC. **Suplemento...** São Paulo, Águas subterrâneas, 2002. Disponível em: < <http://ojs.c3sl.ufpr.br> > Acesso em 16/03/2012.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- BERNSTEIN, L.; FRANÇOIS, L. E.; CLARK, R. A. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.3, p.412-421, 1974.
- BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **The Plant cell**, Waterbury, v. 7, p.1099-1111, 1995.
- BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; ALMEIDA, R. G.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo: composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1605-1613, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Legislação e órgãos**: Lei das águas, 2010. Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/legislacao-e-orgaos/lei-das-aguas>> acesso em junho de 2013.

CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R.; SILVA, R. C. P.; CÂNDIDO, W. S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. **Revista Verde de Agricultura Alternativa**, Mossoró, v. 5, n. 3, p.165-171, 2010.

CAMPOS, R. T. Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. **RER**, Rio de Janeiro, v.45, n.4, p.963-984, 2007.

CARMO FILHO, F; ESPÍNOLA SOBRINHO, J; MAIA NETO, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 110 p. (**Coleção Mossoroense**, série C, 630).

CERDÁ, A., MARTINEZ, V. Nitrogen fertilization under saline conditions in tomato and cucumber. **Journal of Plant Nutrition**. Monticello, v. 66, p.451-458, 1988.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. O Nordeste semi-árido. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63. p.61-82. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a05.pdf>> acesso em junho de 2013

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. Produção de carne em pastagens adubadas. **Embrapa Pecuária Sudeste**, Sistemas de Produção,.2, 2003. Versão eletrônica, disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 14 jul. 2013

CORSI, M.; Manejo de plantas forrageiras do gênero Panicum. In: simpósio sobre manejo da pastagem. 9., Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ,1988. p.57-77

COSTA, A. M. B.; MELO, J. G.; SILVA, F. M. Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Águas subterrâneas**, São Paulo, v. 20, n. 1, p.67-82, 2006.

CUATERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n.1/4, p.83-125, 1999.

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

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F.. (Org.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010, v., p.133-144.

DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; COSME, C. R.; GHEYI, H. R. Qualidade da água na agricultura. In DIAS, N.S.; SILVA, M.R.F.; GHEYI, H.R. **Recursos hídricos: usos e manejos**. São Paulo: editora livraria da física, 2011a, p.31-62.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003. 118p. (Série Didática nº 013).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA Gado de Corte. Capim-massai (*panicum maximu* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens, Campo Grande, 2001. **Comunicado Técnico**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br>> Acesso em 15 jul. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA Gado de leite. **Potencial de produção de forrageiras irrigadas**, Juiz de fora, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpql.embrapa.br>> Acesso em: 20 abr. 2012.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n.3, p.675-683, 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Recife, v.6, p.36-41, 2008.

FIGUEIRÊDO, V. B.; MEDEIROS, J. F.; ZOCOLER, J. L.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 231-240, 2009.

FLORES, P, CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.24, n.10, p.1561–1573, 2001.

FOWLER, S.; THOMASHOW, M. F.; Arabdopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are activated during cold acclimation in addition to the CBF cold response pathway. **The Plant Cell**, Waterbury, v.14, p. 1675-1690 2002.

GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, Chile, v. 25, n. 3, p. 93-106, 2007.

GRATTAN, S. R., GRIEVE, C. M. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam v. 38, n. 4, p. 275-300, 1992.

HASEGAWA, P.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. Palo Alto, v. 51, n. 1, p.463-499, 2000.

INGRAM, J. BARTLES, D. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. **Annual Review of plant physiology and Plant Molecular biology**, Palo Alto, v.47, p.377-403, 1996.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**. Elmsford, v. 47, n. 2, p. 107-120, 2003.

LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. **Plant responses to saline and sodic conditions**. In: TANJI, K.K. Agricultural salinity assessment and management, New York: ASCE, 1990. v.1, p.113-137.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G. & MARCHESI, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.21, n.2, p.1-4, 2003.

LOBO, A. K. M.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; BONIFÁCIO, A.; SILVEIRA, J. A. G. Compostos nitrogenados e carboidratos em sorgo submetido à salinidade e combinações de nitrato e amônio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p.390-397, 2011.

LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. 2002. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

MENNEN, H.; JACOBY, B.; MARSHNER, H. Is sodium proton antiport ubiquitous in plant cell. **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v.137, p.180-183, 1990.

MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVA, L. M. M.; LIMA JÚNIOR, A. R.; COSTA, R. C. L.; ROCHA, I. M. A.; SILVEIRA, J. A. G. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p. 125-133, 2007.

MORAIS NETO, L. B. **Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, Newcastle, v. 12, n. 3, p. 513-522, 1976.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: Bring them together. **New Phytologist**, New York, v. 143, n. 3, p.645-663, 2005.

