II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

EFEITOS DAS FONTES DE NITROGÊNIO NA TOLERÂNCIA A SALINIDADE EM GRAMINEAS FORRAGEIRAS

Paulo André de Sousa Bezerra¹; Johny De Souza Silva²; Cícero Lucas da Silva³; Antonio Jorge Soares Feitosa⁴; Juan Carlos Alvarez-Pizarro⁵

Resumo

A salinidade do solo é um problema altamente difundido no mundo, sobretudo no semiárido brasileiro, que apresenta altas taxas de evapotranspiração combinadas com pluviosidade abaixo da média e onde a utilização indiscriminada da irrigação tem contribuído para agravar esse problema. Para produzir em áreas salinas no semiárido nordestino é necessário trabalhar com espécies mais adaptadas ou tolerantes. O presente trabalho teve como objetivo estudar indicadores de tolerância ao estresse salino influenciado pelas fontes de nitrogênio inorgânico em que é cultivado, em capim Mombaça, uma gramínea forrageira de grande importância para a região. Avaliou-se o comprimento e massa, teor K^+ e Na^+ , o acúmulo de solutos orgânicos, e danos às membranas celulares das plantas. Foram utilizadas sementes da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivadas em solução de Hoagland ($NO_3^- : NH_4^+$ 6:1) e em solução contendo NO_3^- como única fonte de nitrogênio. As plantas foram expostas à salinidade com NaCl a 75 mM por sete dias, coletadas e divididas em parte aérea e raízes. Os teores de Na^+ e K^+ foram determinados com o auxílio de um fotômetro de chama e os danos de membranas com um condutivímetro. As análises dos solutos orgânicos foram feitas por espectrofotometria. As duas fontes de nitrogênio não interferiram no comprimento das plantas submetidas à salinidade. Já as cultivadas em solução de NO_3^- apresentaram maiores valores de massa fresca. O teor de Na^+ foi maior na parte aérea das plantas cultivadas em solução de nitrato; já as cultivadas em solução de Hoagland, o acúmulo ocorreu preferencialmente nas raízes. Em relação ao teor de K^+ , esse foi maior também na parte aérea das plantas cultivadas em solução de NO_3^- , e nas plantas cultivadas em solução de Hoagland o maior acúmulo foi registrado nas raízes. Não houve interferência da fonte de N no acúmulo de carboidratos nas plantas submetidas à salinidade. Com relação ao acúmulo de aminoácidos, esse foi maior na parte aérea das plantas cultivadas na solução de Hoagland. Não se observaram diferenças

¹ Mestrando do curso de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Cariri - pabezerra@alu.ufc.br

² Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri - cicero_lucas@autlook.com

³ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri - antoniojoresoaresufca@gmail.com

⁴ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri - matheusizidorio97@gmail.com

⁵ Professor Doutor adjunto do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri - biojcalvarez@hotmail.com

significativas nos danos de membrana quando em condições de salinidade. Embora cada fonte de nitrogênio tenha influenciado em algum parâmetro relacionado à tolerância à salinidade, nenhuma das fontes aqui testadas destacou-se sobre outra.

Palavras-Chave: fontes de N, gramínea forrageira, salinidade, solução nutritiva

Introdução

A salinidade do solo é um problema altamente difundido no mundo, comprometendo seriamente a produção agrícola. Nas condições do semiárido brasileiro, que apresenta altas taxas de evapotranspiração, índices de pluviosidade abaixo da média distribuído em poucos meses durante o ano, o uso de irrigação, tem contribuído para aumentar esse problema (SAMPAIO, 2008). Sendo que atualmente 50% da área irrigada no Nordeste estaria afetada por sais.

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais como o NaCl sobre as plantas podem ser do tipo osmótico, nesse caso o potencial hídrico do ambiente radicular diminui e restringe a absorção de água. Já os efeitos iônicos, ocorrem quando estes íons tóxicos se acumulam e geram distúrbios nutricionais e metabólicos. Geralmente o efeito iônico ocorre, quando o estresse é de longa duração (DIAS *et al.*, 2003; MUNNS, 2002).

Muitas pesquisas têm identificado o sódio (Na^+) como responsável pelos desequilíbrios nutricionais em plantas, já que esse íon afeta diretamente a disponibilidade e absorção de potássio e interfere no ciclo de outros nutrientes (VILLORA *et al.*, 1997).

