

## ACÚMULO E DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES EM GENÓTIPOS DE SORGO FORRAGEIRO SOB SALINIDADE

DANIELA SIQUEIRA COELHO<sup>1</sup>, WELSON LIMA SIMÕES<sup>2</sup>, ALESSANDRA MONTEIRO SALVIANO<sup>2</sup>,  
MOISÉS ALVES DE SOUZA<sup>2</sup> e JOSÉ EZEQUIEL DE SANTOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil – [daniela.coelho@hotmail.com.br](mailto:daniela.coelho@hotmail.com.br);

<sup>2</sup>Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, Brasil – [welson.simoies@embrapa.br](mailto:welson.simoies@embrapa.br), [alessandra.salviano@embrapa.br](mailto:alessandra.salviano@embrapa.br),  
[moisesalves-1989@hotmail.com](mailto:moisesalves-1989@hotmail.com), [ezequielsantos93@hotmail.com](mailto:ezequielsantos93@hotmail.com)

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.2, p. 178-192, 2017*

**RESUMO** – O controle na absorção e distribuição de íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nos tecidos das plantas está diretamente relacionado com o grau de tolerância das plantas à salinidade, podendo minimizar possíveis distúrbios nutricionais por causa da competição desses íons com elementos como N, P, K, Ca, Mg e S. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo e a distribuição de Na, Cl e macronutrientes em dez genótipos de sorgo forrageiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na sede da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10x6, considerando dez genótipos de sorgo forrageiro, seis níveis de salinidade e três repetições. Após a colheita, as plantas foram separadas em folhas, colmos e raízes, colocadas para secar e trituradas para posterior determinação dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, Na e Cl. Concomitantemente com o aumento da salinidade, foi observada a redução da quantidade de macronutrientes acumulada em folhas, colmos e raízes de sorgo forrageiro, estando diretamente relacionada com as perdas de matéria seca e com efeito competitivo de íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> que se encontram em excesso na solução do solo.

**Palavras-chave:** extração, estresse salino, sódio, cloro, macronutrientes.

## ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF NUTRIENTS IN FORAGE SORGHUM GENOTYPES UNDER SALINITY

**ABSTRACT** - The absorption and distribution control of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in plant tissues is related directly to the plant tolerance degree to the salinity and can minimize possible nutritional disorders because of these ions competition with elements such as N, P, K, Ca, Mg and S. The aim of this study was to evaluate the salinity effect on the accumulation and distribution of Na, Cl and macronutrients in ten genotypes of sorghum. The experiment was conducted in a greenhouse located at Embrapa Semiárido, in Petrolina, Pernambuco, Brazil. We used a experimental randomized block design in a factorial 10x6 considering ten cultivars of forage sorghum, six levels of salinity and three replications. After harvest, plants were separated into leaves, culms and roots, left to dry and milled for subsequent determination of the elements N, P, K, Ca, Mg, S, Na and Cl. Concomitantly with the salinity increase, it was observed a reduction in the amount of nutrients accumulated in leaves, culms and roots of forage sorghum, directly related to the dry matter losses and competitive effect of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>, which are in excess in the soil solution.

**Keywords:** extraction, salt stress, sodium, chlorine, macronutrients.

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar predomínio de solos jovens e pouco profundos em áreas que possuem elevadas taxas de evapotranspiração superando os índices de precipitação. Essas condições favorecem o processo de salinização dos solos e ainda limitam o armazenamento de água de boa qualidade em razão dos altos teores de sais acumulados (Medeiros et al., 2010).

Nessa região, a utilização de espécies tolerantes à salinidade torna-se viável, principalmente quando se obtêm rendimentos aceitáveis em áreas muitas vezes impróprias para a implantação de diversas culturas.

A salinidade afeta o crescimento e a produtividade das plantas por causa dos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais. O estresse osmótico está relacionado com a dificuldade das plantas em absorver água; com o acúmulo de íons tóxicos, como o  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , que causam uma série de problemas ao metabolismo (Flowers et al., 2015).

O excesso de íons como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  ainda proporciona desequilíbrios nutricionais ao interferir na absorção de nutrientes essenciais à planta (Ferreira et al., 2007), além de haver alterações estruturais na membrana e inibição da atividade de várias enzimas que participam do transporte e da assimilação desses nutrientes (Willadino & Camara, 2010).

O mecanismo de absorção e o modelo de acumulação de íons em diferentes órgãos da planta são processos de significativa importância na distinção entre genótipos sensíveis e tolerantes à salinidade (Ashraf & Ahmad, 2000), pois podem representar uma adaptação das plantas para minimizar o efeito tóxico dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (Tavakkoli et al., 2012) e evitar eventuais carências nutricionais em razão do efeito antagônico de  $\text{NaCl}$  sobre elementos como N, P, K, Ca, Mg e S (Farias et al., 2009).

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench.] é considerado uma cultura moderadamente tolerante à salinidade, que vem sendo amplamente produzida em todo o mundo (Sadeghi & Shourijeh, 2012). Por causa do seu alto potencial de produção em regiões secas e que apresentam problemas com salinidade, vários estudos vêm sendo desenvolvidos para seleção de genótipos mais tolerantes a salinidade, bem como para identificação dos mecanismos desenvolvidos por esses genótipos para adaptar-se a essas condições.

Considerando, que o controle na absorção e distribuição de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nos tecidos das plantas é um dos mecanismos mais eficientes desenvolvidos por plantas tolerantes a salinidade, minimizando distúrbios nutricionais, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo e distribuição de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e macronutrientes em dez genótipos de sorgo forrageiro.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no município de Petrolina-PE (9°9' S; 40°22' W). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical Semiárido, tipo BshW, caracterizado por escassez e irregularidade das precipitações.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10x6, considerando dez genótipos de sorgo forrageiro e água salina com seis valores de condutividade elétrica ( $\text{CE}_a$ ), utilizando três repetições. Os genótipos avaliados foram F305, BRS 655, BRS 610, Volumax, 1.015.045, 1.016.005, 1.016.009, 1.016.013, 1.016.015 e 1.016.031, pertencentes ao Banco de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo.

Os vasos foram preenchidos com uma camada de brita e completados com solo caracterizado como Argissolo Amarelo Distrófico Latossólico, de textura média, coletado na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 1).

A semeadura foi realizada colocando-se cinco sementes por vaso, a dois centímetros de profundidade. Após quatorze dias, foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso, e foram iniciadas as irrigações com as soluções salinas com os seguintes valores de  $CE_a$ : 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m<sup>-1</sup>.

As soluções foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, de modo a se obter proporção equivalente entre Na:Ca:Mg de 7:2:1 (Aquino et al., 2007).

