



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ERANILDO BRASIL DA SILVA

COMPOSIÇÃO MINERAL E QUÍMICA EM *PANICUM MAXIMUM* cv. BRS Zuri
SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO

FORTALEZA

2017

ERANILDO BRASIL DA SILVA

COMPOSIÇÃO MINERAL E QUÍMICA EM *PANICUM MAXIMUM* cv. BRS Zuri
SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Forragicultura e Nutrição animal.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro

Coorientadora: Dr^ª. Marilena de Melo Braga

FORTALEZA

2017

ERANILDO BRASIL DA SILVA

ESTADO NUTRICIONAL E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE *PANICUM MAXIMUM* cv.
BRS ZURI MANEJADO COM NÍVEIS DE SALINIDADE E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Forragicultura e Nutrição animal.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr.^a Marilena de Melo Braga
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Rafael Nogueira Furtado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Marcos Neves Lopes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe, Maria Sarita Tavares Brasil por todo o seu amor de mãe, Ao meu pai, Francisco Valdemir da Silva por todo o sacrifício feito para criar-nos, pelos ensinamentos, pelo incentivo, por me ensinar amar a família. Ao meu irmão e herói, Erandir Brasil da Silva, companhia desde que nasci, pelo exemplo de pessoa que é para mim, pela honestidade, inteligência, pelo respeito e por ser mais que um irmão mais velho, por ser meu mestre.

DEDICO

A todos os docentes do programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pelo exemplo de dedicação e amor a vida acadêmica, mostrando que a arte do aprender e do saber são as chaves para a educação e para o progresso.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por me guiar sempre pelo caminho do bem.

À Universidade Federal do Ceará, por me acolher desde minha graduação, sendo a minha segunda casa, onde contribuiu em grande escala para a minha evolução como estudante e profissional, e capacitando-me para o mercado de trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da bolsa de estudo, possibilitando a realização deste trabalho.

À professora Dra Maria Socorro de Souza Carneiro, pela orientação e pelo exemplo de pessoa que é, mostrando-se uma mulher de garra, compromissada com o trabalho e sempre disposta a me atender todas as vezes que bati em sua porta, e por ser minha segunda mãe, me orientando e aconselhando não só para o âmbito acadêmico, mas para a vida.

À Marilena de Melo Braga pela co-orientação durante a realização deste trabalho, pela ajuda incansável e prontidão sempre que possível na realização das análises.

A prof^a Dr^a Elzânia Sales Pereira, pela receptividade durante minha permanência no laboratório.

À Embrapa Agroindústria Tropical, em especial ao Departamento de Solos pelo acolhimento e possibilidade de realização das análises de minerais. Ao Professor Lindemberg e ao Dr. Carlos Taniguchi, pela permissão e pronto atendimento sempre que necessário no laboratório.

À toda a banca examinadora, pelo convite aceito, por serem exemplos de profissionais a seguirmos, mostrando-se sempre compromissados com o trabalho.

Aos colegas adquiridos ao longo das atividades na área da Forragicultura, em especial aos colegas Ricardo Loiola e Rafael Furtado pelo exemplo de profissionalismo, dedicados e empenhados nos inúmeros trabalhos realizados dos quais tive a oportunidade de participar, contribuindo e muito para minha formação acadêmica e profissional. Aos nobres colegas, Mirlanda Vasconcelos, Luís Barreto, Marcos Neves, Alano Luna, Alcides Batista, Maria Janiele Coutinho, Weverton Pacheco, Guilherme Sobral, Marcos Deames, Emilson Filho, Regina Magalhães, Shirlene Ferreira, Daiane Rodrigues, Edmilson Lima Júnior, Mickson Sérgio, Conrado Timbó e Cícera Juliana.

Aos colegas adquiridos ao longo da permanência no “LANA”, em especial, as técnicas de laboratório, Helena e Roseane, pela ajuda e pronto atendimento sempre que necessário. Às

bolsistas Amanda Morais e Rafaela Félix, pela ajuda e disposição na realização das análises.

Aos colegas de graduação e pós-graduação, pela amizade e momentos produtivos ao lado de cada um. Em especial a todos, por que cada um é especial para mim, e a amizade é o tesouro mais valioso que levarei comigo.

Aos meus pais, por minha educação e por serem exemplos de honestidade e de esperança para mim e meu irmão, sempre nos guiando pelo caminho árduo do bem.

À minha noiva Agda Ferreira, pela paciência e grande ajuda. À nossa pequena Analice, pelos momentos felizes e descontraídos, fazendo-me perceber que sempre iremos ser eternas crianças, e que enquanto tivermos essa magia dentro de nós, seremos pessoas felizes.

RESUMO

A utilização de águas salinas na irrigação de pastagens pode ser uma alternativa viável, juntamente com o uso de cultivares tolerantes ao efeito salino. Objetivou-se neste trabalho analisar os efeitos de diferentes lâminas de água e níveis de salinidade no crescimento do capim *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas com cinco repetições por tratamento. Os tratamentos foram resultantes da combinação de três níveis de salinidade na água (S1 = 0,6; S2 = 1,8; S3 = 3,0 dS m⁻¹) e quatro intensidades de irrigação (I1 = 60; I2 = 80; I3 = 100; I4 = 120% da evapotranspiração). Foi avaliada a composição química do capim *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, cortado aos 28 dias, durante dois ciclos, determinando os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG). Em seguida, foram avaliados os teores minerais para nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅), potássio (K₂O), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na), expressos em g kg⁻¹. Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de matéria seca, com o 2º ciclo superior ao 1º ciclo na lâmina de 60% da ET nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹. Com o aumento das lâminas de irrigação, houve redução linear nos teores de proteína bruta nos dois ciclos. Foi observado menor teor de extrato etéreo no 2º ciclo em relação ao 1º ciclo na salinidade 1,8 dS m⁻¹, nas lâminas 80 e 120% da ET. O teor de fibra em detergente neutro aumentou linearmente com as lâminas de irrigação, em ambos os ciclos, nos níveis de salinidade 0,6 e 1,8 dS m⁻¹. Não houve interação (P>0,05) entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de fibra em detergente ácido. Contudo, houve interação ciclo x salinidade com maior teor de fibra em detergente ácido no 1º ciclo na salinidade 0,6 dS m⁻¹. No 1º ciclo observou-se que o maior teor de hemicelulose ocorreu em resposta a salinidade de 3,0 dS m⁻¹ na lâmina de 60% da ET. Foram observados aumentos lineares nos teores de celulose em função das lâminas de irrigação nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹ no 2º ciclo. Os teores de lignina reduziram linearmente com as lâminas de irrigação, constatando-se decréscimos de 0,61 e 2,93 g kg⁻¹ de MS nos teores de lignina no 1º e 2º ciclo, respectivamente. Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de nitrogênio. O 1º ciclo foi superior ao 2º ciclo apenas nas lâminas de 60 e 120% da ET nas salinidades de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. No 1º ciclo os teores de fósforo apresentaram resposta quadrática na salinidade 0,6 dS m⁻¹. No 2º ciclo, os teores de

potássio foram menores nas lâminas 60, 100 e 120% da ET. No 1º ciclo observou-se maior teor de cálcio na lâmina de 80% da ET nas salinidades de 1,8 e 3,0 dS m⁻¹. No 1º ciclo observou-se que os teores de magnésio reduziram linearmente com as lâminas de irrigação na salinidade de 0,6 dS m⁻¹ e aumentaram quadraticamente os teores na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ com as lâminas de irrigação. Observou-se maior teor de sódio no 2º ciclo em relação ao 1º na lâmina 60% da ET na salinidade 0,6 dS m⁻¹. Conclui-se que os níveis elevados de salinidade ($\geq 3,0$ dS m⁻¹) causam reduções nos teores de matéria seca, a medida que aumenta-se a disponibilidade hídrica e o prolongamento dos ciclos da cultivar. A redução dos níveis salinos sob baixa disponibilidade hídrica (60% da ET) proporciona maiores teores de proteína bruta. A salinidade afeta negativamente os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina, com o aumento das lâminas de irrigação. Houve relação entre a lâmina mínima de irrigação e os valores máximos dos macrominerais estudados, indicando que o efeito da salinidade torna-se mais elevado quando a água aplicada é reduzida, exigindo maior aporte dos teores minerais pelas plantas nessas condições.

Palavras-chave: Água salina. Macronutrientes. Pastagem. Valor nutritivo.

ABSTRACT

The use of saline waters in irrigation of pastures may be a viable alternative, along with the use of salt tolerant cultivars. The objective of this work was to study the effects of different water depths and salinity levels on the growth of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. The experiment was conducted in a randomized complete block design with subdivided plots with five replicates per treatment. The treatments were the result of the combination of three salinity levels in the water (S1 = 0.6, S2 = 1.8, S3 = 3.0 dS m⁻¹) and four irrigation intensities (I1 = 60, I2 = 80; I3 = 100, I4 = 120% of evapotranspiration). The chemical composition of the *Panicum max* cv. BRS Zuri, cut at 28 days, during two cycles, determining the dry matter (DM), crude protein (CP), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) extract ethereal (EE), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL) and lignin (LIG). (N), phosphorus (P₂O₅), potassium (K₂O), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na), expressed in g kg⁻¹. There was interaction between the factors (salinity x lamina x cycle) for the dry matter contents, with the 2nd cycle superior to the 1st cycle in the 60% ET blade at salinity levels 1.8 and 3.0 dS m⁻¹. With the increase of the irrigation slides, there was a linear reduction in crude protein contents in the two cycles. It was observed lower content of ethereal extract than 2nd cycle in relation to the 1st cycle in the salinity 1.8 dS m⁻¹, in the slides 80 and 120% of ET. The neutral detergent fiber content increased linearly with irrigation slides in both cycles at salinity levels 0.6 and 1.8 dS m⁻¹. There was no interaction (P > 0.05) between the factors (salinity x slide x cycle) for acid detergent fiber contents. However, there was a cycle x salinity interaction with a higher acid detergent fiber content than the first cycle at salinity of 0.6 dS m⁻¹. In the first cycle, the highest hemicellulose content was observed in the salinity response of 3.0 dS m⁻¹ in the 60% ET blade. Linear increases in cellulose contents were observed as a function of irrigation levels at salinity levels 1.8 and 3.0 dS m⁻¹, not at the 2nd cycle. The lignin contents reduced linearly as irrigation slides, with decreases of 0.61 and 2.93 g kg⁻¹ DM in lignin levels, respectively, in the 1st and 2nd cycle. It was observed interaction between the factors (salinity x blade x cycle) for the nitrogen contents. The first cycle was superior to the 2nd cycle only in the slides of 60 and 120% of ET in the salinities of 0.6 and 3.0 dS m⁻¹, respectively. In the 1st cycle the phosphorus contents presented quadratic response in the salinity 0.6 dS m⁻¹. In the second cycle, potassium levels were lower in slides 60, 100 and 120% of ET. No 1st cycle shows a higher calcium content in the 80% ET blade at salinities of 1.8 and 3.0 dS m⁻¹. In the first cycle, it was observed that the magnesium contents reduced linearly with irrigation slides in

the salinity of 0.6 dS m⁻¹ and increased quadratically the salinity contents of 1.8 dS m⁻¹ with the irrigation slides. It was observed a higher sodium content not 2nd cycle in relation to the 1st in the slide 60% of ET in the salinity 0.6 dS m⁻¹. It was concluded that high levels of salinity (≥ 3.0 dS m⁻¹) cause reductions in dry matter content as water availability and extension of the cultivar cycles increase. The reduction of saline levels of available low availability (60% of ET) to grosser crude protein. The salinity negatively affects the levels of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose, cellulose and lignin, with the increase of the irrigation slides. There was a relationship between the minimum irrigation depth and the maximum values of the macrominerals studied, indicating that the effect of salinity becomes higher when the applied water is reduced, requiring a greater contribution of mineral contents by plants under these conditions.

Keywords: Saline water. Macronutrients. Pasture. Nutritive value.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1–	Características químicas do solo coletado na profundidade de 20 cm.	32
Tabela 2–	Temperatura e umidade relativa máxima média e mínima.....	32
Tabela 3–	Teores de matéria seca (MS) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	35
Tabela 4–	Teores de proteína bruta (PB) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	36
Tabela 5–	Teores de matéria mineral (MM) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	38
Tabela 6–	Teores de extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	38
Tabela 7–	Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	39
Tabela 8–	Teores de fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	40
Tabela 9–	Teores de hemicelulose (HEM) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	42
Tabela 10–	Teores de celulose (CEL) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	43
Tabela 11–	Teores de lignina (LIG) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	44
Tabela 12–	Teores de nitrogênio (N) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	45
Tabela 13–	Teores de fósforo (P) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	46
Tabela 14–	Teores de potássio (K) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	47
Tabela 15–	Teores de cálcio (Ca) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	48
Tabela 16–	Teores de magnésio (Mg) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS	

	Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	49
Tabela 17–	Teores de sódio (Na) em g kg ⁻¹ do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	A importância da água nas regiões semiáridas.....	17
2.2	Efeitos da salinidade em plantas.....	18
2.3	Efeitos dos sais no solo.....	20
2.4	A irrigação e o uso de águas salinas em gramíneas.....	21
2.5	A importância do valor nutritivo das pastagens.....	23
2.6	Os minerais e sua importância no desenvolvimento das plantas.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A utilização da pastagem como principal fonte de alimento na produção de rebanhos bovinos criados em regiões tropicais do mundo inteiro, ocorre em virtude do baixo custo de produção, sendo a forma mais econômica e prática para alimentar o rebanho, servindo como base da pecuária mundial. No Brasil, a produção de forragem é caracterizada pelas condições edafoclimáticas de cada região, como água, temperatura, radiação solar, nutrientes (macro e microminerais), assumindo grande importância na produção de volumoso, sendo que as plantas forrageiras apresentam produtividade determinada geneticamente. Entretanto, para produção de forragem são necessárias condições edafoclimáticas adequadas que atendam as necessidades da espécie ou da cultivar utilizada.

O semiárido brasileiro apresenta diferentes microclimas em sua região devido, principalmente, a diferença de precipitação que existe entre os estados. Este fato torna-se ainda mais agravante devido à região ser caracterizada por longos períodos de estiagem e por apresentar áreas de solos rasos e pedregosos, além da baixa capacidade de retenção de água e elevada evaporação, em virtude das altas temperaturas e irregularidade na distribuição das chuvas, promovendo grande oscilação na produtividade das pastagens, elevando os custos de produção.

Em regiões semiáridas a produção de pastagem apresenta-se na maioria das vezes, vinculada aos sistemas de irrigação ou às fontes hídricas que permitam amenizar as perdas na produção em decorrência das estiagens; porém a maioria das fontes de água utilizadas para esses fins são provenientes de rios, barragens, e até mesmo de poços artesianos com concentrações salinas moderadas. Embora essas fontes de águas salinas não sejam apropriadas para o consumo humano, seu uso pode ser satisfatório na agricultura irrigada de pastagens.

Sabe-se que uma cultivar de gramínea forrageira tolerante à salinidade possui capacidade adaptativa para suportar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da planta quando comparada às outras culturas, com isso, sua alta eficiência em absorver água em meio salino, em decorrência da adsorção de sódio, favorece a sua capacidade fotossintética em acumular uma maior quantidade de matéria seca, característica marcante das cultivares tolerantes. Dentre as gramíneas forrageiras existentes, a espécie *panicum maximum* se destaca por possuir cultivares produtivas, de ótima qualidade e adaptada as diferentes regiões e continentes do planeta. Em fevereiro de 2014 a Embrapa Gado de Corte lançou a cultivar BRS Zurique além das qualidades acima citadas, foi selecionada com base na produtividade, vigor, capacidade de suporte e desempenho animal, além de tolerância moderada ao

encharcamento do solo. No entanto, são escassas as informações na literatura sobre esta nova cultivar, assim como, dados referentes ao uso desta, em áreas que apresentam fontes hídricas com determinadas concentrações salinas.

Neste contexto, a presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação na composição química e mineral da gramínea forrageira *Panicum maximum* cultivar BRS Zuri.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A importância da água nas regiões semiáridas

No âmbito mundial as regiões semiáridas apresentam semelhanças edafoclimáticas marcantes, como por exemplo, vegetações xerófilas, clima tropical, solo raso e pedregoso, com destaque para a distribuição irregular de chuvas, caracterizando-se pela escassez de recursos hídricos nestas regiões (BORGES, 2013). Os fatores físicos, tais como, a localização geográfica e topográfica, a latitude e o clima predominante são denominados condicionantes para a existência de água, sendo importantes na oferta e demanda deste recurso para as atividades econômicas no semiárido (SOUZA; CORRÊA, 2012).

