

CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS DO MILHO SOB ESTRESSE SALINO E DOSES DE NITROGÊNIO

Henderson Castelo Sousa¹

Geocleber Gomes de Sousa²

RESUMO

O excesso de sais pode afetar diversos processos nas culturas, e o nitrogênio (N) pode atenuar o efeito depressivo da salinidade. Objetivou-se avaliar a influência da adubação nitrogenada no crescimento e nas trocas gasosas da cultura do milho irrigada com água salina. O experimento foi conduzido no período de junho a setembro de 2019, na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção - CE. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 3 (água de abastecimento de 0,3 dS m⁻¹ e solução salina de 3,0 dS m⁻¹ - e três doses de nitrogênio - 0, 80 e 160 kg ha⁻¹) correspondendo a 0, 50 e 100% da recomendação respectivamente, com seis repetições. Aos 30 e 45 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas altura de planta, área foliar, número de folhas, fotossíntese, transpiração e a condutância estomática. O estresse salino afeta a altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 30 DAS. As doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ proporcionam maior desempenho em altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 30 DAS. O uso de água de baixa salinidade e as doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ foram mais eficientes quanto à altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 45 DAS. A dose de 160 kg ha⁻¹ de N atenua os efeitos deletérios dos sais nas plantas de milho híbrido AG 1051 proporcionando maiores valores de fotossíntese, transpiração e condutância estomática aos 45 DAS, quando irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays*, estresse salino, nitrogênio

GROWTH AND GAS EXCHANGE OF CORN UNDER SALT STRESS AND NITROGEN DOSES

¹ Discente do curso de Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB. castelohenderson@gmail.com

² Orientador. Prof. do curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB. sousagg@unilab.edu.br

Data de submissão: 26/12/2019 – Data de aprovação: 01/12/2020

ABSTRACT

The excess of salts can affect several processes in crops, and nitrogen (N) can attenuate the depressive effect of salinity. The objective of present study was to evaluate the influence of nitrogen fertilization on the growth and gas exchange of the corn crop irrigated with saline water. The experiment was carried out from June to September 2019, at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony, Redenção - CE. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 3 factorial arrangement (supply water 0.3 dS m⁻¹ and saline solution of 3.0 dS m⁻¹ - and three doses of nitrogen fertilization - 0, 80 and 160 kg ha⁻¹) corresponding to 0, 50 and 100% respectively, with six repetitions. At 30 and 45 days after sowing (DAS), plant height, leaf area, number of leaves, photosynthesis, transpiration and stomatal conductance were evaluated. Saline stress affects plant height, leaf area, photosynthesis, transpiration and conductance at 30 DAS. The doses of 80 and 160 kg ha⁻¹ provide greater performance in plant height, leaf area, photosynthesis, transpiration and conductance at 30 DAS. The use of low-salinity water and doses of 80 and 160 kg ha⁻¹ were more efficient in terms of plant height, leaf area, photosynthesis, transpiration and conductance at 45 DAS. The dose of 160 kg ha⁻¹ of N attenuates the deleterious effects of salts in AG 1051 hybrid maize plants, providing higher values of photosynthesis, transpiration and stomatal conductance at 45 DAS, when irrigated with water of 3.0 dS m⁻¹.

Key words: *Zea mays*, saline stress, nitrogen

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no Brasil, muito utilizado na alimentação humana e animal. Mesmo com grande importância, parte dos produtores cultivam o milho muitas vezes de forma inadequada, sendo necessários estudos práticos voltados para agricultura irrigada aliada ao correto manejo de adubação (Dantas Junior et al., 2016).

A irrigação com águas salobras desponta como um ponto necessário nesses estudos práticos, já que a salinidade do solo e da água são um dos principais obstáculos ao sistema de produção das culturas, principalmente em regiões onde a evapotranspiração supera a precipitação pluviométrica, como no semiárido brasileiro (Silva et al., 2013).

A utilização de águas salinas afeta negativamente o crescimento e o metabolismo vegetal, reduzindo as trocas gasosas, absorção de nutrientes e a produtividade das culturas. Confirmando essa informação, Sousa et al. (2016) observaram que o estresse salino diminui a fotossíntese, condutância estomática e a transpiração, Costa et al. (2018) e Rodrigues et al.

(2020) verificaram efeitos negativos na absorção de elementos minerais e na produtividade na cultura de milho, respectivamente.

A adubação adequada ajuda a aumentar o crescimento e o rendimento das culturas. Entre as fontes de adubo, os nitrogenados fornecem o nitrogênio (N), um dos macronutrientes mais absorvidos pela cultura do milho, desempenhando papel importante no seu crescimento, vem sendo utilizado em ambiente salino como atenuador do efeito depressivo da salinidade, auxiliando no acúmulo de compostos orgânicos nitrogenados, como prolina e aminoácidos livres, que contribuem diretamente para o ajuste osmótico e proteção das estruturas e funções celulares resultando em um melhor crescimento das plantas (Perveen & Nazir, 2018; Braz et al., 2019).

Vale salientar que nos últimos anos, estudos descrevem benefícios da adubação nitrogenada em plantas cultivadas em ambiente salino (Silva et al., 2016). No entanto, mesmo com esses benefícios, não há unanimidade sobre os efeitos positivos de tal prática, ou seja, são necessários mais estudos sobre as respostas relacionadas à interação entre adubação nitrogenada e estresse salino.

