

## TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO IRRIGADA COM ÁGUAS SALINAS.

Jamili Nobre Fiusa<sup>1</sup>

**RESUMO:** Os teores foliares de N, P, K, Ca e Mg encontrados nas folhas de milho (*Zea mays L.*) são elementos essenciais para um bom crescimento e produtividade dessa cultura, porém a irrigação com águas salinas pode afetá-los. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nas plantas de milho irrigadas sob diferentes níveis de águas salinas. O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de agosto a dezembro de 2017, com delineamento em cinco blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis salinos da condutividade elétrica da água (CEa): 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Ao final do ciclo da cultura do milho (110 dias após o plantio – (DAP), um grupo de seis plantas de cada parcela útil (fileiras centrais) foi coletado, separando-se as folhas (limbos foliares) para determinar os teores de N, P, K, Ca e Mg. A salinidade da água de irrigação afetou negativamente os teores de nitrogênio em folhas de milho. Os teores de P apresentaram valores satisfatórios para os quatro primeiros níveis de sais analisados, mostrando resultado deficiente para a água de irrigação 5. No K, a CEa 1 apresentou valor acima do mínimo permitido para a cultura, com o aumento do teor salino na água de irrigação, os teores do elemento decresceram consideravelmente a partir da CEa 2. O aumento dos teores de sais presentes na água de irrigação ocasionou a diminuição dos teores, no entanto, apenas para a condutividade elétrica 5 não foi possível encontrar teor satisfatório de cálcio para a cultura. O aumento dos sais na água de irrigação levou a diminuição dos teores de Mg, ainda assim em todos os níveis de sais obteve-se resultados maiores que o limite máximo indicado do elemento apontado em questão para a cultura. Com relação a resposta da CEa 5 para o Mg

apresentou o valor de  $5,32 \text{ g kg}^{-1}$  foi a que obteve resultado mais próximo ao teor ideal do elemento.

**Palavras-Chave:** *Zea mays L.*. estresse salino. nutrição de plantas.

## **FOLIAR CONTENT OF MACRONUTRIENTS IN THE CULTURE OF CORN IRRIGATED WITH SALT WATERS.**

**ABSTRACT:** The leaf contents of N, P, K, Ca and Mg found in maize leaves (*Zea mays L.*) are essential elements for good growth and productivity of this crop, but irrigation with salt water can affect them. In this context, the objective of the present work was to evaluate the macronutrient (N, P, K, Ca and Mg) contents of maize plants irrigated under different levels of salt water. The experiment was conducted under field conditions from August to December 2017, with a randomized block design with four replications. The treatments were constituted by five saline levels of the electrical conductivity of water (CEa): 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>. At the end of the corn crop cycle (110 days after planting - DAP), a group of six plants of each useful plot (central rows) was collected, separating the leaves (leaf limbs) to determine the N, P, K, Ca and Mg. The salinity of the irrigation water negatively affected the nitrogen contents in corn leaves. The levels of P presented satisfactory values for the first four levels of salts analyzed, showing a poor result for irrigation water 5. In K, CEa 1 presented a value above the minimum allowed for the crop, with the increase of the saline content in the irrigation water, the contents of the element decreased considerably from CEa 2. The increase of the salts contents in the water. However, only for the electrical conductivity 5 it was not possible to find a satisfactory calcium content for the culture. The increase of the salts in the irrigation water led to the decrease of the Mg yet at all levels of salts gave better results than the maximum limit indicated the element pointed to the culture in question. Regarding

the response of CEa 5 to Mg, the value of 5.32 g kg<sup>-1</sup> was the one that obtained the closest result to the ideal element content.

**Key words:** *Zea mays* L. saline stress. plant nutrition.

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que o nordeste brasileiro tem grandes dificuldades de disponibilidade de água para o consumo e necessidades primárias da população, conseqüentemente essa situação interfere diretamente na quantidade e qualidade da água de irrigação utilizada pelos agricultores, na qual muitas vezes esse recurso hídrico é escasso ou até mesmo de grande teor salino, prejudicando muitas vezes a emergência (Freire et al., 2018), o crescimento (Oliveira et al., 2014), a produtividade (Silva et al., 2013) e os teores foliares de macronutrientes nas plantas (Sousa et al., 2010).

Segundo Sousa et al. (2010), as plantas ao serem afetadas pela salinidade presente na água de irrigação, demonstram alterações no seu potencial osmótico e desequilíbrio quanto aos seus teores de nutrientes, causando problemas fisiológicos, podendo gerar baixa produtividade ou até mesmo a morte das plantas (Sousa et al., 2016).

Grandes concentrações de sais no solo interferem na absorção de nutrientes pelas plantas, sendo os principais sais presentes nas águas de irrigação salinas (cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio), que podem levar a toxicidade dos solos através das águas salobras presente na irrigação (SANTOS et al., 2016).

