

NUTRIÇÃO DO CAFEIEIRO CONILON IRRIGADO COM ÁGUA SALINA¹

**Giovanni de Oliveira Garcia², Aline Azevedo Nazário³, Ivo Zution Gonçalves⁴,
João Carlos Madalão⁵, José Augusto Teixeira do Amaral⁶**

¹Trabalho desenvolvido no Programa Institucional de Iniciação Científica da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES com apoio do CNPq

²Eng. Agrônomo, D.S., Prof. Do Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, giovanni.garcia@ufes.br

³Eng. Agrônoma, mestranda em Produção Vegetal, Depto de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, aline.a.n@hotmail.com

⁴Eng. Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, CCAUFES, Alegre, ES, ivo_zution@yahoo.com.br

⁵Eng. Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, CCAUFES, Alegre, ES, joaocarlosagr@hotmail.com

⁶Eng. Agrônomo, D.S., Prof. do Depto. de Produção Vegetal, CCAUFES, Alegre, ES, jata@cca.ufes.br

1 RESUMO

Objetivando avaliar a nutrição em mudas do cafeeiro conilon variedade robusta decorrentes da irrigação com água salina foi conduzido um experimento em casa de vegetação, montado no delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos constituídos de um irrigado com água doce e quatro com água salina nas concentrações de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹ com quatro repetições. Para avaliar os efeitos da salinidade sobre a nutrição do cafeeiro foi realizada uma análise nutricional determinando os teores foliares e nas raízes de N, P, K, Ca, Mg, S e Na aos 125 dias após o plantio das mudas. Com os resultados obtidos verificou-se que a irrigação com água salina elevou os teores de Na nas folhas e raízes; proporcionou maiores teores N, Ca e Na nas folhas, K, Mg e S nas raízes, enquanto que a concentração de P não diferiu.

Palavras-chave: Estresse salino. Nutrição mineral. *Coffea canephora* Pierre.

**GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A. A.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.;
AMARAL, J. A. T. do. NUTRITION OF COFFEE CONILON IRRIGATED WITH
SALINE WATER.**

2 ABSTRACT

In order to evaluate nutrition of seedlings conilon coffee under irrigation with saline water an experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design with five treatments consisted of irrigation with fresh water and irrigation with four concentrations of saline water: 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 dS m⁻¹, with four replications. To evaluate the effects of salinity on coffee tree's a nutrition analysis was performed by determining the nutritional content in leaves and roots of N, P, K, Ca, Mg, S and Na, at 125 days after planting. The results obtained showed that irrigation with saline water increased the levels of Na in leaves and roots; resulting in higher levels of N, Ca and Na in the leaves, and of K, Mg and S in the roots; the concentration of P did not differ.

Keywords: Salt stress. Mineral nutrition. *Coffea canephora* Pierre.

3 INTRODUÇÃO

No manejo da irrigação em regiões de clima árido e semi-árido, onde é freqüente a água conter sais solúveis em excesso, o uso dessas águas, sem uma adequada fração de lixiviação, pode provocar a salinização dos solos, reduzindo o crescimento e ou o desenvolvimento das plantas. A salinização do solo ao baixar o potencial osmótico da água, causa o estresse hídrico às plantas, além de provocar problemas de direta toxicidade e desequilíbrio nutricional. Graças à utilização de espécies de plantas tolerantes à salinidade e à adoção de práticas adequadas de manejo de solo-água-plantas, muitas áreas com problemas de salinidade vêm sendo exploradas com sucesso (Fageria, 1989).

A resposta das plantas à salinidade é um fenômeno complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais (Cramer et al., 1994). Assim, a sobrevivência das plantas em ambientes salinos pode exigir processos adaptativos envolvendo a absorção, transporte e distribuição de íons nos vários órgãos da planta e sua compartimentação dentro das células (Munns & Termaat, 1986).

A maioria das culturas desenvolve sob condições de baixa salinidade do solo. Os mecanismos desenvolvidos para absorver, transportar e utilizar os nutrientes minerais, presentes em substratos não salinos, podem não ser eficazes em condições salinas (Grattan & Grieve, 1999).