Diante desse cenário, objetivou-se avaliar a influência da adubação nitrogenada no crescimento e nas trocas gasosas da cultura do milho irrigada com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido a pleno sol em área pertencente à Unidade de Produção de Mudanças Auroras (UPMA), na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizado no Campus das Auroras, na cidade de Redenção-CE, (no período de junho a setembro de 2019, com coordenadas de 4° 13' 33" S e longitude 38° 43' 39" E). Segundo Köppen (1923), o clima da região é Aw: clima tropical com estação seca de Inverno, temperatura média do mês mais quente superior a 38 °C e a do mês mais frio inferior a 20 °C.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2 x 3, com seis repetições, correspondentes a dois valores de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa: (água de abastecimento 0,3 dS m⁻¹ e solução salina de 3,0 dS m⁻¹); associado a três doses de nitrogênio (0, 80 e 160 kg ha⁻¹) calculadas de acordo com recomendações de Coelho (2006) correspondendo a 0, 50 e 100% respectivamente, aplicados de forma parcelada durante o período de avaliação, utilizando-se ureia como fonte (45% de N). Também foram realizadas três aplicações (fundação e cobertura) de superfosfato triplo e

cloreto de potássio, totalizando 70 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, respectivamente. Assim para um stand de 10.000 plantas a dosagem por vaso por planta foi de 16 g N; 7 g P₂O₅ e 12 g de K₂O.

As sementes de milho híbrido AG 1051 foram semeadas em vasos de material plástico flexível com capacidade volumétrica de 25 L adaptados para lisímetro de drenagem, colocando-se cinco sementes por vaso, deixando, aos 12 dias após a semeadura (DAS) apenas 1 planta por vaso, os quais foram preenchidos com substrato contendo arisco, areia e esterco bovino na proporção 3:1:1 (base volume), respectivamente, cuja análise química revelou a seguinte composição N = 0,26 g kg⁻¹; P = 65 mg kg⁻¹; K⁺ = 0,65 cmol_c kg⁻¹; Ca²⁺ = 1,20 cmol_c kg⁻¹; Mg²⁺ = 1,20 cmol_c kg⁻¹; Na⁺ = 0,33 cmol_c kg⁻¹; H⁺ + Al³⁺ = 1,32 cmol_c kg⁻¹; Al³⁺ = 0,15 cmol_c kg⁻¹; S = 3,4 cmol_c kg⁻¹; T = 4,7 cmol_c kg⁻¹; V% = 72; PST = 7%; MO = 4,34 g kg⁻¹; pH = 6,2; CE = 1,19 dS m⁻¹).

A água de irrigação foi preparada através da dissolução de sais (NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O), na proporção equivalente de 7:2:1 entre Na, Ca e Mg, obedecendo a relação entre CEa e a sua concentração (mmol_c L⁻¹ = CE × 10), conforme metodologia contida em Rhoades et al. (2000), sendo a irrigação aplicada diariamente de forma manual, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019), mantendo-se o solo na capacidade de campo.

A irrigação com água de maior concentração salina teve início aos 13 DAS e as aplicações das doses de nitrogênio aos 19 DAS, quando as culturas estavam totalmente estabelecidas.

As análises de crescimento e trocas gasosas foram realizadas aos 30 e 45 (DAS), onde as variáveis analisadas foram: altura de planta (AP) utilizando uma trena, medindo-se a distância entre a superfície do solo e o ápice da planta (cm); área foliar (AF) sendo calculada através das medidas lineares de comprimento e largura máxima do limbo foliar (cm), multiplicando os valores pelo fator de correção (0,75) obtendo a expressão (AF = 0,75 (CxL)), conforme metodologia de Oliveira et al. (2016), e o número de folhas (NF) através da contagem direta das folhas totalmente expandidas. Para determinação da fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E), foram escolhidas folhas totalmente expandidas de cada planta e utilizado um analisador de gás no infravermelho IRGA (LI 6400 XT da LICOR), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹; as medições foram feitas entre 10 e 12 horas.

Os dados após coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e nos casos de significância da interação ou dos fatores isolados, realizou-se teste de Tukey aos

níveis de 0,01 ou 0,05 de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Assistat. 7.7 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 aos 30 DAS que as variáveis altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e condutância estomática foram influenciadas de forma isolada pelos fatores salinidade e doses, e a variável número de folhas pela interação. Aos 45 DAS os fatores de forma isolada influenciaram a altura de plantas e área foliar, já as variáveis número de folhas, fotossíntese, transpiração e condutância estomática sofreram efeito significativa da interação dos fatores.