Entre as estratégias de adaptação ao estresse salino desenvolvido pelas plantas, estão a compartimentalização vacuolar de íons tóxicos em certos tecidos e síntese de solutos orgânicos.

Conforme afirma Kant *et al.* (2007) a adubação nitrogenada é um dos fatores que podem trazer efeitos positivos sobre o crescimento das plantas, reduzindo os efeitos deletérios da salinidade. Podemos afirmar ainda, que boa parte da solução dos problemas na salinidade na produção agrícola, depende da compreensão dos aspectos bioquímicos e fisiológicos das plantas cultivadas sob essas condições.

Sendo assim, o presente trabalho, objetivou analisar a influência das duas fontes nitrogênio inorgânico em soluções nutritivas (uma contendo NO_3^- como fonte principal de N, e outra contendo uma combinação de $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, chamada solução de Hoagland) em plantas de capim Mombaça (*Panicum maximum*) sob condições de estresse salino.

Fundamentação Teórica

Entre as gramíneas forrageiras tropicais, o gênero *Panicum* constituem a base alimentar da bovinocultura de corte e de leite. Conforme sugere Vale *et al.* (2009), a criação de animais em pasto

com esse material com alta capacidade de suporte promoveu um diferencial qualitativo para a carne brasileira e colocou o país como maior exportador desse produto no mundo.

A espécie *Panicum maximum* apresenta diversas cultivares adaptadas às distintas regiões brasileiras e suas peculiaridades edafoclimáticas. A cultivar Mombaça foi lançada pela Embrapa – Centro nacional de pesquisas em gado de corte, em 1990, como outras cultivares da espécie, apresenta adaptações morfológicas que aumentam sua eficiência e melhora a utilização de água em ambientes secos e com temperaturas elevadas (CAVALCANTE, 2009). Entretanto, poucos estudos têm demonstrado sua tolerância a níveis elevados de sais. Saneoka *et al.* (1997) verificaram que a espécie *Panicum maximum* tem a capacidade de manter a pressão de turgor e o conteúdo relativo de água elevados em decorrência do acúmulo de osmorreguladores em condições de estresse salino em comparação a outras gramíneas. Esses solutos são principalmente o Na^+ , açúcares e o composto amino quaternário glicinabetaina. Outros estudos têm verificado a maior proteção contra o dano oxidativo gerado pela salinidade em *Panicum maximum* quando comparados com *Brachiaria brizantha* (PINHEIRO NETO *et al.*, 2015).

O nitrogênio é o macronutriente que a planta exige em maiores quantidades, pois faz parte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, ácidos nucléicos e coenzimas (KERBAUY, 2012). Sua deficiência inibe rapidamente o crescimento vegetal, sendo a clorose foliar, o sintoma mais evidente (TAIZ, 2004).

As principais fontes de N absorvidas e utilizadas pelas plantas são o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-) (BRITTO; KRONZUCKER, 2002), sendo este último a forma predominante e, portanto, a principal fonte nos solos agricultáveis (FEIJÃO, 2011 *apud* MELONI *et al.* 2004). A maioria de espécies agricultáveis utiliza o NO_3^- como fonte de N. Para estas espécies o NH_4^+ é uma forma nitrogenada tóxica, pois provoca um desbalanço nos níveis de K^+ , alteração do potencial de membrana e perda do controle das relações hídrica da planta (MIRANDA, 2011).

Conforme a fonte de N em que a planta é cultivada, o perfil de moléculas orgânicas pode ser bastante diferente. Em trigo, por exemplo, o aumento na dose de KNO_3 induz o acúmulo de açúcares tanto em folhas quanto em raízes (ZHENG *et al.*, 2008). Resultados similares foram observados por Miranda (2011) nos carboidratos solúveis totais de folhas de sorgo forrageiro.

O nitrogênio pode também ser incorporado em moléculas orgânicas como os aminoácidos, os benefícios do acúmulo desses solutos orgânicos em resposta à salinidade se devem à menor interferência destes nas reações bioquímicas normais, pois têm efeito mínimo no pH e ainda atuam balanço de cargas do citosol (GHEYI, 2010).

Conforme afirmam Azevedo Neto *et al.* (2004), os carboidratos solúveis e aminoácidos estão entre os solutos orgânicos de maior contribuição para o potencial osmótico nas plantas, o seu acúmulo tem sido estudado de forma ampla em plantas em condições de estresse salino e hídrico.