Para evitar possíveis problemas com deficiência nutricional, foram feitas aplicações de solução nutritiva preparada a partir de valores recomendados por Novais et al. (1991) para experimento em casa de vegetação. Foram utilizados 5,4; 4,4 e 4,5 g por vaso de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, e 28; 31,5; 1,6; 67,5; 10,6; 3,0 e 4,0 mg por vaso de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O, MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>EDTA, respectivamente. A quantidade de nutrientes foi parcelada em três aplicações a cada vinte dias, iniciadas após o desbaste.

As irrigações foram realizadas de forma a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo e evitar o acúmulo de sais. Para isso, os vasos foram irrigados a cada dois dias, mantendo-se uma fração de lixiviação de aproximadamente 15%.

Aos 60 dias após o início das aplicações das soluções salinas, iniciou-se a retirada das plantas à medida que atingiam o ponto de colheita, correspondente ao momento em que os grãos da porção central da panícula adquiriam aspecto pastoso a farináceo. A colheita durou um período de dez dias.

Após a colheita, as plantas foram separadas em folhas, colmos e raízes e colocadas para secar em estufa a 60 °C por 72 horas, sendo posteriormente pesadas para determinação da massa seca. Em seguida, as partes vegetais foram trituradas em moinho para posterior determinação dos teores de macronutrientes Na e Cl.

Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, S e Na, 0,5 g do material seco e triturado foi submetido à digestão nítrico-perclórica, sendo K e Na determinados posteriormente por fotometria de chama, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; S por turbidimetria do sulfato e P por espectrofotometria UV-VIS (Claessen, 1997). Para determinação de N, amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posterior quantificação pelo método de

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo de genótipos de sorgo forrageiro sob salinidade.

M.O. g kg <sup>-1</sup>	pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	CE <sub>es</sub> dS m <sup>-1</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	T
4,14	5,7	0,74	1,4	1,9	0,03	0,28	0,05	5,92
P mg dm <sup>-3</sup>	V %	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila
7,2	61	0,3	23,2	19,6	1,0	846,4	135,1	17,9

CE<sub>ES</sub> = condutividade elétrica do extrato de saturação; M.O. = matéria orgânica; P = fósforo disponível extraído por Mehlich<sup>-1</sup>; Ca<sup>2+</sup> = cálcio trocável; Mg<sup>2+</sup> = magnésio trocável; Na<sup>+</sup> = sódio trocável; K<sup>+</sup> = potássio trocável; Al<sup>3+</sup> = alumínio trocável; T = capacidade de troca de cátions em pH 7,0; V = saturação por bases; Fe = ferro disponível; Mn = manganês disponível; Cu = cobre disponível; Zn = zinco disponível. Micronutrientes extraídos com Mehlich<sup>-1</sup>.

Kjeldahl (Miazawa et al., 2009). Os teores de Cl<sup>-</sup> foram determinados após extração em água e titulação com AgNO<sub>3</sub>, na presença do indicador K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

O acúmulo desses minerais em folhas, colmos e raízes foi determinado a partir do produto entre os teores dos elementos e a massa seca correspondente a cada parte da planta.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para as situações em que houve interação significativa entre genótipos e níveis de salinidade foi realizado o desdobramento das variáveis dentro de cada fator, caso contrário, considerou-se o efeito independente dos fatores para as variáveis estudadas.

Para comparação entre os níveis de salinidade foram avaliados modelos de regressão de primeiro e segundo grau quando significativos ao nível de 1% ou 5% de probabilidade. O teste de Tukey, a 5% de probabilidade, foi adotado para os casos de regressões não significativas ( $p > 0,05$ ). Para comparação entre os genótipos, foi realizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Verificou-se com a análise de variância que não houve interação entre os fatores para o acúmulo de N, P e K nas folhas, para todos os macronutrientes no colmo, e para N, P e Ca nas raízes. Nesses casos, as diferenças entre genótipos e entre os níveis de salinidade foram avaliadas de forma independente.

Para Ca, Mg e S nas folhas, K, Mg e S nas raízes e para o acúmulo Na e Cl nas três partes da planta foi observado que houve diferenças entre os níveis de salinidade para cada genótipo avaliado.

Considerando o acúmulo dos elementos N, P, K, Ca, Mg e S nos colmos, folhas e raízes dos genó-

tipos de sorgo forrageiro (Tabela 2), verificou-se que o padrão de distribuição dos nutrientes nesses órgãos foi diferenciado entre os genótipos, no entanto, os resultados refletem a quantidade de nutrientes extraídos na seguinte ordem  $K > N > Ca > P > Mg > S$ .

Comparando o acúmulo dos macronutrientes entre os dez genótipos, independentemente dos níveis de salinidade (Tabela 2), foi verificado que BRS 655, BRS 610 e 1.016.031 estão entre os genótipos que apresentaram simultaneamente os menores valores de N, P e K nas folhas, enquanto o mesmo ocorreu para os valores de N, P e Ca nas raízes de 1.016.031. Para esse último, o acúmulo de N foi inferior a todos os genótipos.

Nos colmos, com exceção de P, foram verificadas diferenças significativas entre os genótipos quanto ao acúmulo de macronutrientes. Nesse caso, F305 e 1.016.015 apresentaram valores iguais ou superiores aos demais genótipos em todos os elementos, enquanto que BRS 655 e BRS 610 apresentaram os menores resultados.

Essas diferenças verificadas no acúmulo de nutrientes em colmos, folhas e raízes dos genótipos de sorgo forrageiro podem estar relacionadas com a diversidade genética deles, as quais refletem na suas características bromatológicas (Santos et al., 2013) e conseqüentemente nas suas exigências nutricionais.

Em relação ao efeito da salinidade sobre o acúmulo de macronutrientes nos colmos, independentemente do genótipo (Figura 1), verificou-se que N foi o único elemento que não foi afetado com o aumento dos valores  $CE_a$  nesse órgão, enquanto P, K, Ca e S apresentaram decréscimos lineares com o aumento nos níveis de salinidade.

Decréscimos no acúmulo de nutrientes nas diversas partes da planta têm sido justificados pelo efeito do excesso de NaCl no meio, que competem pelos

**Tabela 2.** Acúmulo de macronutrientes (mg) nos colmos, de N, P e K nas folhas e N, P e Ca nas raízes de dez genótipos de sorgo forrageiro, independentemente dos níveis de salinidade avaliados.