Atualmente os desequilíbrios regionais mostram-se mais acentuados, apresentando maior redução quanto à disponibilidade de água, no que diz respeito a sua qualidade, em âmbito mundial. As conseqüências afetam consideravelmente a economia, principalmente a agricultura, haja vista que, o aumento da população com a expansão das grandes metrópoles desencadeia um maior desmatamento de áreas verdes, ocasionando um desbalanço quanto às precipitações pluviométricas em áreas próximas a essas regiões, impactando numa maior exploração dos aquíferos, conseqüentemente, afetando o solo e intensificando o processo de salinização, já existente nestas regiões (ALMEIDA, 2010).

Na região semiárida a situação torna-se mais agravante pelo fato da existência da salinização dos solos. Cerca de 7% da superfície do planeta apresenta processo de salinização, abrangendo uma área de 9.500.000km², compreendendo países como, Ásia, Austrália, África e América do Sul (AHMED & QAMAR, 2004). Em relação ao Brasil, a existência de solos salino-sódicos ocorre desde o sul do país, passando pelo centro-oeste e de forma abrangente na região semiárida do nordeste, provocando prejuízos ambientais irreparáveis, semelhante às perdas na agricultura mundial, onde os cultivos em determinados países se torna inviável (RIBERO et al., 2003; PEDROTTI et al., 2015).

Diante da questão da escassez hídrica e do processo de salinização nas regiões semiáridas, estudos são necessários para utilização da agricultura irrigada. A utilização da água para irrigação necessita de avaliações que mostrem as condições químicas que esta apresenta, assim como, as características físico-químicas dos solos utilizados para sua aplicação, de acordo com a susceptibilidade e resistência dos cultivos que irão ser irrigados (ALMEIDA, 2010).

Na avaliação da qualidade da água existente no semiárido para a irrigação são necessários parâmetros (físicos, químicos e biológicos) a serem considerados para a

adequação do uso de forma segura (RHOADES, 1987; PIMENTEL, 2004; ALMEIDA, 2010).

2.2 Efeitos da salinidade em plantas

A salinização da água afeta a capacidade das plantas em absorver água, além de interferir na absorção de íons específicos em razão dos sais presentes, interrompendo processos fisiológicos inerentes à planta, tais como, o crescimento e seu pleno desenvolvimento. Vale lembrar que, determinadas plantas apresentam capacidade de tolerar concentrações de sais e obter quantidades satisfatórias em termos de produção de biomassa, e podem ser utilizadas como forragem, em razão do seu teor fibroso e de proteína bruta (FREIRE et al., 2010).

Um dos fatores que limita o crescimento e o desenvolvimento das plantas é a concentração elevada de sais no solo, proveniente também das atividades humanas, por exemplo, as inadequadas práticas de irrigação, com água apresentando alto teor salino, elevação do lençol freático em razão do manejo ineficiente de irrigação, drenagem ineficiente, como também das características naturais existentes no próprio ambiente. (WILLIAMS, 1987; NEUMANN, 1997; RIBEIRO et al., 2003; MUNNS, 2012).

Uma forma de avaliar a qualidade da água presente em áreas como o semiárido é a determinação dos parâmetros da água, tais como: Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Total de Sais Dissolvidos (TSD), íons: sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), cloretos (Cl^-), sulfatos (SO_4^{++}), carbonatos (CO_3^{--}) e bicarbonatos (HCO_3^-), com a finalidade de descobrir o teor de sais dissolvidos a mesma. Já para efeito da presença de toxicidade é conveniente a realização da análise do íon boro (B^+) (ALMEIDA, 2010).

As concentrações de sais solúveis no solo são expressas através do teste de condutividade elétrica, entretanto, diferentes respostas podem ser verificadas, dependendo da cultura utilizada. Diante disso, as mesmas são quantificadas de acordo com os valores dessa condutividade. Portanto, determinam-se que entre 0 e 2dS m^{-1} os efeitos da salinidade para as plantas são negligenciáveis; de 2 a 4dS m^{-1} , podem ocorrer restrições no desenvolvimento de algumas culturas, de 4 a 8dS m^{-1} , ocorrem reduções na produção, de 8 a 16dS m^{-1} , algumas plantas respondem satisfatoriamente em termos de produção e, acima de 16dS m^{-1} , apenas culturas tolerantes produzem satisfatoriamente (KLAR, 1988; AGUIAR NETO et al., 2007).

Estudos realizados por Wanderley (2009) demonstraram que decomposições minerais primárias ocorridas no solo dificilmente irão ocasionar acúmulo de sais com níveis

considerados nocivos à planta. Entretanto, a água é considerada o principal agente transportador de elementos salinos para formação de solos afetados por sais.

A ação direta dos sais nas plantas é um fator limitante para a produtividade agrícola das regiões semiáridas, haja vista que, ocasionará a redução na absorção de água por parte das plantas, bem como a modificação de propriedades físicas do solo, assim como os efeitos tóxicos de íons específicos, decorrentes dos efeitos negativos dos sais na produtividade agrícola (FURTADO, 1998).

As concentrações elevadas de sais no solo, que consistem de origem primária ou secundária, caracterizam-se como um ambiente desfavorável para as plantas. No entanto, as halófitas, que são plantas adaptadas aos ambientes salinos, apresentam condições de sobrevivência em ambientes que possuem concentração de NaCl superior a 200 mM (FLOWERS & COLMER, 2008). Por outro lado, as plantas que possuem sensibilidade à salinidade, são plantas que apresentam baixas ou moderadas adaptações a salinidade sendo denominadas de glicófitas, representando a maioria das culturas existentes (LARCHER, 2000; YOKOI et al., 2002; WILLADINO & CAMARA, 2010). No entanto, a maioria das plantas glicófitas demonstra certo grau de comprometimento em alguma fase do ciclo fenológico, quando a concentração de NaCl atinge valores superiores a 40 mM, ou seja, em termos de condutividade elétrica presente no extrato de saturação do solo valor equivalente a aproximadamente 4,0 dS m⁻¹ (RIBEIRO et al., 2007; MUNNS & TESTER, 2008).

Vale salientar que as plantas com capacidade de tolerar o efeito da salinidade são plantas que se desenvolvem adequadamente sem sofrerem algum tipo de estresse (MUNNS, 2002; SANTOS, 2016). Para isso, as plantas utilizam mecanismos adaptativos que permitem absorverem assimilados sem causar deficiência nutricional direta ou induzida e sem afetar o acúmulo normal de íons (ASHRAF et al., 2008).

A salinidade da água afeta o solo e também as plantas. Seu efeito nas plantas ocorre predominantemente de duas formas: pela elevação do potencial osmótico do solo, (promovendo um maior gasto de energia pela planta para absorver água e os demais elementos vitais) e pela toxidez de determinados elementos, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em concentração elevada causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002). Além disso, há possibilidade de desequilíbrio nutricional em razão da alteração nos mecanismos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, por exemplo, o excesso de sódio impede a absorção de nutrientes, como o potássio e cálcio (MUNNS & TERMAAT, 1986; RIBEIRO et al., 2003; VIANA et al., 2004; FARIAS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são afetados pelo acúmulo excessivo de sais existentes na região radicular, diminuindo sua produção ou impossibilitando a cultura de desenvolver-se. Uma possível explicação seria que, os níveis osmóticos elevados nas plantas, o que acarreta em desequilíbrio nos processos fisiológicos, devido a alterações no poder matricial do solo, toxidez por determinados íons e mudanças nos padrões físico-químicos do solo (LIMA, 1998). Estudos comprovaram que concentrações altas de sais estão localizadas próximas à rizosfera, causando uma diminuição na absorção de água pelas raízes, provocando reações devido à ausência da solução nutritiva em toda planta, assim os estômatos se fecham, amenizando a perda de água (TÁVORA et al., 2001).

A diminuição na taxa de crescimento das plantas que se encontram em condições de salinidade acomete mais facilmente os tecidos jovens, afetando os mecanismos de expansão e divisão celular e os pontos de crescimento da planta (SANTOS, 2006). Logo, a concentração de sais no solo quando apresenta nível superior ao tolerado pela planta, ocasionará problemas ao crescimento da planta, em razão da reduzida absorção hídrica, resultante dos desbalanços osmóticos, e de concentrações elevadas de íons presentes no fluxo de transpiração, ocasionando deficiências nutricionais e má formação nas folhas (MUNNS, 2005).

Pequenos déficits hídricos também reduzem à velocidade de crescimento de plantas, influenciando na formação de colmos, retardando seu desenvolvimento, conseqüentemente, as plantas apresentam maiores proporções de folhas e no tocante aos nutrientes, conteúdos potencialmente digestíveis aos animais são fornecidos por essas plantas. Efeitos como este, são verificados em gramíneas, haja vista que, as leguminosas em situações de estresse tendem a perder os folíolos, mesmo sob déficit hídrico moderado, resultando em um baixo valor nutritivo (REIS et al., 1993; ABREU, 2006).

2.3 Efeitos dos sais no solo

Atualmente existem grandes áreas no semiárido nordestino em processo de salinização do solo ou com solos já salinizados, decorrente da natureza física e química desses, bem como do déficit hídrico e da elevada taxa de evaporação. Percebe-se maior agravamento do problema em áreas onde o cultivo é mais intenso, necessitando do uso da irrigação, a exemplo, dos pólos de agricultura irrigada (SILVA et al., 2011). Como estas regiões possuem um predomínio da evaporação sobre a precipitação, logo, os sais irão se acumular na camada superficial do solo, ocasionando a formação dos solos salinos (LACERDA et al., 2010). Os solos também vão se tornando improdutivos em decorrência de excessos de sais solúveis presentes na água de irrigação, que em muitos casos acaba deixando resíduos salinos que vão

aos poucos se concentrando no solo (SOUZA, 1995).

Os sais solúveis presentes na solução do solo quando em excesso podem ser desencadeados por vários fatores, como a presença de baixo índice pluviométrico, ou elevada taxa de evapotranspiração, baixa capacidade de lixiviação dos sais nos solos, presença de camadas impermeáveis, além do manejo do solo, onde a irrigação é realizada com águas salinizadas (GHAFOR et al., 2004; QADIR & OSTER, 2004; RIBEIRO, 2010).

As alterações na estrutura dos solos ocorrem quando a porcentagem de sódio trocável (PST) é superior a 15%, pois solos com uma PST elevada possuem maior susceptibilidade a erosão hídrica e a diminuição da infiltração e do volume armazenado de água no solo, gerando um selamento superficial, na qual se dá pela fragmentação física dos agregados do solo, causando adensamento, além da migração das partículas de argila para a região na profundidade de 0,1 a 0,5 mm, concentrando-se e provocando a obstrução dos poros (RICHARDS, 1954; ALBUQUERQUE et al., 2002; RICHART et al., 2005). O valor da PST oscila em razão da qualidade de irrigação, do grau de salinidade do solo e do tipo de mineral de argila existente em maior quantidade no solo (RIBEIRO, 2010).

A salinização está sendo considerada como a principal forma de degradação dos solos em áreas cultiváveis (FAO, 2015). Segundo alguns pesquisadores, esse problema é mais alarmante na região Nordeste do Brasil, por possuir em termos de território uma área de 155 milhões de hectares, sendo que 52% dessa superfície localiza-se no semiárido (ANDRADE, 2009; OLIVEIRA; GOMES-FILHO; ENÉAS-FILHO, 2010).

Vale ressaltar que, o processo de salinização pode ocorrer por um período extenso sem ser notado, mantendo níveis de salinidade estáveis, no entanto, uma adição desnecessária pode causar uma contaminação e tornar, em pouco tempo, uma terra anteriormente agricultável em improdutivo para o uso. Uma forma de observar se determinado solo está em condições normais de salinidade é utilizando o teste de condutividade elétrica, por meio de monitoramento, evitando assim um descontrole no balanço salino em áreas irrigadas e reduzindo perdas na produtividade das plantas (QUEIROZ et al., 2009; MAJOR & SALES, 2012).

2.4 A irrigação e o uso de águas salinas em gramíneas

Diante das dimensões de terras existentes, o Brasil apresenta distintos ecossistemas, com fatores climáticos bastante divergentes, com efeito sobre as pastagens, tornando-se o principal problema para a estabilidade da produção a pasto. A qualidade de uma planta forrageira pode variar não só pelas características genéticas, mas morfológicamente, alterando

seu tamanho e estágio de desenvolvimento, em razão de fatores ligados ao ambiente em que vive (NORTON, 1981).

Entre os fatores influenciadores na produção das pastagens, destacam-se a radiação solar, nutrientes, temperatura e pluviosidade, que são características da região na qual a pastagem foi implantada. Diante desses fatores, a utilização da irrigação como ferramenta para aumentar a umidade do solo em condições não favoráveis, tem-se mostrado importante para a pecuária brasileira, pois a planta terá maiores chances de se desenvolver e aumentar a produção em termos de biomassa (ROLIM, 1994; PINHEIRO, 2002).

A ocorrência de veranicos na região nordeste brasileira, que são caracterizados pela má distribuição de água, reporta para uma irrigação suplementar, no intuito de que se estabilize a produção e se tenha forragem em quantidades adequadas para fornecimento aos animais (XAVIER et al., 2001).

A qualidade da água para a irrigação é primordial, uma vez que, o êxito na produtividade dependerá da sua condição qualitativa. Contudo, a utilização de águas impróprias em sistemas irrigados é comum, resultando em situações indesejáveis no manejo e na produtividade da cultura, e em certos casos, toxicidade nas plantas por elementos em níveis elevados (MANTOVANI et al., 2006).

A quantidade de áreas com solo salinizados no Brasil, não se apresenta bem definida, no entanto, em 2006 foi estimada que 20 a 25% das áreas irrigadas do país enfrentavam problemas de salinização. Estima-se que exista uma perda de aproximadamente 1,5 milhões de hectares de terras aráveis por ano, em decorrência do acúmulo de sais (OLIVEIRA; GOMES-FILHO; ENÉAS-FILHO, 2010). Em 2014 foi considerado que 33% destas áreas se encontram em estado de salinização ou erosão (FAO, 2014).

O uso de água de irrigação com alta concentração salina é considerado o principal fator responsável pela salinização dos solos em áreas irrigadas, onde ocorre a acumulação da água de irrigação nas partes mais baixas do terreno e a perda dessa água através da infiltração nos canais e reservatórios (GHEYI et al., 1997; GHEYI, 2000; BARROS et al., 2005). Em decorrência da salinização, esses problemas se agravam interferindo na circulação da água no solo, como a redução do potencial osmótico, reduzindo a disponibilidade de água por meio do solo; ou ainda causar dispersão de partículas do solo, acarretando diminuição na absorção de água através dos vasos capilares da planta, ocasionando deficiências nutricionais e toxidez à mesma (BERNARDO, 2006).

Os sais presentes na água de irrigação vão sendo carreados e depositados ao longo do perfil do solo pelas águas de sistemas de irrigação, com isso, esses elementos podem se

acumular no solo em razão da absorção pelas raízes ou através da evaporação da água nas camadas superficiais do solo, e assim formam-se camadas de sais que interferem negativamente na produtividade das plantas. Entretanto, não são todas as plantas que apresentam respostas negativas ao acúmulo de sais, determinadas plantas mostram rendimentos satisfatórios sob elevados níveis salinos no solo. Essa diferença entre plantas, que são afetadas ou não pelos níveis altos de sais no solo, evidencia o caráter adaptativo de determinadas plantas, que fisiologicamente demonstram tolerância às condições de estresse salino por meio predominantemente da osmoregulação, haja vista que, nenhuma planta descrita como superior, possui capacidade de sobreviver sem oxigênio molecular sob inundação a longo prazo, conseqüentemente, plantas que possuem condições de promover oxigenação dos tecidos imersos caracterizam-se como tolerantes (AYERS; WESTCOT, 1991; DIAS-FILHO, 2005).

Vale salientar que em condições de solos arenosos presente nos tabuleiros litorâneos, a aplicação de lâminas elevadas de irrigação pode provocar perda de água por percolação profunda, de forma que não há um melhor aproveitamento da umidade por conta do sistema radicular das gramíneas (RODRIGUES et al., 2005).

Estudos sobre o desenvolvimento de gramíneas sob irrigação vêm sendo realizados. Porém, ainda são escassos trabalhos que demonstrem sua aplicação com uso de água onde estão presentes níveis elevados de sais e seus possíveis efeitos nas gramíneas de um modo geral (SORIA, 2002; RODRIGUES et al., 2003).