Alguns autores, entre eles Taji *et al.* 2004, afirmam que as plantas com altas concentrações de aminoácidos, carboidratos ou produtos provenientes do metabolismo de açúcares, podem estar associados a uma possível tolerância aos efeitos causados pelo déficit hídrico ou toxicidade por íons salinos.

Os açúcares solúveis podem prevenir os danos causados pela seca, alta salinidade e baixas temperaturas que são os principais fatores abióticos que causam perturbações nas estruturas das membranas (VALLURU; VAN DEN ENDE, 2008). Em condições de estresses abióticos, os oligossacarídeos da série da rafinose são acumulados e atuam na tolerância das plantas à seca e alta salinidade, pois funcionam como protetores de membrana e osmorreguladores (TAJI *et al.*, 2002).

Os carboidratos possuem também uma importante função para as plantas que é na reidratação dos tecidos, pois atuam como osmoprotetores. Podemos citar os açúcares solúveis frutose, sacarose e trealose como alguns destes que atuam como estabilizador osmótico de biomoléculas, sendo esta sintetizada a partir de um processo genético-biomolecular evolutivo (DINAKARA; DJILIANOV; BARTELS, 2012; SAKAMOTO; MURATA, 2000).

Popova *et al.* (2002) afirmam que as plantas respondem ao estresse salino com a biossíntese de aminoácidos. De fato, estes estão entre os principais solutos que se acumulam em resposta à salinidade, podemos citar como exemplo, o aminoácido livre prolina, cuja ação em tecidos sob estresse se dá na proteção de proteínas contra desnaturação. (Gheyi *apud* Rocha, 2010)

Em condições de alta salinidade ocorre redução na disponibilidade de água para as plantas, em razão da diminuição do potencial osmótico da solução do solo, assim tendem a gastar mais energia para absorver água e nutrientes (LEONARDO *et al.*, 2003).

Outro efeito que a salinidade causa nas plantas é o desbalanço de nutrientes (AMOR *et al.*, 2000). O excesso de sódio na solução de solo, provoca distúrbio na absorção de nutrientes afetando, sobretudo as concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} e aumento na relação $\text{Na}^{+} / \text{K}^{+}$ que afeta a integridade das membranas. (SILVA *et al.*, 2010; WANDERLEY *et al.*, 2010).

Alguns mecanismos para excluir o sal de suas células ou tolerar sua presença no interior das células, são adotados pelas plantas e durante o aparecimento e desenvolvimento de estresse salino no seu ambiente, todos os principais processos, tais como a fotossíntese, síntese e de energia e o metabolismo lipídico são afetados (PARIDA; DAS, 2002). Quando as plantas estão em ambientes salinos, limitam a entrada de Na^{+} ou acumulam este íon em seus tecidos mais velhos, formando um ambiente “estoque”, que logo será eliminado (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Entre as estratégias utilizadas, podemos exemplificar a vacuolização de íons nas células, transporte e exportação para outros órgãos, modificações na estrutura de membranas, exclusão seletiva e a síntese e armazenamento de solutos osmorreguladores (ESTEVES; SUZUKI, 2008).

A diferença nos graus de tolerância das plantas depende da eficiência dos mecanismos morfológicos e fisiológicos, que aumentam a capacidade das plantas de enfrentar o aumento da concentração de sais no solo (LACERDA *et al.*, 2003).

Metodologia

A condução dos experimentos ocorreu em casa de vegetação localizada no centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri (UFCA), na cidade do Crato - Ceará. Já as análises bioquímicas foram realizadas na Central Analítica sediada no campus de Juazeiro de norte da UFCA.

Foram utilizadas sementes da gramínea forrageira *Panicum maximum* cv. Mombaça, fornecidas pela Embrapa Semiárido (Petrolina, PE), semeadas em copos plásticos descartáveis, contendo vermiculita umedecida como substrato. Após dez dias da semeadura, as plântulas foram transferidas para bacias de dez litros com capacidade para 15 plântulas em cada, contendo solução nutritiva de Hoagland e solução nutritiva com NO_3^- como única fonte de N. permaneceram por sete dias.

A solução de Hoagland foi preparada com NO_3^- e NH_4^+ em uma proporção de 6:1; enquanto que a solução de NO_3^- apresenta apenas essa fonte de N inorgânico a uma concentração de 7 mM.