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura que faz parte da base alimentar da maioria dos brasileiros, segundo BRASIL (2013), o Brasil é o 3º maior produtor de milho no mundo, com produção orçada de 78,5 milhões de toneladas no ano de 2013 e para 2022/23 de 93,6 milhões

de toneladas; sendo o seu consumo interno 66,7% da produção e a exportação atual de 18 milhões de toneladas que deve aumentar para 24,74 milhões de toneladas em 2022/2023.

A cultura do milho apresenta grande importância para o nordeste brasileiro, é um produto agrícola de grande valia na vida de muitos agricultores e na economia do país (Biscaro, 2013), onde a presença de sais nas águas de irrigação é uma realidade encontrada na região, no qual é um fator limitante no processo de desenvolvimento das plantas (Lacerda et al., 2011).

Os solos agricultáveis afetados pela salinidade acarretam efeitos negativos nas plantas, afetando a fisiologia, o metabolismo, o desenvolvimento e a germinação do vegetal, respondendo na baixa produtividade, podendo ocasionar até mesmo a morte do vegetal (Freire et al., 2018; Sousa et al., 2016).

Segundo Amorim et al (2010) o excesso de sais nos solos provoca perturbação nas funções bioquímicas das plantas, dificultando a absorção e utilização dos nutrientes essenciais para as plantas.

Sousa et al. (2010) irrigando plantas de milho com diferentes níveis salinos em condições de campo, verificaram reações nos teores de elementos minerais (K, P, Ca).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores foliares de macronutrientes nas plantas de milho irrigadas sob diferentes níveis de águas salinas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida na área experimental pertencente à Fazenda da Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, pertencente ao município de Redenção, Ceará na região do Maciço de Baturité. A posição geográfica da localidade é: latitude de 04°14'53" S, longitude de 38°45'10" W e altitude média de 340m.

O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923). A região apresenta precipitação média anual de 1.086 mm, temperatura média do ar de 26°C e a umidade relativa média do ar de 71,26%. Para avaliação das condições de solo, amostras de solo foram coletadas em toda a área e encaminhadas ao Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC, cujas análises físicas e químicas conduzidas conforme metodologia descrita no Manual de Métodos de análise de solo (SILVA, 1999), encontra-se na Tabela 1. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013).

**Tabela 1:** Atributos físicos e químicos encontrados nas amostras de solo antes do plantio.

Atributos químicos										
MO	N	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	CTC	V	pH
(g kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						(%)	
16,96	0,92	8	0,3	2,7	2,1	0,03	5,1	7		6

MO= matéria orgânica; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca de cátions; V=saturação por base.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pela salinidade da água de irrigação (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). Para o preparo das águas, foram adicionados à água de baixa salinidade os sais cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio, mantendo-se proporção equivalente de 7:2:1 entre Na, Ca e Mg, obedecendo-se a relação entre CEa e concentração (mmolc L<sup>-1</sup> = CE x 10), conforme Medeiros (1992).

A limpeza da área experimental foi através de um roço. Logo após o preparo da área foram instaladas cinco caixas d'águas, com volumes de 250 litros para armazenamento das misturas de águas nas concentrações estabelecidas para as irrigações conforme os tratamentos.

Em seguida, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento. A vazão do emissor foi de  $8,0 \text{ L h}^{-1}$ , com espaçamento de 0,2 m entre gotejadores, onde foi instalada uma bomba centrífuga de 0,5 cv para efetuar o bombeamento da água das caixas d'águas para o sistema de irrigação.

As lâminas de irrigação foram definidas com base nos valores de evapotranspiração ( $ET_o$ ) estimadas através do método do Tanque Classe A e dos coeficientes da cultura ( $K_c$ ) recomendados para os diferentes estádios fenológicos das culturas (DOORENBOS & KASSAM, 1994).

A lâmina aplicada foi definida pela equação 01 e o tempo de irrigação foi calculado a partir da equação 02

$$LB = (K_c * K_p * ECA) - P_e * \text{área} \quad (02)$$

$$TI = (LB / n^\circ * E_a * Q) * 60 \quad (03)$$

Em que: LB (lâmina bruta em L);  $K_c$  (coeficiente de cultivo de acordo com o estágio fenológico da cultura);  $K_p$  (coeficiente do tanque com valor predefinido em 0,7); ECA evaporação no tanque classe "A" em (mm);  $P_e$  (precipitação em mm). Onde sendo: TI (tempo de irrigação em min); LB (lâmina bruta em L);  $n^\circ$  é o número de gotejadores por planta;  $E_a$  é a eficiência de aplicação predefinida (0,85); Q é a vazão em  $\text{L h}^{-1}$ .

O turno de rega utilizado foi de dois dias. Os sais foram pesados em balança de precisão, dissolvido em baldes de 20 litros e, logo após, adicionados nas caixas d'águas, sendo bem misturados de modo a garantir uma boa homogeneização dos sais na água para irrigação. A condutividade elétrica da água foi medida com um condutivímetro portátil (Water proof EC Test).