2.5 A importância do valor nutritivo das pastagens

O sistema produtivo pecuário está ligado diretamente à utilização de pastagens, uma vez que, a qualidade da forrageira oferecida será a responsável pelo desempenho dos animais ruminantes neste sistema. As características genéticas de estrutura da planta, a relação folha/colmo (F/C) e os teores de Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Fibra em Detergente Neutro (FDN), apresentam extrema importância sobre o valor nutritivo da forragem, determinando um maior aproveitamento dos animais a pasto (MINSON, 1971; KAYONGO-MOLE et al., 1974; EUCLIDES et al., 1995; MACHADO et al., 1998; MENDES et al., 2010). Diante do contexto, a composição bromatológica apresenta alguns indicativos da importância do potencial nutritivo das forrageiras, como por exemplo, teores de proteína bruta, FDN (Fibra em Detergente Neutro), e FDA (Fibra em Detergente Ácido), ressaltando que a qualidade da forrageira está diretamente relacionada com a cultivar utilizada, como

também, o manejo empregado e as condições climatológicas.

O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) apresenta estreita relação com o mecanismo de consumo animal (BRÂNCIO et al., 2002). Teores de FDN compreendidos entre 55 à 60% na matéria seca irão correlacionar-se negativamente com o consumo da forragem. Por outro lado, baixos valores de FDN apresentam melhor qualidade de consumo da forragem pelo animal (VAN SOEST, 1994).

As pastagens do Brasil apresentam cerca de 80% da sua área em condições de degradação (BARCELLOS; VILELA; LUPINACCI, 2001), uma das principais razões são as deficiências de nutrientes no solo, ocasionadas por manejos inadequados ou pela ausência de adubação. A deficiência de nitrogênio (N) é considerada como um dos principais problemas na produtividade das pastagens tropicais, provocando prejuízos na capacidade de suporte e no ganho de peso animal (ROCHA et al., 2002). Fatores como espécies forrageiras, estádios da planta, manejo, produção e fertilidade dos solos determinam o conteúdo mineral das plantas forrageiras, porém, uma pequena fração é absorvida pela planta, da mesma forma, sua disponibilidade irá depender da concentração na solução do solo. No entanto, sob condições de precipitações pluviais elevadas e altas temperaturas os nutrientes são carregados por meio da lixiviação, resultando em condições de deficiência mineral por parte das plantas (McDOWELL, 1999; COSTA, 2004).

Os efeitos da salinidade tornam os processos de crescimento vegetal sensíveis, uma vez que, a produção de biomassa e a taxa de crescimento são critérios adotados como forma de avaliar o nível de estresse causado à planta, além da capacidade de tolerância ao efeito provocado pelo estresse (LARCHER, 2000). Diante do exposto, as alterações no crescimento dos vegetais são ocasionadas em função da interferência do ambiente sobre a produção das culturas (NILWIK, 1981). A mensuração dessas alterações é realizada por meio do parâmetro considerado mais significativo, o acúmulo de matéria seca, uma vez que, o mesmo resulta da associação de outros componentes (MAGALHÃES, 1985; COLL et al., 1988; MORAIS NETO, 2009).

2.6 Os minerais e sua importância no desenvolvimento das plantas

A composição química das plantas forrageiras está relacionada ao seu crescimento e o estágio de desenvolvimento, sendo que, a matéria seca dessas plantas possui cerca de 5% de nutrientes minerais, entretanto, deve-se levar em consideração que existem determinadas diferenças intrínsecas dentre as espécies que levam a diferentes teores nutricionais na matéria

seca de plantas, tais como: o estágio de desenvolvimento da planta, o período de florescimento, a formação de órgãos, os teores totais exigidos e sua produtividade.

Os elementos minerais apresentam papel fundamental no metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas. A composição mineral das forrageiras pode variar em função de inúmeros fatores, entre eles destacam-se: o solo e as adubações realizadas, a idade da planta, diferenças entre espécies e variedades de plantas, estações do ano e a sucessão de cortes (GOMIDE, 1976).

As gramíneas tropicais apresentam alta produtividade, quando comparadas com as forrageiras de clima temperado, entretanto, as tropicais acumulam durante seu ciclo de crescimento uma elevada proporção de parede celular, nutricionalmente denominada por fibra em detergente neutro, apresentando na sua fração uma lenta e incompleta digestão, de forma a ocupar espaço no trato gastrointestinal dos animais consumidores dessas plantas (MERTENS, 1996). A forma convencional de medir a qualidade das espécies forrageiras é através do estudo da composição química, servindo como parâmetro para determinação dos nutrientes existentes na planta analisada. O conhecimento sobre os valores nutricionais dependerá necessariamente dos aspectos genéticos da planta e dos aspectos ambientais (Norton, 1982).

O nitrogênio (N) possui papel fundamental nas plantas, exercendo funções as quais mantêm estabilidade nas atividades metabólicas. Pois, quando os níveis de N encontram-se abaixo do que a planta necessita o crescimento dela pode ser retardado. Pois, o N requerido pelas regiões de crescimento é fornecido através da mobilização do elemento concentrado nas folhas velhas até os locais em desenvolvimento. Em contrapartida, o excesso de N geralmente acelera a senescência das plantas, promovendo aumento celular, fazendo com que a planta tenha um maior crescimento vegetativo. Mudanças morfológicas podem ocorrer principalmente se o aporte de N for maior na região próxima às raízes (BONATO et al., 1998).

O N é considerado o nutriente principal das plantas, contribuindo na manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras. Responsável pela constituição do conteúdo de proteína bruta da planta, digestibilidade no trato animal, características morfológicas das plantas, tais como, porte da planta, tamanho e quantidade de folhas, tamanho do colmo, emissão de perfilhos e pelo seu adequado desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2009). É necessária para um crescimento ótimo da cultura, uma quantidade de 20 a 50 g kg⁻¹ deste mineral em relação ao peso da planta, sendo essa variação dependente principalmente das diferentes espécies, do estágio de desenvolvimento e do órgão da planta (BONATO et al., 1998).

Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2009), avaliaram os teores de macrominerais na parte aérea de *Panicum maximum* cvs. Massai e Mombaça em seis idades de crescimento observaram-se nas gramíneas com idades de corte de 105 e 104 dias após semeadura (DAS), teores mínimos de N (18,6 e 22,8 g kg⁻¹) na MS, entretanto verificou-se teores médios para as cultivares Massai (108,2 g kg⁻¹) e Mombaça (82,1g kg⁻¹) com base na MS. Valores inferiores ao de Rego (2001) em trabalhos com a cultivar Tanzânia foram observados, mostrando teores de N de 18,55g kg⁻¹ (REGO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2009).

O fósforo (P) é considerado nutriente essencial para o metabolismo das plantas, exercendo funções vitais para seu adequado crescimento e desenvolvimento, principalmente na formação da pastagem. No entanto, a sua disponibilidade para pastagens é geralmente insuficiente em condições naturais nos solos do nordeste, ocasionando deficiências desse mineral em diversas plantas situadas nessa região. A explicação se dá pelo fato do mineral possuir limitações quanto à sua disponibilidade para as plantas devido à sua alta fixação nas partículas constituintes do solo, sendo assim pouco absorvido pelos vegetais (GOEDERT; SOUSA, 1986).

O fósforo apresenta também outros fatores restritivos à absorção pelas plantas, tais como, a interação com elementos presentes no solo (P-Fe e P-Al), em caso de solos ácidos; já para solos com níveis de alcalinidade tem-se P-Ca, afetando negativamente a disponibilidade deste mineral para a planta em virtude dessas interações. A presença de P em quantidades adequadas no solo é fundamental para as plantas, pois participa na constituição da estrutura molecular para formação do DNA, além de formar ligações diésteres nos fosfolipídios das biomembranas, criando assim, pontes entre diglicerídeos e moléculas como aminoácidos (BONATO et al., 1998).

O fósforo apresenta limitações no solo para sua absorção pelas plantas, interferindo no crescimento e no desenvolvimento dessas, prejudicando-as, ocasionando decréscimo na produção de forragem (MACHADO et al., 1996). O P é um elemento vital às funções das plantas, sendo importante no crescimento radicular, assim como para a maturação dos tecidos e órgãos vegetais, agindo como influenciador de açúcares e do amido, e assim com papel essencial no armazenamento de energia; contribui para a fotossíntese e respiração (fosforilação). O teor total de P dos solos apresenta-se entre 200 e 3000 mg kg⁻¹ de P, porém menos de 0,1 % desse total de P encontra-se na solução do solo (NOVAIS, 1999).

O P possui relativamente baixa disponibilidade em solos sódicos alcalinos, quando o pH apresenta valores entre 8 e 9, em razão disso, a utilização desse mineral em meio solúvel se faz necessário para o desenvolvimento de raízes, ajudando no perfilhamento (FONSECA et

al., 1988; CORRÊA & HAAG, 1993; WERNER, 1994; HOFFMANN et al., 1995). A presença de P favorece a adequada estacionalidade da forragem, promovendo elevadas produções em termos de matéria seca e valor nutritivo (FENSTER & LÉON, 1982). O teor de P no solo em condições críticas para o desenvolvimento de plantas irá depender da espécie de gramínea ou cultivar utilizada (HOFFMANN et al., 1995; GUSS et al., 1990).

Por outro lado, em solos alagados a disponibilidade de fósforo é aumentada devido a redução de fosfatos férricos, juntamente com a dissolução de outros fosfatos. A alta disponibilidade de P presente em solos sódicos alcalinos decorre de níveis elevados de RAS Ph e CO_3^{2-} . Já em solos salino-sódicos no nordeste do Brasil em experimentos com milho forrageiro foi verificado aumento de fósforo no solo, em razão da aplicação de doses de ácido fosfórico (H_3PO_4), bem como, a redução do pH do solo (SANTOS et al., 2010).

Guss et al., (1990) estudaram o capim-Marandu sob teores críticos de P da ordem de 32 a 58 mg dm^{-3} em cinco tipos de Latossolos com diferentes texturas. Por outro lado, quando analisaram a *Brachiaria humidicola*, observaram que os teores de P foram da ordem de 46 a 80 mg dm^{-3} com base na MS, mostrando a variação que existe entre cada espécie. Portanto percebe-se a importância em conhecer o teor crítico do P para os diferentes tipos de solos e principalmente para cada espécie de gramínea. As condições de teor crítico de P em vasos ou jarros são ainda maiores, em razão do espaço utilizado, portanto o conhecimento a cerca destes teores e das suas exigências quanto às forrageiras é fundamental.

Oliveira et al., (2009) trabalhando com as cultivares Massai com idade de 105 DAS e Mombaça com idade de 102 DAS avaliaram os teores de macrominerais na parte aérea, obtendo teores de P médios de 18,79 e 20,93 g kg^{-1} . Já para o capim Tanzânia, observou-se decréscimo nos teores de P em decorrência da idade da gramínea (40,5 e 38 g kg^{-1} , respectivamente). A explicação para esse fato seria a idade de corte avaliada (35 dias), portanto, a diminuição nos teores de P explica-se pela ocorrência da diluição em detrimento ao acúmulo de MS presente na pastagem (REGO et al., 2003).

O potássio (K) é outro elemento também considerado como nutriente para as forrageiras, diferentemente do sódio, uma vez que sua elevada concentração na planta acarreta sérios prejuízos, diante disso, não é preferível ocorrer grandes diferenças quanto à disponibilidade do potássio em forrageiras. A explicação seria sua alta solubilidade (GRACE et al., 1977; EMANUELE; STAPLES, 1990; WHITEHEAD et al., 2000).

Estudos realizados por Oliveira et al., (2009) com a cultivar Massai apresentaram teores mínimos para K (3,51 g kg^{-1} com base na MS) idade de corte que foi de 109 DAS, entretanto, os teores mínimos obtidos para a cultivar Mombaça foi de 1,86 g kg^{-1} , em razão da

idade de 105 DAS, mostrando que ambas as cultivares (Massai e Mombaça), apresentaram teores inferiores quanto aos constatados para cultivar Tanzânia ($14,1\text{g kg}^{-1}$) com 35 dias. Portanto, pode-se notar que a idade de desenvolvimento da cultura influencia nos teores de K nos tecidos. (EUCLIDES, 1995; OLIVEIRA et al., 2009).

O potássio apresenta associação com o conteúdo celular, estima-se que cerca de 98% do elemento mineral esteja presente na composição das forrageiras temperadas (WHITEHEAD et al., 1985). Observou-se que a fração celular solúvel relacionada ao teor de fibras em gramíneas de clima temperado apresenta rápida liberação de elevados teores de K (VAN EYS & REID, 1987).

Considerado o segundo mineral mais exigido pelas plantas, o K apresenta importante contribuição na regulação do potencial osmótico das células e dos tecidos de plantas glicofíticas. Este mineral não é metabolizado pela planta, logo são formados complexos trocáveis. Seu comportamento decorre na ativação enzimática, acionando/inabilitando enzimas através da alteração conformacional da estrutura enzimática, alterando a taxa de reação catalítica. Em contrapartida, em caso de deficiência do mineral, ocorrem acumulações de carboidratos solúveis, diminuição do amido e acúmulo de compostos nitrogenados. O K sendo um íon monovalente compete pelo sítio catalítico da enzima com cátions como Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), assim, concentrações baixas de Ca geralmente favorecem a absorção daquele mineral (BONATO et al., 1998).

O Cálcio é constituinte de um ou mais compostos orgânicos na planta, entre eles, o pectato de Ca da parede celular (FAQUIN, 2005). Considera-se como teores aceitáveis de Canos tecidos foliares entre diferentes espécies, valores de 0,4 até cerca de 4%, para culturas normais. Já Santos-Filho et al. (2007), afirmam que os valores adequados são de 3 a 12g kg^{-1} .

Este mineral está concentrado em grande quantidade na parede celular e no apoplasto, o que implica em relativamente altos teores de Ca no tecido das plantas, uma vez que a ligação aos pectatos na lamela média ajuda a reforçar a parede celular, ficando o cálcio concentrado nestes compartimentos. Altas concentrações de Ca nos tecidos inibem a poligalacturonase, responsável pela degradação dos pectatos, em contrapartida, a deficiência de Ca aumenta a poligalacturonase e assim desintegrando a parede celular. O Cálcio possui papel de estimulante, bem como, de protetor da membrana quando em estresse, seja por baixas temperaturas ou em anaerobiose (BONATO et al., 1998).

Silva et al., (2015) trabalhando com substituição parcial de potássio por sódio em pastagem de capim *Panicum maximum* cv. Mombaça mostraram que o uso de minimizadores do efeito salino no solo e na planta aumenta a produção de forragem, permitindo a

substituição de uma quantidade maior de K^+ por Na^+ , obtendo como alternativa para o aumento da tolerância ao sódio, o aumento de Ca^{2+} no solo.

Estudos realizados com milho com idade de 30 e 120 dias após plantio-(DAP) mostraram que a salinidade do solo afetou os teores de Ca nos tecidos vegetais. À medida que os níveis de cloro diminuíram na folha e os teores de sais se elevaram, foi observada uma correlação negativa entre os níveis de cálcio e a biomassa de folhas de milho aos 120 DAP, confirmando a existência de relação entre o crescimento e o teor de nutrientes presentes nos tecidos da planta. Já os teores de Ca foram supridos pela adição de nutrientes oriundos da água de irrigação presente no solo (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A salinidade dos solos reduz os teores de Cálcio na parte aérea das plantas. O sódio (Na) quando em teores relativamente altos nos tecidos provocam redução nos teores de Ca, em razão do Na deslocar o cálcio da plasmalema de células das raízes, ocasionando perda na integridade da membrana, causando fluxo citossólico em solutos orgânicos e inorgânicos (CRAMER et al., 1991; ALBERICO & CRAMER, 1994; CRAMER et al., 1991; AZEVEDO NETO & TABOSA 2000)

A mudança na membrana celular da planta, na qual o cálcio atua como estabilizante provoca uma sensibilidade maior ao estresse salino, pelo fato destas serem bem seletivas em razão da absorção e compartimentação de íons (AZEVEDONETO & TABOSA, 2000). A suplementação de Ca em plantas com estresse salino pode também reduzir a acumulação de Na, mantendo níveis de potássio juntamente com metabolitos fosfatados em tecidos de raízes, reduzindo os teores de fósforo (COLMER et al., 1994).

O magnésio (Mg) é outro elemento essencial à vida das plantas, é componente da molécula de clorofila, sendo assim importante para as reações fotoquímicas e metabólicas das plantas e também participa de ativação enzimática (CASTRO et al., 2001, FAQUIN, 2005). As exigências das culturas em Mg são relativamente baixas, da ordem de 10 a 40 kg há⁻¹. Já os teores nas folhas das plantas possuem pouca variação entre as espécies, apresentando valores na faixa de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹.