	----- N -----			----- P -----			----- K -----		
	folhas	colmos	raízes	folhas	colmos	raízes	folhas	colmos	raízes*
F305	134,2 a	142,4 a	142,6 a	36,7 c	55,5 a	69,4 a	134,1 b	216,1 a	158,2
BRS 655	90,8 b	74,3 b	76,2 b	27,7 c	50,1 a	17,4 c	54,9 d	134,1 b	34,7
BRS 610	67,4 b	74,9 b	75,3 b	20,1 d	42,9 a	19,6 c	84,8 c	183,8 b	63,1
Volumax	107,9 a	121,2 a	128,6 b	31,2 c	53,7 a	43,6 b	191,7 a	207,2 a	61,7
1.015.045	92,4 b	97,3 b	106,1 b	41,6 b	50,1 a	36,0 b	113,3 b	217,3 a	90,5
1.016.005	117,1 a	121,5 a	76,1 b	43,8 b	55,7 a	21,5 c	129,1 b	254,1 a	65,6
1.016.009	99,9 b	92,6 b	107,7 b	50,3 a	49,8 a	32,9 b	132,4 b	178,7 b	140,6
1.016.013	89,9 b	116,4 a	97,5 b	43,0 b	59,6 a	23,1 c	108,2 b	207,8 a	150,0
1.016.015	108,1 a	125,3 a	83,0 b	51,3 a	53,2 a	37,2 b	134,9 b	233,7 a	442,0
1.016.031	81,2 b	113,3 a	58,5 c	31,9 c	51,6 a	20,3 c	51,2 d	193,9 b	205,5

	----- Ca -----			----- Mg -----			----- S -----		
	folhas*	colmos	raízes	folhas*	colmos	raízes*	folhas*	colmos	raízes*
F305	111,3	75,6 a	95,6 a	136,2	41,6 a	27,0	13,5	28,1 a	21,1
BRS 655	39,5	29,3 c	63,3 b	19,5	19,4 b	21,5	4,1	13,8 b	18,8
BRS 610	49,7	30,0 c	41,1 c	19,4	17,4 b	11,8	6,5	15,8 b	17,1
Volumax	104,0	45,4 b	99,5 a	41,2	36,4 a	21,3	12,0	28,1 a	47,1
1.015.045	70,7	59,7 b	83,8 a	29,8	25,5 b	16,3	9,6	22,2 b	31,4
1.016.005	85,4	84,0 a	68,2 b	32,1	28,1 b	15,7	10,1	31,2 a	22,6
1.016.009	94,6	42,6 b	67,9 b	37,7	23,1 b	24,1	10,7	23,1 b	37,6
1.016.013	86,2	47,2 b	36,4 c	26,7	31,0 a	11,9	8,7	29,0 a	28,7
1.016.015	101,2	90,5 a	61,3 b	36,2	38,2 a	12,9	14,5	26,6 a	25,5
1.016.031	36,7	87,4 a	41,7 c	18,3	33,3 a	14,0	6,6	20,8 b	20,1

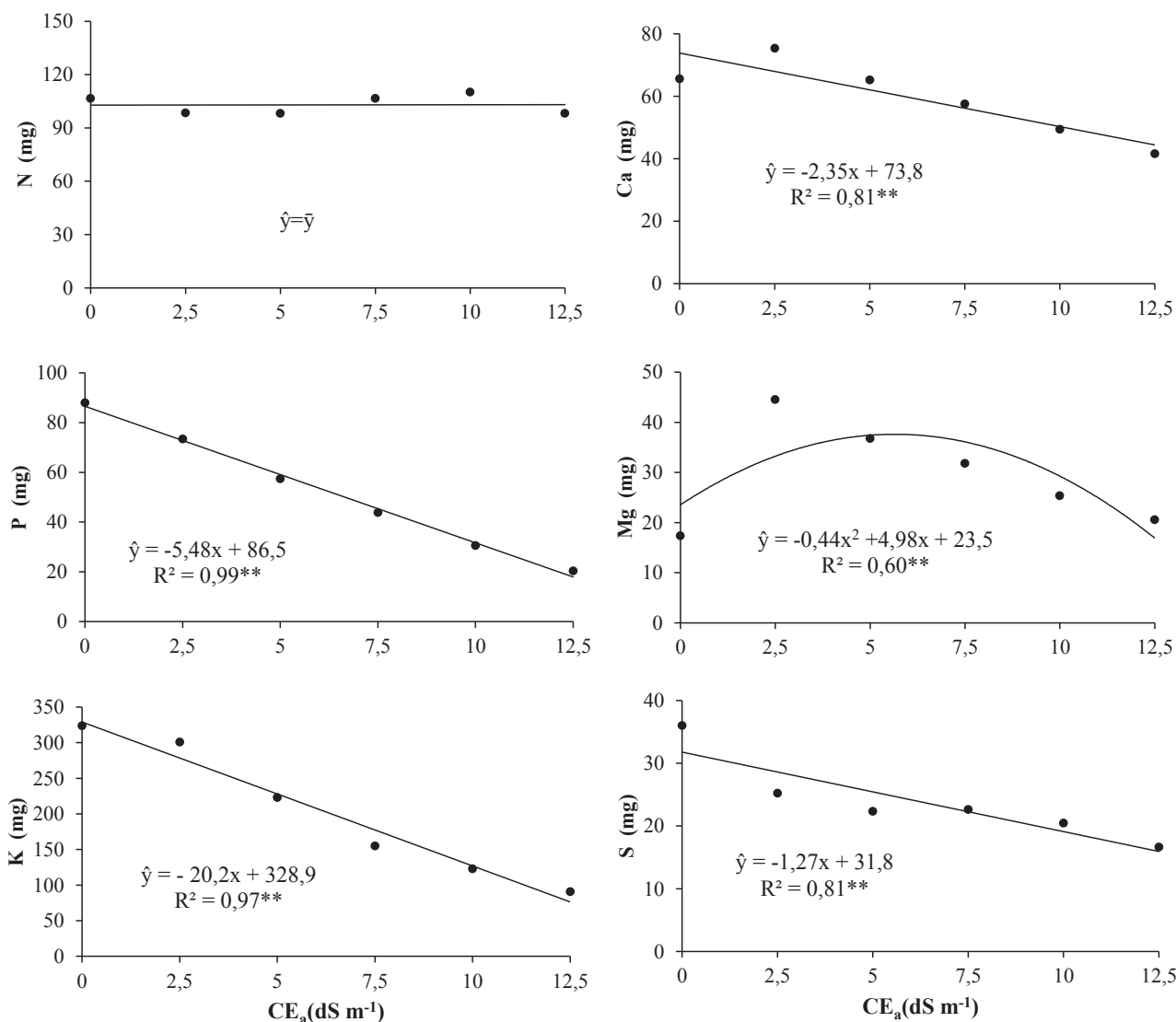
Colunas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.\*Interação genótipos X CE<sub>a</sub> significativa.

sítios de absorção nas raízes, como ocorreu com N, P, K e Ca em plantas de feijoeiro (Neves et al., 2009), N, P, K, Ca, Mg e S em gliricídia (Farias et al., 2009), P, K, Ca e Mg em milho (Sousa et al., 2010).

