http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index
DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n2.a374
ISSN on-line 1809-8215

Colloquium Agrariae

Submetido: 14/10/2019 Revisado: 10/01/2020 Aceito:21/04/2020

Matéria orgânica como atenuante da salinidade da água de irrigação na cultura do milho

Rilbson Henrique Silva dos Santos[1], Mirandy dos Santos Dias[2], Francisco de Assis da Silva[2], João Paulo de Oliveira Santos[3], Saniel Carlos dos Santos[4], Lígia Sampaio Reis[4], Clécio Lima Tavares[4]

[1]Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Unidade Acadêmica de Garanhuns-UAG, PE. [2]Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, PB. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, PB. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, AL. E-mail: rilbsonagro@gmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em duas concentrações de matéria orgânica do solo. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes níveis de condutividade elétrica da água CEa, (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) associado a presença e ausência de matéria orgânica no solo. As soluções salinas foram preparadas com NaCl e água destilada, sendo utilizada a fórmula: TSD (g L^{-1}) = 0,64 x CEa. Aos 40 dias após a emergência, as plantas foram coletadas e analisadas quanto ao número de folhas, altura da planta, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular e o índice relativo de clorofila das folhas. Constatou-se que todas as variáveis estudadas foram afetadas pelo aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação e que a adição de matéria orgânica no solo de forma isolada propiciou um melhor desenvolvimento das plantas de milho.

Palavras-chave: estresse salino; irrigação; *Zea mays L.*

Organic matter as an attenuator of irrigation of water salinity in maize crop.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the development of corn crop at different levels of irrigation water salinity in two concentrations of soil organic matter. The experiment was conducted at the Center for Agrarian Sciences of the Federal University of Alagoas. The experimental design adopted was the entirely randomized in factorial scheme 5 x 2, with four replications. The treatments consisted of different levels of electrical conductivity of CEa water (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 and 6,0 dS m^{-1}) associated with the presence and absence of organic matter in the soil. The saline solutions were prepared with NaCl and distilled water, using the formula: TSD (g L-1) = 0.64 x CEa. At 40 days after emergence, the plants were collected and analyzed for the number of leaves, plant height, leaf area, shoot dry mass and dry mass of the root system and the relative chlorophyll index of the leaves. It was found that all the variables studied were affected by the increase in salinity levels of irrigation water and that the addition of organic matter in the soil in isolation provided a better development of maize plants.

Keywords: saline stress, irrigation, *Zea mays* L.

Introdução

O milho (*Zea mays L.*) é uma espécie que pertence à família *Poacceae*, de origem nas Américas. Há mais de 8.000 anos é cultivada em muitas partes do Mundo. A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, permite o seu cultivo desde o Equador até ao limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3.600 m. Encontra-se assim, em climas tropicais,

subtropicais e temperados. Esta planta tem como finalidade de utilização a alimentação humana e animal, devido à sua elevada qualidade nutricional, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e do triptofano (BARROS; CALADO, 2014).

Para que as plantas alcancem seu máximo desenvolvimento, é de suma importância que um conjunto de fatores bióticos e abióticos favoreçam a cultura. Dentre estes fatores, pode-se destacar o suprimento nutricional e o fornecimento hídrico em quantidade e qualidade satisfatória (SILVA *et al.,* 2008).

A prática da iorrigação, em muitos casos, é a única maneira de se garantir a produção agrícola em bases sustentáveis. Isso ocorre especialmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como o Semiárido do Nordeste brasileiro, onde ocorre déficit hídrico nas plantas, em virtude da taxa de evapotranspiração exceder à de precipitação pluvial durante a maior parte do ano (AMORIM, 2009). Nessas regiões, a salinização do solo é inevitável, principalmente quando não se adota um manejo adequado das práticas de irrigação.

A irrigação com água salina, na maioria das vezes, resulta em efeito adverso nas relações solo- água-planta, ocasionando restrição severa nas atividades fisiológicas e no potencial produtivo das plantas cultivadas (DIAS *et al.,* 2016).