Estudiosos avaliaram as cultivares Massai e Mombaça sob idades de corte de 78 e 89DAS, respectivamente. Observaram valores máximos para o magnésio com 2,72 e 2,54 g kg⁻¹ com base na MS (REGO et al., 2001; REGO et al., 2003).

Em trabalhos realizados utilizando-se milho irrigado com água salina observou-se que os teores de Mg nas folhas de milho aos 60, 90 e 120 DAP foram afetados, havendo correlação negativa com os diferentes níveis de salinidade no água de irrigação. Os valores observados para folhas de milho (0,40 g kg⁻¹) foram considerados baixos (TAIZ & ZEIGER,

2004). A explicação sobre o decréscimo nos teores de Mg na folhas de milho é possivelmente devido à inibição na absorção de Mg pelos altos teores de sais presente na água aplicada ao solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará/UFC, no município de Fortaleza, Ceará, entre o período de Março à Agosto de 2015. A instalação está situada nas coordenadas geográficas de 3°44'44.8" (latitude sul) e 38°34'56.1" (longitude oeste), numa altitude de 30 metros e o clima do município, segundo classificação de Köppen (1948), é do tipo Aw' (tropical chuvoso).

Delineamento experimental

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas com cinco repetições por tratamento. Foram avaliados três níveis de salinidade na água ($S_1 = 0,6$; $S_2 = 1,8$; $S_3 = 3,0$ dS m^{-1}) e quatro lâminas de irrigação ($I_1 = 60$; $I_2 = 80$; $I_3 = 100$; $I_4 = 120\%$, com base na evapotranspiração medida no tratamento de referência), onde os níveis de salinidade da água corresponderam às parcelas principais e a lâmina de irrigação as subparcelas. A gramínea utilizada foi o *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

Distribuição dos tratamentos

Foram utilizados vasos de polietileno com volume de 11 dm³, perfurados em suas bases. Em seguida foram colocados sob os vasos, pratos coletores de água, em virtude da água de irrigação drenada pelos orifícios na base. Os vasos foram distribuídos na casa de vegetação, permanecendo a uma altura de 20 cm do solo. Foi considerado cada vaso como uma unidade experimental, identificando-os devidamente com seus respectivos tratamentos. Foi estabelecida a distância entre cada vaso de 20 cm entre as subparcelas e 50 cm entre parcelas. O solo foi passado em peneira de 4 mm e submetido à secagem, posteriormente, cada vaso foi preenchido com 10 dm³ de solo sobre uma camada de brita com 2 cm de altura ao fundo.

Solo e adubação

O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho-Amarelo, pertencente a classificação textural franco arenosa, coletado em área homogênea situada nas dependências da

Universidade Federal do Ceará. A amostra composta do solo foi coletada entre a profundidade de 0,0-20,0 cm, para caracterização dos atributos físico-químicos (Tabela 1), segundo metodologia descrita por EMBRAPA (2006).

Tabela1- Características físico-químicas do solo coletado na profundidade de 0,0 a 20,0 cm

P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTCt	PH	MO
----- mg dm ⁻³ -----			-----Cmol _c dm ⁻³ -----				H ₂ O		g kg ⁻¹
11,64	54,74	20,7	0,96	0,82	0,05	2,01	2,06	4,8	17,9
Areia Grossa		Areia Fina	Silte	Argila	CE		Densidade Global partícula		
-----g kg ⁻¹ -----			-----			dS m ⁻¹	---g cm ⁻³ ---		
94		465	298	147	0,59		1,36	2,66	

Fósforo (P), potássio (K), sódio (Na⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (CTCt), potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (MO) e condutividade elétrica (CE). Fonte: Laboratório de Solos/ UFC.

A partir dos resultados da análise de solo, realizaram-se as adubações, conforme recomendação da CFSEMG (1999), providenciando a correção do pH, juntamente com o suprimento para macro e micronutrientes.

Realizou-se a aplicação de calcário dolomítico (380 mg dm⁻³), levando em consideração 30 dias de antecedência ao plantio. No plantio, utilizou-se a adubação fosfatada com 75 mg dm⁻³ (superfosfato simples), adubação potássica com 230 mg dm⁻³ (cloreto de potássio), nitrogenada (400 mg dm⁻³ (uréia) e para os micronutrientes (40 mg dm⁻³ (FTE BR-12). Os adubos foram aplicados no estabelecimento da espécie e na metade do período de uniformização, sendo repetida as mesmas quantidades a cada ciclo.

Dados meteorológicos

No interior da casa de vegetação foram coletadas diariamente medidas por meio de um *data logger* (HOBO U12-012), com sensor de temperatura (T, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) cujos dados foram registrados ao longo dos ciclos de avaliação (Tabela 2).

Plantio e cortes

Foram semeadas aproximadamente 50 sementes por vaso a 1,0 cm de profundidade. Quinze dias após a emergência das plantas foi realizado um desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso. Antes da aplicação dos tratamentos as plantas foram irrigadas com água de poço (CEa = 1,0 dSm⁻¹), mantendo o solo na capacidade de campo.

Aos 45 dias após o plantio foi realizado o corte de uniformização e iniciada a aplicação dos tratamentos nas unidades experimentais. O capim foi avaliado a cada 28 dias correspondendo a cada ciclo realizado, totalizando dois ciclos. Os cortes foram realizados

com tesoura de poda a altura de 10 cm do solo. Vale ressaltar que já havia sido realizado um experimento com essas mesmas plantas utilizando quatro níveis de salinidade ($S_1 = 0,5$; $S_2 = 2,0$; $S_3 = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_4 = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$) com as mesmas lâminas de irrigação. Contudo após o primeiro corte houve mortalidade das plantas ao se aplicar o nível de salinidade $S_4 = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Tabela 2 – Temperatura e umidade relativa máxima média e mínima

	-----Ciclos-----	
	1	2
	Temperatura (°C)	
Máxima	37,5	37,5
Mínima	24,2	24,2
Média	29,0	29,2
	-----Umidade relativa (%)-----	
Máxima	90,8	86,0
Mínima	41,9	40,1
Média	72,0	67,3

Fonte: data logger, modelo HOBO U12-012.

Determinação das lâminas de irrigação e níveis de salinidade

Determinou-se a lâmina de irrigação a partir da evapotranspiração (ET) por meio da diferença na pesagem de 5 (cinco) vasos irrigados com água de CEa de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, antes e após cada irrigação e a diferença entre o peso correspondente ao volume de água de reposição, considerando-se 60%, 80%, 100% e 120% do valor obtido. No primeiro dia de cada ciclo, logo após o corte, os vasos foram irrigados manualmente com uso de proveta graduada conforme os tratamentos. Adotou-se um turno de rega de 2 (dois) dias e quando ocorreu a drenagem nos vasos, a água foi coletada em copos e o volume mensurado em proveta.

As soluções salinas de irrigação foram preparadas semanalmente em reservatórios com capacidade de 100 L, utilizando-se água de poço, água destilada e cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e cloreto de magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) nas proporções de 7:2:1. A concentração dos sais foi calculada pela equação: $[\text{Cs} (\text{mmol}_c \text{L}^{-1}) = \text{CE} \times 10]$, em que: Cs = Concentração de sais; CEa = condutividade elétrica preestabelecida (RHOADES et al.,2000).

As análises laboratoriais de composição química foram realizadas em Fortaleza, Ceará, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, da Universidade

Federal do Ceará. A forragem foi colhida no dia determinado ao final de cada ciclo, posteriormente foi retirada uma amostra representativa de cada parcela, em seguida acondicionada em sacos de papel e identificada, seca em estufa de ventilação de ar forçada, com temperaturas de 55 a 60 °C, por 48 horas, dentro do período hábil de secagem (24h à 72h). Após a secagem as amostras foram moídas, em moinho do tipo Willey, utilizando peneira de 1 mm, em seguida levadas à estufa, a 105 °C, por 24 horas, para posteriormente serem realizadas as análises químicas.

Foram analisados os teores de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), resíduo mineral (RM), hemiceluloses (HEM) e celulose (CEL), conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz, (2002). Para a determinação de fibra, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), usou-se o método proposto por VAN SOEST (1967) e relatado por SILVA & QUEIROZ (2002). Para determinação da lignina, utilizou-se o método de Klason (VAN SOEST, 1994). Analisou-se posteriormente os teores macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) no tecido vegetal conforme metodologia descrita por SILVA (2009). O nitrogênio (N total) foi obtido de acordo com o método de Kjeldhal. Os teores de fósforo (P) foram quantificados por meio do aparelho de colorimetria, o potássio (K) e o sódio (Na) foram determinados por meio de fotometria de chama. Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram realizados no aparelho de espectrofotometria de absorção atômica.

O Modelo matemático adotado para o arranjo de parcelas subdivididas, no delineamento blocos casualizados utilizado no presente trabalho foi:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

y_{ijkl} = Observação do i-ésimo nível de salinidade, da j-ésima lâmina de irrigação e do k-ésimo ciclo na l-ésima repetição;

μ = Média geral

α_i = Efeito devido ao i-ésimo nível de salinidade;

β_j = Efeito devido a j-ésima lâmina de irrigação;

γ_k = Efeito do k-ésimo ciclo;

$(\alpha\beta)_j$ = Efeito da interação dupla (salinidade e irrigação);

$(\alpha\gamma)_i$ = Efeito da interação dupla (salinidade e ciclo);

$(\beta\gamma)_j$ = Efeito da interação dupla (irrigação e ciclo);

$(\alpha\beta\gamma)_k$ = Efeito da interação tripla (salinidade, irrigação e ciclo);

ε_{ijkl} = Erro médio associado à interação (ijk)

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de comparação de médias, modelos de regressão múltipla e análise descritiva. Testou-se a interação entre os fatores ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F. Os fatores quantitativos foram estudados em modelos de regressão múltipla. Os fatores qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes até o nível de 10% de probabilidade e coeficiente de determinação. O programa computacional para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG 9.1, 2007) foi utilizado como ferramenta de auxílio aos dados analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química

Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de matéria seca (MS). O 2º ciclo foi superior ao 1º ciclo na lâmina de 60% da ET nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹ e nas lâminas 80 e 100% da ET no nível de salinidade 3,0 dS m⁻¹. Dentro da lâmina de 60% da ET, entre as salinidades, observou-se para o 1º ciclo maior teor de MS na salinidade 1,8 dS m⁻¹ em relação as demais. Já na lâmina de 100% da ET, para o 2º ciclo, observou-se maior teor de MS nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹ em relação ao nível de 0,6 dS m⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dS m ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Matéria seca (MS, g kg ⁻¹)							
0,6	1	199,85 ^Y	199,21	209,64	211,94	205,16	MS = 184,151 + 0,233425*LAM; R ² = 0,24
	2	200,07 ^M	204,40	207,27 ^L	248,90	215,16	
	Média	199,96	201,80	208,45	230,42	-	
1,8	1	214,20 ^{BX}	219,01	220,43	252,12	226,44	MS = 174,610 + 0,575886*LAM; R ² = 0,19
	2	228,01 ^{AL}	222,82	229,96 ^K	231,23	228,01	
	Média	221,10	220,91	225,19	241,67	-	
3,0	1	188,30 ^{BY}	188,19 ^B	209,95 ^B	224,01	202,61	MS = 144,611 + 0,64445*** LAM; R ² = 0,61
	2	245,29 ^{AK}	255,23 ^A	236,22 ^{AK}	233,46	242,55	
	Média	216,79	221,71	223,08	228,73	-	

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^A.

O teor de MS aumentou linearmente com as lâminas de irrigação no 1º ciclo em todos os níveis de salinidade, com incrementos de 0,23; 0,57 e 0,64 g kg⁻¹ de MS para cada 1% de adição da lâmina de irrigação acima de 60% da ET

Consolmagno Neto; Monteiro e Dechen (2007) avaliando características da produtividade do capim Tanzânia, observaram com base no teor de matéria seca que a cultivar mostrou-se superior no ciclo 2 em relação ao ciclo 1, semelhante ao ocorrido neste trabalho. Este fato ocorreu em resposta a um maior direcionamento das plantas para produzirem uma

quantidade elevada de energia no primeiro ciclo de avaliação, com o intuito de promover o crescimento e estabelecimento das raízes, e no segundo ciclo as gramíneas utilizaram sua energia para o crescimento da parte aérea.

Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de proteína-bruta (PB). Para a lâmina de 60% da ET o teor de PB diminuiu com o aumento dos níveis de salinidade no 1º ciclo. Já no 2º ciclo foi maior nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹. Na lâmina de 120% da ET, no 2º ciclo, o teor de PB diminuiu com o aumento da salinidade (Tabela 4).

Tabela 4 – Teores de proteína bruta (PB) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Proteína bruta (PB, g kg ⁻¹)							
0,6	1	154,31 ^{AX}	112,04 ^X	91,02 ^X	37,98 ^B	98,84	PB = 265,344 - 1,85010 ^{***} LAM; R ² = 0,96 PB = 212,121 - 1,19176 ^{***} LAM; R ² = 0,97
	2	140,08 ^{BL}	118,64 ^K	90,83 ^L	69,90 ^{AK}	104,86	
	Média	147,20	115,34	90,92	53,94	-	
1,8	1	97,37 ^{BY}	83,41 ^Y	57,41 ^{BY}	38,16	69,09	PB = 160,717 - 1,0181 ^{***} LAM R ² = 0,96 PB = 249,062 - 1,79677 ^{***} LAM R ² = 0,92
	2	151,17 ^{AK}	87,86 ^L	74,56 ^{AM}	35,82 ^L	87,35	
	Média	124,27	85,63	65,99	36,99	-	
3,0	1	72,62 ^{BZ}	109,88 ^{BX}	64,82 ^{BY}	39,25 ^A	71,64	PB = -161,520 + 6,34356 ^{***} LAM - 0,039274 ^{***} LAM ² ; R ² = 0,76 PB = 288,169 - 20,78 ^{***} LAM; R ² = 0,87
	2	156,23 ^{AK}	118,48 ^{AK}	109,05 ^{AK}	20,84 ^{BM}	101,15	
	Média	114,42	114,18	86,94	30,04	-	

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%[^].

Com o aumento das lâminas de irrigação, houve redução linear nos teores de PB para todos os ciclos, em todos os níveis de salinidade, com exceção do 1º ciclo na salinidade de 3,0 dS m⁻¹, que apresentou resposta quadrática com valor máximo de PB de 94,63 g kg⁻¹ de MS na lâmina de 80,76% de ET.

Reduções nos teores de PB foram observadas também por Vale e Azevedo (2013) quando avaliaram a produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com águas de dessalinizadores, mostrando que em ambas as culturas houve redução nos teores de

PB a medida que a salinidade da água de irrigação aumentava, observando queda do valor nutritivo para a gramínea com o aumento da idade.

Rodrigues et al. (2010) também observaram reduções nos teores de PB quando avaliaram o efeito de diferentes níveis de irrigação e de adubação nitrogenada sobre o teor de proteína bruta (%PB) da gramínea forrageira *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia, de forma que, o aumento do nível de irrigação proporcionou decréscimo linear nos teores de PB da forrageira, sendo observado fato semelhante no presente trabalho.

Os autores afirmaram que tal fato possui relação com elevadas taxas de crescimento sob as condições de irrigação, promovendo a diluição dos níveis de nitrogênio produzidos pela cultivar.

Autores como Silva et al. (2014) avaliando o uso de águas salinas em milho e sorgo como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido, observaram que o teor de PB não foi influenciado pela salinidade da água de irrigação, no entanto, obtiveram teores médios de PB de 146,2 g kg⁻¹ para o milho e 138,2 g kg⁻¹ para o sorgo, valores superiores ao encontrado neste trabalho.

Foi observado pelos autores que tais plantas foram cultivadas também em Argissolo Vermelho-Amarelo, na qual tal superioridade nos valores se deve em razão da maior facilidade de lixiviação realizada neste tipo de solo, proporcionando uma redução no acúmulo de sais nas raízes.

Não se observou interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para a matéria mineral (MM) neste trabalho. Autores como Vieira et al. (2005) avaliaram a produtividade e a composição químico-bromatológica de dois genótipos de sorgo forrageiro, CSF 18 e CSF 20, irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade e perceberam que o resíduo mineral aumentou em função do aumento da salinidade nos dois genótipos, em que os maiores valores encontrados foram no genótipo CSF 20 e mesmo no maior nível de salinidade, os teores de cinza foram baixos, não comprometendo a composição química da forragem. Contudo, no presente trabalho o maior teor de MM foi observado no 2º ciclo em relação ao 1º (Tabela 5).