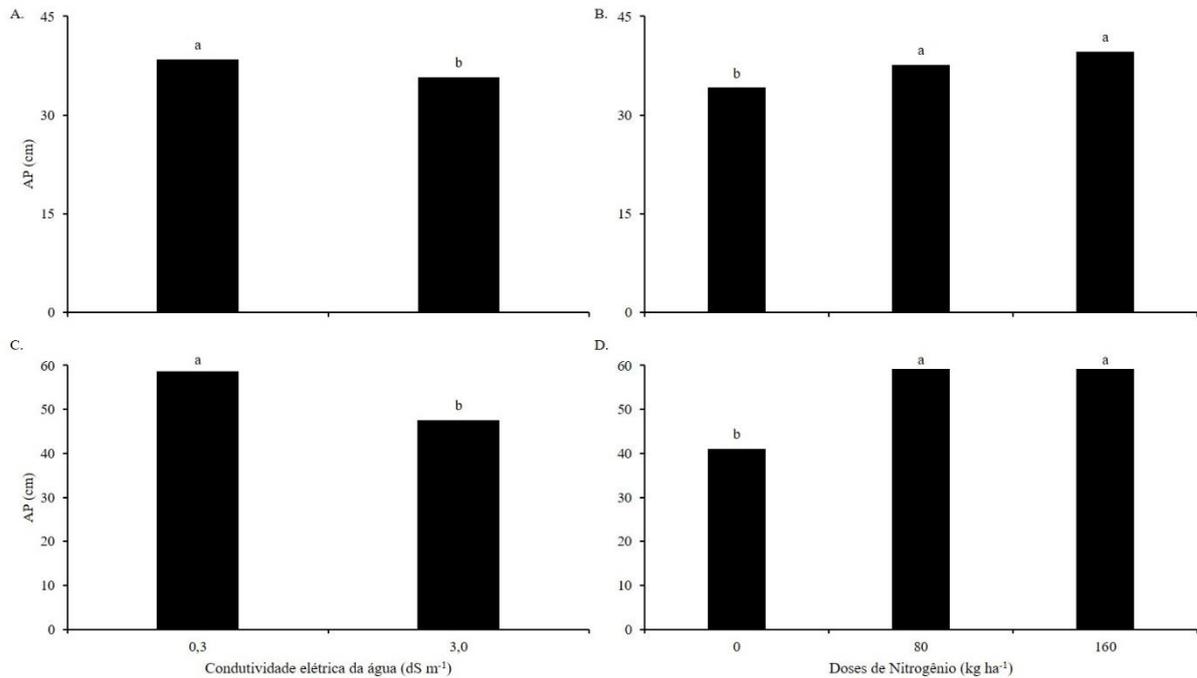
Tabela 1 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), área foliar (AF), número de folhas (NF), fotossíntese (A), transpiração (E) e condutância estomática (gs), aos 30 e 45 DAS em plantas de milho sob diferentes condutividades elétricas da água e doses de adubação nitrogenada

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	AF	NF	A	E	gs
30 DAS							
Salinidade (S)	1	66,15*	11417,56**	10,02**	100,36**	2,25**	0,22**
Doses (D)	2	91,12**	7479,43*	13,08**	69,32**	0,63**	0,20**
S x D	2	1,80 ^{ns}	515,27 ^{ns}	1,69*	4,90 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,009 ^{ns}
Tratamentos	5	50,40**	5481,39*	7,91**	49,76**	0,71**	0,13**
Resíduo	30	9,09	1505,52	0,43	6,17	0,02	0,02
CV (%)	-	8,12	17,42	6,79	8,05	4,47	33,96
45 DAS							
Salinidade (S)	1	1116,22**	50948,95**	11,11**	31,21**	0,30**	0,004**
Doses (D)	2	1325,69**	108764,49**	30,52**	56,52**	1,05**	0,01**
S x D	2	62,49 ^{ns}	1022,53 ^{ns}	4,19**	12,00*	0,01*	0,001**
Tratamentos	5	778,52**	54104,60**	16,11**	33,65**	0,48**	0,008**
Resíduo	30	34,72	3548,40	0,32	2,19	0,002	0,00007
CV (%)	-	11,08	12,97	5,81	9,06	2,97	4,45

FV - Fonte de variação; GL - Graus de liberdade; CV (%) - Coeficiente de variação; *, **, ns - Significativo a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e não significativo, respectivamente. Fonte: Autor (2020)

As plantas irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹ cresceram mais em altura nas duas épocas estudadas (Figura 1A - 1C). As doses de nitrogênio, apesar de superarem à ausência de adição do nutriente não diferiram entre si aos 30 e 45 DAS. (Figura 1B - 1D).

Figura 1 - Altura de plantas (AP) de milho aos 30 dias após a semeadura - DAS (A-B) e aos 45 DAS (C-D), sob diferentes condutividades elétricas (A, C) da água e doses de adubação nitrogenada (B, D)