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

OLIVEIRA FILHO, J. C. **Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no estado do Tocantins**. 2007. 135 f. Tese (doutorado em engenharia agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

OLIVEIRA, P. R.; MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. V. Desempenho agrônômico e estado nutricional do capim mombaça fertirrigado com águas residuárias de cortume. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 173-186, 2013

PARIDA, A.; DAS, A. B.; DAS, P. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. **Journal of Plant Biology**, Ottawa, v. 45, n. 01, p. 28-36, 2002.

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.

REIS, M. B. A. **Análise comparative de proteínas expressadas sob estresse hídrico em palma forrageira (*Optunia cochenillifera*)**. Brasília, 2009. 70 p. Dissertação (mestrado em ciências genômicas e biotecnologia). Universidade Católica de Brasília.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. 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.; ANDRADE, A.C.; MAGALHÃES, J. A.; BASTOS, E. A.; SANTOS, F. J. S. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura do capim-Tanzânia**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 98, Embrapa Meio-Norte Teresina, 2011. Disponível em: < http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/boletins/bpd_pdf/boletim_98.pdf> acesso em setembro de 2012.

RODRIGUES, L.; MEIRELLES, P. R. L.; GONÇALVES, H.C.; MARTINS, M. F.; MARQUES, R. O.; ARRUDA, G. M. M. F. Disponibilidade e composição química do capim Tanzânia pastejado por caprinos. **Veterinária e zootecnia**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 585-595, 2010.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M.; Interações salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Medeiros, J. F.; **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza- CE, INCT Sal, 2010. Cap. 14 p.222 a 252.

SERRÃO, M. G.; MENINO, M. R.; LOURENÇO, M. E.; FERNANDES, M. L.; CASTANHEIRA, N.; VARELA, A.; RAMOS, T.; MARTINS, J. C.; PIRES, F.; GONÇALVES, M. C. Efeitos da água salina e da adubação azotada na composição foliar em macronutrientes e na produção do sorgo sacarino. **Revista de ciências agrárias**, Recife, v. 34, n. 2, p. 163-172, 2011.

SILVA, A. O.; DIAS, N. S.; MORAIS, D. E. F.; NERY, K. M.; SOUSA NETO, O. N.; SILVA, W. S. T.. Composição químico-bromatológica do capim Tanzânia irrigado com água salina. In: Congresso Nordeste de Produção Animal, 5, 2008, Aracaju. **Anais...** V CNPA, 2008.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**. Viçosa: UFV/ Imprensa Universitária, 1998. 166p.

SILVA, E. B. ; NOGUEIRA, F. D. ; GUIMARÃES, P. T. G. **Análise de cloreto em tecido vegetal**. Lavras, MG: UFLA, 1999 (Boletim Técnico).

SILVA, M. R. F.; DIAS, N. S.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. Água: recurso natural e finito. In DIAS, N. S.; SILVA, M. R. F.; GHEYI, H. R. **Recursos hídricos: usos e manejos**. São Paulo: editora livraria da física, 2011, p.09-29.

SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, R. A.; ROCHA, I. M. A.; MOREIRA, A. C. O. M.; MOREIRA, R. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Proline accumulation and glutamine sintetase activity are increased by salt induced proteolysis in cashew leaves. **Journal of Plant Physiology**, Sevilla, v. 160, n. 1, p. 115-123, 2003.

SOARES, T. M.; SILVA, I. J. O.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F. Destinação de águas residuárias provenientes de dessalinizadores por osmose reversa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.730-737, 2006.

SOARES, T. M. **Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro**. 2007. 268 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SOUSA, C. C. M. **Avaliação do uso de esgoto doméstico tratado na irrigação do capim tifton 85, Aquiraz- CE**. 2009.117f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUZA, E. M. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1146-1155, 2005.

SOUZA, E. R.; **Fitorremediação de neossolo flúvico sódico salino de Pernambuco com *Atriplex nummularia***. Recife: UFRPE, 2010. 77p. Tese de doutorado.

SOUZA, M.R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. Cv. Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Plant Physiology**, Rockville, v. 22, n. 1, p. 1-14, 1995.

SUASSUNA, J. Semi-árido: proposta de convivência com a seca. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 23, n.1-2, p.135-148, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 2008. 819p.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VEIGA, J. B., CAMARÃO, A. P. **Produção forrageira e valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum, schum*) vars. Anão e Cameroon.** Comunicado Técnico n. 54 p.1-6. (EMBRAPA.), 1984. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57746/1/CPATU-ComTec54.pdf>>
acesso em agosto de 2013.

WILLIAMS, W. D. Salinization of rivers and streams: na important environmental hazard. **Ambio.** Oslo, v. 16, p. 180-185, 1987.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.49. (Boletim Técnico 18)

ZIMMER, A. H. **Efeito de níveis de nitrogênio e resíduos de pastejo, sobre a produção, estrutura e qualidade das cultivares Aruana e Vencedor de (*Panicum maximum* Jacq.).** Jaboticabal, 1999. 213p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1999.