

TEOR DE AMINOÁCIDOS COMO RESPOSTAS ADAPTATIVAS DE MILHETO (*Pennisetum glaucum*) AO ESTRESSE HÍDRICO E SALINO



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

*Amino acid content as adaptative responses of millet (*pennisetum glaucum*) at water and saline stress*

*Teor de aminoácidos como respuestas adaptativas de miles (*pennisetum glaucum*) al estrés hídrico y salino*

Antônia Gorete da Silva Galdino¹, Toshik Iarley da Silva^{2*}, Johny de Souza Silva¹, Cícero Lucas da Silva³

¹ Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.

³ Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Universidade Federal do Cariri, Crato-CE, Brasil.

*Correspondência: Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais. CEP: 36570-900. E-mail: iarley.toshik@gmail.com

Artigo recebido em 11/10/2017 aprovado em 20/03/2018 publicado em 31/03/2018.

RESUMO

A família Poaceae é constituída de plantas popularmente conhecidas por gramíneas e possui elevado número de espécies adaptadas a diferentes habitats. Com vista nisso, o presente trabalho objetivou analisar a influência dos estresses hídricos e salinos no teor de aminoácidos totais em plantas de *Pennisetum glaucum*. Para o estresse salino, as plantas foram submetidas ao tratamento com 60 mM de NaCl, enquanto que para o estresse hídrico usou-se 8% de polietilenoglicol nas soluções nutritivas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (estresse hídrico, salino e controle) e sete repetições. O teor de aminoácidos como uma resposta à deficiência hídrica e à salinidade teve um maior registro nas folhas novas, onde apenas a salinidade influenciou no teor de aminoácidos. De modo geral, o teor de aminoácidos em folhas novas, intermediárias e raízes não foram influenciadas pelos estresses estudados. Com isso, destaca-se que a espécie mostrou-se bem adaptada às condições de estresse hídrico e salino aumentando o teor de aminoácidos nos seus tecidos.

Palavras-chave: *solutos orgânicos, estresse salino, gramíneas.*

ABSTRACT

The Poaceae family is consists of plants popularly known as grasses and has a high number of species adapted to different habitats. In view of this, the present work aimed to analyze the influence of saline and water stresses in total amino acids content of *Pennisetum glaucum* plants. For saline stress, the plants were subjected at treatment with 60 mM of NaCl, while that for water stress was used 8% of polyethylene glycol in the nutritive solutions. The experimental design was a completely randomized design with three treatments (water stress, saline and control) and seven replications. The content of amino acids as response to hydric deficiency and at salinity had higher registration in the new leaves, where only the salinity influenced the content of amino acids. In general, the amino acid content in new leaves, intermediates and roots were not influenced by the stresses studied. Thus, the species showed to be well adapted at water and saline stress conditions, increasing the amino acid content in their tissues.

Keywords: *organic solutes, saline stress, grasses.*

RESUMEN

La familia Poaceae está constituida de plantas popularmente conocidas por gramíneas y posee un elevado número de especies adaptadas a diferentes hábitats. Con vistas a ello, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la influencia de los estrés hídricos y salinos en el contenido de aminoácidos totales en plantas de *Pennisetum glaucum*. Para el estrés salino, las plantas fueron sometidas al tratamiento con 60 mM de NaCl, mientras que para el estrés hídrico se usó un 8% de polietilenglicol en las soluciones nutritivas. El delineamiento experimental utilizado fue el completamente casualizado con tres tratamientos (estrés hídrico, salino y control) y siete repeticiones. El contenido de aminoácidos como una respuesta a la deficiencia hídrica ya la salinidad tuvo un mayor registro en las hojas nuevas, donde sólo la salinidad influyó en el contenido de aminoácidos. En general, el contenido de aminoácidos en hojas nuevas, intermedias y raíces no fue influenciado por las tensiones estudiadas. Con ello, se destaca que la especie se mostró bien adaptada a las condiciones de estrés hídrico y salino aumentando el contenido de aminoácidos en sus tejidos.

Descriptor: solutos orgánicos, estrés salino, gramíneas.

INTRODUÇÃO

A salinidade é uma condição do solo que ocorre principalmente nas regiões áridas e semiáridas do mundo. A restrita precipitação pluviométrica nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, menor grau de intemperização das rochas, drenagem deficiente, altos índices de fertilizantes aplicados e a utilização de água de má qualidade (que, em muitos casos, são ricas em sais), conduzem à formação de solos com alta concentração de sais o que causa preocupação para a agricultura atual. No Brasil, uma maior importância em relação a esse assunto é dada ao Sertão nordestino, onde a evapotranspiração supera a precipitação e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e, conseqüentemente, a lixiviação dos sais do solo (SCHOSSLER et al., 2012; PEDROTTI et al., 2015).