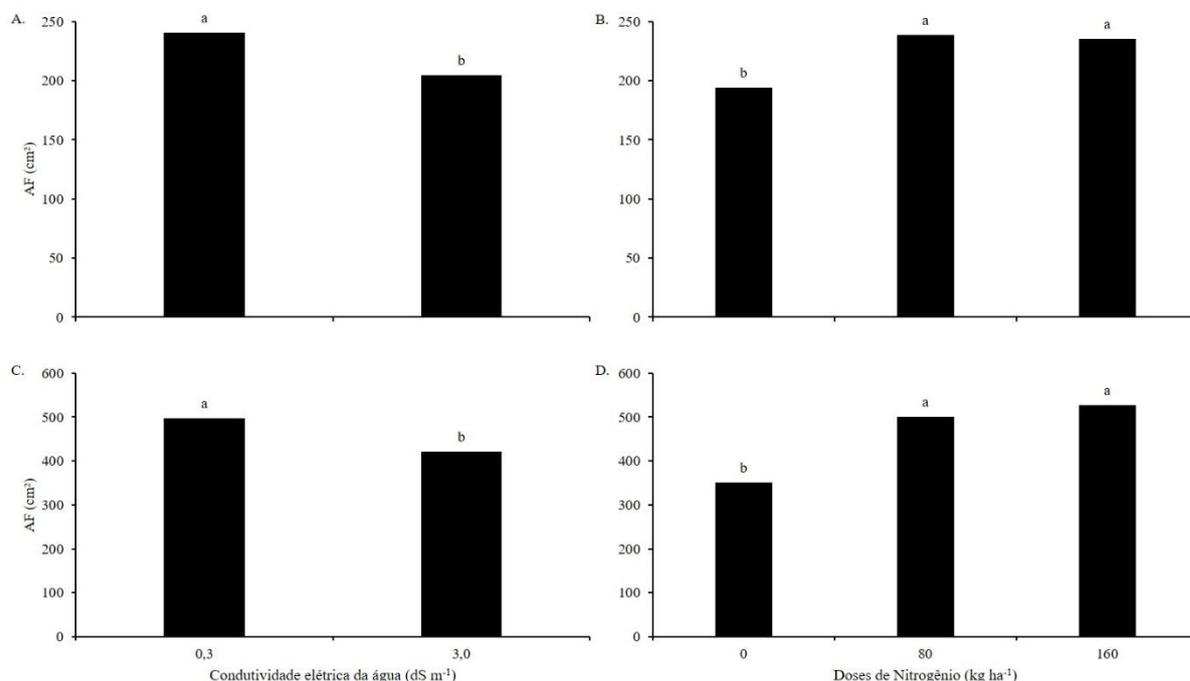
Fonte: Autor (2020)

A redução da altura das plantas com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação pode ser explicada pelo fato de que a água com alta concentração de sais diminui o potencial de turgência das células afetando assim o crescimento das mesmas (Braz et al., 2019). Essa resposta da salinidade quanto à altura de plantas também foi observada por Sousa et al. (2016) ao trabalharem com a cultura do milho, obtendo menores valores a partir da irrigação com águas de 1,5 dS m⁻¹.

O efeito positivo do nitrogênio para essa variável está relacionado à função estrutural do mesmo uma vez que esse nutriente faz parte de enzimas e hormônios que favorecem o crescimento das plantas (Prado, 2008), o que também foi observado por Khan et al. (2014), que obtiveram altura de planta superiores na cultura do milho quando incrementadas com adubação nitrogenada similar ao deste estudo (150 kg ha⁻¹).

A água de 0,3 dS m⁻¹ possibilitou os melhores resultados de área foliar (Figura 2A – 2C), e, para as doses de adubação nitrogenada, os tratamentos que receberam 160 e 80 kg ha⁻¹ (Figura 2B a D).

Figura 2 - Área foliar (AF) de plantas de milho aos 30 dias após a semeadura - DAS (A-B), e aos 45 DAS (C-D), sob diferentes condutividades elétricas da água (A, C) e doses de adubação nitrogenada (B, D)



Fonte: Autor (2020)

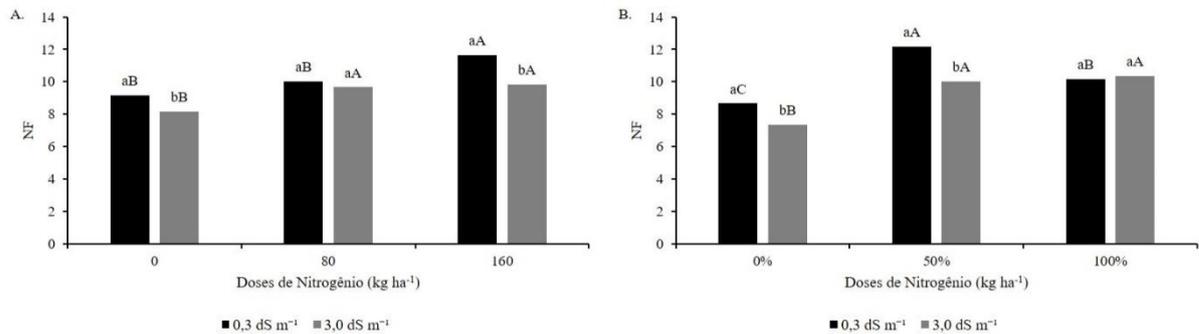
Com o aumento da salinidade da água o potencial osmótico do solo diminui, fazendo com que a planta não consiga se ajustar osmoticamente, reduzindo assim a absorção de água pelas raízes e a quantidade de água na planta, fazendo com que a planta diminua a sua área foliar e assim a sua perda de água por transpiração (Taiz et al., 2017). Resultados similares ao deste estudo foram encontrados por Sousa et al. (2016) ao irrigarem com água de salinidade crescente (0,8 a 6,0 dS m⁻¹) a cultura do milho. Braz et al. (2019) também obtiveram reduções na área foliar em plantas de milho com o acúmulo de sais na água de irrigação.

Para o efeito das doses de nitrogênio, a dose de 100% (160 kg ha⁻¹), proporcionou maior crescimento das plantas acarretando uma maior expansão e divisão celular e conseqüentemente em uma maior área foliar. Troyjack et al. (2018), trabalhando com a cultura do milho, também obtiveram maior área foliar com o aumento da adubação nitrogenada. Braz et al. (2019) trabalhando com milho, obtiveram resultados semelhantes, ou seja, a maior dose nitrogênio proporcionou maior área foliar.

O maior número de folhas aos 30 DAS foi encontrado quando as plantas foram irrigadas com água de baixa salinidade sob a dose de 160 kg ha⁻¹ da adubação (Figura 3A).