Em condições naturais, tanto os solos quanto as águas contêm sais. No solo, a concentração dos sais é variável conforme sua origem, presença de matéria orgânica, adubação e manejo (FERREIRA *et al.,* 2016). Com a adição de materia organica ao solo, ocorre melhorias na estrutura fisica, quimica e biologica do solo. Levando em consideração que os insumos organicos tendem a estimular o aumento do potencial osmotico do solo, consequentemente torna-se uma alternativa para o cultivo de plantas em condições de estresse salino (LACERDA *et al.,* 2016; FREIRE *et al.,* 2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em duas concentrações de materia orgânica do solo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo - AL. Situado nas coordenadas geográficas 9º 27’ 55’’ de latitude Sul e 35º 49’ 46’’ de longitude oeste, e altitude média de 127 m, com temperaturas médias: máxima 29 ºC e mínima de 21 ºC e pluviosidade média anual de aproximadamente 1.267mm.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes níveis de condutividade elétrica da água CEa, (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) associado a presença e ausência de matéria orgânica no solo. Foi utilizado como fonte de matéria orgânica o húmus de minhoca na dose de 600 gramas $vaso^{-1}$ (30% do volume do vaso) o qual foi incorporado no solo. Cada unidade experimental foi formada por um vaso contendo uma planta, totalizando 40 parcelas.

A variedade de milho utilizada foi a Potiguar, por se tratar de uma variedade de ciclo precoce que apresenta uma boa adaptabilidade e estabilidade de produção no Nordeste brasileiro. As sementes foram oriundas do setor de melhoramento genético de plantas da Universidade Federal de Alagoas.

No preenchimento dos vasos foram colocados 2,0 dm^{-3} de solo e solo com MO, deixando-se 2 cm entre a superfície do solo e a borda superior do vaso a fim de facilitar a irrigação. Os vasos foram dispostos em cima de uma bancada de madeira a 1 m de altura do solo.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico com textura média argilosa. Antes do plantio foi feito a análise química do solo pelo Laboratório de Solo, Água e Planta, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, cujo resultado foi: pH = 5,10; P = 30 mg dm^{-3}; K^{2+} = 65 mg dm^{-3}; Na^{2+} = 20 mg dm^{-3}; Ca = 2,48 $cmol_c$ dm^{-3}; Mg= 1,85 $cmol_c$ dm^{-3}; Al^{3+}= 0,22 $cmol_c$ dm^{-3}; H + Al= 4,77 $cmol_c$ dm^{-3}; MO = 25,1 g/kg SB = 4,58 $cmol_c$ dm^{-3}; CTC = 9,36 $cmol_c$ dm^{-3}; V = 49%.

Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, mediante a aplicação de 2,18 g de CaCO3 por vaso, esse valor correspondente a 2,18 t h^{-1} de CaCO3, visando elevar a saturação por bases de 49% para 70% valor recomendado pelo Instituto Agronômico Campinas (IAC) para a cultura do Milho.

Para elevar os vasos à capacidade de campo,foram pesados quatro vasos, saturando-os com água e envolvendo-os individualmente

com plástico de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO *et al.*, 2000). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos foram pesados em balança digital, obtendo-se assim, o peso-controle correspondente à capacidade de campo que foi de 653 mL de água. Adotou-se um fator de lixiviação igual a zero onde, diariamente, foram pesados dois vasos de cada tratamento, obtendo-se a média desses valores e retornando-se então ao peso-controle. A cada quinze dias corrigiu-se o peso-controle (acréscimo de 200 g) para compensar o desenvolvimento da planta.

A semeadura foi realizada no dia 05/11/2018 colocando três sementes por vaso, a uma profundidade de 2,0 cm. Nove dias após a semeadura foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta vaso^{-1}, sendo a planta mais vigorosa. No período entre a semeadura e o desbaste a irrigação foi realizada utilizando-se a água de abastecimento local (0,5 dS m^{-1}). No dia seguinte ao desbaste iniciou a aplicação dos tratamentos com os diferentes níveis de salinidade da água.

Antes de preparar as soluções salinas, as concentrações foram transformadas de dS m-^{1} para g L $^{-1}$, sendo utilizada a fórmula: TSD (g L^{-1}) = 0,64 x CEa, obtendo as concentrações S1 = 0,32; S2 = 0,96; S3 = 1,92; S4 = 2,88 e S5 = 3,84 g L^{-1}. O preparo da água para irrigação com variação da salinidade foi feito com o NaCl e água destilada.