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; TESTER, 2008).

Algumas espécies possuem mecanismos de tolerância para sobreviver em ambientes salinos, dentre

essas espécies destacam-se as gramíneas. 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 (SCHOSSLER et al., 2012).

O estudo do estresse hídrico em plantas e das suas respostas envolvem processos fisiológicos e bioquímicos, que são de fundamental importância para o desenvolvimento do vegetal. Entre esses, variações promovidas nos teores de aminoácidos. Devido sua grande importância, como osmorreguladores, os aminoácidos, ganham cada vez mais destaque no cenário acadêmico. Segundo Paixão et al. (2014), o ajuste osmótico por meio do acúmulo dessa classe de solutos nas plantas é uma das alternativas para assegurar a turgência e conteúdo de água nas células.

Sendo assim, o presente trabalho, objetivou analisar a influência dos estresses hídricos e salinos no teor de aminoácidos totais em plantas de *Pennisetum glaucum* na região do Cariri cearense.

MATERIAIS E MÉTODOS

A condução do experimento foi realizada no Laboratório de Biologia e em casa de vegetação, ambos no centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri (UFCA), localizado no município do Crato-Ceará. As análises de

espectrofotometria foram realizadas no Laboratório de Química da UFCA no município de Juazeiro do Norte-Ceará, no período de março a junho de 2016.

Foram utilizadas sementes de *P. glaucum* esterilizadas com solução de hipoclorito de sódio diluído em água destilada na proporção de 1:3. As mesmas foram semeadas em copos de polietileno (100 ml), contendo vermiculita umedecida com uma solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) a 0,5 mM para incentivar a germinação. Para cada copo foram colocadas 10 sementes.

Em seguida, os copos foram levados para a casa de vegetação onde permaneceram sob luminosidade natural da região, a uma temperatura média foi de 27,6 °C e umidade relativa média de 56,6%, ambos os valores foram obtidos por meio de um termohidrômetro portátil. Diariamente foram adicionados 30 ml de água destilada para repor a umidade perdida pela evapotranspiração, porém, no quinto dia foi novamente adicionado a solução de CaCl_2 substituindo o uso da água destilada.

Após dez dias da semeadura, as plântulas foram selecionadas de forma homogênea e transferidas para vasos de 2,3 L contendo solução nutritiva de Hoagland. Em cada vaso foram colocadas duas plântulas, onde permaneceram por sete dias. Com as plantas já em vaso foi feita a aeração constante das raízes onde foi mantida por um sistema de bombas de ar e pedras porosas. O pH foi monitorado e mantido na faixa entre 5,5 a 6,5. Para fins de correção do pH foi utilizado NaOH ou HCl a 1,0 mM.

As plantas foram transferidas e acondicionadas em vasos com capacidade para 1 L de solução, onde foram colocadas uma planta em cada. Os tratamentos utilizados foram Hoagland controle, Hoagland salino e Hoagland hídrico, sendo que o tratamento salino recebeu 60 mM de NaCl e o tratamento hídrico recebeu

8% de polietilenoglicol ($\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n\text{H}$). A concentração dos tratamentos foi elaborada a partir de estudos preliminares. Os estresses salino e hídrico foram aplicados fracionadamente para evitar choque osmótico nas plantas, nos períodos da manhã e final da tarde, o estresse durou sete dias.

Análises de aminoácidos

A quantificação do teor de aminoácidos totais na parte aérea e raízes de *P. glaucum* foi determinada a partir de extratos etanólicos. As amostras (100 µl) da PA foram misturadas com solução de 400 µl de etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) 80%, 1,5 mL de ninidrina ($\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$) 3% e em seguida aquecidas em banho-maria a 95 °C durante sete minutos. Após esfriamento em um recipiente contendo água gelada (banho de gelo), as leituras de absorbância foram determinadas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV- 1800) a 570 nm. A curva de calibração foi elaborada com uma solução padrão de prolina em diferentes concentrações, expresso em mg g^{-1} de MF.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e sete repetições, totalizando 21 parcelas experimentais. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e, quando necessário, foi realizada transformação a raiz de $X+1$, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas submetidas ao estresse hídrico passam por uma redução na disponibilidade de água para os processos associados ao transporte, o que pode causar mudanças na concentração de muitos metabólitos, seguidas por distúrbios nos hidratos de carbono e no metabolismo de aminoácidos (SANTOS et al., 2010). O acúmulo dos aminoácidos e açúcares livres pode ser originado da restrição à síntese de proteínas e da

hidrólise das reservas de amido, podendo ser também oriundos de distúrbios ocasionados pela deficiência de água nos tecidos do floema, diminuindo a sua translocação para outros órgãos da planta (CARVALHO, 2005).