Os cuidados incluem aeração constante das raízes foi mantida por um sistema de bombas de ar e pedras porosas, controle constante do pH que foi mantido na faixa entre 5,5 a 6,0.

As plantas foram então transferidas e acondicionadas em baldes plásticos com capacidade para 2,3 litros de solução, sendo sete baldes por tratamento, cada um recebeu 3 plantas, totalizando 28 baldes e 112 plantas. Os tratamentos utilizados foram Hoagland controle, Hoagland salino, Nitrato salino e Nitrato controle, sendo que os tratamentos salinos receberam 75 mM de NaCl de forma fraccionada para evitar choque osmótico.

Os dados de comprimento (cm) e massa (g) da parta aérea e raízes foram obtidos por meio de réguas e balança analítica, respectivamente.

Para estimar o conteúdo relativo de água (%), foram utilizados oito discos foliares do limbo das plantas, os quais foram imediatamente pesados em uma balança analítica, para obtenção do peso da massa fresca (MF). Logo após os discos foram imersos em 20 ml de água deionizada e acondicionados em câmara de crescimento com iluminação. os discos foram secos cuidadosamente

e pesados para obtenção do peso da massa turgida (MT) e depois levados à estufa por três dias para obtenção do peso de massa seca (MS). Para o cálculo do CRA utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CRA(\%) = \frac{MF - MS}{MT - MS} \times 100$$

O grau do dano provocado pela salinidade sobre as membranas biológicas foi determinado pelo vazamento de eletrólitos (VE) em discos foliares e segmentos radiculares.

Esse material foi incubado, por duas horas, sendo em seguida, medida a condutividade elétrica inicial do meio (L1) usando condutivímetro de bancada (QUIMIS). Posteriormente os tubos de ensaios com os discos foliares e segmentos de raiz foram submetidas à temperatura de 75°C, por 30 minutos, em banho-maria. Decorrido esse tempo, retiraram-se as amostras e quando alcançada a temperatura ambiente, foi medida a condutividade elétrica final (L2). Para o cálculo do VE utilizou-se a seguinte fórmula:

$$V.E (\%) = \frac{L1}{L2} \times 100$$

Para determinar o teor dos solutos inorgânicos K^+ e Na^+ acumulados na parte aérea e raízes foram preparados extratos aquosos a partir da matéria fresca das plantas coletadas e 7,5 ml de água deionizada. O processo inclui maceração com o auxílio de almofariz e pistilo até a obtenção de um material homogêneo. Posteriormente, os homogenatos foram agitados periodicamente com o auxílio de um vortex. Os sobrenadantes foram coletados e armazenados em refrigerador a 5°C enquanto aguardavam as análises no fotômetro de chama.

Para a quantificação de solutos orgânicos foi utilizado extratos etanólicos preparados com 7,5 ml de etanol a 80%, e por fim centrifugado a 2.500 g, durante 10 minutos a 2°C.

Na determinação de carboidratos totais esses extratos aquosos foram misturados com 250 µl de fenol a 5,0 % e 1,0 ml de ácido sulfúrico concentrado. Após a reação, as leituras de absorbância foram determinadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV- 1800) a 490 nm. Já nas raízes, as amostras (350 µl) foram misturadas com 150 µl de fenol a 5,0 % e 1,0 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Para a determinação de aminoácidos livres, os extratos etanólicos (100 µl) da PA foram misturadas com solução de 1500 µl de Ninidrina e 400 µl de etanol 80%, e em seguida aquecidas em banho-maria a 95 °C durante sete minutos. Após esfriamento em um recipiente contendo água gelada, as leituras de absorbância foram determinadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV- 1800) a 570 nm. Já para as raízes, as amostras (350 µl) foram misturadas com solução de 1500 µl de Ninidrina e 150 µl de etanol 80% e submetidas ao mesmo procedimento.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com fatorial 2x2 (duas combinações de nitrogênio e dois níveis de salinidade) e 7 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5% utilizando o programa *Sigmaplot*.

Resultados e Discussão

Figura 1. Comprimento da parte aérea (A) e das raízes (B) e massa da parte aérea (C) e das raízes (D) de plantas de *Panicum maximum* cv Mombaça cultivadas em soluções nutritivas de Hoagland e nitrato e submetidas aos tratamentos controle (barras cinza-claros) e salino (barras cinza escuro) a 75 mM. Os dados representam a média de $n = 21 \pm$ erro padrão.