O plantio do milho foi realizado em agosto de 2017, na ocasião foram colocadas de 4 a 5 sementes por cova para o cultivo. Aos oito dias após a semeadura foi realizado o desbaste, do cultivo. O espaçamento entre as linhas de plantio foi de 0,8 m e de 0,2 m entre plantas.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas capinas manuais com o auxílio de enxadas. As plantas daninhas foram arrancadas manualmente, com o objetivo de evitar a concorrência com a cultura por água e nutrientes. O controle fitossanitário foi realizado com pulverizações através de uma bomba costal de 20L com bico tipo cheio com biodefensivos (óleo de castanha e extrato de nim)

A adubação foi realizada com fonte orgânica (biofertilizante bovino e caprino) de acordo com a análise do solo e nas exigências nutricionais das culturas, conforme recomendação de Fernandes (1993). Antes (tabela 1) e após o cultivo foram coletadas amostras de solo de cada parcela, retiradas da camada (0 a 30) e levadas ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas do Departamento de Ciências do Solo/UFC para realização de análises químicas (Silva, 1999).

Ao final do ciclo (110 DAP), um grupo de seis plantas de cada parcela útil (fileiras centrais) foi coletado, separando-se as folhas (limbos foliares), sendo colocadas em sacos de papel, onde foram identificadas referentes aos tratamentos adotados, em seguida foram levadas à estufa, com temperatura de 60° C, com circulação de ar. Após 72 h as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley e foram utilizadas para determinar os teores de N através de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo método micro-Kjeldahl, (Tedesco et al., 1995). Para determinar os teores de Ca, Mg e K foram utilizados fotometria de chama e para os teores de P fotolorimetria (Malavolta, 2006).

Os dados foram submetidos às análises de variância (teste F) e de regressão. A escolha dos modelos de regressões foi determinada de acordo com a significância dos coeficientes de determinação aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores dos quadrados médios e da significância dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) encontrados nas folhas do milho, de acordo com cinco níveis de salinidade da CEa (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) da água de irrigação.

**Tabela 3:** Análise de variância para os teores de N, P, K, Ca e Mg na cultura do milho irrigada com águas salinas.

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
Bloco	3	4,38 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	3,90 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Tratamento	4	4,35*	0,14*	37,36**	8,83**	0,36*
Resíduo	12	1,30	0,03	2,80	0,75	0,09
Total	19	-	-	-	-	-
MG	-	13,04	2,04	12,518	4,87	5,78
CV(%)	-	8,74	8,08	13,36	17,78	5,2

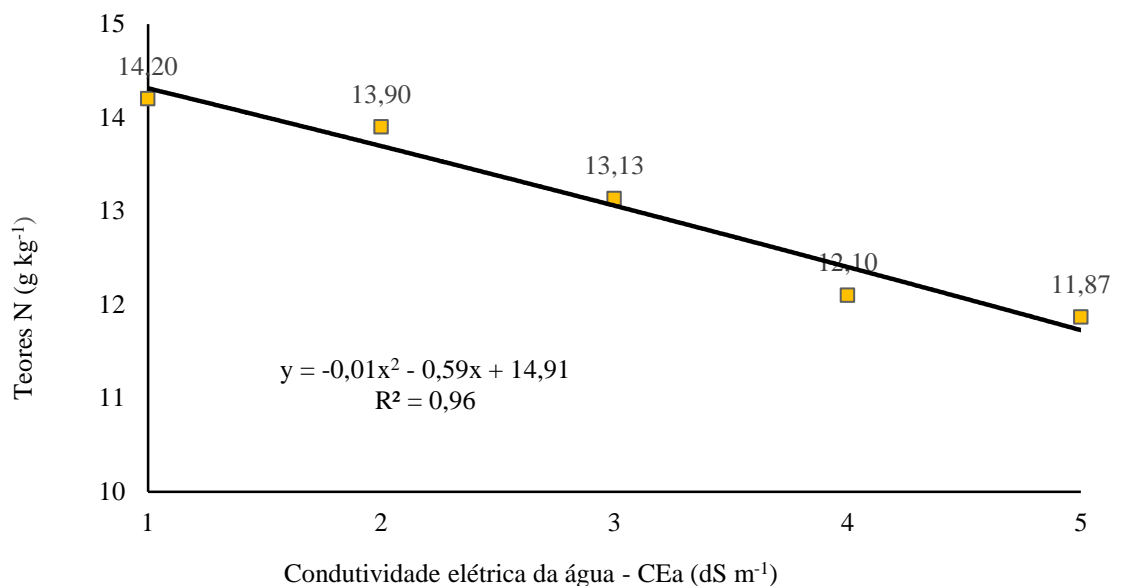
FV= fonte de variação; \*\* e \* Significativa a 0,01 e 0,05 pelo teste F, respectivamente; GL - grau de liberdade; ns= não significativo; MG = média geral; CV - coeficiente de variação.