Os índices de crescimentos foram mensurados aos 40 dias após a emergência (DAE) através do número de folhas (NF), considerando apenas as folhas que se encontravam fotossinteticamente ativas; altura de plantas (AP - cm); área foliar (AF - cm²) através do integrador de área foliar modelo LI- 3100 da Licor; massa seca da parte aérea (MSPA - g) e sistema radicular (MSSR - g), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e em seguidas levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65ºC por um período de 72 horas, em seguida sendo pesadas em balança analítica e determinado o peso de massa seca; o índice relativo de clorofila das folhas (IRC) foi determinado mediante um clorofilômetro, modelo Minolta SPAD – 502 em cinco pontos distintos de uma mesma folha, sendo utilizada as duas folhas mais desenvolvidas de cada parcela a fim de obter a média entre das leituras na qual representou a planta.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Os resultados obtidos em função dos níveis de salinidade foram submetidos à análise de regressão a 0,05 de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Apartir da análise de variância apresentada na tabela 1 observa-se que as diferentes condutividades da água de irrigação influenciaram o número de folhas, altura de planta, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e índice relativo de clorofila das folhas. Para o fator matéria orgânica do solo, a maioria das variáveis apresentaram efeito significativo, exceto a massa seca do sistema radicular. Quando da interação entre os fatores salinidade e matéria orgânica foi observado interação significativa apenas para a área foliar e massa seca da parte aérea.

Tabela 1. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de número de folhas (NF), altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular(MSSR) e índice relativo de clorofila das folhas(IRC) aos 40 DAE na cultura do milho cultivado em solo com e sem a adição de materia orgânica e sob salinidade da água de irrigação.

	GL	QM					
CAUSA DE VARIAÇÃO		**NF**	**AP**	**AF**	**MSPA**	**MSSR**	**IRC**
M.O (I)	1	18,22**	672,40**	6218111,02**	3223,82**	110,62ns	769,12**
Salinidade (II)	4	2,16--	489,77--	735549.16--	1158.13--	478.08--	85.14--
Interação (I x II)	4	$1,04^{ns}$	$25,66^{ns}$	168619,33**	167,89*	$30,97^{ns}$	$21,57^{ns}$
Regressão Linear	1	8,45**	1876,95**	2357097,8**	3737,37**	1564,32**	235,29**
Regressão quadrática	1	0,03ns	$78,05^{ns}$	495558,03**	887,06**	285,31*	55,72*
Resíduo	30	0,89	59,88	29269,29	59,46	58,46	12,85
Total	41	-	-	-	-	-	-
C.V.%	**-**	**14,36**	**8,42**	**9,68**	**22,21**	**32,54**	**9,67**

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; -- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 =< p < 0,05$); ns não significativo ($p >=0,05$).

Quando as plantas foram cultivadas em solo com adição de matéria orgânica (húmus de minhoca) apresentaram um incremento de 28,88 % no número de folhas, 9,33 % altura de plantas, 57,43 % na área foliar, 69,7 % para massa seca da parte aérea, 14,99% na massa seca de raiz e 26,8 % no indice relativo de clorofila nas folhas (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas (NF), altura de planta (AP), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e índice relativo de clorofila em plantas de milho cultivadas em solo com e sem a adição de materia orgânica.

	NF	**AP (cm)**	**AF (cm^2)**	**MSPA (g)**	**MSSR (g)**	**IRC**
Solo com adição M.O.	7,25 a	95,92 a	2161,45 a	43,69 a	25,16 a	41,44 a
Solo sem adição M.O.	5,90 b	87,73 b	1372,90 b	25,74 b	21,88 a	32,67 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

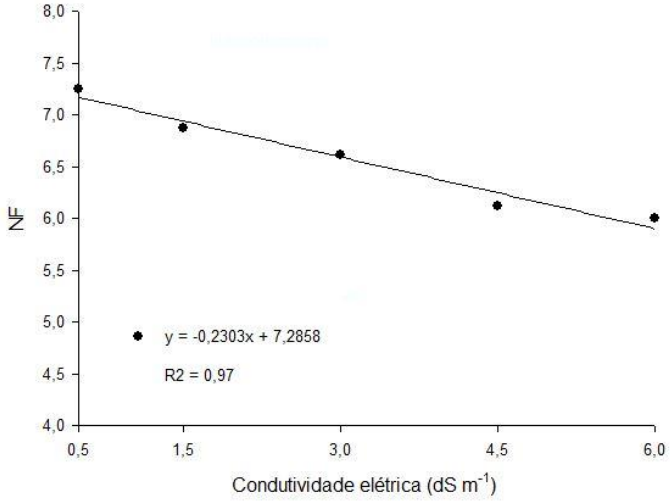
Houve diferença significativa ao nível de 1 e 5% de probabilidade, para as regressões linear e quadrática nas variáveis área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e índice relativo de clorofila das folhas, indicando que a equação do 2° grau explica o desempenho dessas variáveis em função dos níveis de salinidade. Não houve diferença para a regressão quadrática nas variáveis número de folhas e altura da planta, indicando que a relação entre tipo de solo e os níveis de salinidade é determinada apenas pela equação de 1º grau.