Farias et al. (2009) ainda afirmam que a redução do acúmulo de nutrientes também correlaciona-se com o efeito depressivo da salinidade sobre a produção de massa seca das plantas, sendo a principal causa nos decréscimos de N e S em plantas de gliricídia. Como a quantidade de N acumulada nos colmos das plantas de sorgo forrageiro não foi afetada pela salinidade,

pressupõe-se a existência de mecanismos que realizam a manutenção no acúmulo de N nesse órgão.

Já o acúmulo de Mg nos colmos foi representado por regressão de segundo grau (Figura 1), onde ocorreu um aumento significativo dele com a elevação da CE<sub>a</sub> até 5,7 dS m<sup>-1</sup>, e posterior decréscimo com o incremento da salinidade. Esse fato pode estar relacionado com a presença de Mg nas soluções salinas, que em níveis mais baixos de salinidade possibilitou maior absorção desse elemento já que a solução nutritiva aplicada não apresentava Mg em sua composição.

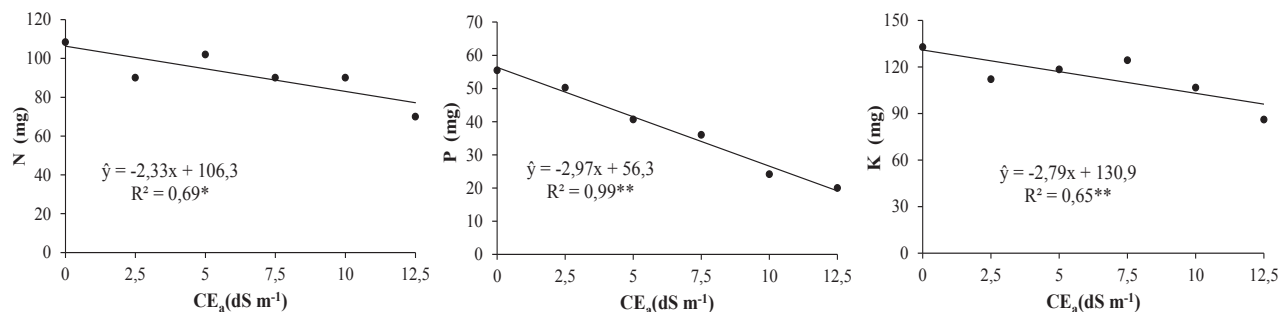


**Figura 1.** Acúmulo de macronutrientes nos colmos de sorgo forrageiro irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. \*\*: \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

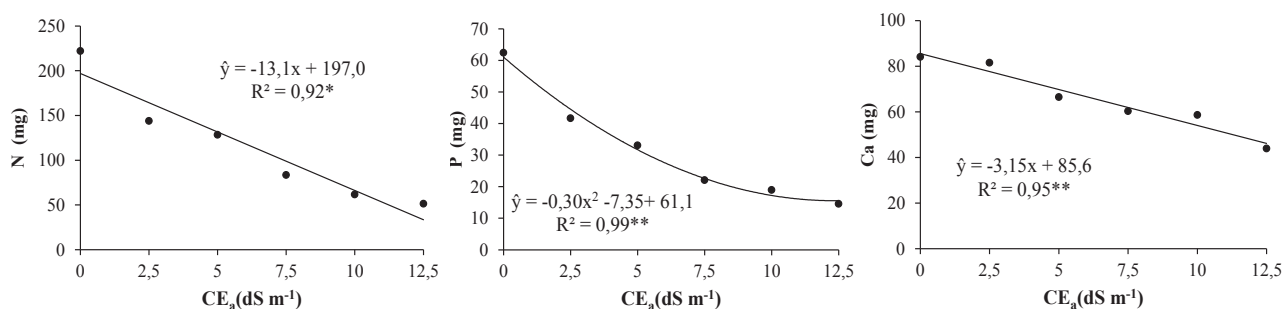
Por outro lado, os decréscimos no acúmulo de Mg foram devidos aos efeitos do estresse salino mais severo, assim como ocorreu com os demais nutrientes.

Com o aumento da salinidade, os níveis de N, P e K nas folhas (Figura 2) e N, P e Ca nas raízes (Figura 3) sofreram decréscimos. Para N, reduções nas folhas e raízes foram lineares, no entanto, os decréscimos foram mais acentuados nas raízes.

A redução na absorção de N pode ter sido afetada pela competição de  $\text{NH}_4^+$  fornecido na solução nutritiva com íons  $\text{Na}^+$ , apesar de Zhonghua et al. (2011) afirmarem que a absorção de N na forma de  $\text{NH}_4^+$  contribui para melhores respostas ao estresse salino em razão da maior economia de energia durante sua assimilação quando comparada à forma nítrica. No entanto, pelas boas condições de drenagem



**Figura 2.** Acúmulo de N, P e K em folhas de sorgo forrageiro irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. \*\*, \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.



**Figura 3.** Acúmulo de N, P e Ca em raízes de sorgo forrageiro irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade. \*\*, \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

do solo, ainda é possível pressupor a ocorrência da oxidação de  $\text{NH}_4^+$  (Cantarella, 2007), formando  $\text{NO}_3^-$ , que, por sua vez, também compete com o  $\text{Cl}^-$  em excesso na solução do solo.

As reduções de N nas raízes provavelmente tiveram maior relação com os decréscimos em massa seca desse órgão, os quais foram mais acentuados que a parte aérea (dados não apresentados), concordando com os resultados observados por Farias et al. (2009).

Decréscimos nos níveis de P em folhas, colmos e raízes têm demonstrado a influência da salinidade sobre a absorção desse nutriente. Lacerda et al. (2006) observaram que o sorgo quando cultivado sob salinidade aplicando-se doses crescentes de P foi menos exigente nesse nutriente, sendo que as doses mais elevadas de P podem ter contribuído de alguma forma na inibição do crescimento das plantas.

Em relação ao  $\text{K}^+$  acumulado nas folhas, os decréscimos ocorridos com o aumento da salinidade têm sido relacionados principalmente ao efeito antagônico existente entre esse íon e o  $\text{Na}^+$  (Soares et al., 2016). Nesse caso, a redução da quantidade de  $\text{K}^+$  nas células é um fator agravante do estresse salino por causa da sua elevada participação na regulação do potencial osmótico, necessária à absorção de água nessas circunstâncias (Willadino & Camara, 2010).