Houve interação sobre os fatores analisados (salinidade x lâmina de irrigação x ciclo) para os teores de extrato etéreo (EE). Foi observado menor teor de EE no 2º ciclo em relação ao 1º ciclo na salinidade 1,8 dS m⁻¹, nas lâminas 80 e 120% da ET e na salinidade 3,0 dS m⁻¹, sob lâmina de irrigação de 60% da ET. Para a lâmina de irrigação de 60% da ET, no 1º ciclo, houve superioridade no teor de EE nas salinidades 0,6 e 3,0 dS m⁻¹ em relação a salinidade 1,8 dS m⁻¹ (Tabela 6).

Tabela 5 – Teores de matéria mineral (MM) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Médias	
		60	80	100	120		Cic1	Cic2
Matéria mineral (MM, g kg ⁻¹)								
0,6	1	36,90	37,43	38,03	37,54	37,47		
	2	37,91	39,71	38,06	38,44	38,53		
	Média	37,40	38,57	38,04	37,99			
1,8	1	37,32	37,39	36,55	37,32	37,14	37,29 ^B	38,24 ^A
	2	39,09	38,22	38,30	37,88	38,37		
	Média	38,20	37,80	37,42	37,60			
3,0	1	36,93	36,52	38,24	37,38	37,27		
	2	37,25	37,81	37,44	37,81	37,57		
	Média	37,09	37,16	37,84	37,59	-		

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 6 – Teores de extrato etéreo (EE) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Extrato etéreo (EE, g kg ⁻¹)							
0,6	1	29,98 ^X	26,10	21,82	20,90	24,70	EE = 38,8868 - 0,157647*** LAM; R ² = 0,63
	2	25,24	22,32	20,64	23,18	22,85	EE = 52,3511 - 0,654327*LAM +0,0034690*LAM ² ; R ² = 0,29
	Média	27,61	24,21	21,23	22,04	-	--
1,8	1	20,98 ^Y	22,68 ^A	21,42	24,57 ^A	22,41	EE=22,41
	2	24,96	16,54 ^B	18,28	18,51 ^B	19,57	EE = 27,5006 - 0,0880965 *LAM; R ² = 0,21
	Média	22,97	19,61	19,85	21,54	-	--
3,0	1	28,10 ^{AX}	25,36	21,27	19,51	23,56	EE = 36,9922 - 0,149252*** LAM; R ² = 0,68
	2	22,57 ^B	22,66	21,62	21,65	22,13	EE= 22,13
	Média	25,33	24,01	21,44	20,58	-	--

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%[^].

O teor de EE reduziu linearmente com as lâminas de irrigação, no nível de salinidade 0,6 dS m⁻¹, em ambos os ciclos, no 2º ciclo na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ e no 1º ciclo na salinidade 3,0 dS m⁻¹, com reduções de 0,16; 0,65; 0,09 e 0,15 g kg⁻¹ de MS, respectivamente.

Autores como Al-Soqeer & Al-ghumaiz. (2012) em estudo sobre a produtividade, eficiência de uso da água (EUA) e qualidade de gramíneas forrageiras perenes sob quatro

intervalos de irrigação (1, 2, 4 e 6 dias) e dois períodos de corte (agosto e setembro de 2009) na região central da Arábia Saudita, observaram aumento nos teores de EE a medida que aumentavam o intervalo de irrigação, com destaque para o pânico azul (*Panicum antidotale* Retz.) apresentando teor médio de 21,4 g kg⁻¹ de EE, semelhante aos teores médios deste trabalho, no entanto mostrou-se superior em relação às outras gramíneas estudadas pelos autores, que verificaram reduções nos valores de EE para o segundo corte, fato observado neste trabalho.

Houve interação sobre os fatores analisados (níveis de salinidade x lâmina de irrigação x ciclo) para os teores de fibra em detergente neutro (FDN). Na salinidade 3,0 dS m⁻¹, observou-se redução no teor de FDN nas lâminas de 60, 80 e 100% da ET no 2º ciclo em relação ao 1º ciclo. O teor de FDN aumentou linearmente com as lâminas de irrigação, em ambos os ciclos, nos níveis de salinidade 0,6 e 1,8 dS m⁻¹ e no 2º ciclo na salinidade 3,0 dS m⁻¹, com incremento de 0,83; 0,64; 0,65; 0,73 e 2,14 g kg⁻¹ de MS, respectivamente, para cada 1% de adição da lâmina de irrigação acima de 60% da ET (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Média (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Fibra em detergente neutro (FDN, g kg ⁻¹)							
	1	632,43	635,31	657,47	680,33	651,39	FDN= 576,76 + 0,829176**LAM; R ² = 0,37
0,6	2	585,02	603,52 ^K	619,98	622,22	607,68	FDN = 550,056 + 0,640317**LAM; R ² = 0,39
	Média	608,72	619,41	638,57	651,27	-	--
	1	644,14	634,26	644,55	684,00	651,74	FDN = 593,301 + 0,649274 ^Δ LAM; R ² = 0,16
1,8	2	566,92	628,87 ^K	632,03	614,65	610,62	FDN = 544,772 + 0,731644 ^Δ LAM; R ² = 0,13
	Média	605,53	631,56	638,29	649,32	-	-
	1	650,89 ^A	657,89 ^A	662,66 ^A	667,45	659,72	FDN= 659,72
3,0	2	531,89 ^B	549,93 ^{BL}	604,31 ^B	656,70	585,71	FDN = 392,729 + 2,14420***LAM; R ² = 0,75
	Média	591,39	603,91	633,48	662,07	-	--

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

Ribeiro et al. (2009) ao avaliarem a influência da irrigação em duas épocas, na produção e composição química dos capins Napier e Mombaça, mostraram que houve interação (forrageira x irrigação), com teor de FDN mais elevado para o capim Mombaça nas duas épocas (seca e chuvosa) sobre o capim Napier quando irrigado. Os autores consideraram que

com a presença de irrigação ocorre maior teor de FDN e baixos teores de PB, atribuindo tal fato, ao efeito de diluição do nitrogênio em razão do aumento da parede celular como consequência do elevado crescimento durante este período.

Segundo Daur (2016) avaliando a composição química do capim pânico azul (*panicum antidotale* Retz.) em diferentes etapas de crescimento e sob variação nos níveis de ácido húmico em condições salinas, observou que os teores de FDN para o capim foram melhores quando analisados antes da floração, obtendo teores de 540,0 a 588,1 g kg⁻¹, em relação aos teores analisados posterior a floração atingindo teores de 588,0 a 722,4 g kg⁻¹ em condições de salinidade. Foi verificado que os valores da composição química reduziram no corte após a floração, sendo explicado pela diminuição da proporção folha/colmo, além do aumento da parede celular, FDN e FDA. De acordo com Soto-Navarro et al. (2014) plantas forrageiras que apresentam baixos valores de FDA e FDN, demonstraram seu conteúdo mais digestível, portanto, permitem uma quantidade elevada de ingestão de matéria seca pelo animal.

Não houve interação (P>0,05) entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de fibra em detergente ácido (FDA) (Tabela 8).

Tabela 8– Teores de fibra em detergente ácido (FDA) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Média (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Fibra em detergente ácido (FDA, g kg ⁻¹)							
0,6	1	388,17 ^{AX}	425,22 ^{AX}	445,44 ^{AX}	444,71 ^{AX}	425,88	
	2	219,59 ^B	249,13 ^B	263,86 ^B	320,27 ^B	263,21	
	Média	303,88	337,17	354,65	382,49	-	
1,8	1	316,82 ^{AX}	373,35 ^{AY}	406,88 ^{AY}	351,22 ^Y	362,07	
	2	208,34 ^B	289,72 ^B	289,15 ^B	329,85	279,26	
	Média	262,58	331,53	348,01	681,07	-	
3,0	1	231,03 ^Y	243,39 ^Z	270,35 ^Z	278,65 ^Y	255,85	
	2	235,82	260,64	281,65	291,40	267,38	
	Média	233,42	252,01	276,00	285,02	-	
Média geral		266,63	306,90	326,22	449,53	-	FDA= 206,580+1,13737***LAM ; R ² = 0,68

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

Contudo, houve interação ciclo x salinidade com maior teor de FDA no 1º ciclo na salinidade 0,6 dS m⁻¹ e menor teor de FDA na salinidade 3,0 dS m⁻¹. Observou-se aumento linear nos teores de FDA com as lâminas de irrigação com incrementos de 1,134 g kg⁻¹ de MS para cada 1 % de adição da lâmina de irrigação acima de 60% da ET.

Autores como Cunha et al. (2007) avaliando a composição bromatológica e digestibilidade “in vitro” da matéria seca do capim-Tanzânia irrigado verificaram a tendência nos teores de FDA aumentarem a medida que as lâminas de irrigação eram elevadas, fato observado neste trabalho. Já Mochel Filho et al. (2016) estudando a produtividade e composição química de *panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada obtiveram teores de FDA entre os observados no presente trabalho.

Os autores ressaltam ainda, que os teores de FDA variam com a idade da planta e com seu estresse em função de parâmetros como umidade do solo e precipitação. Autores como Freitas et al. (2007) pesquisando sobre a avaliação da composição químico-bromatológica do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio, explicam que o intervalo de corte utilizado, de 28 dias, igualmente ao deste trabalho, não proporcionou aumento da concentração da fibra, logo, teores de FDA com menos de 40% na MS em forragens, propiciam maior consumo e conseqüentemente, maior digestibilidade (NUSSIO et al., 1998).

Houve interação sobre os fatores analisados (níveis de salinidade x lâmina de irrigação x ciclo) para os teores de hemicelulose (HEM). No 1º ciclo foi observado que o maior teor de HEM ocorreu em resposta a salinidade de 3,0 dS m⁻¹ na lâmina de 60% da ET. Já no 2º ciclo foi verificado aumento no teor de HEM em todas as lâminas na concentração salina 0,6 dS m⁻¹ e nas lâminas de 80 e 100% da ET, quando submetidas as concentrações salinas de 1,8 dS m⁻¹.

Autores como Makarana et al. (2017) avaliaram o crescimento, rendimento e qualidade dos grãos de genótipos de milho (*Pennisetum glaucum* L.) influenciados pela salinidade da água de irrigação nas regiões do noroeste da Índia, verificando que o teor de hemicelulose foi afetado pelas diferentes salinidades da água de irrigação, aumentando seus teores de acordo com o aumento da salinidade, fato ocorrido no presente trabalho. Apresentaram os teores iniciais de 279,8 e 292,9 g kg⁻¹ de hemicelulose sob efeito das salinidades de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. Os valores foram inferiores aos níveis de salinidade observados para este trabalho, no entanto, foi levada em consideração a diferença de espécies e os tecidos vegetais estudados. Teores inferiores foram observados por Oliveira et al. (2009) quando avaliaram a composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio e observaram significância entre os tratamento-controle e aplicados com 60 kg ha⁻¹ de N, apresentando teores médios de 272,0 e 264,0 g kg⁻¹, respectivamente.

No entanto, a aplicação da salinidade de 3,0 dS m⁻¹ provocou redução do teor de HEM no 2º ciclo em relação ao 1º nas lâminas de 60, 80 e 100% da ET. Constatou-se que os teores de HEM reduziram linearmente com as lâminas de irrigação no 2º ciclo nos níveis de

salinidade 0,6 e 1,8 dS m⁻¹ com decréscimos de 0,94 e 1,09 g kg⁻¹ de MS (Tabela 9).

Tabela 9– Teores de hemicelulose (HEM) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Média (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Hemicelulose (HEM, g kg ⁻¹)							
0,6	1	244,27 ^{BX}	210,09 ^{BY}	212,02 ^{BY}	235,62 ^B	225,50	HEM = 510,729 - 6,61955*LAM + 3,61084*LAM ² ; R ² = 0,26
	2	365,43 ^{AK}	354,39 ^A	356,12 ^A	301,95 ^A	344,47	
	Média	304,85	282,24	568,14	268,78	-	-
1,8	1	327,32 ^Y	260,91 ^{BY}	237,67 ^{BY}	332,77	289,67	HEM = 1059,96 - 18,2050*LAM + 0,100948*LAM ² ; R ² = 0,22
	2	358,58 ^L	339,16 ^A	342,88 ^A	284,80	331,36	
	Média	342,95	300,03	290,27	308,78	-	-
3,0	1	419,86 ^{AY}	414,50 ^{AX}	392,30 ^{AX}	388,80	403,87	HEM = 455,785 - 0,576858 ^A LAM; R ² = 0,15
	2	296,06 ^{BL}	289,29 ^B	322,66 ^B	365,31	318,33	
	Média	357,96	351,89	357,48	377,05	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1% ***; 1% **; 5% * e 10% [^].

Diante do exposto, autores como Reis, (1993) afirmou que as espécies vegetais apresentam variações em seus valores de hemicelulose bem diversificadas, entretanto, para as plantas forrageiras o teor aceitável de hemicelulose varia entre 100 g kg⁻¹ e 250 g kg⁻¹ da MS. Portanto, observa-se que houve efeito negativo da salinidade sobre os teores de hemicelulose neste trabalho, demonstrando que o aumento salino mediante elevadas lâminas de irrigação estimularam a cultivar a produzir maior tecido celular, como estratégia para contornar o estresse sofrido.

Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de celulose (CEL). O 1º ciclo foi superior ao 2º ciclo em todas as lâminas de irrigação e níveis de salinidade. Os teores de CEL apresentaram similaridade nas salinidades de 0,6 e 1,8 dS m⁻¹ sob as lâminas de 60; 80 e 120 % da ET, por outro lado, constatou-se redução do teor de CEL na salinidade de 3,0 dS m⁻¹. Resposta quadrática das lâminas de irrigação para os teores de CEL foi observada no 1º ciclo na salinidade 0,6 dS m⁻¹ com valor máximo de 411,76 g kg⁻¹ de MS com lâmina de 85,29% da ET. Foi observado aumento linear nos teores de CEL em função das lâminas de irrigação nos níveis de salinidade 1,8 e 3,0 dS m⁻¹ no 2º ciclo e na

salinidade 3,0 dS m⁻¹ no 1º ciclo (Tabela 10).

Tabela 10– Teores de celulose (CEL) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Celulose (CEL, g kg ⁻¹)							
0,6	1	374,00 ^{AX}	432,13 ^{AX}	379,72 ^A	361,49 ^X	386,83	CEL = 64,5753 + 8,14125**LAM - 0,0477271**LAM ² ; R ² = 0,56
	2	162,51 ^{BL}	170,84 ^{BL}	219,60 ^B	333,28 ^K	221,56	
	Média	268,25	301,48	299,66	347,38	-	-
1,8	1	373,63 ^{AX}	405,64 ^{AX}	349,00 ^A	381,07 ^{AX}	377,34	CEL = 377,34
	2	197,52 ^{BK}	232,23 ^{BK}	261,21 ^B	119,68 ^{BL}	202,66	CEL = 294,698 - 1,02266 ^Δ LAM; R ² = 0,17
	Média	285,57	318,93	305,10	250,37	-	-
3,0	1	162,68 ^{AY}	196,31 ^{AY}	237,53 ^A	256,83 ^{AY}	213,34	CEL = 67,6798 + 1,61842***LAM; R ² = 0,85
	2	35,21 ^{BM}	48,21 ^{BM}	57,27 ^B	73,29 ^{BL}	53,50	CEL = - 1,98290 + 0,616438***LAM; R ² = 0,82
	Média	98,94	122,26	147,40	165,06	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1% ***; 1% **; 5% * e 10% ^Δ.

Autores como Campi et al. (2016) avaliaram a energia da biomassa irrigada de sorgo com águas residuais recuperadas, os autores observaram teores de celulose de sorgo de 325,0 g kg⁻¹, os resultados mostraram um conteúdo maior de celulose em comparação com os relatados por Zhao et al. (2009) na China, na qual, mostraram que o sorgo continha uma gama de 190,0-270,0 g kg⁻¹ de celulose em relação a diferentes cultivares e fases fenológicas, fatos como este depende da genética componente de sorgo e do ambiente diferente.

Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de lignina (LIG). O 1º ciclo foi superior ao 2º ciclo nas lâminas de 60 e 120% da ET na salinidade de 0,6 dS m⁻¹. Já na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ verificou-se aumento apenas na lâmina de 60% da ET. No 2º ciclo foi constatado aumento no teor de LIG na lâmina de 120% da ET sob a salinidade de 1,8 dS m⁻¹ e nas lâminas de 60 e 80% da ET na salinidade de 3,0 dS m⁻¹. Observou-se no 1º ciclo que o teor de LIG aumentou linearmente com as lâminas de irrigação na salinidade de 0,6 dS m⁻¹. Houve resposta quadrática nas lâminas de irrigação no 2º ciclo na salinidade de 0,6 dS m⁻¹. Já na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ os teores de LIG aumentaram linearmente com as lâminas de irrigação. Por outro lado, com o aumento da salinidade para 3,0 dS m⁻¹, os teores de LIG reduziram linearmente com as lâminas de irrigação, constatando-se decréscimos de

de 0,61 e 2,93 g kg⁻¹ de MS nos teores de LIG no 1º e 2º ciclo, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11– Teores de lignina (LIG) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Lignina (LIG, g kg ⁻¹)							
0,6	1	89,67 ^{AY}	104,01 ^X	136,56	153,90 ^{AX}	121,03	LIG = 19,6777 + 1,12618***LAM; R ² = 0,85
	2	75,70 ^{BL}	124,99 ^L	116,32	79,74 ^{BL}	99,19	LIG = -310,323 + 9,67943 ^A LAM -0,0536789 ^A LAM ² ; R ² = 0,16
	Média	82,68	114,50	126,44	116,82	-	
1,8	1	108,63 ^{AX}	135,50 ^X	140,24	122,05 ^{BY}	126,60	LIG = -107,684 + 5,29422**LAM -0,0281617**LAM ² ; R ² = 0,41
	2	43,59 ^{BM}	121,70 ^L	139,94	249,37 ^{AK}	138,65	LIG = -147,349 + 3,17779***LAM; R ² = 0,91
	Média	76,11	128,60	140,09	185,71	-	
3,0	1	105,17 ^{BX}	82,29 ^{BY}	66,61 ^B	69,76 ^Z	80,96	LIG = 135,809 - 0,609473***LAM; R ² = 0,68
	2	299,48 ^{AK}	274,01 ^{AK}	213,61 ^A	54,44 ^M	192,89	LIG = 456,365 - 2,92755**LAM; R ² = 0,42
	Média	202,32	178,15	140,11	62,10	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^A.

Mann et al. (2009) em avaliação rápida de conteúdo e estrutura de lignina em Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) sob crescimento em diferentes condições ambientais, encontraram uma correlação muito forte entre os teores de ligninas, apresentando teores de biomassa componente (folhas versus colmo) obtida para cada crescimento ambiente. As plantas cultivadas no campo tiveram maior teor de lignina no colmo e teor mais baixo na biomassa da folha (750 e 250 g kg⁻¹, respectivamente), enquanto que as plantas que cresceram nas câmaras de crescimento apresentaram teor mais baixo de lignina no colmo e maior teor de lignina na biomassa foliar (560 e 440 g kg⁻¹, respectivamente). Os teores de lignina observados foram superiores ao deste trabalho.

Composição mineral

Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de nitrogênio (N). O 1º ciclo foi superior ao 2º ciclo apenas nas lâminas de 60 e 120% da ET nas salinidades de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. O 2º ciclo mostrou-se superior ao 1º ciclo na lâmina de 120% da ET na salinidade de 0,6 dS m⁻¹, nas lâminas de 60 e 80% da ET na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ e nas lâminas de 60; 80 e 100% da ET na salinidade de 3,0 dS m⁻¹.

No 1º ciclo houve redução nos teores de N na lâmina de 60% da ET em resposta ao aumento da salinidade. Já no 2º ciclo observou-se redução nos teores de N na lâmina de 120% da ET em resposta ao aumento da salinidade, por outro lado, verificou-se aumento nos teores de N na lâmina de 100% da ET sob a aplicação dos níveis de salinidade. Nos ciclos 1º e 2º os teores de N reduziram linearmente com as lâminas de irrigação em todas as salinidades, apresentando reduções de 0,29; 0,16 e 0,11 g kg⁻¹ de MS no 1º ciclo, e 0,19; 0,29 e 0,33 g kg⁻¹ de MS no 2º ciclo, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12 – Teores de nitrogênio (N) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Nitrogênio (N, g kg ⁻¹)							
0,6	1	24,69 ^{AX}	17,93	14,56 ^X	6,08 ^B	15,81	N=42, 4551-0,296016***LAM; R ² =0,96
	2	22,41 ^{BL}	18,98	14,53 ^M	11,18 ^{AK}	16,78	N=33, 9394-0, 190682***LAM; R ² =0,97
	Média	23,55	18,45	14,55	8,63	-	
1,8	1	15,58 ^{BY}	13,35	9,19 ^{BY}	6,11	11,05	N=25,7147-0,162896***LAM; R ² =0,96
	2	24,19 ^{AK}	14,06	11,93 ^{AL}	5,73 ^L	13,98	N=39,8500-0,287483***LAM; R ² =0,92
	Média	19,88	13,70	10,56	5,92	-	
3,0	1	11,62 ^{BZ}	17,58 ^B	10,37 ^{BY}	6,28 ^A	11,46	N=21,9139-0,116121**LAM; R ² =0,39
	2	25,00 ^{AK}	18,96 ^A	17,45 ^{AK}	3,33 ^{BM}	16,18	N=46,1071-0,332481***LAM; R ² =0,87
	Média	18,31	18,27	13,91	4,81	-	

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

Autores como Mochel filho et al. (2016) avaliaram a produtividade e composição química de *panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada, promovendo o crescimento da cultivar, aumentando a área fotossintética, acarretando em elevados ganhos de MS. Já autores como Mello et al. (2008) avaliaram duas doses de nitrogênio, 0 e 25 g kg⁻¹, capim-mombaça apresentou valores de 0,0021 e 0,01516 g kg⁻¹ de matéria seca para as doses de nitrogênio, respectivamente. Pietroski et al. (2015) observaram ganhos de 0,00089 e 0,01762 g kg⁻¹ de N na MS avaliando a adubação nitrogenada em capim-mombaça, com valor de matéria seca em torno de 0,415 g kg⁻¹ para o tratamento com ausência de aplicação de nitrogênio.

Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de fósforo (P). No 1º ciclo da cultivar BRS Zuri observou-se elevação no teor de P apenas na lâmina de 80% da ET na salinidade 3,0 dS m⁻¹ em relação ao 2º ciclo. O 2º ciclo mostrou-se superior ao 1º ciclo em todas as lâminas na salinidade de 0,6 dS m⁻¹ e nas lâminas 60; 100 e

120% da ET na salinidade de 1,8 dS m⁻¹.

Autores como Lacerda et al. (2010) observaram aumento nos teores de fósforo em plantas de feijão-de-corda cv Pitiúba, em virtude do estresse salino sofrido pela leguminosa. Foi verificado aumento no teor de P tanto nas lâminas foliares quanto no caule, em interação com os três tipos de água (A1, A2 e A3).

No 1º ciclo os teores de P apresentaram resposta quadrática na salinidade 0,6 dS m⁻¹, com menor teor de P de 0,76 g kg⁻¹ na lâmina de 109,60% da ET. Observou-se também, redução linear nas lâminas de irrigação na salinidade de 1,8 e 3,0 dS m⁻¹, com reduções de 0,06; 0,01 e 0,007 g kg⁻¹ de MS para cada ponto percentual de ET acima de 60%. No 2º ciclo constatou-se redução linear dos níveis de P com as lâminas de irrigação em todas as salinidades (Tabela 13).

Tabela 13 – Teores de fósforo (P) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Fósforo (P, g kg ⁻¹)							
0,6	1	1,52 ^B	1,17 ^{BY}	1,04 ^{BY}	1,17 ^B	1,22	P=4,00768-0,0593217 ^{***} LAM+ 0,00027064 ^{***} LAM ² ; R ² =0,88
	2	1,69 ^A	1,70 ^{AK}	1,53 ^{AK}	1,35 ^A	1,57	
	Média	1,60	1,43	1,28	1,26	-	-
1,8	1	1,35 ^B	1,28 ^Y	0,97 ^{BY}	0,74 ^B	1,08	P=2,04822-0,0107045 ^{***} LAM; R ² =0,71
	2	1,60 ^A	1,17 ^L	1,28 ^{AL}	1,12 ^A	1,29	
	Média	1,52	1,22	1,12	0,93	-	-
3,0	1	1,57	1,60 ^{AX}	1,29 ^X	1,20	1,42	P=2,05744-0,00713362 ^{**} LAM; R ² =0,47
	2	1,61	1,02 ^{BL}	1,33 ^L	1,27	1,31	
	Média	1,59	1,31	1,31	1,23	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%^{***}; 1%^{**}; 5%^{*} e 10%[^].

Schossler et al. (2012) afirmaram que o aumento nos teores de P em plantas que estejam sofrendo algum tipo de estresse ocorre devido a absorção de nutrientes pelas raízes, no entanto, há possibilidades de redução no crescimento foliar e nos teores de P após aplicação de NaCl, em resposta a baixa atuação do P₂O₅ presente na solução. De acordo com Grant et al. (2001) os mecanismos de adaptação das plantas como forma de sobrevivência tem promovido o desenvolvimento de mecanismos para melhorar seu acesso aos estoques de P. A concentração de P na solução do solo geralmente é baixa, porque ele é rapidamente adsorvido nas superfícies dos colóides do solo ou são precipitados como fosfatos de cálcio (Ca),

magnésio (Mg), ferro (Fe) e alumínio (Al).

Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de potássio (K). O 1º ciclo da cv. BRS Zuri mostrou-se superior ao 2º ciclo com as lâminas de 80; 100 e 120% da ET na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ e com as lâminas de 60; 100 e 120% da ET na salinidade de 3,0 dS m⁻¹. Entre os níveis de salinidade, no 1º ciclo, os teores de K foram maiores nas lâminas de 80; 100 e 120% da ET na salinidade de 1,8 dS m⁻¹ em relação as demais. Já no 2º ciclo, os teores de K foram menores nas lâminas 60, 100 e 120% da ET. Houve resposta quadrática na salinidade 0,6 dS m⁻¹ nos dois ciclos com as lâminas de irrigação e no 1º ciclo da salinidade 1,8 dS m⁻¹. Já na salinidade 3,0 dS m⁻¹, os teores de K diminuíram linearmente com as lâminas de irrigação (Tabela 14).

Tabela 14 – Teores de potássio (K) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Potássio (K, g kg ⁻¹)							
0,6	1	18,77	16,96 ^Y	17,69 ^Y	18,40 ^Y	17,95	K=30,0903-0,28526*LAM-0,00157422*LAM ² ; R ² = 0,25 K=34,3307-0,358831*LAM+0,00181406*LAM ² ; R ² =0,36
	2	19,34 ^K	17,22	16,61 ^K	17,39 ^K	17,64	
	Média	19,05	17,09	17,15	17,89		
1,8	1	18,63	25,15 ^{AX}	24,01 ^{AX}	22,39 ^{AX}	22,55	K= -20,6886+0,966669***LAM-0,00508906***LAM ² ; R ² =0,57 K=21,070-0,0672187**LAM; R ² = 0,56
	2	16,90 ^K	15,92 ^B	14,31 ^{BK}	12,96 ^{BL}	15,02	
	Média	17,77	20,53	19,16	17,67		
3,0	1	18,45 ^A	17,09 ^Y	16,73 ^{AY}	15,16 ^{AY}	16,86	K=21,4558-0,0510813***LAM; R ² =0,44 K=21,2675-0,0891875**LAM; R ² =0,38
	2	14,28 ^{BL}	16,89	11,76 ^{BL}	10,04 ^{BL}	13,24	
	Média	16,36	16,99	14,25	12,60	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

O efeito decrescente do teor de K foi constatado por outros autores (Grieve & Poss, 2000; Alam et al., 2002; Irshad et al., 2002), ao avaliarem sob condições de salinidade as culturas do trigo (*Triticum aestivum* L.), do arroz (*Oryza sativa* L.) e do milho (*Zea mays* L.), respectivamente. De acordo com os autores a diminuição nos teores de potássio radicular é ocasionada pela exposição direta das raízes com a solução salina, causando modificações na permeabilidade seletiva da membrana plasmática e comprometendo a integridade do mineral. Hasegawa et al. (2000), verificaram que os sistemas de absorção de potássio possuíam alta seletividade, na região da zona radicular, e as concentrações entre os minerais potássio e sódio

apresentavam semelhanças.

Willadino et al. (2010) analisaram a tolerância das plantas sob efeito salino, constataram que a diminuição na concentração de K sob influência da salinidade é realizada por mecanismos de tolerância presentes em determinadas plantas, através da capacidade de absorção de forma seletiva dos cátions de K^+ que encontram-se em associação à extrusão de Na^+ . Verifica-se, portanto, um efeito adaptativo realizado pela planta na intenção de amenizar os efeitos do estresse salino.

Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de cálcio (Ca). O 2º ciclo foi superior ao 1º ciclo em todas as lâminas de irrigação na salinidade de 0,6 dS m^{-1} , apenas na lâmina de 60% da ET na salinidade de 1,8 dS m^{-1} e nas lâminas de 60, 80 e 100% da ET na salinidade de 3,0 dS m^{-1} . (Tabela 15).

Tabela 15 – Teores de cálcio (Ca) em $g\ kg^{-1}$ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Cálcio (Ca, g kg ⁻¹)							
0,6	1	3,21 ^B	3,94 ^{BY}	4,53 ^{BY}	4,88 ^{BX}	4,14	Ca=1,62413+0,0279437**LAM; R ² =0,37
	2	7,77 ^A	8,63 ^{AL}	12,75 ^{AK}	11,71 ^{AK}	10,21	Ca=3,039+0,079712***LAM; R ² =0,54
	Média	5,49	6,28	8,64	8,29	-	-
1,8	1	5,63 ^B	6,01 ^X	5,34 ^Y	3,81 ^Y	5,20	Ca=7,96037-0,0307125*LAM; R ² =0,23
	2	12,99 ^A	7,28 ^L	6,80 ^M	5,26 ^L	8,08	Ca=18,7293-0,118294***LAM; R ² =0,67
	Média	9,31	6,64	6,07	4,53	-	-
3,0	1	4,90 ^B	4,72 ^{BX}	8,08 ^{BX}	6,72 ^X	6,11	Ca=2,13488+0,0441125**LAM; R ² =0,39
	2	12,14 ^A	13,56 ^{AK}	10,73 ^{AL}	5,71 ^L	10,54	Ca=20,4848-0,110525***LAM; R ² =0,65
	Média	8,52	9,14	9,41	6,22	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

No 1º ciclo observou-se maior teor de Ca na lâmina de 80% da ET nas salinidades de 1,8 e 3,0 dS m^{-1} . Já na lâmina de 100% da ET, a salinidade de 3,0 dS m^{-1} apresentou maior teor de Ca em relação as demais. Com o aumento das lâminas de irrigação, observou-se elevação nos teores de Ca na salinidade 0,6 dS m^{-1} em ambos os ciclos e na salinidade 3,0 dS m^{-1} no 1º ciclo. Sousa et al. (2010) avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a distribuição de nutrientes em plantas de milho e constataram que o aumento da concentração salina da água de irrigação influenciou no aumento do teor de cálcio, semelhante ao resultado observado neste trabalho. Fato esse explicado por autores como Niu

et al. (1995) e Lacerda et al. (2004), onde relatam que cultivares tolerantes apresentam maiores taxas de transferência de K e leves reduções na transferência de Ca para as partes aéreas das plantas, de forma a manter uma relação positiva entre os respectivos íons Na^+ e Cl^- .

Em contra partida, autores (Azevedo Neto & Tabosa, 2000; Garcia et al., 2007) observaram fato contrário, apresentando diminuição nos teores de Ca em consequência da elevação nas concentrações salinas para o milho.

Houve interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de magnésio (Mg). O 1º ciclo foi superior ao 2º ciclo na lâmina de 60% da ET na salinidade de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$. O 2º ciclo foi superior ao 1º ciclo com a lâmina de 80% da ET nas salinidades de $0,6$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Entre os níveis de salinidade, no 2º ciclo, o teor de Mg foi menor na salinidade $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ da lâmina 80% da ET em relação as demais (Tabela 16).