De acordo com a figura 1, o modelo linear decrescente foi o que melhor se ajustou aos dados mostrando que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente os teores de nitrogênio. Segundo Rajj & Cantarella (1996), a faixa ideal do teor de nitrogênio na análise foliar de milho é de 27g kg<sup>-1</sup> a 35g kg<sup>-1</sup>, onde os valores obtidos na figura 1 estão abaixo do ideal para a cultura. Essa resposta deve-se ao fato do cloro presente no sais da água de irrigação provocar efeito antagônico com o nitrogênio, causando deficiência desse elemento nas plantas de milho.



De acordo com Ferreira, et al (2007), a salinidade do solo (CEes) de: 0,81; 1,81; 2,81; 3,81; 4,81 e 5,8.  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , afetou significativamente os teores de nitrogênio nas folhas das plantas de milho aos 90 e 120 DAP, ocorrendo decréscimo tal qual o presente trabalho.

A perda de nitrogênio, na folha do milho, com o aumento de sais na água de irrigação é semelhante ao que ocorreram com a cultura do feijão de corda, segundo Neves (2009), os teores de nitrogênio decresceram ao longo do ciclo em todos os tratamentos, tanto nas folhas como nas hastes da cultura.



**Figura 1:** Teores de nitrogênio identificados na análise de área foliar (AF) na cultivar de milho, submetidas a estresse salino.

Cabe destacar que o cloreto presente na água de irrigação causa danos nas plantas de maneira geral e por ser importante na regulação estomática, interfere nos teores de nitrogênio nas plantas, onde irá causar prejuízos na entrada de clorofila, ou seja, à fotossíntese também será afetada.

A presença de cloreto nas plantas prejudica as funções do nitrogênio, tendo em vista que o N é o responsável por participar da síntese da clorofila, ser constituinte de enzimas,

fazer a multiplicação e diferenciações celulares (Malavolta et al., 1997). Já segundo Prado (2008), quando ocorre a deficiência desse elemento, geralmente as folhas velhas ficam amareladas, ocorre à maturidade e senescência abreviada das folhas, a diminuição de flores e dormência de gemas laterais, afetando assim seu desenvolvimento.

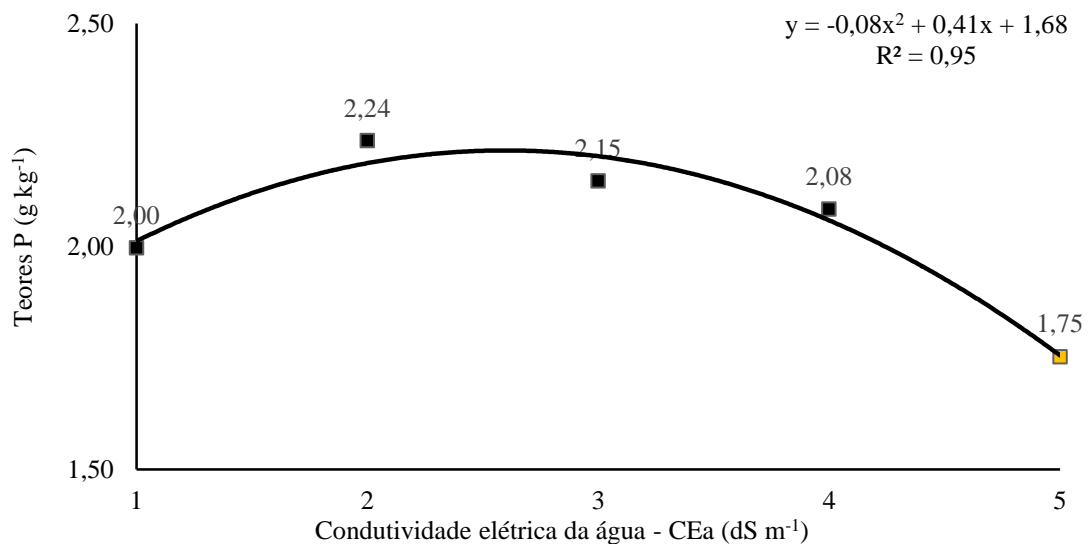
Na figura 2 é possível verificar que os teores de fósforo variaram de acordo com função polinomial, obtendo assim, um valor maior,  $2,24\text{g kg}^{-1}$  para condutividade elétrica da água de irrigação 2, em relação aos outros tratamentos, e decrescendo com o aumento do teor de sais. O teor de fósforo, de acordo com Raij & Cantarella (1996), no qual deve ser apresentada na análise foliar de milho, se encontra na faixa de  $1,9\text{g kg}^{-1}$  a  $4,0\text{g kg}^{-1}$ . A CEa 5 foi a que mais foi afetada com os sais presentes na água de irrigação, levando a deficiência desse elemento na cultura do milho, ou seja, causando prejuízos nas funções do fósforo. Para os tratamentos com condutividade elétrica menor que  $5\text{ dS m}^{-1}$  o teor de fósforo é adequado.