A disponibilidade de nutrientes para as plantas, em ambientes salinos, é afetada por muitos fatores no ambiente solo-plantas. O pH do solo influencia a disponibilidade dos nutrientes. A concentração e as relações entre os elementos podem influenciar a absorção e o transporte, em particular, de um nutriente e indiretamente pode afetar a absorção e a translocação de outros (Grattan & Lamenta, 1994).

Em ambientes salinos, o NaCl é o sal predominante e o que causa maiores danos às plantas. Os efeitos sobre a nutrição mineral são decorrentes, principalmente, da toxicidade dos íons em razão da absorção excessiva do Na^+ e Cl^- , e do desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição dos nutrientes (Yahya, 1998).

Em condições não salinas, o citosol das células de plantas não halófitas contem cerca de 1,0 a 3,0 dag kg^{-1} de K^+ e 0,01 a 0,1 dag kg^{-1} de Na^+ , um ambiente iônico no qual muitas enzimas alcançam o seu ótimo. Os efeitos de toxicidade iônica ocorrem, quando dos íons Na^+ ou Cl^- acumulam-se nas células. Uma alta relação Na^+/K^+ bem como a concentração elevada de sais totais inativa as enzimas e inibem a síntese protéica (Taiz & Zeiger, 2004).

Os íons inorgânicos desempenham importante papel na preservação do potencial hídrico do vegetal. Portanto, os mecanismos que resultam no excesso de absorção iônica e exclusão de Na^+ e Cl^- de tecidos metabolicamente ativos da parte aérea das plantas, podem ser responsáveis pela tolerância das culturas ao estresse salino (Cheeseman, 1988). Esta exclusão pode ser efetuada por acumulação preferencial de íons em tecidos, relativamente, tolerantes da raiz ou da parte aérea (Boursier et al., 1987).

Apesar de sua importância, poucos trabalhos têm dado valor ao cafeeiro, no que diz respeito aos efeitos de qualidade de água e de salinidade do solo sobre o rendimento, enquanto para outras culturas são encontradas várias referências. Dessa forma, técnicos e produtores sentem a necessidade de informações que visem melhorar o rendimento e esclarecer dúvidas que existem freqüentemente, como a resposta desta cultura à salinidade da água de irrigação, ou sobre o correto manejo da irrigação, para o aumento de sua produtividade.

Devido à falta de conhecimento específico, aliada à expansão da cafeicultura irrigada e fertirrigada, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos na nutrição mineral no cafeeiro conilon Var. Robusta Capixaba irrigado com água salina.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em vasos de 15 litros, preenchidos com solo classificado como Argissolo Vermelho Escuro onde foi cultivada a variedade de cafeeiro conilon robusta, em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, com coordenadas geográficas de 20° 45' S, 41° 29' W e altitude de 150 m.

A caracterização química do solo (Tabela 1) foi feita em laboratório seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997) onde foram determinados os teores de P disponível, K, Ca, Mg, Na, Al trocável, H+Al e matéria orgânica, bem como a saturação de bases, CTC efetiva e pH. Na análise física dos solos em laboratório, foram efetuadas as determinações da massa específica, pelo método da proveta; partículas, pelo método do balão volumétrico; análise granulométrica, pelo método da pipeta; e equivalente de umidade, pelo método da centrífuga (Embrapa, 1997).

Tabela 1. Valores médios das características físico-químicas do substrato utilizado no preenchimento das bandejas após a salinização com água salina nas diferentes concentrações

Características	Valor
Areia (%)	0,26
Silte (%)	0,34
Argila (%)	0,40
pH	5,70
P (mg dm ⁻³)	6,25
K (mg dm ⁻³)	35,00
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,8
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,0
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,9
Na (mg dm ⁻³)	32,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,00
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	4,9
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	2,9
Saturação por bases (cmol _c dm ⁻³)	2,9
Relação Ca/Mg	2,0

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (aplicação de uma lâmina de irrigação com água salina de condutividade elétrica de 1,00; 2,00; 3,00 e 4,00 dS m⁻¹ e uma lâmina de irrigação com água não salina), com três repetições. A água foi preparada em reservatórios mediante a adição de NaCl e CaCl₂ em quantidades necessárias para se obter uma condutividade elétrica, conforme descrito acima, com uma relação iônica em peso equivalente de 3Na:2Ca, relação esta predominante nas águas salinas utilizadas na irrigação no nordeste, conforme citado por Medeiros (1992).