Tabela 16 – Teores de magnésio (Mg) em g kg^{-1} do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm^{-1})	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Magnésio (Mg, g kg^{-1})							
0,6	1	2,21 ^A	1,95	1,72	1,71	1,90	$\text{Mg}=2,68775-0,0087875**\text{LAM}; \text{R}^2=0,37$
	2	1,20 ^{BL}	2,23 ^K	1,82	1,82	1,77	$\text{Mg}=-3,746+0,12246*\text{LAM}-0,000640625*\text{LAM}; \text{R}^2=0,32$
	Média	1,70	2,09	1,77	1,76	-	-
1,8	1	1,67	2,08	2,14	1,52	1,85	$\text{Mg}=-2,83037+0,113119**\text{LAM}-0,000639062**\text{LAM}; \text{R}^2=0,46$
	2	2,55 ^K	1,78 ^L	-	-	2,00	$\text{Mg}=2,10$
	Média	2,11	1,93	-	-	-	-
3,0	1	1,99	1,54 ^B	2,01	1,83	1,84	$\text{Mg}=1,86$
	2	2,62 ^K	2,94 ^{AK}	-	-	2,54	$\text{Mg}=-1,90075+0,119175^{\text{A}}\text{LAM}-0,00073125^{\text{A}}\text{LAM}; \text{R}^2=0,24$
	Média	2,30	2,24	-	-	-	-

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

No 1º ciclo observou-se que os teores de Mg reduziram linearmente com as lâminas de irrigação na salinidade de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ e aumentaram quadraticamente os teores na salinidade de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ com as lâminas de irrigação. No 2º ciclo houve resposta quadrática nos teores de Mg com as lâminas de irrigação nas salinidades $0,6$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, com incrementos de $0,12$ e $0,12$ não ocorreu interação dos fatores, com valores apresentando redução de $-0,009 \text{ g kg}^{-1}$ de MS, e incrementos de $0,11$ e $1,86 \text{ g kg}^{-1}$ de MS nos teores de Mg no 1º ciclo. No 2º ciclo os teores de Mg apresentaram resposta quadrática com as lâminas de irrigação nas salinidades de

0,6 e 3,0 dS m⁻¹, com incrementos de 0,12 e 0,12 g kg⁻¹ de MS nos teores de Mg no 2º ciclo.

Esses resultados diferem dos obtidos por Dantas et al., (2006), na composição mineral de seis clones de *Pennisetum* sob dois níveis de salinidade, na qual não foi verificado variação nos teores de Mg, diferente do que ocorreu neste trabalho, sendo observado aumento nos teores de acordo com o aumento da salinidade. A explicação para tal efeito seria o efeito diferenciado da salinidade na cultivar quanto ao cálcio e magnésio, havendo, entre esses nutrientes, antagonismo na absorção.

Foi observada interação entre os fatores (salinidade x lâmina x ciclo) para os teores de sódio (Na). O teor de Na foi menor na salinidade 0,6 dS m⁻¹ para a lâmina 80% da ET no 1º e 2º ciclo e para as lâminas 100 e 120% da ET no 2º ciclo. (Tabela 17).

Tabela 17 – Teores de sódio (Na) em g kg⁻¹ do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação

Salinidade (dSm ⁻¹)	Ciclo	Lâmina de irrigação (%ET)				Média	Equações (Efeito das lâminas)
		60	80	100	120		
Sódio (Na, g kg ⁻¹)							
0,6	1	4,78 ^B	4,30 ^Y	4,08	4,59	4,44	Na=5,37
	2	8,58 ^A	5,52 ^M	5,09 ^L	5,23 ^L	6,11	Na=10,8205-0,0523875***LAM; R ² =0,53
	Média	6,68	4,91	4,58	4,91	-	
1,8	1	8,05	7,07 ^X	5,97 ^B	4,84 ^B	6,46	Na=11,3441-0,0543063***LAM R ² =0,50
	2	10,91	7,84 ^L	8,53 ^{AK}	7,11 ^{AK}	8,60	Na=13,4123-0,0535250***LAM; R ² =0,53
	Média	9,48	7,45	7,20	5,97	-	
3,0	1	7,11	5,20 ^{BX}	4,65 ^B	3,98 ^B	5,23	Na=9,70150-0,0496312***LAM; R ² =0,59
	2	7,72	9,77 ^{AK}	8,66 ^{AK}	7,77 ^{AK}	8,48	Na=-4,98700+0,324456**LAM- 0,00182969**LAM; R ² =0,40
	Média	7,42	7,48	6,65	5,87	-	--

A e B: comparam as médias entre os ciclos 1 e 2, dentro de cada lâmina de irrigação, para cada nível de salinidade; X, Y e Z: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 1; K, L e M: comparam as médias entre os níveis de salinidade, em cada lâmina de irrigação, no ciclo 2; Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Níveis de significância: 0,1%***; 1%**; 5%* e 10%^Δ.

Diminuiu linearmente com as maiores lâminas de irrigação na salinidade 0,6 dS m⁻¹ no 2º ciclo, salinidade 1,8 dS m⁻¹ nos dois ciclos e salinidade 3,0 dS m⁻¹ no 1º ciclo. Houve aumento linear no teor de Na apenas na salinidade 3,0 dS m⁻¹ no 2º ciclo. Fato observado por Sousa et al. (2007), com aumento no teor de Na quando irrigada com a máxima salinidade. Observou-se maior teor de Na no 2º ciclo em relação ao 1º na lâmina 60% da ET na salinidade 0,6 dS m⁻¹, nas lâminas 100 e 120% da ET na salinidade 1,8 dS m⁻¹ e nas lâminas 80, 100 e 120% da ET na salinidade 3,0 dS m⁻¹.

Portanto, constatou-se elevação do sódio ao longo das concentrações salinas e do aumento das lâminas de irrigação, entre ciclos, evidenciando efeito antagônico ao potássio, observado também por Ferreira et al. (2001), na qual foram obtidas respostas da planta à aplicação de NaCl através de aumento nas concentrações de Na, provocando redução nos níveis de K no capim BRS Zuri.

Fernandes et al. (2002), afirmaram que o antagonismo entre Na e K gera uma competição desses íons por um aumento do efluxo de K das raízes no meio de desenvolvimento, ou pelos sítios de absorção no plasmalema, em função de distúrbios na integridade das membranas.

Schmidt et al. (2017) estudando a tolerância de cultivares de arroz sob efeito da salinidade na água de irrigação explicaram que o efeito antagônico ocasionado pelo excesso de sais na água de irrigação é constatado por meio de dois parâmetros fisiológicos em resposta ao estresse salino, a taxa de transpiração das plantas e a condutância estomática, respectivamente. Verificou-se que estes parâmetros são responsáveis diretos na eficiência do consumo de água, determinando a absorção de nutrientes e íons tóxicos, em especial o sódio.

5. CONCLUSÕES

Níveis elevados de salinidade ($\geq 3,0 \text{ dS m}^{-1}$) causam reduções nos teores de MS, a medida que aumenta-se a disponibilidade hídrica e o prolongamento dos ciclos da cultivar.

A redução dos níveis salinos sob baixa disponibilidade hídrica (60 % da ET) proporciona maiores teores de PB, no entanto, o aumento da lâmina de irrigação e a aplicação progressiva dos níveis de salinidade causam reduções severas nos teores de PB.

A salinidade afeta negativamente os teores de FDN, FDA, HEM, CEL e LIG com o aumento das lâminas de irrigação, ocasionando maior rigidez da parede celular, no entanto, os valores para fibras encontram-se dentro dos valores aceitáveis nutricionalmente apesar do efeito salino provocado sobre a cultivar.

Foi observada a relação entre a lâmina mínima de irrigação e os valores máximos dos macrominerais estudados, indicando que o efeito da salinidade torna-se mais elevado quando a água aplicada é reduzida, exigindo maior aporte dos teores minerais pelas plantas nessas condições.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. M. A. *et al.* Forage production and nutritive value of forage species under pasture conditions in lowland soils of the Guamá River. **Revista Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p.11-18, 2006.
- AGUIAR NETTO, A. O. *et al.*. Características químicas e salinosodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p. 1640-1645, nov-dez, 2007.
- AHMED, M.; QAMAR, I. A. Rehabilitation and Productive use of Salt affected Lands through Afforestation. **Science Vision**. Islamabad, v. 9, n.1, p.178-191. 2004.
- ALAM, S. *et al.* Effects of applying calcium salts to coastal saline soils on growth and mineral nutrition of rice varieties. **Journal of Plant Nutrition**, E. U. A., v.25, n.3, p.561-576, 2002.
- ALBUQUERQUE, J. A. *et al.* Propriedades físicas e químicas de solos Incubados com resíduo alcalino da indústria de celulose. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.1065-1073. 2002.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. **Dados eletrônicos**. Cruz das almas: Embrapa mandioca e fruticultura, 2010.
- AL-SOQEER, A.; AL-GHUMAIZ, N. S. Studies on forage yield and feeding value for some grass species under different irrigation treatment in AL-Qassim region. **Journal of agricultural and veterinary sciences**, Qassim University, Vol. 5, No. 1, pp. 3- 16. 2012.
- ANDRADE, E. M. A irrigação e suas implicações sobre o capital natural em regiões áridas e semiáridas: Uma revisão. **Revista CERES**, Viçosa, v. 56, p. 390-398, 2009.
- ARAÚJO NETO, J. R.. Similaridade de solos quanto a salinidade no vale perenizado do rio Trussu, ceará. **Irrigaçã**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 327-341, 2016.
- ASHRAF M, *et al.*. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. **Advances in Agronomy**. Amsterdam, 97: 45–110, 2008.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade de água na agricultura. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**). Campina Grande: UFPB, 1991.
- AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 4, n.2, p.165-171, 2000.
- BARBOSA, F. S. *et al.* 2012. Yield and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1731-1737, out, 2012. ISSN 0103-8478
- BARCELLOS, A. O.; VILELA, L.; LUPINACCI, A. V. Produção animal a pasto; desafios e oportunidades. In: ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE: A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL., 3., 2001, Uberlândia; Anais... Uberlândia: **Sindicato Rural de Uberlândia**, 2001. p. 29-64.

- BARROS, C. O. *et al.* Rendimento e composição química do capim Tanzânia estabelecido com milho sob três doses de nitrogênio. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.5, p.1068-1075, 2002.
- BARROS, M. F. C. *et al.*. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.320-326.2005.
- BATISTA, M. J. *et al.* Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos. **2. ed., rev. e ampliada**. Brasília: CODEVASF, 216 p.2002.
- BERNARDO, S. Manual e Irrigação e Drenagem. **8a ed.** Viçosa: UFV, Impr. Univ., 625 p. 2006.
- BONATO, C. M. *et al.* **Nutrição mineral de plantas**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 137 p. 1998.
- BORGES, T. K. S. Desempenho de técnicas conservacionistas no controle da umidade, erosão hídrica e na produtividade do milho no semiárido pernambucano. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, 2013.
- BRAGA, G. J. Resposta do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de corte. 2001. 122 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo
- BLUM, A. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 112, p. 119-123, 2009.
- BUENO, A. A. O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente. 2003. 124 f. **Dissertação (Mestrado em agronomia)** - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CAMPI, Pasquale *et al.* Energy of biomass sorghum irrigated with reclaimed wastewaters. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 76, p. 176-185, 2016.
- CASSMAN, K. G.;WHITNEY, A. S.;STOCKINGER, K. R. Root growth and dry matter distribution of soybean as affected by phosphorus stress, nodulation and nitrogen source. **Crop Science**, E. U. A., v. 20, n.2, 0.239-244, 1980.
- CASTRO, C. R. T. *et al.* Efeitos do Sombreamento na Composição Mineral de Gramíneas Forrageiras Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1959-1968, 2001.
- CECATO, U. Influência da frequência de corte, níveis e formas de aplicação do nitrogênio sobre a produção, a composição química e algumas características da rebrota do capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana). Jaboticabal, SP, UNESP, 1993. 112p. **Tese (Doutorado em Produção Animal)** - Universidade Estadual Paulista, 1993.
- COLL, J. B. *et al.* Fisiologia vegetal. Madrid: **Ediciones Pirámide**, 1988. 819p.

COLMER, T.D.; FAN, T.W.M.; HIGASHI, R.M.; LÄUCHLI, A. Interactions of Ca²⁺ and NaCl stress on the relations and intracellular pH of Sorghum bicolor root tips: An in vivo ³¹P-NMR study. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, 45: 1037-1044.1994.

CONSOLMAGNO NETO, D.; MONTEIRO, F. A.; DECHEN, A. R. Características produtivas do capim-tanzânia cultivado com combinações de potássio e de magnésio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 459–467, 2007.

COSTA, M. N. X. Desempenho de duas gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao estresse hídrico por alagamento em dois solos glei húmicos. **Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba**, 2004. 89 p. : il.

CRAMER, G. R.; EPSTEIN, E.; LÄUCHLI, A. Effects of sodium, potassium and calcium on salt-stressed barley. 2. Elemental analysis. **Physiol. Plant**. Scandinavia, 81: 197 – 202. 1991.

CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Leaf expansion limits dry matter accumulation of salt-stressed maize. **Australian Journal of Plant Physiology**, Austrália, v.21, p.675-692, 1994.

CUNHA, A.; VICTOR-CASTRO, F.; LIRA, L.; LARRAZÁBAL, M. E. L. & FONSECA-GENEVOIS, V. Morfodinâmica da foz do estuário do Rio Jaboatão e praias adjacentes. **VII COLACMAR**. Pernambuco, v.1, p.218-219, 1997

CUNHA, F. F. DA; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; ABREU, F. V. S. (2007). Composição bromatológica e digestibilidade “in vitro” da matéria seca do capim-Tanzânia irrigado. **Bioscience Journal (UFU)**, Uberlândia, vol. 23, n. 2, p. 25-33.

DANTAS, J. A. et al. 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.

DAUR, I. Feed value of blue panic (*panicum antidotale* Retz.) Grass at different growth stages and under varying levels of humic acid in saline conditions. **Turkish Journal of Field Crops**. Turquia, 2016, 21(2), 210-217. DOI: 10.17557/tjfc.18296.

DIAS-FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. de (Ed.). 22o Simpósio sobre manejo de pastagem. Teoria e prática da produção animal em pastagens. Piracicaba: **FEALQ**, 2005, p.71-93.

DIAS, N. S. et al. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, V.14, N.7, P.755–761, 2010.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - **2. ed. rev. ampl.** - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. : il. 2009.

EMANUELE, S. M.; STAPLES, C. R. Ruminal release of minerais from six forage species, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 2052-2060, 1990.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: Anais do 12º Simpósio sobre manejo de pastagem. 1995. **FEALQ**, Piracicaba, SP. p.245-273. 1995.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.

FAO- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Segurança alimentar: a luta para garantir terra fértil a futuras gerações**. Disponível em: Acesso em: 21 Nov. 2016.

FAQUIM, V. Nutrição Mineral de Plantas. 2005. 100f. **Textos acadêmicos** - Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” (Especialização) à distância Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas do Agronegócio - UFLA/FAEPE, Lavras - MG, 2005.

FARIAS, S. G. G. Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). 61f. (**Dissertação** – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, R. S.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidiasepium*(Jacq.) KunthexSteud) em solução nutritiva. **R. Bras. Ci. Solo**, viçosa, v.33, n.5, p.1499-1505.2009.

FENSTER, W. E. & L. A. LEON. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Tropical. In L. TERGAS, P. A. SANCHEZ & E. A. SERRÃO. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, **Editerra Editorial**.1982.

FERNANDES, A. R. *et al.* Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.11, p.1613-1619, 2002.

FERNANDES, P. D. *et al.* Biossalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Org.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**, 2010. 472p.

FERREIRA, R. G., TÁVORA, F. J. A. F.; FERREYRA H., F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.79-88, 2001.

FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, California, v.179, p.945-963, 2008.

FONSECA, D.M. *et al.* Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbense* *Hyparrhenia rufa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, viçosa, v.12, n.4, p.49-58, 1988.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

- FREITAS, K. R.; ROSA, B. e RUGGIERO, J. A. (2007) - Avaliação da composição químico-bromatológica do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlandia, vol. 23, n. 3, p. 1-10.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75. 2004
- FURTADO, G. D. Efeito da salinidade e da temperatura na germinação e vigor de plântulas de duas cultivares de milho pipoca (*zea mays* everta). 118 p.1998. **Dissertação** (Mestrado em Conservação de solo e água) Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- 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 sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Idesia**, Tarapacá, v. 25, n. 5, p.93-106, 2007.
- GHAFOOR, A.; QADIR, M.; MURTAZA, G. Salt Affected Soils: Principle of Management (1st Ed.) **Institute of Soil and Environmental Sciences**, Uni. Agric. Faisalabad. 2004
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal. p.11-19. 1997.
- GHEYI, H. R. 2000. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345.
- GOEDERT, W.J. *et al.* **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, p. 129-166. 1986.
- GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. **Simpósio Latino Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens**, Belo Horizonte, 20 - 33 p.1976.
- GRACE, N. D.; DAVIES, E.; MONRO, J. Association of Mg, Ca, P and K with various fractions in the diet, digesta and faeces of sheep fed fresh pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 20, n. 4, p. 441-448, 1977.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.78, p.127-157, 1999.
- GRANT, C. A. *et al.* A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Piracicaba: **POTAFOS**, 2001. p. 1-5. (Informações Agronômicas, 95)
- GRIEVE, C. M.; POSS, J. A. Resposta de trigo aos efeitos interativos do boro e da salinidade. **Journal of Plant Nutrition**. E.U.A, 2000; 23: 1217-1226.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.F. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de Brachiaria em solos com características físico-químicas distintas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, viçosa, v.19, n.4, p.278-289, 1990.
- HASEGAWA, P. M. *et al.* Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, n.1, p.463-499, 2000.