Aos 45 DAS (Figura 3B), os tratamentos com irrigação com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, associado a adubação de 80 kg ha^{-1} proporcionaram maior número de folhas.

Figura 3 - Número de folhas (NF) de plantas de milho aos 30 dias após a semeadura (A), e aos 45 DAS (B), sob diferentes condutividades elétricas da água e doses de adubação nitrogenada

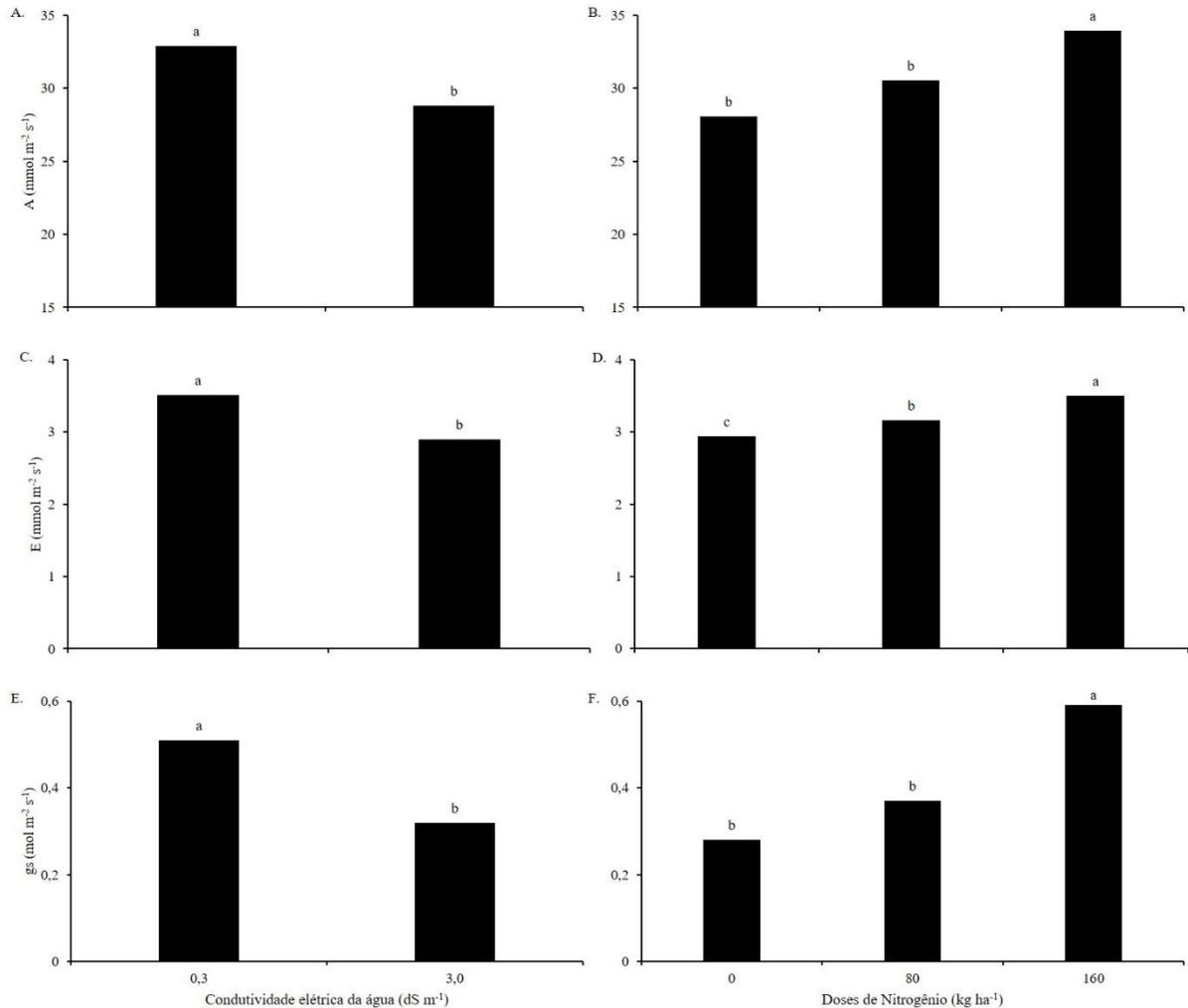


Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de recomendação de nitrogênio ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autor (2020)

O estresse salino foi mais agressivo nos tratamentos sem a aplicação das doses de nitrogênio, podendo ser atribuído efeito osmótico intensificado pela queda de folhas devido ao efeito iônico dos sais, levando à queima e subsequente senescência das folhas, ambas com o objetivo de reduzir a perda de água (Lima et al., 2014). Os tratamentos que receberam dosagem de N tiveram menor efeito deletério dos sais, possivelmente ligado a função do nitrogênio em aumentar o número de folhas da maioria dos vegetais (Prado, 2008). O referente resultado está em concordância com o obtido por Martínez-Eixarch et al. (2013), quando obtiveram interação entre salinidade e adubação nitrogenada para a variável número de folhas em duas cultivares de arroz, onde ambas apresentaram maior número com o aumento da adubação.