A lâmina de irrigação foi calculada em função da evapotranspiração real da cultura (ET_r) sendo a reposição para cada vaso foi feita a partir da quantidade de água evapotranspirada diariamente em cada tratamento, para isso, foram instalados, em três vasos interligados a drenos de coleta de água de percolação, possibilitando a equação do balanço de água no solo:

$$ET = I - D$$

Em que, ET – evapotranspiração diária (mm); I – quantidade de água aplicada (mm), e, D – quantidade de água drenada (mm).

Os dados de evapotranspiração de referência, disponibilidade de água nos solos, radiação solar incidente, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura média, apresentado na Figura 1 abaixo, foram coletados numa estação meteorológica, localizada dentro da casa de vegetação. Os valores da ETr foram corrigidos pontualmente, em cada vaso por meio do balanço de água do solo com base numa frequência de irrigação de três dias para cada tratamento.

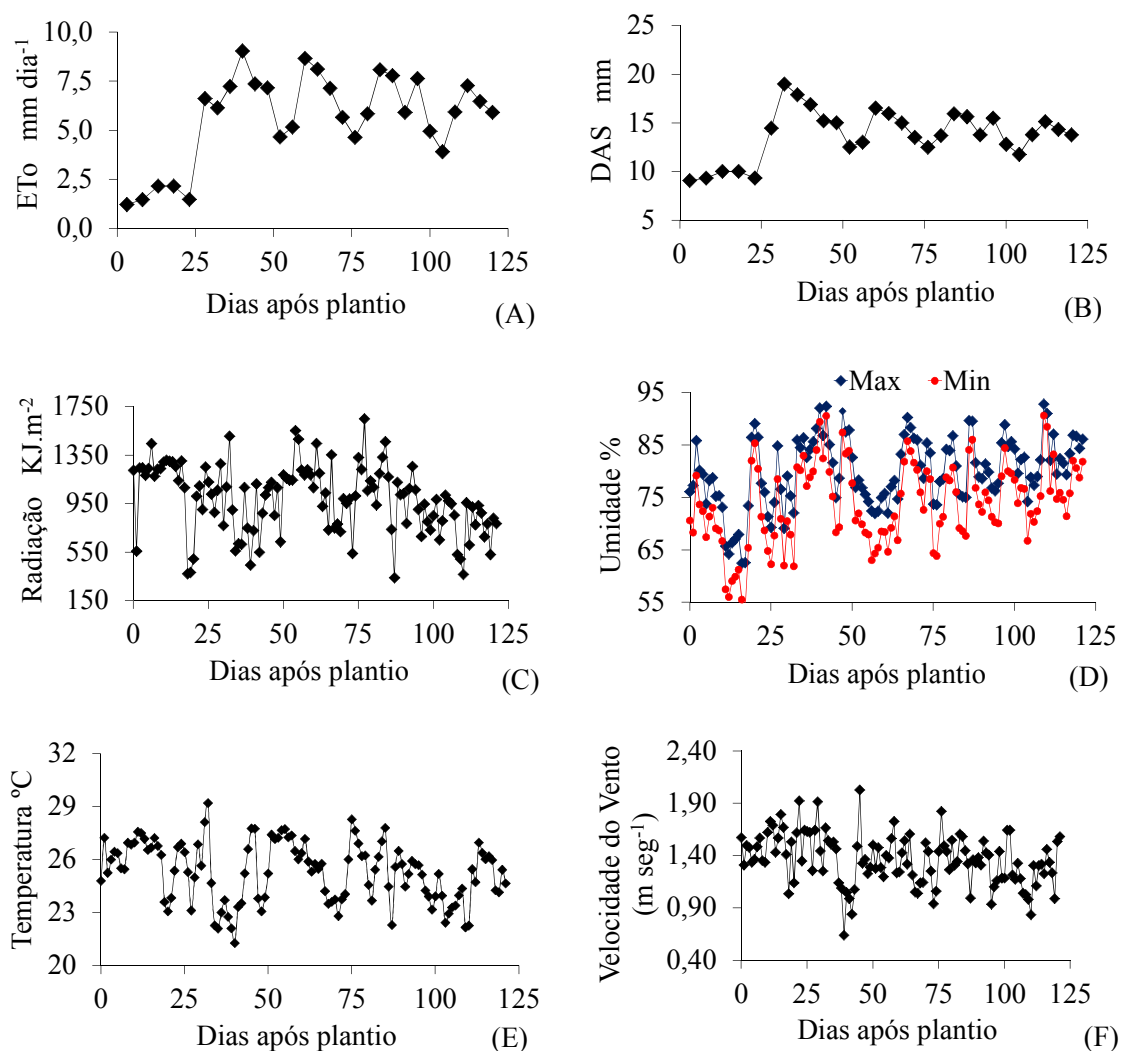


Figura 1. Evapotranspiração de referência (A), Disponibilidade de água nos solos (B), radiação solar (C), umidade relativa média (D), temperatura média (E) e velocidade do vento (F), obtidas dentro da casa de vegetação durante o período experimental.

Para a determinação dos efeitos da salinidade da água de irrigação nas plantas do cafeeiro Conilon Var. Robusta Capixaba foi realizada aos 125 dias após o plantio, uma análise nutricional nas folhas e nas raízes que foi separada do solo por peneiramento, catação manual e lavagem em água destilada.

O material vegetal (folhas e raízes) foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 60-70 °C, por 72 h. Em seguida, o material seco foi moído em moinho tipo Willey. O