De acordo com a Figura 1, verifica-se redução no número de folhas com o aumento da condutividade elétrica da água, decrescendo 19,69 %, quando comparado a testemunha (0,5 dS m^{-1}) com a condutividade de 6,0 dS m^{-1} de forma que os dados foram ajustados ao modelo linear. Oliveira *et al.* (2009) ao trabalharem com a cultura do milho submetido ao estresse salino

em condições de casa de vegetação, verificaram uma redução 32,7 % no número de folhas por planta a medida que aumentou o estresse salino. Essa redução do número de folhas em condições de estresse salino, é uma das alternativas das plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água (YOUSIF *et al.,* 2010).

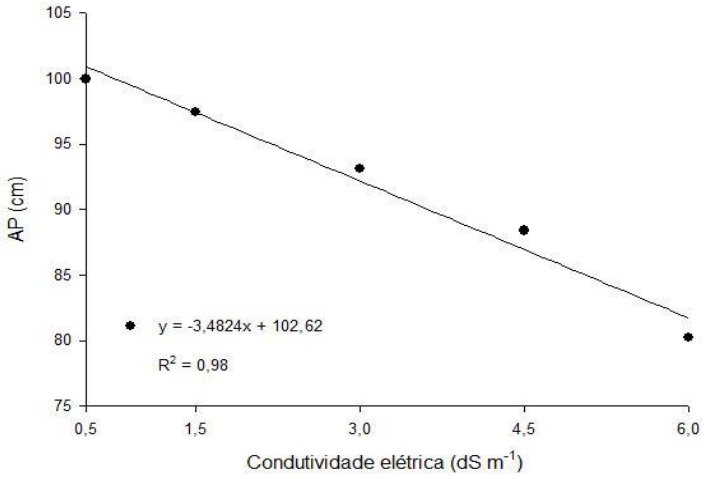
Esses resultados demonstram que as folhas são órgãos sensíveis, reduzem em tamanho e número na presença de concentrações elevadas de sais. Além de reduzir a emissão de novas folhas, a redução na área foliar se dá em decorrência da aceleração da senescência das folhas, que pode ocasionar a morte delas (MAHMOUD; MOHAMED, 2008)

Figura 1. Número de folhas (NF) das plantas de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Efeitos negativos do estresse salino também refletiram na altura das plantas, sendo constatado decréscimo de 19,70% a medida que aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, tomando por base as plantas cultivadas com água de condutividade de 0,5 dS m^{-1} em comparação as plantas cultivadas com água de condutividade de 6,0 dS m^{-1} (Figura 2).

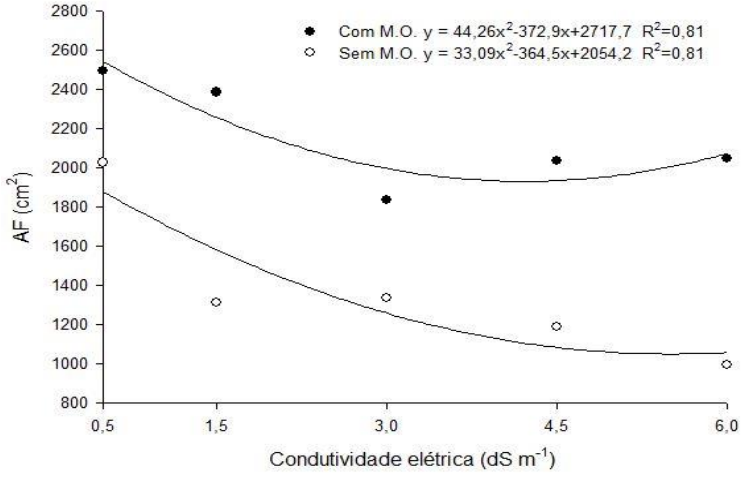
Figura 2. Altura de plantas (AP) de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Como o crescimento é avaliado por meio de variações de tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, ele passa a ser o fator fisiológico de maior importância para a análise de crescimento, a qual permite selecionar cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas ao objetivo do estudo (BENINCASA *et al.,* 2003). Importante lembrar que o excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em menor absorção de nutrientes essenciais para estas e consequentemente menor altura de plantas (ARAGÃO *et al.*, 2010; MORAIS *et al.*, 2011). Similarmente, Oliveira *et al.* (2009) analisando o desenvolvimento do milho pipoca irrigado com águas salinas, concluíram que o estresse salino tende a retardar o crescimento das plantas em termos de altura.