As variáveis de fotossíntese, transpiração e condutância estomática aos 30 DAS (Figura 4A, C e E, respectivamente), observa-se que os melhores resultados foram obtidos quando as plantas de milho foram irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, sendo afetadas negativamente com o aumento da CEa. Já para as doses de nitrogênio (Figura 4B, D e F), a aplicação de 160 kg ha^{-1} de N favoreceu um melhor resultado das variáveis estudadas quando comparadas com as doses de 0 e 80 kg ha^{-1} .

Figura 4. Fotossíntese - A (A-B), transpiração - E (C-D), condutância estomática - g_s (E-F) aos 30 dias após a semeadura, de plantas de milho sob diferentes condutividades elétricas da água e doses de adubação nitrogenada



Fonte: Autor (2020)

A redução da taxa fotossintética (Figura 4A) deve-se ao ajustamento osmótico que a planta exerce para continuar seus processos metabólicos, no início do estresse salino, a planta responde apenas com o controle estomático, mas com a intensidade do estresse, mecanismos bioquímicos também são desencadeados (Braz et al., 2019). Souza et al. (2019) trabalhando com a cultura da feijão obtiveram resultados similares ao do presente estudo, ou seja, com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação a taxa de fotossíntese foi reduzida.

A salinidade acarreta dificuldade da planta em absorver água do solo o que, conseqüentemente, tende a reduzir a perda de água, com a diminuição da condutância

estomática (Souza et al., 2019), conseqüentemente, ao fecharem os estômatos as plantas reduzem sua transpiração (Figura 4C). Sousa et al. (2016) avaliando o uso de água salina na cultura de milho, concluíram que sob condições de estresse salino a transpiração é reduzida.

A menor taxa de condutância estomática (Figura 4E), se dá devido a presença de sais na zona radicular que ocasiona a menor absorção de água e nutrientes pela planta em detrimento do fechamento dos estômatos, provocando redução do fluxo normal de CO₂ em direção ao sítio de carboxilação, (Bosco et al., 2009). Resultados similares foram percebidos por Sousa et al. (2014), onde descrevem que o estresse salino diminui a condutância estomática em plantas de feijão-caupi.

A dose de nitrogênio (160 kg ha⁻¹), evidenciou maior fotossíntese líquida (Figura 4B). Esse maior rendimento pode ser explicado pela maior síntese de componentes fotossintéticos, dos quais o N é constituinte (Pompeu et al., 2010), como a rubisco e as moléculas de clorofila. Feijão et al. (2013) estudando o efeito de fonte nitrogenada no crescimento e no acúmulo de solutos inorgânicos e orgânicos em plantas de milho submetidas à salinidade, observaram que o incremento de N proporciona maior acúmulo de compostos orgânicos agindo no ajuste osmótico celular, por conseguinte, contribuindo para a eficiência fotossintética. Braz et al. (2019) também evidenciaram maiores taxas de fotossíntese com o incremento de doses de nitrogênio em plantas de milho.

Para o efeito da adubação nitrogenada, Taiz et al. (2017), destacam que esse nutriente essencial, assim como o K, ambos sendo bastante requeridos durante a formação dos cloroplastos, síntese de proteínas e membranas tilacóides, possuindo um papel primordial na transpiração (Figura 4D). O resultado obtido no presente estudo condiz com Braz et al. (2019), ao analisar a transpiração no milho. Esses mesmos autores, obtiveram maiores índices nos tratamentos com maior dose de nitrogênio.

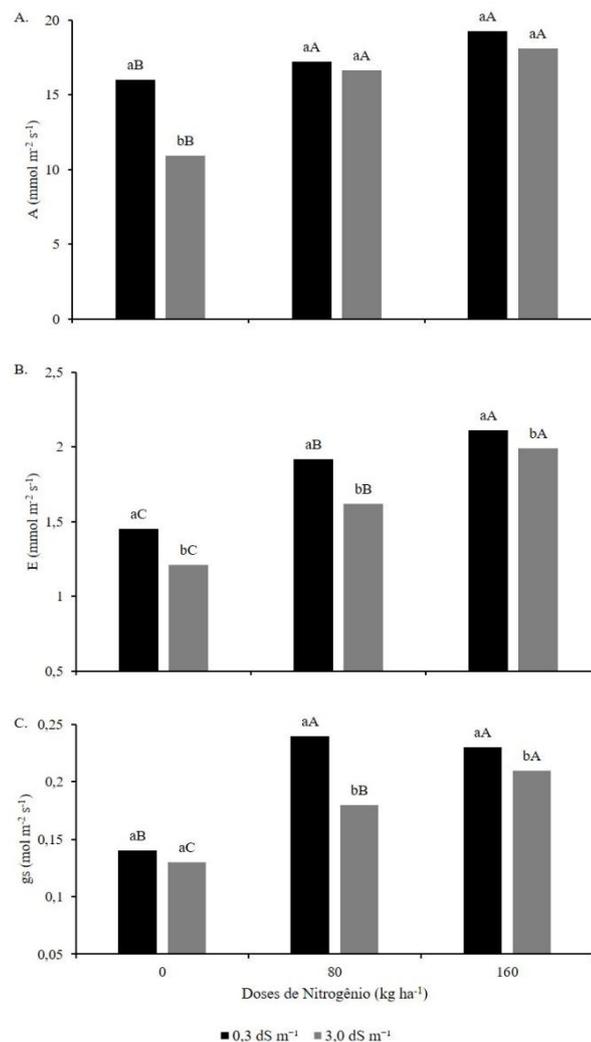
O resultado da redução da *g_s* em plantas com menor quantidade de nitrogênio (Figura 4F), reportam a explicação de (Kumagai et al., 2009), onde a deficiência de nitrogênio, induz no declínio acentuado da assimilação de CO₂, diminuição da capacidade de absorção de luz e na atividade fotossintética no fotossistema II, reduzindo a condutância estomática das plantas de milho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2017) havendo redução das trocas gasosas no milho com estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura, e por Sousa et al. (2016) que observaram que a irrigação com águas salinas provoca redução na condutância estomática em plantas de milho.