Segundo Sousa, et al (2010) encontrou que o aumento dos sais na água irrigação de quatro diferentes condutividades elétricas sendo: T1 – água com CEa de  $0,8\text{ dS m}^{-1}$ ; T2- água com CEa de  $2,2\text{ dS m}^{-1}$ ; T3 – água com CEa de  $3,6\text{ dS m}^{-1}$  e T4 – água com CEa de  $5,0\text{ dS m}^{-1}$ , não influenciou os teores de P nos limbos foliares, divergindo com o encontrado no presente trabalho. Os autores chegaram a essa conclusão, 90 DAS, através de trabalho cujo objetivo foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o acúmulo, os totais extraídos e a distribuição de nutrientes em plantas de milho. Os resultados apresentados por Sousa, et al (2010) são coerentes com os apresentados nesse trabalho, tendo em vista que apenas a CEa 5 influenciou, negativamente, no teor de fósforo na folha do milho.

Ferreira, et al (2007), estudaram os teores de fósforo nas folhas do milho aos 90 e 120 DAP com variação da salinidade do solo (CEes): 0,81; 1,81; 2,81; 3,81; 4,81 e  $5,8\text{ dS.m}^{-1}$ . Detectou-se o decréscimo linear do teor de fósforo nas folhas das plantas de milho, nos dois

períodos, com o incremento unitário do nível de salinidade do solo, o que também ocorreu no presente trabalho entre as CEa 2 e 5.

O Fósforo (P) é um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, onde sua função é transferir/armazenar energia, realizar a absorção iônica, a síntese proteica, multiplicação e divisão celular (Malavolta et al., 1997). Segundo Prado (2008), quando ocorre a deficiência desse elemento na planta, as mesmas apresentam muitas vezes o ângulo estreito da inserção das folhas, o baixo florescimento e apresenta sua coloração verde escura.

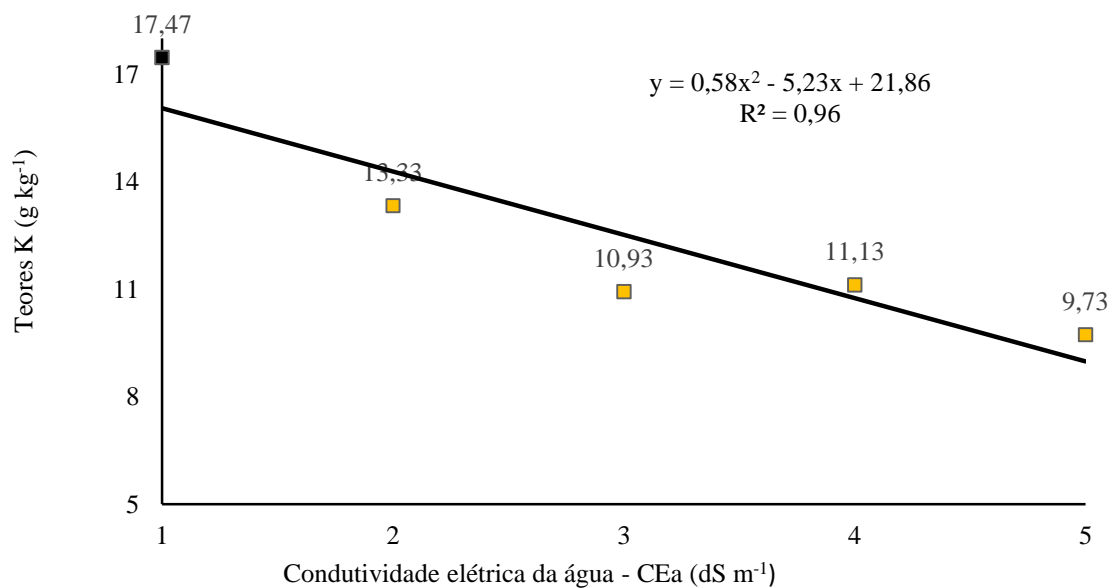


**Figura 2:** Teores de fósforo identificados na análise de área foliar (AF) na cultivar de milho, submetidas a estresse salino.

Com relação à figura 3, o modelo linear decrescente foi o que melhor se ajustou aos dados revelando que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente os teores de potássio. A faixa ideal do teor de potássio do milho é de 17,0 a 35,0g kg<sup>-1</sup>, no qual a CEa 1 apresenta valor de 17,47 g kg<sup>-1</sup>, que atende ao indicado por Raij & Cantarella (1996). Com o aumento do teor salino na água de irrigação os teores de K decresceram

consideravelmente, conseqüentemente a partir da CEa 2 houve a deficiência desse elemento, afetando assim nas funções do potássio para o desenvolvimento da cultura.