Verifica-se na Figura 3, que para o solo com maior teor de matéria orgânica, houve redução da área foliar em resposta ao aumento da salinidade, obtendo-se a menor área foliar (1932,254 cm²) na salinidade 4,21 dS m^{-1}, o que corresponde a uma redução de aproximadamente 18,33% quando comparado com a condutividade de 0,5 dS m^{-1}, o qual obteve uma área foliar de 2496,25 cm^2. Comparando-se as testemunhas, o solo com o húmus de minhoca obteve valor superior, o efeito pode ser explicado pelo fato da matéria orgânica melhorar a estrutura do solo aumentando aeração, da mesma maneira que há uma disponibilidade de nutrientes, tendo efeito no crescimento do milho.

Figura 3. Área foliar (AF) de plantas de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



Para o solo sem adição de matéria orgânica, o menor indice de área foliar foi de 1050,421 cm^2 observado na condutividade elétrica de 5,50 dS m^{-1}, obtendo uma redução de 50,81% quando comparado com o tratamento controle de 0,5 dS m^{-1}. A incorporação de matéria orgânica ao solo promove a mineralização do carbono das diferentes fontes orgânicas liberando nutrientes importantes como P, S, N e micronutrientes mesmo em níveis elevados de salinidade, diminui a agressividade dos sais à biota do solo, estimulando a germinação e crescimento das plantas (SILVA JUNIOR *et al.,* 2009).

De acordo com Taiz e Zeiger (2017) a diferenciação no crescimento vegetativo entre as plantas, quando irrigadas com águas salinizadas, pode estar relacionada ao teor de matéria orgânica no substrato, pois a matéria orgânica atua diretamente no movimento e retenção de água no solo. Sabe-se que salinidade pode reduzir o potencial hídrico da água no solo, com essa redução a planta tende a realizar o ajustamento osmótico, podendo provocar alterações hormonais e nutricionais.

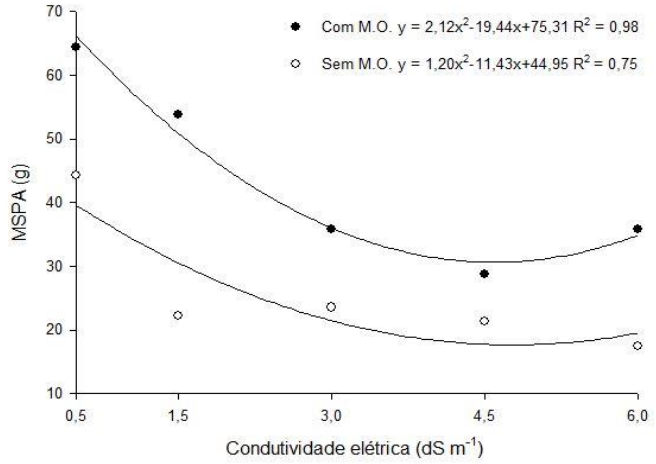
A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo

fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ; ZEIGER, 2017).

De acordo com Kurum *et al.* (2013) a redução da área foliar da planta e até mesmo a morte das folhas, atingindo, principalmente, as folhas mais velhas ocorre devido ao acúmulo de íons tóxicos nos vacúolos celulares. Assim, a redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse abioticos entre eles o estresse salino, reduzindo as perdas de água por transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Com relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea (Figura 4), verificou-se que para os tratamentos com e sem a adição de materia orgânica no solo houve um decréscimo significativo com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação. Nota-se no solo com maior teor de matéria orgânica, que o menor acúmulo de massa seca da parte aérea foi de 30,74 g por planta na condutividade de 4,58 dS m^{-1}. Por outro lado o solo sem a adição de materia orgânica obteve o menor acúmulo de massa (17,73 g por planta) na condutividade de 4,76 dS m^{-1}.

Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.

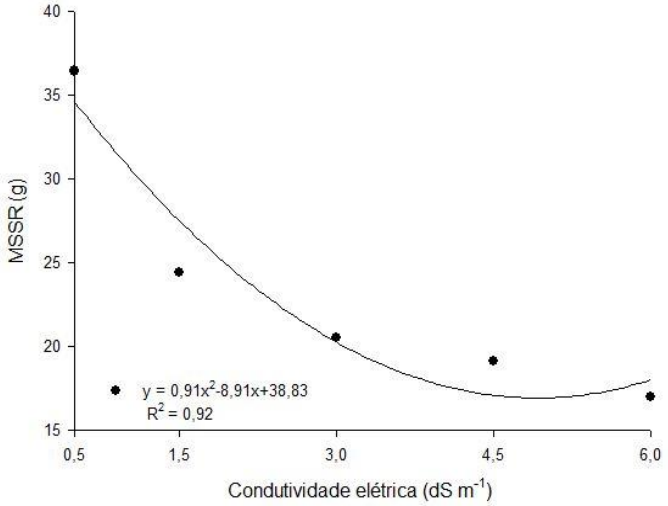


Lacerda *et al.* (2011) afirmam que o estresse salino do solo decorrente da irrigação com água salina reduz expressivamente a matéria seca da parte aérea da cultura do milho. Esses resultados corroboram com os de Nazário *et al.* (2013), que trabalharam com milho irrigado com as diferentes condutividades elétricas da água, e verificaram que a matéria seca foi afetada negativamente.

O efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas ocorre devido a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, ocasionando queda no potencial da água da folha, levando à perda de turgescência e ao fechamento estomático, o que pode acarretar alterações na produção de biomassa (MUNNS; TESTER, 2008). A produção de biomassa, dos frutos e sementes dependem do maior fluxo de água na planta o que aumenta as taxas de absorção de nutrientes conferindo maiores taxas fotossintéticas.

Diferentemente das demais variáveis analisadas, a massa seca do sistema radicular, apresentou resultado não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o fator matéria orgânica, demonstrando que a adição de materia orgânica não influenciou o crescimento inicial do sistema radicular da cultura do milho. Quando estudado o fator isolado apenas para salinidade, nota-se na figura 5, que conforme aumentou a condutividade eletrica da água de irrigação, cosequentemente diminuiu o acúmulo de massa seca da parte. Quando comparado o tratamento controle (0,5 dS m^{-1}) com o maior nível de condutividade da água (6,0 dS m^{-1}), constata-se uma redução de 53,36%.

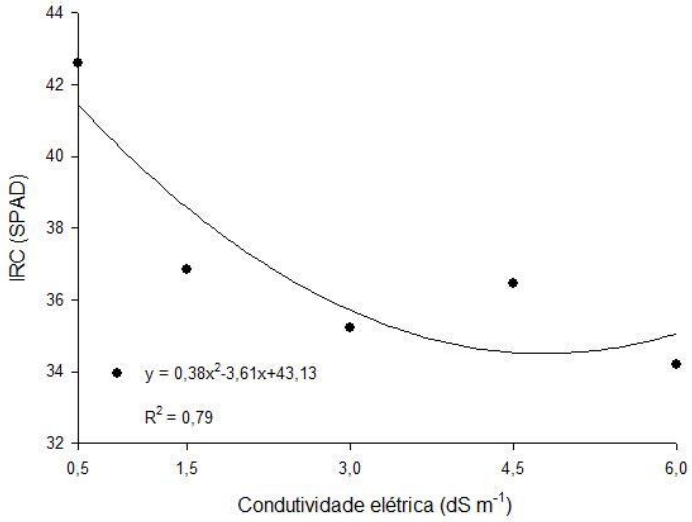
Figura 5. Massa seca do sistema radicular (MSSR) de plantas de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



De acordo com Machado *et al.* (2004) plantas com sistemas radiculares extensos e de elevada área superficial tendem a promoverem uma exploração mais efetiva do solo, desta forma facilitando a sua adaptação a ambientes de baixa fertilidade, bem como de restrição de água.

Observa-se na Figura 6, que o índice relativo de clorifila decresceu a medida que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação até o nível de 4,75 dS m^{-1} com índice de clorifila de 34,55.

Figura 6. Índice relativo de clorofila (IRC) das folhas de plantas de milho, em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água.