De modo geral, a salinidade não afetou significativamente o comprimento da parte aérea das plantas crescidas com as duas soluções testadas (Figura 1A). As plantas cultivadas na solução de Hoagland e de nitrato apresentaram uma redução no seu comprimento de 39,8 % e 34,2 % respectivamente.

Em relação às raízes (Figura 1B), houve redução significativa do comprimento apenas nas plantas cultivadas na solução de Hoagland, que apresentaram valores de 35,1 % menores quando comparadas aos controles.

A massa fresca da parte aérea (Figura 1C) apresentou redução significativa nas plantas cultivadas nas duas fontes de Nitrogênio que foi de 71,1% (Hoagland) e 81,6% (Nitrato).

Já as raízes (Figura 1D) apresentaram diferenças significativas apenas na massa das plantas cultivadas em solução de Hoagland, assim como ocorreu com o crescimento. O efeito da salinidade

sobre essas plantas provocou redução de 72,2 % de sua massa se comparadas às plantas controle, o que não ocorreu plantas cultivadas na solução de nitrato, indicando possível ajuste ao estresse.

Figura 2. Concentração de K^+ na parte aérea (A) e nas raízes (B) e concentração de Na^+ na parte aérea (C) e nas raízes (D) de plantas de *Panicum maximum* cv Mombaça cultivadas em soluções nutritivas de Hoagland e nitrato e submetidas aos tratamentos controle (barras cinza-claros) e salino (barras cinza escuro) a 75 mM. Os dados representam a média de

$n = 21 \pm$ erro padrão.

Observaram-se aumentos significativos nos teores de Na^+ em todos os tecidos das plantas em condição de salinidade. Na parte aérea (Figura 2A), esse aumento foi de 44,7 e 7,5 vezes o valor registrado em condição controle para as plantas cultivadas em solução de Hoagland e nitrato respectivamente.

Nas raízes (Figura 2B), o maior aumento nos teores de Na^+ quando submetido à salinidade, foi registrado nas plantas cultivadas na solução de Hoagland que apresentou um valor 26 vezes maior em condição de salinidade, apresentando uma situação inversa do que foi visto na PA. Nas plantas cultivadas em solução de Nitrato, o aumento nos teores de Na^+ foi de 10 vezes o registrado em condição de estresse salino com NaCl.

A parte aérea das plantas quando submetidas à salinidade, acumularam mais potássio nas plantas nutridas na solução de nitrato, cujo aumento foi de 2,3 vezes o valor registrado desse mesmo íon em condição de ausência de salinidade. Já nas plantas nutridas com solução de Hoagland, o acúmulo de K^+ nos tecidos aéreos quando submetidas à salinidade e controle não apresentou significância se comparado às cultivadas em nitrato, pois esse teor foi apenas 22,9 vezes maior.

Nas raízes, o acúmulo de K^+ em função do estresse salino, se mostrou alto somente nas plantas cultivadas em Hoagland, as mesmas registraram um aumento de 2,6 vezes no valor de potássio quando comparadas ao tratamento controle. Já as plantas cultivadas com nitrato, não

registrou aumento no acúmulo.

Vale ressaltar que o potássio é um importante osmorregulador e vem sendo registrado o seu acúmulo em diversas espécies quando submetidas à salinidade.

Figura 3. Concentração de Aminoácidos (mg/g^{-1} MF) na parte aérea (A) e nas raízes (B) e concentração de carboidratos solúveis (mg/g^{-1} MF) na parte aérea (C) e nas raízes (D) de plantas de *Panicum maximum* cv Mombaça cultivadas em soluções nutritivas de Hoagland e nitrato e submetidas aos tratamentos controle (barras cinza-claros) e salino (barras cinza escuro) a 75 mM. Os dados representam a média de $n = 21 \pm$ erro padrão.

Os teores de aminoácidos livres apresentaram-se significativos na parte aérea (Figura 3A) apenas nas plantas cultivadas com nitrato, onde o aumento destes quando submetidas à salinidade foi de 81,4% em relação aos controles. Já as plantas cultivadas em solução de Hoagland não mostraram variações nos teores de aminoácidos. Nas raízes (Figura 3B) não se notou o efeito do acúmulo de aminoácidos livres como resposta da planta ao estresse salino.