De forma similar, Sousa, et al (2010), concluíram que o teor de potássio nas folhas, nos grãos e nos sabugos do milho, foi reduzido com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação sendo: T1 – água com CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>; T2 – água com CEa de 2,2 dS m<sup>-1</sup>; T3 – água com CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup> e T4 – água com CEa de 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Garcia, et al (2007), mostra que salinidade do solo também afeta significativamente os teores de potássio nas folhas de milho aos 120 DAP decrescendo linearmente seus valores com o aumento dos níveis de salinidade do solo (CEes): 0,85; 2,35; 3,85; 5,35; 6,85 e 8,35 dS.m<sup>-1</sup>.



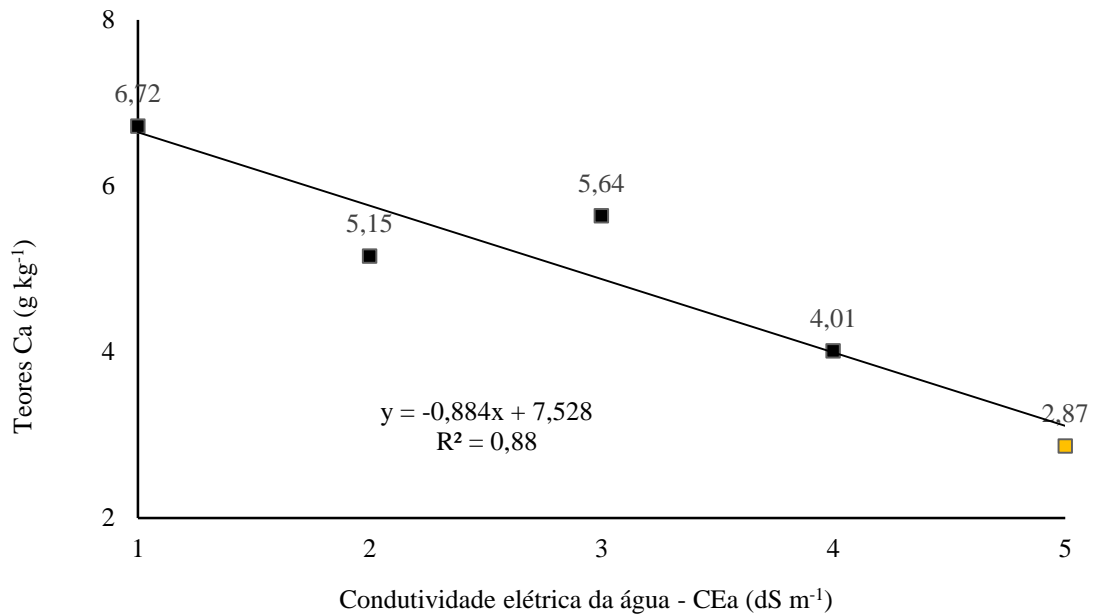
**Figura 3:** Teores de potássio identificados na análise de área foliar (AF) na cultivar de milho, submetidas a estresse salino.

O potássio apresenta funções de grande importância para o bom desenvolvimento das plantas, como a expansão celular, no transporte de íons e na abertura e fechamento dos estômatos (Prado, 2008). É de suma importância a administração correta desse elemento, pois

quando em deficiência segundo Prado (2008), a planta expressa clorose marginal, necrose das folhas mais velhas, o acamamento das plantas e parede celular mais fina.

Na análise dos teores de cálcio, representadas graficamente de forma linear decrescente (Figura 4), pode-se observar que o aumento dos teores de sais presentes na água de irrigação ocasionou a diminuição dos teores de cálcio em folhas de milho. Ressalta-se, porém, que existe um acréscimo no teor de cálcio da CEa 2 para CEa 3 de  $0,49 \text{ g kg}^{-1}$ . Os valores de referência dos teores foliares de cálcio para a cultura do milho é de  $3,0$  a  $10,0 \text{ g kg}^{-1}$  (Raij & Cantarella, 1996), o que é satisfatório para todas as condutividades elétricas da água de irrigação, com exceção da CEa 5 que apresentou valor de  $2,87 \text{ g kg}^{-1}$ . As demais condutividades elétricas variaram os teores de cálcio para a cultura do milho entre  $6,72$  a  $4,01 \text{ g kg}^{-1}$ .

Diferentemente dos resultados obtidos nesse trabalho, outros estudos têm demonstrado que o aumento da salinidade da água de irrigação provocou aumento nos teores de cálcio nas folhas e colmos, onde Sousa et al. (2010) relatam que, o aumento da condutividade elétrica da água (CEa) utilizada de:  $0,8$ ;  $2,2$ ;  $3,6$  e  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ , provocou valores crescentes nos teores de Ca, presente na parte aérea das plantas de milho. Já semelhantemente ao presente trabalho, Garcia et al. (2007), reportaram que a salinidade do solo afetou significativamente os teores de cálcio nas folhas de milho aos 30 e 120 DAP aos níveis de salinidade do solo (CEes):  $0,85$ ;  $2,35$ ;  $3,85$ ;  $5,35$ ;  $6,85$  e  $8,35 \text{ dS.m}^{-1}$ .