Com isso, verifica-se a necessidade de avaliar a relação entre o estresse ocasionado por fatores

abióticos e a produção de aminoácidos relacionados aos mesmos. Na Tabela 1, observa-se a análise de variância (ANOVA) dos teores de aminoácidos das variáveis: massa fresca das folhas novas, massa fresca das folhas intermediárias e massa fresca das raízes de *P. glaucum* submetido ao estresse hídrico e salino.

Tabela 1. Análise de Variância (ANOVA) dos teores de aminoácidos das variáveis Massa Fresca das Folhas Novas (MFFN), Massa Fresca das Folhas Intermediárias (MFFI) e Massa Fresca das Raízes (MFR) de *P. glaucum* submetido ao estresse hídrico e salino.

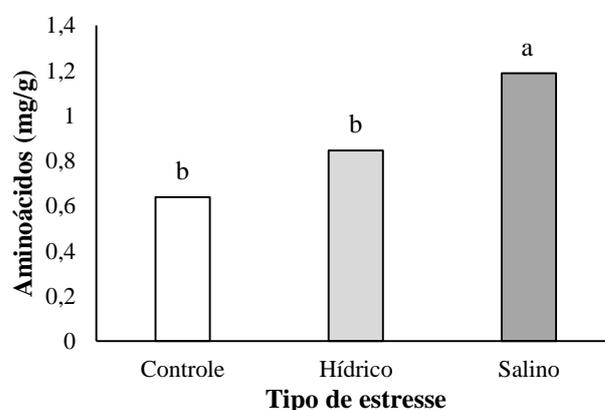
Fator de variação	GL	QM		
		MFFN	MFFI ¹	MFR ¹
Tratamento	2	0,068384 **	0,00176 ^{NS}	0,050813 ^{NS}
Resíduo	18	0,004591	0,001373	0,032056
CV (%)		4,94	3,2	12,99
DMS		0,264148	0,116747	0,722472

¹: Dados transformados a raiz de X+1. **: Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. NS: Não significativo. GL: Grau de Liberdade. QM: Quadrado Médio. CV (%): Coeficiente de Variação. DMS: Diferença Mínima Significativa.

Verificou-se efeito significativo do tratamento salino sobre a variável massa fresca de folhas novas. Apesar dos efeitos tóxicos da salinidade sobre as folhas de *P. glaucum*, os indicadores de efeito da salinidade, teores de aminoácidos não diminuíram na presença do sal. Ao contrário, no tratamento salino com 60 mM de NaCl, houve aumento significativo dessa variável em relação ao controle.

Além dos efeitos ao estresse do potencial hídrico baixo, efeitos de toxicidade iônica específicos também ocorrem, quando concentrações prejudiciais de íons acumulam-se nas células (TAIZ e ZEIGER, 2009). Na Figura 1 é possível observar o teor de aminoácidos na massa fresca das folhas novas de *P. glaucum* submetido ao estresse hídrico e salino.

Figura 1. Teor de aminoácidos na massa fresca das folhas novas de *P. glaucum* submetido aos estresses hídrico e salino.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

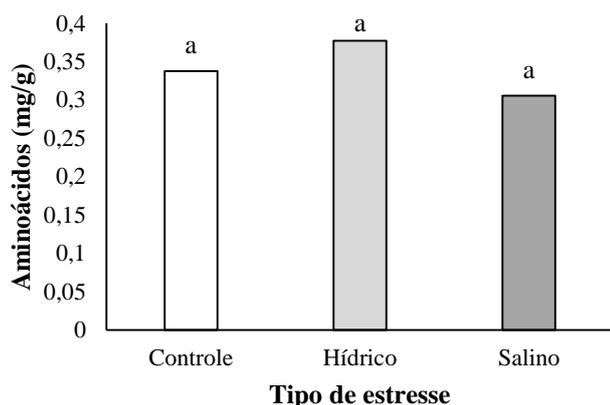
Como observa-se na Figura 1, apenas o estresse salino diferiu estatisticamente do tratamento controle para a variável teor de aminoácidos na massa fresca das folhas novas de *P. glaucum*. Apesar de não haver efeito significativo do estresse hídrico sobre os teores de aminoácidos em folhas novas, o mesmo

apresentou um incremento de 24,4 %, quando comparado com o controle.

Silva et al. (2010), ao avaliarem a resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica, enxertado em porta-enxerto tolerante, observam que a concentração de aminoácidos aumentou significativamente em todas as plantas submetidas ao déficit hídrico. Pois, nas plantas sob deficiência hídrica ocorrem aumento dos teores de aminoácidos, em especial a prolina, que pode estar relacionado ao aumento da atividade das enzimas proteolíticas promovendo uma disponibilidade maior de aminoácido livre, no sentido de proteger os tecidos vegetais contra esse estresse. Nesse ínterim, pode-se salientar que o acúmulo dessa classe de solutos pode ser considerado como um possível indicador de estresse salino.