Em relação aos carboidratos solúveis (Figura 3C), a concentração destes registrou grandes aumentos na parte aérea ao serem submetidas à salinidade, embora as análises de dados mostrem que esses valores não apresentam significância estatística. Sobretudo nas plantas cultivadas na solução de Hoagland, onde esses solutos orgânicos apresentaram-se 4,5 vezes a mais quando as plantas foram submetidas ao estresse com NaCl; enquanto que na solução com nitrato esse aumento foi de 3,67 vezes o valor registrado em condição controle. Nas raízes (Figura 3D), não se registraram acúmulos significativos desses açúcares, que são considerados uma resposta ao ambiente salinizado.

Podemos concluir que a utilização de uma solução nutritiva contendo somente NO_3^- como fonte de nitrogênio inorgânico foi capaz de induzir a síntese desses solutos orgânicos na parte aérea como resposta à salinidade. Vale ressaltar que esse é um efeito esperado já que as plantas cultivadas em solução de nitrato acumularam mais sais na parte aérea, e necessitaria então desenvolver algum mecanismo que evitassem os efeitos desse íon. Já nas raízes aumentos significativos não foram verificados.

Azevedo Neto *et al.* (2004) verificou que os teores de aminoácidos e carboidratos solúveis de todos os tecidos da planta de milho, foram reduzidos ou se mantiveram constantes quando aplicado o estresse salino. Mostrando que o acúmulo de aminoácidos em resposta à salinidade é um efeito que apresenta variação em função da espécie estudada.

As plantas cultivadas com solução de Hoagland registraram um maior acúmulo desses açúcares se comparado com as plantas cultivadas em solução de nitrato, embora essas também tenha desenvolvido esse mecanismo em menor grau. Esses dados indicam também que pode ter havido redução na velocidade do transporte de carboidratos sintetizados na parte aérea, principalmente nas plantas cultivadas com nitrato, que acumularam maiores concentrações de sais nesses órgãos. Esse efeito também ocorreu nas plantas cultivadas em solução de Hoagland, apesar destas não terem acumulado tantos sais nos tecidos aéreos.

Figura 4. Vazamentos de eletrólitos (%) de tecidos aéreos (A) e raízes (B) de plantas de *Panicum maximum* cv Mombaça cultivadas em soluções nutritivas de Hoagland e nitrato e submetidas aos tratamentos controle (barras cinza claro) e salino (barras cinza escuro) a 75 mM. Os dados representam a média de $n = 7 \pm$ erro padrão.

Observa-se na figura 4 que não houve efeito da salinidade nas membranas das células da parte aérea e raízes de *Panicum maximum* cv Mombaça ao analisar o vazamento de eletrólitos. As plantas cultivadas tanto em solução de Hoagland quanto em solução de nitrato, não apresentaram efeitos significativos nas suas membranas.

Nas raízes embora também não significativas, registrou-se um aumento apenas nas plantas nutridas na solução de Hoagland, sendo este de 17,2% quando submetido à salinidade. Os efeitos nas raízes das plantas cultivadas em presença de nitrato não foram observados, sendo que este órgão é o que está em contato direto com a solução do solo, indicando um possível ajuste da planta para evitar que isso ocorra.

Duarte (2014) ao estudar danos de membranas na mesma cultivar, concluiu que a salinidade causa danos substanciais às membranas biológicas mas com outra fonte de nitrogênio, o que pode indicar que nas condições do experimento houve um efeito positivo da fonte de N utilizada, sobre esse parâmetro. Portanto o mecanismo de ação do sal, não foi capaz de agir negativamente sobre as membranas biológicas das células dessa cultivar, efeito que podemos atribuir a ação de outras moléculas que apresentaram efeito osmoprotetor ou mecanismos protetivos semelhantes podendo ainda estes ser influenciado pela fonte de nitrogênio inorgânico utilizado.

Conclusões

As fontes de N inorgânico utilizadas influenciaram principalmente no crescimento radicular da espécie quando submetido ao estresse salino; a massa fresca foi apresentada menor nas plantas cultivadas com nitrato.