O acúmulo de Ca nas folhas foi diferenciado entre genótipos para cada nível de salinidade (Tabela 3). Para F305, 1.016.005, 1.016.013 e 1.016.015, a quantidade de Ca acumulada nas folhas com o aumento da salinidade foi representada por regressões de segundo grau, demonstrando acréscimos até os valores de  $\text{CE}_a$  de 7,3; 6,5; 5,8 e 4,8  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. Acima desses valores de  $\text{CE}_a$  houve decrés-

cimos provavelmente ocasionados pelos efeitos mais severos do estresse salino. Já os demais genótipos apresentaram pouca ou nenhuma diferença significativa entre os níveis de salinidade.

Os acréscimos de Ca em folhas de alguns genótipos até certo nível de salinidade podem ser explicados pela contribuição desse elemento na água salina para a nutrição das plantas. Tem-se verificado que a maior acumulação de Ca pode contribuir na tolerância ao estresse salino, por causa do seu papel na manutenção da integridade das membranas, haja vista a importância da seletividade das membranas nos processos de absorção e compartimentação iônica (Azevedo Neto & Tabosa, 2000).

Em relação ao Mg acumulado nas folhas (Tabela 3), foi observada elevada variação nesses valores, o que não resultou em diferenças significativas entre os níveis de salinidade para cada genótipo, exceto F305. Este último apresentou características semelhantes ao Ca, havendo máxima acumulação de Mg em 2,7 dS m<sup>-1</sup>, o que demonstra que o aumento da salinidade afetou de forma mais intensa a absorção e acumulação de Mg do que Ca nas folhas desse genótipo. Esse fato pode estar relacionado à maior concentração de Ca em relação ao Mg na água salina, que possibilita maior disponibilização de Ca às plantas quando comparado ao Mg (Meurer, 2006).

Ainda nas folhas, o acúmulo de S foi diferenciado entre os níveis de salinidade apenas para F305 e 1.016.015. Nas raízes, em razão dos altos valores de coeficiente de variação (CV) obtidos a partir da análise de K acumulado nesse órgão, não foi possível observar diferenças significativas entre os níveis de salinidade para a maioria dos genótipos (Tabela 4). No entanto, para F305, 1.016.009, 1.016.015 e 1.016.031 foram verificados decréscimos no acúmulo K com o aumento da CE<sub>a</sub>, ocorrendo de forma linear

para os três primeiros genótipos e seguindo modelo polinomial de 2º grau para este último.

Esse fato pode ser explicado pela influência direta do aumento da concentração de Na no meio radicular, o qual pode inibir o influxo de K nas células das raízes e/ou promover o efluxo citossólico de K, induzido por canais no plasmalema ou pelo aumento da fluidez da membrana por causa da redução de Ca (Willadino & Camara, 2010).

Em razão dos altos valores de CV, não foi possível verificar diferenças significativas na quantidade de Mg acumulada nas raízes para a maioria dos genótipos, com exceção de BRS 655 e 1.016.009 que apresentaram redução com o aumento da salinidade. Para F305, 1.015.045, 1.016.009 e 1.016.013, também foram observadas reduções de S nas raízes com o aumento da salinidade.

Como mencionado anteriormente, o efeito da competição dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> foi o que provavelmente contribuiu para a redução no acúmulo dos macronutrientes nas folhas, colmos e raízes das plantas de sorgo forrageiro, o que pode ser confirmado pelos acréscimos consideráveis desses íons nos órgãos das plantas com o aumento da salinidade (Tabelas 6 e 7).

No geral, a quantidade de Na<sup>+</sup> acumulada nas folhas, colmo e raízes foi crescente, apresentando característica linear em folhas de Volumax e 1.016.015, e nos colmos de F305, Volumax, 1.015.045 e 1.016.005, enquanto nos colmos de 1.016.013 e em raízes de Volumax (Tabela 5) o acúmulo de Na<sup>+</sup> foi crescente até os níveis de CE<sub>a</sub> de 9,0 e 6,1 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, decrescendo a partir disso com o aumento da CE<sub>a</sub>.

Observou-se que, comparado à quantidade de Na<sup>+</sup> nas raízes e colmos, o acúmulo de Na<sup>+</sup> nas folhas foi inferior, o que pode representar um mecanismo de adaptação dessas plantas para evitar o efeito tóxico



**Tabela 3.** Acúmulo de Ca, Mg e S em folhas de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas com diferentes níveis de salinidade.

	-----dS m <sup>-1</sup> -----						equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	2,5	5	7,5	10	12,5		
	----- Ca (mg) -----							
F305	84,9 A	98,9 A	107,6 B	149,8 A	131,6 A	94,8 A	$\hat{y} = -1,03x^2 + 15,1x + 76,2$	0,68*
BRS 655	46,1 aA	37,8 aB	42,8 aC	53,8 aB	29,7 aC	26,7 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	43,8 aA	69,3 aB	50,5 aC	41,7 aB	46,4 aC	46,9 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	74,2 bA	102,4 abA	119,5 abB	93,1 abA	145,4 aA	89,7 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	57,4 aA	87,8 aA	80,5 aC	72,6 aB	62,6 aC	63,5 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	55,3 A	77,0 B	116,1 B	120,5 A	81,7 B	61,6 B	$\hat{y} = -1,48x^2 + 19,2x + 50,8$	0,87**
1.016.009	80,4 aA	119,3 aA	86,5 aC	61,6 aB	127,6 aA	92,4 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	61,8 A	102,2 A	114,0 B	121,0 A	37,1 C	81,1 A	$\hat{y} = -1,04x^2 + 12,0x + 71,0$	0,32*
1.016.015	87,7 A	138,9 A	171,8 A	82,4 B	92,8 B	33,7 B	$\hat{y} = -1,83x^2 + 17,2x + 98,6$	0,73**
1.016.031	33,9 aA	37,2 aB	34,1 aC	31,4 aB	29,8 aC	63,7 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
	----- Mg (mg) -----							
F305	165,9 A	203,7 A	182,3 A	163,5 A	59,8 A	42,4 A	$\hat{y} = -1,72x^2 + 9,4x + 176,5$	0,90*
BRS 655	18,1 aB	22,4 aB	26,8 aB	27,2 aB	10,2 aB	12,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	17,0 aB	35,8 aB	21,8 aB	13,4 aB	14,4 aB	13,9 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	33,6 aB	52,5 aB	50,4 aB	33,0 aB	50,3 aA	27,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	28,5 aB	42,4 aB	34,0 aB	27,5 aB	23,2 aB	23,1 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	22,5 aB	40,5 aB	41,7 aB	42,9 aB	26,4 aB	18,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	27,0 aB	53,7 aB	33,8 aB	44,5 aB	38,5 aA	28,4 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	19,1 aB	43,2 aB	35,3 aB	32,9 aB	10,7 aB	19,1 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	21,4 aB	45,3 aB	46,5 aB	38,4 aB	37,9 aA	27,4 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	16,2 aB	25,4 aB	18,9 aB	16,6 aB	8,3 aB	24,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
	----- S (mg) -----							
F305	9,0 A	11,5 A	19,1 A	16,2 A	16,8 A	8,6 A	$\hat{y} = -0,23x^2 + 3,04x + 7,84$	0,82**
BRS 655	5,9 aA	4,3 aA	3,0 aB	5,0 aB	3,3 aB	3,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	7,2 aA	7,3 aA	5,2 aB	5,5 aB	5,8 aB	8,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	7,7 aA	5,3 aA	14,0 aB	13,7 aA	20,4 aA	10,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	10,0 aA	13,9 aA	8,0 aB	9,1 aB	7,3 aB	8,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	12,3 aA	9,0 aA	12,3 aB	11,0 aA	10,1 aA	5,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	13,1 aA	8,2 aA	7,6 aB	12,4 aA	13,0 aA	9,9 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	8,3 aA	8,3 aA	10,8 aB	13,6 aA	3,9 aB	7,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	12,5 A	13,0 A	25,9 A	14,7 A	11,6 A	9,0 A	$\hat{y} = -0,23x^2 + 2,44x + 12,1$	0,52*
1.016.031	10,9 aA	6,1 aA	6,3 aB	6,7 aB	5,1 aB	7,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--