O teor de aminoácidos na massa fresca das folhas intermediárias de *P. glaucum* submetido ao estresse hídrico e salino é mostrado na Figura 2, onde não foi observado efeito significativo entre os tratamentos.

Figura 2. Teor de aminoácidos na massa fresca das folhas intermediárias de *P. glaucum* submetido aos estresses hídrico e salino.

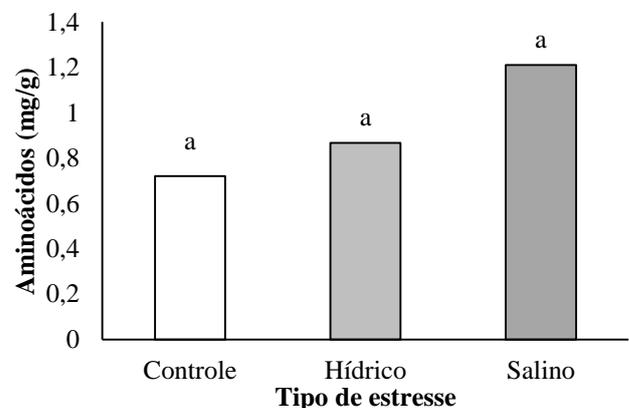


Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo realizado em pinhão-manso por Silva et al. (2009), esses autores observaram que os conteúdos de aminoácidos livres totais em plantas com estresse, em comparação às de plantas controle,

permaneceram praticamente inalterados até a concentração de 50 mM de NaCl. No entanto, nos níveis de 75 e 100 mM, houveram aumento significativo de 28 e 52%, respectivamente. Resultados diferentes foram observados por Abreu (2004), ao constatar aumentos dos teores de aminoácidos em folhas de plântulas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) anão precoce submetidas à salinidade. Em relação aos teores de aminoácidos nas raízes, pode-se observar (Figura 3) que não houve diferenças significativas para nenhum dos tipos de estresse aplicado em relação ao tratamento controle.

Figura 3. Teor de aminoácidos na massa fresca das raízes de *P. glaucum* submetido aos estresses hídrico e salino.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo não apresentando diferenças significativas, constatou-se que os estresses hídrico e salino apresentaram médias 16,92 e 40,42% maiores em comparação com o tratamento controle. Provavelmente, o aumento no teor de aminoácidos pode resultar do processo de degradação das proteínas, ocasionado pela exposição ao acúmulo de NaCl, que pode direcionar a síntese desses compostos. Bioquimicamente, as plantas alteram o metabolismo de diversas maneiras, para ajustarem-se aos estresses ambientais, incluindo a produção de compostos osmorreguladores, tais como a prolina (aminoácido) e glicina betaína (amina quaternária) (TAIZ e ZEIGER, 2009).

CONCLUSÃO

O teor de aminoácidos como uma resposta a deficiência hídrica e à salinidade teve um maior registro nas folhas novas, sendo que o tratamento com estresse salino superou-se em comparação com o hídrico. Porém, nas folhas intermediárias como nas raízes não se observou diferenças entre os estresses estudados e o controle, no entanto, com relação à adaptação aos estresses hídrico e salino a espécie *P. glaucum* apresentou um menor acúmulo de sais, aumentando o teor de aminoácidos nas folhas novas. Esta espécie mostrou uma boa resistência em relação aos estresses estudados. Com isso, infere em dizer que a mesma pode ser produzida em níveis satisfatórios em regimes de estresses salino e hídrico moderados. Novos estudos poderão ser realizados, no tocante à máxima tolerância dessa espécie aos estresses estudados.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. E. B. **Crescimento, osmorregulação e mobilização de reservas em plântulas de cajueiro anão-precoce submetidas à salinidade**. 2004. 60 f. Monografia (Graduação em Biologia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 907-914, 2005.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 7, p. 1039-1042, 2011.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

PAIXÃO, C. L.; JESUS, D. S.; NETO, A. D. A.; Caracterização fisiológicas e bioquímicas de genótipos de girassol com tolerâncias diferenciada ao estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 2011, 2014.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

SANTOS, C. F.; LIMA, G. P. P.; MORGADO, L. B. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração. **Naturalia**, v. 33, p. 34-44, 2010.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAULINO, F. C.. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p. 1563-1578, 2012.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-mansão submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.437-445, maio 2009.

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. F.; FERRÃO, M. A. G.; MATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível a deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.5, p.457-464, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.