A água de baixa salinidade associada as doses de adubação nitrogenada (80 e 160 kg ha⁻¹) proporcionaram os melhores resultados de fotossíntese com 17,23 e 19,26 mmol m⁻² s⁻¹ respectivamente aos 45 DAS (Figura 5A).

Para transpiração (Figura 5B) os maiores valores foram apresentados a partir da irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ associada a dose de 160 kg ha⁻¹ (100%) de nitrogênio obtendo 2,11 mmol m⁻² s⁻¹. Na variável condutância estomática (Figura 5C), os tratamentos que receberam as doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ de N com irrigação de água de baixa condutividade elétrica foram superiores dos demais com valores de 0,24 e 0,23 mol m⁻² s⁻¹ respectivamente.

Figura 5. Fotossíntese - A (A), transpiração - E (B), condutância estomática - gs (C) aos 45 dias após a semeadura, de plantas de milho sob diferentes condutividades elétricas da água e doses de adubação nitrogenada



Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de recomendação de nitrogênio ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte Autor (2020)

No presente estudo, o nitrogênio apresentou a capacidade de reduzir os efeitos deletérios dos sais, auxiliando na realização de processos fisiológicos vitais através da translocação do mesmo, como a exemplo da fotossíntese. Feijão et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes com a cultura do sorgo sudão, constatando melhores resultados de fotossíntese nos tratamentos com incremento de adubação nitrogenada sob irrigação com água salina.

A transpiração obtida pode ser explicada pelos efeitos estomáticos, onde as plantas na presença do Cl^- e Na^+ fecham seus estômatos inibindo fatores fisiológicos. Assim todos os tratamentos, independente das recomendações utilizadas que receberam irrigação com água salina sofreram decréscimo para a variável transpiração em relação a água de baixa salinidade, com isso entende-se que os efeitos osmóticos prevalecem sobre os relacionados ao estado nutricional conforme afirmam Munns & Tester (2008), principalmente quando são submetidas ao estresse salino. O resultado é semelhante ao de Lacerda et. al. (2016) quando obtiveram menores valores de transpiração para os tratamentos com incremento de água salina independente da adubação nitrogenada.

Os menores valores de condutância estomática sob irrigação com água de 3,0 dS m^{-1} podem ser entendidos como um comportamento das plantas em resposta ao estresse salino, sendo que os tratamentos com doses de 0 e 80 kg ha^{-1} de N, as plantas possivelmente comprometeram a abertura estomática afim de evitar a perda de água. Já no tratamento com 160 kg ha^{-1} , observa-se que há um ajustamento no processo fisiológico que permitiu valores similares entre as duas condutividade (0,23 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para 0,3 dS m^{-1} e 0,21 para 3,0 dS m^{-1}), indicando que essa dosagem foi eficiente em nutrir a planta mesmo com a presença de íons tóxicos como Na^+ e Cl^- , mostrando uma relação positiva entre as trocas gasosas e a nutrição de N como reportado por Cechin & Fumis (2004).

De forma similar, Feijão et al. (2011), constataram maiores valores de condutância estomática em plantas de sorgo sudão com adubação nitrogenada sob irrigação com água salina.

CONCLUSÕES

O estresse salino afeta a altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 30 DAS.

As doses de 80 e 160 kg ha^{-1} proporcionam maior desempenho em altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 30 DAS.

O uso de água de baixa salinidade e as doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ foram mais eficientes quanto à altura de plantas, área foliar, fotossíntese, transpiração e a condutância aos 45 DAS.

A dose de 160 kg ha⁻¹ de N atenua os efeitos deletérios dos sais nas plantas de milho híbrido AG 1051 proporcionando maiores valores de fotossíntese, transpiração e condutância estomática aos 45 DAS, quando irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS

Bernardo, S.; Mantovani, E. C.; Silva, D. D. da; Soares, A. A. **Manual de irrigação**. 9.ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545p.

Bosco, M. R. de O.; Oliveira, A. B. de; Hernandez, F. F. F.; Lacerda, C. F. de. **Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela**. Revista Ceres, v.56, p.296-302, 2009.

Braz, R. dos S.; Lacerda, C. F. de.; Assis Júnior, R. N. de; Ferreira, J. F. S.; Oliveira, A. C.; Ribeiro, A. A. **Crescimento e fisiologia do milho sob salinidade da água e adubação nitrogenada em dois solos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.23, p.907-913, 2019.

Cechin, I.; Fumis, T. F. **Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse**. Plant Science, v.166, p.1379-1385, 2004.

Coelho, A. M. Embrapa Milho e Sorgo. Nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. 17 p.

Costa. M. E. da.; Miranda, N. de O.; Pimenta, A. S.; Nascimento, E. K. Á.; Rodrigues, A. P. M. dos S., Mendonça Júnior, A. F. de. **Massa seca e teores de nutrientes de plantas de milho sob efeito de águas salinas e biochar**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v.13, p.672-682, 2018.