Mesma letra maiúscula entre genótipos e mesma letra minúscula entre níveis de salinidade não diferem entre si respectivamente pelos testes de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) e Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\*: \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 4.** Acúmulo de K, Mg e S nas raízes de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas com diferentes níveis de salinidade.

	-----dS m <sup>-1</sup> -----						equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	2,5	5	7,5	10	12,5		
-----K (mg)-----								
F305	345,6 B	192,6 B	136,0 B	111,5 A	77,5 A	85,7 A	$\hat{y} = -19,1x+277$	0,78*
BRS 655	66,0 aC	37,7 aB	28,7 aB	31,6 aA	36,1 aA	8,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	147,1 aC	64,7 aB	65,2 aB	48,5 aA	28,5 aA	24,8 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	136,5 aC	45,8 aB	31,0 aB	85,8 aA	53,2 aA	18,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	138,1 aC	148,2 aB	159,5 aB	37,0 aA	50,8 aA	9,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	70,5 aC	99,3 aB	84,6 aB	44,0 aA	72,8 aA	22,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	362,3 B	139,7 B	180,0 B	73,1 A	48,1 A	40,5 A	$\hat{y} = -22,7x+283$	0,78*
1.016.013	144,6 aC	81,4 aB	240,9 aB	223,0 aA	51,9 aA	158,1 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	856,5 A	427,3 A	637,5 A	167,9 A	339,7 A	223,2 A	$\hat{y} = -44,6x+720$	0,63**
1.016.031	609,7 A	472,7 A	59,3 B	51,5 A	24,7 A	15,4 A	$\hat{y} = 6,24x^2-127,4x+644$	0,93**
-----Mg (mg)-----								
F305	28,6 aB	28,1 aA	43,3 aA	25,3 aA	21,8 aA	14,9 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 655	25,9 B	39,0 A	15,9 A	17,9 A	22,0 A	8,0 A	$\hat{y} = -1,59x+31,4$	0,50*
BRS 610	15,1 aB	11,5 aB	12,5 aA	13,3 aA	12,0 aA	6,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	18,8 aB	27,5 aA	18,8 aA	20,7 aA	23,8 aA	18,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	15,2 aB	35,0 aA	15,5 aA	9,7 aA	12,4 aA	10,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	9,4 aB	21,1 aB	21,6 aA	14,1 aA	15,1 aA	12,9 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	75,7 A	17,6 B	15,4 A	12,9 A	11,8 A	11,5 A	$\hat{y} = 0,83x^2-14,4x+66,0$	0,83**
1.016.013	16,2 aB	8,7 aB	19,3 aA	11,4 aA	6,4 aA	9,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	11,7 aB	15,6 aB	19,3 aA	12,7 aA	9,5 aA	9,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	30,8 aB	11,7 aB	19,3 aA	9,2 aA	12,2 aA	8,1 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
-----S (mg)-----								
F305	37,3 B	35,3 B	31,0 A	7,0 A	9,2 A	6,9 A	$\hat{y} = -2,91x+39,3$	0,84*
BRS 655	20,2 aB	32,2 aB	12,9 aA	17,3 aA	26,0 aA	4,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	38,5 aB	16,0 aB	20,1 aA	12,9 aA	6,3 aA	9,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	40,8 aB	83,4 aA	28,5 aA	48,5 aA	28,8 aA	52,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	27,7 B	64,6 A	51,5 A	10,7 A	23,1 A	11,0 A	$\hat{y} = -2,84x+49,2$	0,36*
1.016.005	16,5 aB	21,2 aB	36,5 aA	22,0 aA	25,7 aA	14,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	120,5 A	27,5 B	26,7 A	29,6 A	17,5 A	3,8 A	$\hat{y} = 1,0x^2-19,5x+102$	0,78*
1.016.013	96,8 A	12,3 B	10,3 A	27,5 A	5,7 A	19,6 A	$\hat{y} = 1,17x^2-19,6x+81,0$	0,71*
1.016.015	36,7 aB	29,8 aB	25,6 aA	19,4 aA	24,8 aA	16,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	47,3 aB	17,0 aB	11,6 aA	15,7 aA	18,2 aA	11,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--

Mesma letra maiúscula entre genótipos e mesma letra minúscula entre níveis de salinidade não diferem entre si respectivamente pelos testes de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) e Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\*, \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 5.** Acúmulo de Na em folhas, colmo e raízes de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas com diferentes níveis de salinidade.