A diminuição no teor de clorofila, em resposta ao aumento da salinidade também foram observados por Willadino *et al.* (2011), ao realizarem trabalho utilizando duas variedades de cana- de-açúcar sob condições de estresse salino, no qual constataram um decréscimo no teor de clorofila nas plantas que foram submetidas a condições de maiores salinidades.

A redução no teor de clorofila em função do incremento do nível de sal é uma resposta frequente em várias espécies vegetais, entre elas *Grewia tenax* (HUNSCHE *et al*., 2010), *Jatropha curcas* (SILVA *et al.,* 2010) e T*amarindus indica* (HUNSCHE *et al.,* 2010).

A quantificação da clorofila é relevante no estudo de práticas culturais e de manejo visando aumentar o potencial fotossintético e rendimento das espécies, pois, de acordo com Taiz e Zeiger (2017), o conteúdo de clorofila nas folhas é influenciado por diversos fatores bióticos

e abióticos, estando diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas.

Conclusão

O aumento da salinidade afeta negativamente todas as variáveis de crescimento e o índice de clorofila da cultura do milho.

A materia orgânica influencia de forma positivamente o desenvolvimento da cultura do milho quando estudado de forma isolada, deste modo, ela pode ser utilizada parar minimizar os efeitos da salinidade da água nas plantas.

Referências

AMORIM, J. R. A. **Qualidade da água subterrânea e riscos para irrigação**. Brasília: Embrapa, 2009. Disponível em: https://www.webartigos.com/artigos/qualidade-da-agua-subterranea-e-riscos-para-irrigacao/30140. Acesso em: 8 fev. 2019.

ARAGÃO, R. M. *et al*. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 100-106, 2010.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Portugal: Universidade de Évora, 2014.

BENINCASA, M. M. P. *et al.* **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

DIAS, N. S. *et al.* Tolerância das plantas à salinidade: efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. *In:* GHEYI, H. R. *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza, CE: INCTSal, 2016. p. 151-162.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. *In:* GHEYI, H. R. *et al*. **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza, CE: INCTSal, 2016. p. 17-34.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000. https://doi.org/10.1590/S1415-43662000000100023

HUNSCHE, M. *et al.* Effects of NaCl on surface properties, chlorophyll fluorescence and light remission, and cellular compounds of Grewia tenax (Forssk.) Fiori and Tamarindus indica L. leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 61, n. 3, p. 253-263, 2010. https://doi.org/10.1007/s10725-010-9473-x

KURUM, R. *et al.* The influence of salinity on seedling growth of some pumpkin varieties used as rootstock. **Notulae botanicae Horti Agrobotanici Cluj- Napoca**, v. 41, n. 1, p. 219-225, 2013. https://doi.org/10.15835/nbha4118349

LACERDA, C. F. *et al.* Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. *In*: GHEYI, H. R. *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 337-352

LACERDA, C. F. *et al.* Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 663-675, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000400005

MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; FURLANI, A. M. C. Variação intrapopulacional em milho para características relacionadas com a eficiência de absorção e utilização de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 77-91, 2004. https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n1p77-91

MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, p. 520-528, 2008.

MORAIS, F. A. *et al.* Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42 n. 2, p. 327-336, 2011. https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200010

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **The Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

NAZÁRIO, A. Z. *et al.* Desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas. **Engenharia Ambiental: Tecnologia e Pesquisa**, v. 10, n. 2, p. 117-130, 2013.

OLIVEIRA, F. A. *et al.* Desenvolvimento inicial do milhopipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 149-155, 2009. https://doi.org/10.5039/agraria.v4i2a5

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The assistant software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522

SILVA, E. N. *et al.* Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of Jatropha curcas plants. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 10, p. 1130-1137, 2010. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.05.036

SILVA, J. K. M. *et al*. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula**. Revista Caatinga**. Mossoró, RN, n. 5, p. 30-35, 2008.

SILVA JUNIOR, J. M. T. *et al.* Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 378-382, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918 p. https://doi.org/10.5039/agraria.v4i4a1

WILLADINO, L. *et al.* Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 417-422, 2011.

YOUSIF, B. S. *et al.* Effect of salinity on growth, mineral 37 composition, photosynthesis and water relatíons of two vegetable crops; new zealand spinach (tetragonia tetragonioides) and water spinach (ipomoea aquatica). **Int. J. Agr. Biol**, v. 12, n. 2, p. 211–216, 2010. https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200022