O acúmulo de aminoácidos como uma resposta a salinidade foi registrado somente nas plantas de *Panicum maximum* cv Mombaça cultivado em solução de NO_3^- . Plantas cultivadas em solução de nitrato acumularam mais íons inorgânicos na parte aérea, já as cultivadas em solução de Hoagland os maiores teores foram registrados nas raízes.

Embora cada fonte de nitrogênio exerceu influência em algum parâmetro relacionado à tolerância à salinidade, nenhuma das fontes aqui testadas destacou-se sobre outra.

Referências

- AZEVEDO-NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS-FILHO, J.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. S.; COSTA, P. H. A.; GOMES-FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2004.
- BRITTO, D. T; KRONZUCKER, H. J. NH_4^+ Toxicity in higher plants. **Journal of plant Physiology**, v. 159, p. 567-584, 2002.
- CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. B. Estresse por Déficit Hídrico em Plantas Forrageiras. **CNPQ – Embrapa Caprinos e Ovinos**. 50 p. Sobral-CE. 2009.
- DIAS, N.S.; CHEYI, H.R. ; DUARTE, S.N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, (Série Didática, 013). 2003.
- DINAKARA, C.; DJILIANOV, D.; BARTELS, D. Photosynthesis in desiccation tolerant plants: Energy metabolism and antioxidative stress defense. **Plant Science**, Oxford, v. 182, p. 29-41, 2012.
- DUARTE, J. N. Indicadores fisiológicos e bioquímicos da tolerância ao estresse salino em *panicum maximum* cv. Mombaça. **Trabalho de Conclusão de Curso**. (Graduação em Curso de Agronomia) - Universidade Federal do Cariri, 2014.

ESTEVEES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia brasiliensis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

GHEYI, H. R.; DIAS, S. D.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, 2010.

KANT, S.; KANT, P.; LIPS, H.; BARAK, S. Partial substitution of NO_3^- by NH_4^+ fertilization increases ammonium assimilating enzyme activities and reduces the deleterious effects of salinity on the growth of barley. **Journal of plant Physiology**, v. 164, p.303-311, 2007.

LACERDA, C.F. et al. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.49, n.2, p.107-120, 2003.

PINHEIRO NETO, A. M.; SILVA, J. S.; DUARTE, J. N.; ALVAREZ-PIZARRO, J. C. Danos de membrana em gramíneas forrageiras submetidas à salinidade. In: I Simpósio de Pesquisa e Inovação da UFCA, 2015, Crato - CE. **I Simpósio de Pesquisa e Inovação da UFCA**, 2015.

MIRANDA, R. S. Influência de diferentes fontes de N inorgânico na regulação da homeostase K^+/Na^+ e nas respostas fisiológicas de plantas de sorgo forrageiro ao estresse salino. 2011. **Dissertação (Mestrado em Bioquímica)** - Universidade Federal do Ceará. 2011.

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

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia (Recife)** 22.1: 90-112. 2008.

SANEOKA, H.; ISHIGURO, S.; NAGASAKA, C.; OKADA, T.; YAMAUCHI, K.; MOGHAIEB, R. E.; FUJITA, K. Alt tolerance in two gramineae sp. *Panicum maximum* and *Eleusine coracana*: glycinebetaine accumulation and expression of betaine aldehyde dehydrogenase mRNA. In *Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment*. Springer Netherlands, p. 397-400. 1997.

SILVA, L. E. N. *et al.* Photosynthetic changes and protective mechanisms against oxidative damage subjected to isolated and combined drought and heat stresses in *Jatropha curcas* plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 167, n. 14, p. 1157–1164, 2010.

TAJI, T. et al. Important roles of drought- and cold-inducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal, Michigan**, v. 29, p.417-426, 2002

VALE, C. B. D.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, vol. 56, núm. 4, pp. 460-472. UFV. 2009.

VALLURU, R.; VAN DEN ENDE, W. Plant fructans in stress environments: emerging concepts and future prospects. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.59, p. 2905-2916, 2008.

VILLORA, G.; PULGAR, G.; MORENO, D.; ROMERO, L. Salinity treatments and their effect on nutrient concentration in Zucchini Plants (*Cucurbita pepo* L. Var. *Moschata*). **Australian Journal of experimental Agriculture, collingwood**, v. 37. p.605-608, 1997.

ZHENG, Y.; JIA, A.; NING, T.; LI, Z; JIANG, G.; Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. **Journal of plant physiology**, v, 165, p.1455-1464. 2008.