Na (mg)	-----dS m <sup>-1</sup> -----						equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	2,5	5	7,5	10	12,5		
----- folhas -----								
F305	6,7 bA	7,3 bA	60,4 bA	131,6 aA	185,5 aA	129,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 655	3,2 cA	5,2 cA	63,2 aA	23,3 bC	39,0 bC	29,8 bB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	3,0 cA	3,9 cA	39,7 bB	40,5 bC	35,2 bC	109,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	14,1 A	17,8 A	77,4 A	122,6 A	132,7 B	83,6 B	$\hat{y} = 8,4x + 22,0$	0,61*
1.015.045	4,3 bA	5,6 bA	53,0 abB	76,9 aB	53,0 abC	71,8 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	3,9 cA	23,6 bA	107,3 aA	123,4 aA	93,3 aB	55,9 abB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	3,7 cA	8,1 cA	40,9 bB	128,5 aA	113,1 aB	77,9 abB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	3,9 cA	32,6 bA	65,4 abA	122,0 aA	19,7 cC	59,7 bB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	6,3 A	23,0 A	80,7 A	91,2 A	93,1 B	76,4 B	$\hat{y} = 6,5x + 21,0$	0,66*
1.016.031	3,3 cA	5,1 cA	16,6 bB	80,0 aB	97,2 aB	48,8 abB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
----- colmo -----								
F305	17,7 A	98,2 A	198,7 A	295,8 A	209,3 A	209,9 A	$\hat{y} = 15,8x + 72,2$	0,57**
BRS 655	9,5 bA	49,0 aB	99,5 aB	93,9 aB	82,4 aB	46,1 aC	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	10,3 bA	66,7 abB	148,1 aA	105,2 abB	92,6 abB	63,2 abC	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	11,0 A	128,5 A	195,8 A	142,4 B	274,6 A	152,3 B	$\hat{y} = 12,5x + 72,8$	0,45**
1.015.045	17,6 A	128,9 A	117,9 B	94,2 B	138,4 B	144,8 B	$\hat{y} = 7,3x + 61,2$	0,53**
1.016.005	11,2 A	101,5 A	211,9 A	213,7 B	117,0 B	219,2 A	$\hat{y} = 12,4x + 68,0$	0,48**
1.016.009	7,4 bA	36,9 bcB	94,5 abcB	193,9 aB	137,7 abB	138,6 abB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	19,9 A	59,9 B	189,6 A	266,5 A	39,3 B	54,5 C	$\hat{y} = -10,7x^2 + 192x + 87,0$	0,67**
1.016.015	12,0 bA	143,6 aA	174,5 aA	92,4 abB	144,9 aB	109,0 abC	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	9,8 bA	102,4 abA	65,1 bB	85,4 bB	109,5 abB	202,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
----- raízes -----								
F305	62,2 aA	129,3 aA	215,1 aB	150,9 aB	104,3 aA	83,8 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 655	58,6 aA	168,9 aA	70,2 aC	151,2 aB	124,9 aA	57,9 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	44,5 aA	63,0 aB	65,7 aC	63,3 aB	163,8 aA	176,8 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	124,9 A	227,2 A	699,0 A	655,5 A	148,3 A	100,9 B	$\hat{y} = -13,3x^2 + 162x + 77,0$	0,69*
1.015.045	65,5 aA	139,5 aA	99,3 aC	104,4 aB	58,1 aA	100,6 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	105,6 aA	142,6 aA	140,4 aB	139,8 aB	148,0 aA	94,3 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	66,7 bA	245,6 aA	140,4 abB	120,1 abB	92,1 abA	83,2 abB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	51,5 aA	63,6 aB	51,6 aC	102,8 aB	52,5 aA	96,1 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	86,9 aA	164,1 aA	85,0 aC	98,9 aB	166,9 aA	223,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	37,6 aA	49,7 aB	69,4 aC	66,9 aB	100,9 aA	88,7 aB	$\hat{y} = \bar{y}$	--

Mesma letra maiúscula entre genótipos e mesma letra minúscula entre níveis de salinidade não diferem entre si respectivamente pelos testes de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) e Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\*, \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

do Na<sup>+</sup> diretamente sobre atividades metabólicas nesse órgão. Esse fato foi também observado para sorgo (Trindade et al., 2006), para milho (Azevedo Neto & Tabosa, 2000) e gliricídia (Farias et al., 2009).

Tavakkoli et al. (2012) afirmam que os mecanismos desenvolvidos para minimizar os efeitos tóxicos de Na<sup>+</sup> sobre as plantas são os que mais contribuem no grau de tolerância à salinidade; e envolvem o controle na absorção desse íon, seu bloqueio

no carregamento do xilema, extrusão a partir da raiz e compartimentação intracelular de Na<sup>+</sup> nos vacúolos.

Em relação ao Cl<sup>-</sup> acumulado em folhas, colmos e raízes, apesar de não serem observadas diferenças significativas entre níveis de salinidade para vários genótipos, justificados pelos altos valores de CV, foi verificada uma tendência de aumento desse elemento nas diversas partes da planta, sendo suas quantidades muito superiores às encontradas para Na<sup>+</sup> (Tabela 6).

**Tabela 6.** Acúmulo de Cl em folhas, colmo e raízes de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas com diferentes níveis de salinidade.

Cl (mg)	----- dS m <sup>-1</sup> -----						equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	2,5	5	7,5	10	12,5		
----- folhas -----								
F305	48,2 A	212,8 A	385,2 A	625,1 A	715,9 A	468,6 A	$\hat{y} = 44,0x + 134,2$	0,68**
BRS 655	15,4 bA	72,5 aA	181,3 aB	178,4 aB	172,8 aC	111,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	15,5 bA	104,9 aA	125,2 aB	181,2 aB	159,0 aC	212,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	48,7 A	206,7 A	440,5 A	437,3 A	600,4 A	385,8 A	$\hat{y} = 32,7x + 149$	0,61**
1.015.045	34,1 A	151,4 A	368,2 A	277,2 B	269,5 C	332,2 A	$\hat{y} = 20,0x + 113,5$	0,57*
1.016.005	52,6 A	163,2 A	364,6 A	483,9 A	367,6 B	273,2 A	$\hat{y} = 21,0x + 153,1$	0,40*
1.016.009	18,1 cA	188,1 bA	198,7 bB	392,3 aA	418,2 aB	329,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	11,1 A	179,9 A	228,0 B	314,1 B	142,6 C	279,0 A	$\hat{y} = 15,0x + 98,6$	0,42*
1.016.015	49,3 A	183,4 A	330,0 A	366,4 A	500,2 B	286,6 A	$\hat{y} = 24,8x + 130,8$	0,56**
1.016.031	17,7 aA	121,1 aA	100,1 aB	97,6 aB	73,3 aC	276,8 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
----- colmo -----								
F305	45,8 A	487,4 A	752,6 A	976,0 A	645,2 A	550,1 A	$\hat{y} = 36,8x + 346,3$	0,30**
BRS 655	70,8 bA	427,9 aA	380,0 aB	414,5 aC	253,1 aB	296,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	53,7 bA	487,6 aA	297,0 abB	235,0 abC	205,6 abB	200,0 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	31,9 A	631,5 A	675,9 A	412,1 C	664,9 A	442,3 A	$\hat{y} = -9,4x^2 + 138x + 146$	0,59*
1.015.045	67,2 bA	431,5 aA	470,2 aB	363,4 aC	428,5 aA	359,1 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	80,7 bA	462,7 aA	589,1 aA	722,6 aB	484,1 aA	355,5 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	129,2 bA	561,0 aA	371,9 abB	499,9 abC	455,1 abA	428,7 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.013	53,5 cA	552,2 abA	577,4 abA	683,3 aB	240,1 bB	403,8 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	55,8 bA	509,0 aA	627,0 aA	346,8 aC	532,2 aA	397,6 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.031	49,1 aA	432,0 aA	380,6 aB	307,6 aC	221,4 aB	379,2 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
----- raízes -----								
F305	40,3 bB	263,4 abB	381,0 aA	220,1 abB	134,4 abA	152,9 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 655	37,8 bB	296,4 aA	148,8 aA	198,6 aB	294,8 aA	215,7 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
BRS 610	18,9 aB	154,2 aB	127,0 aA	142,1 aB	154,0 aA	143,3 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
Volumax	57,8 bB	411,9 aA	295,5 abA	225,5 abB	265,4 abA	256,9 abA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.015.045	37,7 bB	452,8 aA	202,4 abA	143,3 bB	186,5 abA	238,9 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.005	53,5 bB	204,8 aB	272,8 aA	199,0 aB	206,7 aA	167,4 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.009	122,4 A	213,1 B	342,7 A	211,9 B	169,0 A	131,1 A	$\hat{y} = -3,8x^2 + 45,1x + 134,7$	0,67*
1.016.013	53,4 bB	134,5 B	260,8 abA	519,9 aA	76,6 bA	163,7 bA	$\hat{y} = \bar{y}$	--
1.016.015	38,1 B	324,7 A	360,0 A	196,7 B	145,5 A	166,9 A	$\hat{y} = -4,8x^2 + 59,1x + 109,8$	0,47*
1.016.031	123,1 aA	193,7 aB	230,9 aA	145,5 aB	185,9 aA	123,0 aA	$\hat{y} = \bar{y}$	--