HERNANDEZ, R., MACHADO, R. Y., GOMES, A. Evaluacion zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. **Past. Y Forr.**, v. 9, n. 236, p. 236-243, 1986.

HOFFMANN, J. A.; FAQUIM, V.; GUEDES, G. A. A. et al. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colômbio em amostras de um Latossolo da região do noroeste do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, viçosa, v.19, n.1, p.233-243, 1995.

IRSHAD, M. *et al.* Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. **Journal of Plant Nutrition**, E.U.A., v.25, n.1, p.189-200, 2002.

KAYONGO - MOLE, H., THOMAS, S.W., ULLREY, D.E. Chemical composition and digestibility of tropical grasses. **J. Agric of Puerto Rico**, Puerto rico, v.15, n.2, p.185-200, 1974.

KLAR, A. E. A água no sistema solo-planta-atmosfera. 2.ed. São Paulo: **Nobel**, 1988. 408p.

JUNG, H. G.; VOGEL, K. P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. **Journal of Animal Science**, Oxford, v.62, p.1703-1712, 1986.

LACERDA, C. F. et al. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, viçosa, v.28, n.2, p.289-295, 2004.

LACERDA, C. F. de et al. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 221-230, June 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162009000200005&lng=en&nrm=iso>. access on 26 Oct. 2017.
<http://dx.doi.org/10.1590/S010069162009000200005>.

LACERDA, C. F. *et al.* Interação salinidade x espaçamento de plantio em um ciclo de rotação cultural feijão-de-corda/milho. In: Congresso Latino americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 9, e Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. **Resumos**. Vitória: SBEA, 2010. CD Rom.

LACERDA, C. F. *et al.* Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.(ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal: Fortaleza. Cap. 17, p303-317, 2010.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. 2 (Ed.) São Carlos: **RIMA**, 2000. 531p.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. On the critical N concentration in Agricultural crops. 1) N up take and distribution in plant canopies. In: Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops, **5 ed.** (LEMAIRE, G.), Springer-Verlag, p.3-44, 1997.

LIMA, V. L. A. Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998. 87p.

- LINS, C. M. T. 2016. Potencial osmótico, trocas gasosas e cinética da fluorescência da clorofila em *Atriplex nummularia* Lindl. Irrigada com água salina. **Dissertação** (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências do Solo, Recife, 2016.
- LOPES, R. S. *et al.* Efeito da Irrigação e Adubação na Disponibilidade e Composição Bromatológica da Massa Seca de Lâminas Foliaves de Capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, viçosa, v.34, n.1, p.20-29, 2005.
- MACHADO, C. T. *et al.* Avaliação de Genótipos de Milho (*Zeamays L.*) Para eficiência em Fósforo. In: CONGRESSO DE MILHO E SORGO, Londrina, 1996. **Resumos**. Londrina: IAPAR, p. 150, 1996.
- MACHADO, A. O. *et al.* Avaliação da composição química e digestibilidade “in vitro” da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p.1057-1063, 1998.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). Fisiologia vegetal. **2.ed. rev. atual**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, v.1, cap.8, p.333-350. 1985.
- MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; KLIEMANN, H. J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema “barreirão”. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, n.1, p.13-20, 2002.
- MAJOR, I.; SALES, J. C.. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <<http://www.fdr.com.br/mudancasclimaticas/index.php>> acessado em 16 de junho de 2017.
- MAKARANA, G. *et al.* Growth, Yield and Grain Quality of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum L.*) Genotypes as Influenced by Salinity of Irrigation Water in North Western Regions of India. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.** v. 6, n.6, p.2858-2874, 2017.
- MANN, D. G. J. *et al.* Rapid assessment of lignin content and structure in switchgrass (*Panicum virgatum L.*) grown under different environmental conditions. **BioEnergy Research**, v. 2, n. 4, p. 246-256, 2009.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARTTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 328 p. 2006.
- MANSOUR, M. M. F. Transport proteins and salt tolerance in plants. **Plant Science**, [S.I.], v.164, p.892-900, 2003.
- MARQUES, J. J. *et al.* **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.3, p.165-208. 2003.
- MELLO, A. Q. S. *et al.* Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, v. 9, n. 4, p. 935-947. 2008.
- MENDES, R. S. *et al.* Bromatologia de espécies forrageiras no norte tocaninense. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol.6, N.10, 2010.

Pág.5

MERTENS, D. R. Regulation of forage in take. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. **American Society of Agronomy**, Winsconsin, 1994. p. 450-493.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analysis to formulate dairy rations. In: Informational Conference With Dairy And Forage Industries, Wisconsin, USA. Wisconsin, [s. ed.], 1996. **Proceedings**. p. 81-92. 1996.

MINSON, D. J. The digestibility and voluntary intake of six varieties of Panicum. Aust.

J. Exp. Agric. An. Husb., Melbourne, v.11, p.18-25, 1971.

MOCHEL FILHO, W. J. E. *et al* . Yield of Mombaça grass under irrigation and nitrogen fertilization. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 39, n. 1, p. 81-88, mar. 2016 . Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2016000100009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 24 out. 2017. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA14154>.

MONTEIRO, F. A. Amostragem de solo e de planta para fins de análises químicas: método de interpretação de resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: Teoria e prática da produção animal em pastagens, 22, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 151-180. 2005.

MOURA, A. N.; ARAUJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (orgs.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos, Recife: **Comunigraf**. 361p. 2010.

MOTA, V. G. *et al*. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

MUNDY, J. N., JIN, G. L. Ionic transport in sodium alumino germanate glasses. Original Research. **Article Solid State Ionics**, [S.I.], v. 21, n. 4, p.305-325, 1986.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole plant responses to salinity. **Austr. J. Plant Physiol.**, Oxford, v.13, n.1, p.143-160. 1986.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment.**, U.S.A, v.25, n.2, p.239–250. 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, California, v.167, n.3, p.645-663. 2005.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annu. Rev. Plant Biol.** Palo Alto, v.59, p.651–681.2008.

MUNNS, R. The impact of salinity stress. Plant stress. **Virtual article**. Disponível em: http://www.plantstress.com/Articles/salinity_i/salinity_i.htm. Acesso em: 26 de maio de 2017.

NEUMANN, P.M.; AZAIZEH, H.; LEON, D. Hardening of root cell walls: A growth inhibitory response to salinity stress. **Plant, Cell and Environment**, U.S.A., v. 16, p. 15-24,

1994.

NEUMANN, P. Salinity resistance and plant growth revisited. **Plant, Cell & Environment.**, U.S.A., v.20, p.1193-1198. 1997.

NILWIK, H. J. M. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): 2. Interacting effects of irradiance, temperature and plant age in controlled conditions. **Annals of Botany**, London, v.49, p.137-145, 1981.

NIU, X. *et al.* Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology**, [S.I.], v. 109, p. 735-742, 1995.

NOBRE, R. G. *et al.* Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.148-158, 2014.

NORTON, B. W. Differences between species in forrage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, Wallingford, p. 89-110. 1982.

NOVAIS, R. F. Sugestões de adubação para a cultura da soja. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V., V. H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 359p. 1999.

NUNES FILHO, J. *et al.* Fitoextração de sais do solo por capim-angola irrigado no vale do São Francisco, **IRRIGA**, Pernambuco, v. 1, n. 2, p. 67, 2015.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, v.15, p.203-242, 1998.

OLIVEIRA, T. N. *et al.* Composição química de gramíneas tropicais submetidas a duas frequências de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 107-108.

OLIVEIRA, P. S. R. *et al.* Teores de macrominerais em *panicum maximum* cvs. Massai e Mombaça. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.6, n.11, p.1-16, 2010.

PEDREIRA, J. V. S. Crescimento estacional dos capins colônias *Panicum maximum* Jacq., gordura *Melinis minutiflora* Pal de Beauv., Jaraguá *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf e pangola de Taiwan A-24 *Digitaria pentzii* Stent. **Bol. Ind. Anim.**, 30 (1):59-145. 1973.

PEDROTTI *et al.* Causas e consequências do processo de salinização. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PIETROSKI, M.; OLIVEIRA, R.; CAIONE, G. Adubação foliar de nitrogênio em capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-Ms, v. 2, n. 3, p. 49–53, 2015.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água/ Carlos Pimentel. -Seropédica, RJ: **Edur**, 2004. 191 p.: il.

PINHEIRO, V. D. Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003. 85p.

QADIR, M.; OSTER, J. D. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. **Sci. Total Environ**, v.323, n.1-3, p.1-19. 2004.

QUEIROZ, S. O. P.; TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E. Metodologia para avaliação da salinidade do solo em ambiente protegido. **Irriga**, v.14, n.3, p.383-397. 2009.

REGO, F. C. A.; CECATO, U.; CANTO, M.W. et al. Densidade e qualidade dos estratos de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 801-807, 2001.

REGO, F. C. A.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; et al. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado em alturas de pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, no. 2, p. 363-370, 2003

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 26 p.1993.

RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell Environment**, [S.I.], v. 15, p. 625-632, 1992.

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

RHOADES, J.D. Use of saline water for irrigation. Water Quality. [S.I.] 1987.p.14-20. (**Bulletin, 12**).

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C., U.S. Salinity Laboratory.160p.(**USDA Agriculture Handbook, 60**).1954.

RIBEIRO, J. S. *et al.* Estresse abiótico em Regiões Semiáridas: Respostas Metabólicas das Plantas. In: MOURA, A. N.; ARAUJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (orgs.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos**, Recife: Comunigraf. 361. 2007.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M. DA; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Tópicos em ciência do solo**. v.3. Viçosa: SBCS, 2003. cap.4, p.165-208.

RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal. p.11-19, 2010.

RICHART, A. *et al.* Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. Determinação do teor de proteína bruta no capim Tanzânia, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003. Juazeiro. **Anais**. Viçosa: ABID, 2003. CDROM.

RODRIGUES, B. H. N.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, J. A. Teor de proteína bruta do *Cynodon spp. cv. Tifton 85* sob irrigação e adubação nitrogenada, em Parnaíba, Piauí. Teresina: Embrapa, 2005. 4p. (**Comunicado Técnico**, 171).

RODRIGUES, B. H. N. *et al.* Determinação do teor de proteína bruta de *Panicum maximum cv. Tanzânia*, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 26, Ed. 131, Art. 888, 2010.

ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: **PASTAGENS: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, p.533-566. 1994.

SÁ, J. F. *et al.* 2010. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Lavras, v.62, n.3, p.667-676, 2010.

SANTOS, P. R. Germinação, vigor e crescimento de duas cultivares de feijoeiro em soluções salinas. 48 f. **Dissertação** (Mestrado em Solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2006.

SANTOS- FILHO, B. G. *et al.* Comportamento Nutricional de Espécies Arbóreas Utilizadas no Reflorestamento de Áreas Degradadas Sob o Impacto da Exploração Petrolífera na Região de Urucu, Município de Coari, AM. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1134-1136, 2007.

SANTOS, D. B. *et al.* Tolerância do capim marandu a salinidade. **Revista educação agrícola superior**, Brasília, v. 28, n.1, p. 63-66, 2013.

SANTOS, R. F. *et al.* Avaliação e monitoramento da condutividade elétrica das águas de poços utilizados para a irrigação na região de Salgueiro- PE. **Revista Semiárido De Visu**, Pernambuco, v. 4, n. 3, p. 176-180, 2016/ ISSN 2237-1966.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. **ISBN 978-85-7563-489-9**. Fortaleza, Ceará. 2010.

SCHMIDT, F.; VIEIRA FILHO, L. O. Tolerância de cultivares de arroz da Epagri à salinidade da água de irrigação na fase vegetativa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.30, n.1, p.89-95, 2017.

SCHOSSLER, T. R. *et al.* Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15, p.1563-1578. 2012.

SEAGRI. Forrageiras halófitas na alimentação de ruminantes. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/5_pesquisa_agricola03v9n2.pdf. **Seagri**. Acesso em: 17de Maio de 2017.

SHARPLEY, A. N. *et al.* Root extraction of nutrients associated with long-term soil management. In: Stewart, B. (ed.), **Advances in Soil Science**. Springer, v.19, p.151-217, 1992.

SHUMAN, L. M. Mineral nutrition. In: WILKINSON, R. E. (ED). **Plant-environment interactions**. New York: Marcel Dekker, P. 149-182. 1994.

SINGH, B. B. *et al.* Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A. et al. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, p. 22-40. 2002.

SILVA, K. L. Rejeito de águas de dessalinizadores utilizados via hidroponia na irrigação do pimentão sob fertilização orgânica e mineral. Universidade Federal do Ceará, **Dissertação** (mestrado). 65 f. Il. 2015.

SILVA, J. L. D. A. *et al.* Use of saline waters as an alternative for irrigation and production of fodder in the northeastern semiarid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, p.66-72, 2014.

SILVA, J. L. A. *et al.* Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Maracajá, v.7, n.4, p.26-31. 2011.

SILVA, E. N. *et al.* Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansão sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v.40, n.2, p.240-246, 2009

SOUSA, R. A. *et al.* Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Viçosa, 2(1), 2007.

SOUSA G. G. *et al.* Acumulação da biomassa, teores e extração de micronutrientes em plantas de milho irrigada com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, Lavras, v. 31, n. 02, p. 1-10, 2010.

SORIA, L. G. T. Produtividade do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada. Piracicaba: ESALQ, 2002. 170 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia).

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

SOUZA, J. O. P.; CORRÊA, A. C. B. Sistema fluvial e planejamento local no semiárido. **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 149-168, jan./abr. 2012. ISSN 1984-2201 © 2002. Universidade Federal do Ceará. DOI: 10.4215/RM2012. 1124. 0010. 2012.

SOTO-NAVARRO, S.A. *et al.* 2014. Comparative digestibility by cattle versus sheep: Effect of forage quality. **J. Anim. Sci.** Oxford, 92(4): 1621-1629.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed,. 719 p. 2004.

TAN, K. H. 1992. Principles of soil chemistry. **2. ed.** New York. 362 p.

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

TÁVORA, F. J. A. F. *et al.* Alterações na relação fonte-dreno em feijão-de-corda submetido a diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, p.82-90, 2005.

TEODORO, R. E. F. *et al.* Irrigação na produção do capim *panicum maximum* cv. Tanzânia. **Bioscience journal**, Uberlândia, v.18, n.1, p.13-21, June, 2002.

VALE, M. B.; AZEVEDO, P. V. Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. **HOLOS**, [S.I.], v. 3, p. 181-195, ago. 2013. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1383/688>>. Acesso em: 26 out. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.1383>.

VAN EYS, J. E.; REID, R. L. Ruminal solubility of nitrogen and minerals from fescue and fescue-red clover herbage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n. 4, p. 1101 - 1112, 1987.

VIANA, S. B. A. *et al.* Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.23-30. 2004.

VIEIRA, M. R. *et al.* Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.42-46, 2005 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>.

XAVIER, T. M. B. S. Tempo de Chuva - Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional, Fortaleza: **ABC Editora**, 478p. Cap. 3, 6 e 11, 2001.

YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **Jircas Working Report**, Ishigaki, v. 1, p. 25-33.2002.

WANDERLEY, R. A. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes**. 52 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2009.

WERNER, J. C. Adubação de pastagem de *Brachiaria* spp. In: Simpósio sobre o Manejo de Pastagens, 11. 1994, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.209-222.1994.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p. 263-273 (**Boletim Técnico**, 100).

WHITEHEAD, D. C.; GOULDEN, K. M.; HARTLEY, R. D. The distribution of nutrient elements in cell wall and other fractions of herbage of some grasses and legumes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, p.311-318, 1985.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA, M. J. PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (eds). **La ecofisiología vegetal una ciencia de síntesis**. Madri: Editora Thompsom, cap.10, p.303-330. 2004.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; 2010. 23 p.

WILLIAMS, W. D. Salinization of rivers and streams: an important environmental hazard. **Ambio**. [S.I.], v.16, p.180-185. 1987.

WILSON, E. O. “A Situação atual da diversidade biológica” em Biodiversidade. E. O. Wilson (Org.) Rio de Janeiro, **Nova Fronteira**, 657 pp. 1997.

ZHAO, Y. L. *et al.* Biomass yield changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. **Field Crops Res**. Amsterdam, 111, 55-64. 2009.