Dantas Junior, E. E.; Chaves, L. H. G.; Fernandes, J. D. **Lâminas de irrigação localizada e adubação potássica na produção de milho verde, em condições semiáridas**. Revista Espacios, v.37, p.1-9, 2016.

Feijão, A. R.; Marques, E. C.; Silva, J. B. C. da; Lacerda, C. F. de; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. **Nitrato modula os teores de cloreto e compostos nitrogenados em plantas de milho submetidas à salinidade.** Revista Bragantia, v.72, p.10-19, 2013.

Feijão, A. R.; Silva, J. C. B. DA, Marques, E. C; Prisco, J. T; Gomes-Filho, E; **Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade.** Revista Ciência Agronômica, v.42, p.675-683, 2011.

Khan, F.; Khan, S.; Fahad, S.; Faisal, S.; Hussain, S.; Ali, S.; Ali, A. **Efeito de diferentes níveis de nitrogênio e fósforo na fenologia e produção de variedades de milho.** American Journal of Plant Sciences, v.5, p.2582-2590, 2014.

Köppen, W. P. **Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde.** Berlin: Walter de Gruyter & So., 1923. 369p.

Kumagai, E., Araki, T., Kubota, F. **Characteristics of gas exchange and chlorophyll fluorescence during senescence of flag leaf in different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars grown under nitrogen-deficient condition.** Revista Plant Production Science, v.12, p.285-292, 2009.

Lacerda, C. F. de; Ferreira, J. F. S.; Liu, X.; Suarez, D. L. **Evapotranspiração como critério para estimar a necessidade de nitrogênio no milho sob estresse salino.** Journal of Agronomy and Crop Science, v.202, p.192-202, 2016.

Lima, G. S. de; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, A. O. da. **Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada.** Engenharia Agrícola., v.34, p.854-866, 2014.

Martínez-Eixarch, M.; Zhu, D.; Catalá-Forner, M. del M.; Pla-Mayor, E.; Tomás-Navarro, N. **A água, o nitrogênio e a densidade da planta afetam a resposta da aparência das folhas do arroz direto semeado ao tempo térmico.** Rice Science, v.20, p.52-60, 2013.

Munns, R.; M. Tester, **Mecanismos de tolerância à salinidade.** Annual Review Plant Biology, v.59, p.651-681, 2008.

Oliveira, F de. A.; Medeiros, J. F de.; Cunha, R. C da; Souza, M. W de. L.; Lima, L. A. **Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca.** Revista Ciência Agronômica. v.47, p.307-315, 2016.

Perveen, S., Nazir, M. **Proline treatment induces salt stress tolerance in maize (*Zea mays* L. cv. Safaid Afgoi.** Pakistan Journal of Botany. v.50, p.1265-1271, 2018.

Pompeu, R. C. F. F.; Cândido, M. J. D.; Lopes, M. N.; Gomes, F. H. T.; Lacerda, C. F. de; Aquino, B. F.; Magalhães, J. A. **Características morfofisiológicas do capim-aruana sob diferentes doses de nitrogênio.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.11, p.1187-1210, 2010.

Prado, R. de M. **Nutrição de plantas.** São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407p.

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

Rodrigues, V. dos S.; Bezerra, F. M. L.; Sousa, G. G.; Fiusa, J. N.; Leite, K. N.; Viana, T. V de. A. **Produtividade da cultura do milho irrigado com águas salinas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.24, p.101-105, 2020.

Silva, F. A. da; Ferreira, A. A.; Lima, D. C.; Medeiros, A. C.; Maracajá, P. B.; Medeiros, A. P. **Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v.11, p.76-83, 2017.

Silva, F. de A. S. e; Azevedo, C. A. V. de. **The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data.** African Journal Agricultural Research, v.11, p.3733-3740, 2016.

Silva, F. L. B.; Lacerda, C. F. de; Neves, A. L. R.; Sousa, G. G.; Sousa, C. H. C.; Ferreira, F. J. **Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda.** Irriga, v.18, p.304-317, 2013.

Sousa, G. G. de; Viana, T. V. de A.; Lacerda, C. F. de; Azevedo, B. M. de; Silva, G. L. da; Costa, F. R. B. **Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos.** Revista Agro@mbiente, v.8, p.359-367, 2014.

Sousa, G. G. de; Viana, T. V. de A.; Silva, G. L.; Dias, C. N.; Azevedo, B. M. de. **Interação entre salinidade e biofertilizante de caranguejo na cultura do milho.** Magistra, v.28, p.44-53, 2016.

Souza, M. V. P. de; Sousa, G. G. de; Sales, J. R. S.; Freire, M. H. da C.; Silva, G. L. da; Viana, T. V. de A. **Água salina e biofertilizantes de esterco bovino e caprino na salinidade do solo, crescimento e fisiologia da fava.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.14, p.340-349, 2019.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

Troyjack, C.; Pimentel, J. R.; Dubal Padilha, Í; Veliz Escalera, R.; Acosta Jaques, L.; Koch, F.; Monteiro, M.; Demari, G.; Szareski, V.; Carvalho, I.; Braga Schuch, L.; Aumonde, T.; Pedó, T. **Fertilização nitrogenada em sementeiras de milho: Crescimento de plantas e vigor de sementes.** American Journal of Plant Sciences, v.9, p.83-97, 2018.