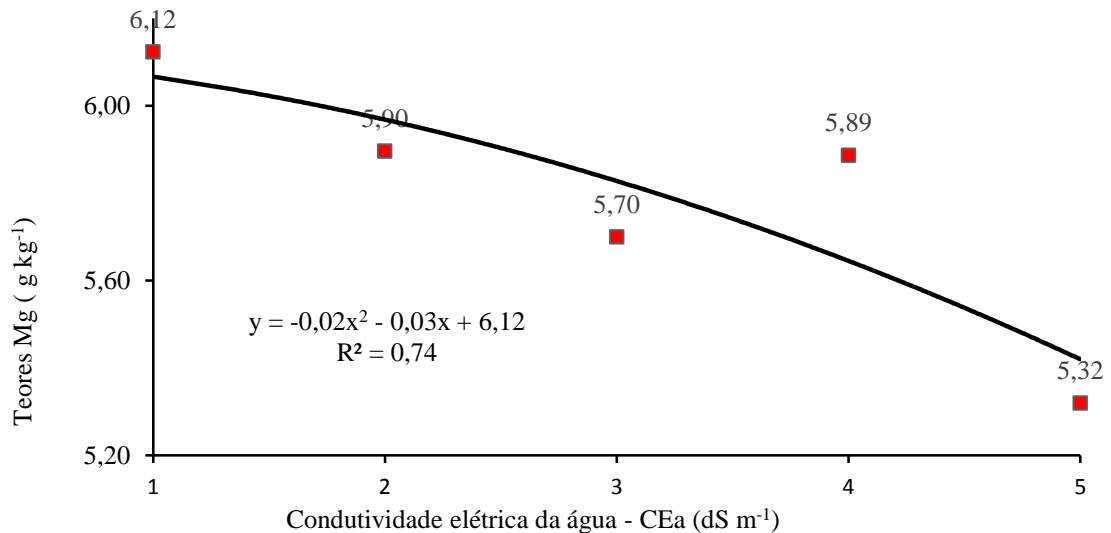
**Figura 4:** Teores de cálcio identificados na análise de área foliar (AF) na cultivar de milho, submetidas a estresse salino.

O cálcio é um elemento necessário para o desenvolvimento das plantas e é essencial para a cultura do milho, com funções extremamente importantes, onde é componente da parede celular, no crescimento do tubo polínico e indispensável para a germinação do grão de pólen (Vitti et al., 2006). O cálcio apresenta o crescimento radicular limitado e o apodrecimento das raízes quando em deficiência, afetando assim as funções desse elemento segundo Vitti et al., 2006.

Para os teores de Magnésio nas folhas de milho irrigadas aos 110 DAP (Figura 5), o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou com maior valor de teor de Mg de 6,12 g kg<sup>-1</sup> na condutividade elétrica 1. Observa-se, pela figura 5, que houve perda do teor de magnésio em folhas de milho à medida que se aumenta o teor de salinidade da água de irrigação.

Raij & Cantarella (1996) afirma que a faixa considerada ideal do teor de magnésio para a cultura do milho é de 1,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>. Os valores obtidos na figura 5, referentes aos teores de Mg do milho, foram bastante elevados com relação aos limites ideais, o que mais se aproxima do teor ideal foi utilizando a CEa 5 com valor de 5,32 g kg<sup>-1</sup>, ocorrendo assim o excesso de magnésio em todos os níveis de sais na água, consequentemente causando prejuízos nas funções do elemento na cultura em questão.

No trabalho realizado por Sousa, et al (2010) o aumento da salinidade da água de irrigação aos níveis de: 0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, não influenciou os teores de Mg nas folhas, diferindo dos resultados apresentados na figura 5. Já para Garcia, et al (2007) a salinidade do solo afeta significativamente os teores de magnésio nas folhas de milho aos 60, 90 e 120 DAP, provocando o decréscimo do teor de magnésio nas folhas de milho com o aumento dos níveis de salinidade do solo (CEes): 0,85; 2,35; 3,85; 5,35; 6,85 e 8,35 dS.m<sup>-1</sup>.



**Figura 5:** Teores de magnésio identificados na análise de área foliar (AF) na cultivar de milho, submetidas a estresse salino.

O magnésio também é um elemento necessário para a cultura do milho, com grande importância para o desenvolvimento das plantas, contando com funções essenciais, como a regulação do pH celular, é carregador de fósforo (P), no banco cátion-ânion, e ser cofator de enzimas fosforilativas e quando em excesso, esse elemento pode ocasionar a deficiência de K e Ca na planta (Vitti et al., 2006).

O excesso de Mg causa a deficiência de K e Ca. Como pode ser observado na figura 5, o Mg apresentou excesso em todos os níveis de adição de sais, o que pode justificar as deficiências de ambos os elementos K e Ca.