Mesma letra maiúscula entre genótipos e mesma letra minúscula entre níveis de salinidade não diferem entre si respectivamente pelos testes de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) e Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\*, \* regressões significativas a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Esse fato está relacionado a característica de  $\text{Cl}^-$  como ânion livre na planta, o que lhe confere mobilidade e transporte elevados (Marschner, 1995). Além disso, o  $\text{Cl}^-$  apresenta menor afinidade para ser retido ou adsorvido pelas partículas do solo, o que possibilita sua maior absorção pelas plantas (Dias & Blanco, 2010).

Dessa forma, observa-se a tendência de redução dos níveis de N, P, K, Ca, Mg e S em todos os genótipos com o aumento da salinidade, estando associada à própria redução do crescimento das plantas, em razão do estresse salino. Também pode estar associada à competição desses elementos com os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  que se encontram em excesso na solução do solo, sendo acumulados em proporções elevadas nas folhas e colmos quando as plantas são submetidas à aplicação de soluções salinas.

No entanto, verificou-se que o genótipo F305 se destaca em relação aos demais, obtendo os maiores níveis de N, Ca e Mg em folhas, N, P, K, Ca e Mg nos colmos e N, P, Ca e Mg nas raízes, independentemente do nível de salinidade, o que pode ser um indicativo de maior adaptação às condições de estresse salino. Em segunda posição, foi verificado o genótipo 1.016.015 com destaques nos níveis de N, P e S em folhas, N, P, K, Ca, Mg e S nos colmos e K nas raízes. Esses genótipos devem ser estudados para verificar a relação entre composição mineral, características fisiológicas e os mecanismos de tolerância ao estresse salino desenvolvidos por esses genótipos.

### Conclusões

A salinidade influencia na redução da quantidade de macronutrientes acumulada em folhas, colmos e raízes de sorgo forrageiro, estando diretamente relacionada com as perdas de matéria seca e com efei-

to competitivo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  que se encontram em excesso na solução do solo.

Os genótipos F305 e 1.016.015 apresentaram maior potencial para acumular macronutrientes em seus órgãos sob condições de estresse salino. Futuramente, esses genótipos devem ser estudados para verificar a relação entre a composição mineral e os mecanismos de tolerância desenvolvidos pelas plantas em resposta a esse tipo de estresse.

### Referências

- ASHRAF, M.; AHMAD, S. Influence of sodium on ion accumulation, yield components and fiber characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Field Crops Research**, Oxford, v. 66, n. 2, p. 115-127, 2000.  
DOI: [10.1016/S0378-4290\(00\)00064-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00064-2).
- AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 961-971, 2007.  
DOI: [10.1590/S0100-06832007000500013](https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500013).
- AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 165-171, 2000.  
DOI: [10.1590/S1415-43662000000200006](https://doi.org/10.1590/S1415-43662000000200006).
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. cap. 9, p. 130-141.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud] em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1499-1505, 2009. DOI: [10.1590/S0100-06832009000500040](https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500040).
- FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 7-16, 2007.
- FLOWERS, T. J.; MUNNS, R.; COLMER, T. D. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. **Annals of Botany**, Oxford, v. 115, n. 3, p. 419-431, 2015. DOI: [10.1093/aob/mcu217](https://doi.org/10.1093/aob/mcu217).
- LACERDA, C. F.; MORAIS, H. M. M.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, p. 258-263, 2006.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 674 p.
- MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B.; GHERY, H. R. Manejo do solo-água-planta em área afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. cap. 16, p. 280-302.
- MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2006. 285 p.
- MIAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 2, p. 191-234.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009. DOI: [10.1590/S0103-84782009005000014](https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000014).
- SADEGHI, H.; SHOURIJEH, F. A. Salinity induced effects on growth parameters, chemical and biochemical characteristics of two forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 11, n. 1, p. 19-27, 2012. DOI: [10.3923/ajps.2012.19.27](https://doi.org/10.3923/ajps.2012.19.27).
- SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, L. A.; RODRIGUES, J. A. S.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2013. DOI: [10.4025/actascianimsci.v35i1.13072](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.13072).
- SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; LIRA, R. M.; BEZERRA, R. R. Mineral nutrition of crisphead lettuce grown in a hydroponic system with brackish water. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 656-664, 2016. DOI: [10.1590/1983-21252016v29n316rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n316rc).
- SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1143-1151, 2010. DOI: [10.1590/S1415-43662010001100003](https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001100003).
- TAVAKKOLI, E.; PAULL, J.; RENGASAMU, P.; McDONALD, G. K. Comparing genotypic variation in faba bean (*Vicia faba* L.) in response to salinity in hydroponic and field experiments. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 127, p. 99-108, 2012. DOI: [10.1016/j.fcr.2011.10.016](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.10.016).

TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J. T.; BEZERRA, M. A. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 804-810, 2006.

DOI: [10.1590/S1415-43662006000400004](https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000400004).

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos.

**Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 2-23, 2010.

ZHONGHUA, T.; YANJU, L.; XIAORUI, G.; YUANGANG, Z. The combined effects of salinity and nitrogen forms on *Catharanthus roseus*: The role of internal ammonium and free amino acids during salt stress. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 174, p. 135-144, 2011.

DOI: [10.1002/jpln.200900354](https://doi.org/10.1002/jpln.200900354).