Justifica-se também a resistência do P aos tratamentos, devido o Mg ter como função ser carregador de P, contribuindo assim para a entrada de P na planta, devido o magnésio se apresenta em excesso, o que justifica o fósforo ficar dentro da faixa ideal considerada até a CEa 4, onde até mesmo o único tratamento que se mostrou fora da faixa ideal (CEa 5), fica muito próximo do teor considerado mínimo, de modo a não causar prejuízos a planta.

## **CONCLUSÕES**

A salinidade da água de irrigação afetou negativamente os teores de nitrogênio.

Os teores de P apresentaram valores satisfatórios para os quatro primeiros níveis de sais analisados, mostrando resultado deficiente para a água de irrigação 5.

No K, a CEa 1 apresentou valor dentro do permitido para a cultura, com o aumento do teor salino na água de irrigação, os teores do elemento decresceram consideravelmente, onde a partir da CEa 2 em diante, os teores apresentaram-se fora da faixa ideal.

O aumento dos teores de sais presentes na água de irrigação ocasionou a diminuição dos teores de cálcio, no entanto, apenas para a CEa 5 não foi possível encontrar teor satisfatório de cálcio para a cultura.



O aumento dos sais na água de irrigação levou a diminuição dos teores de Mg, ainda assim em todos os níveis de sais obteve-se resultados maiores que o limite máximo indicado do elemento para a cultura. A CEa 5, com valor de 5,32 g kg<sup>-1</sup>, foi a que obteve resultado mais próximo ao teor ideal.

Com as respostas obtidas no presente trabalho, dentre os tratamentos analisados, é recomendado a utilização da CEa1, que contém 1,0 dSm<sup>-1</sup>, na qual apresentou melhores respostas em relação a faixa ideal dos elementos P, K e Ca, ficando fora do desejável apenas os elementos N e Mg.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMORIM, Aiala Vieira.; et al.; **Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade**. Revista Ciência Agronômica, v.4, n. 1, p.113-121, jan-mar, 2010.

BISCARO, Guilherme Augusto. et al.; **Efeito de diferentes níveis de adubação foliar com NPK mais micronutrientes na produtividade do milho safrinha na Região de Dourados/MS. Semina**. Ciências Agrárias (Impresso), v. 34, p. 2169-2178, 2013.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio : Brasil 2012/2013 a 2022/2023 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : Mapa/ACS, 2013.

DOORENBOS, Jan.; KASSAM, Amir Holgado.; **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução: GHEYI, H.R. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro, 2013, 3ª ed. 353p.

FERNANDES, Vera Lúcia Baima.; **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza, CE: Imprensa Universitária, 1993. 247p.

FERREIRA, Paulo Afonso. et al.; **Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo**. Revista Ciência Agronômica, v.38, p.7-16, 2007.

FREIRE, Márcio H. da C. et al.; **Emergência e acúmulo de biomassa em mudas de cultivares de arroz irrigadas com águas salinas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.22, n.07, p.471–475,2018.

GARCIA, Giovanni de Oliveira. et al. **Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino**. Idesia, v.25, n.3, p.93-106, 2007.

KOPPEN, Wladimir.; **Die Klimate der Erde**. Berlin: W. Gwyter, 1923. 369p.

LACERDA, Claudivan Feitosa. 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.

MALAVOLTA, Eurípedes.; **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Brasil, 2006, 631p.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997, 319p.

MEDEIROS, José Francismar de.; **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

NEVES, Antônia Leila Rocha. et al. **Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios**. Ver. bras. Eng. Agríc. Ambiente. [online]. 2009, vol.13, suppl., pp. 873-881. ISSN 1415-4366.

OLIVEIRA, Francisco de Assis. et al.; **Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino**. Agro@mbiente On-line, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.

PRADO, Renato de Mello. **Nutrição de Plantas**. Edição. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

RAIJ, Bernardo van.; CANTARELLA, Heitor; Milho para grãos e silagens. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. P. 56-59 (Boletim Técnico, 100).

SANTOS, Marcelo Rocha.; BRITO, Cleiton Fernando Barbosa.; **Irrigação com água salina, opção agrícola consciente.** Revista Agrotecnologia, v.7, p.33-41, 2016.

SILVA, Francisco de Assis Santos.; AZEVEDO, Carlos Alberto Vieira de.; **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, Fábio César da.; **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

SILVA, Francisco Leandro Barbosa. et al; **Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda.** Irriga, Botucatu, v.18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SOUSA, Geocleber Gomes de. et al.; **Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.11, p.1143–1151,2010.

SOUSA, Geocleber Gomes de. et al.; **Interação entre salinidade e biofertilizante de caranguejo na cultura do milho.** Magistra, Cruz das Almas, v.28, n. 1, p.44-53, 2016.

TEDESCO, Marino José. et al.; **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

VITTI, Godofredo César.; LIMA, Eduardo; CICARONE, Fernanda. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. ed. **Nutrição Mineral de Plantas**.; Viçosa, MG, SBCS, 2006. p. 300-309.