material moído foi submetido à digestão nitroperclórica para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S e Na conforme descrito por Fontes (2001)

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t” e adotando-se α de até 5%, no coeficiente de determinação (r^2) e no fenômeno em estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

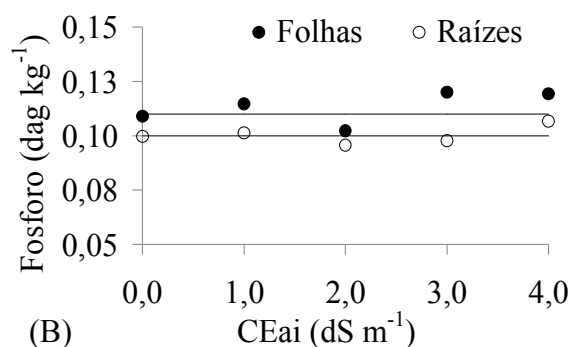
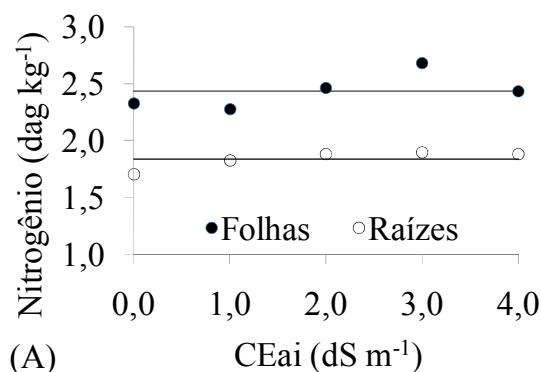
Observa-se na Tabela 2 que os tecidos foliares do cafeeiro conilon robusta apresentaram maiores concentrações de N, Ca e Na. Por outro lado, nas raízes, foram superiores os teores de K, Mg e S, enquanto que os teores de P não diferiram entre si nas partes estudadas.

Tabela 2. Valores médios¹ de N, P, K, Ca, Na, Mg e S nas folhas e raízes nas plantas de cafeeiro conilon variedade robusta capixaba irrigada com água salina

Parâmetro analisado	N	P	K	Ca	Na	Mg	S
	----- (dag kg ⁻¹) -----						
Folhas	2,44 a	0,11 a	2,16 b	1,29 a	1,35 a	0,24 b	0,06 b
Raízes	1,67 b	0,10 a	3,93 a	1,03 b	1,11 b	0,66 a	0,23 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com exceção do Na, observa-se na Figuras (2 A a G) que o aumento da salinidade da água de irrigação não alterou os teores nas folhas e nas raízes das características estudadas, as quais apresentaram seus valores em torno da média conforme pode ser observado na Tabela 3 que apresenta as médias e equações ajustadas relacionando os teores das características estudadas nas folhas e nas raízes em função da salinidade da água de irrigação. Por outro lado os teores de Na (Figura 2E) nas folhas e raízes aumentaram linearmente em função da salinidade da água de irrigação.



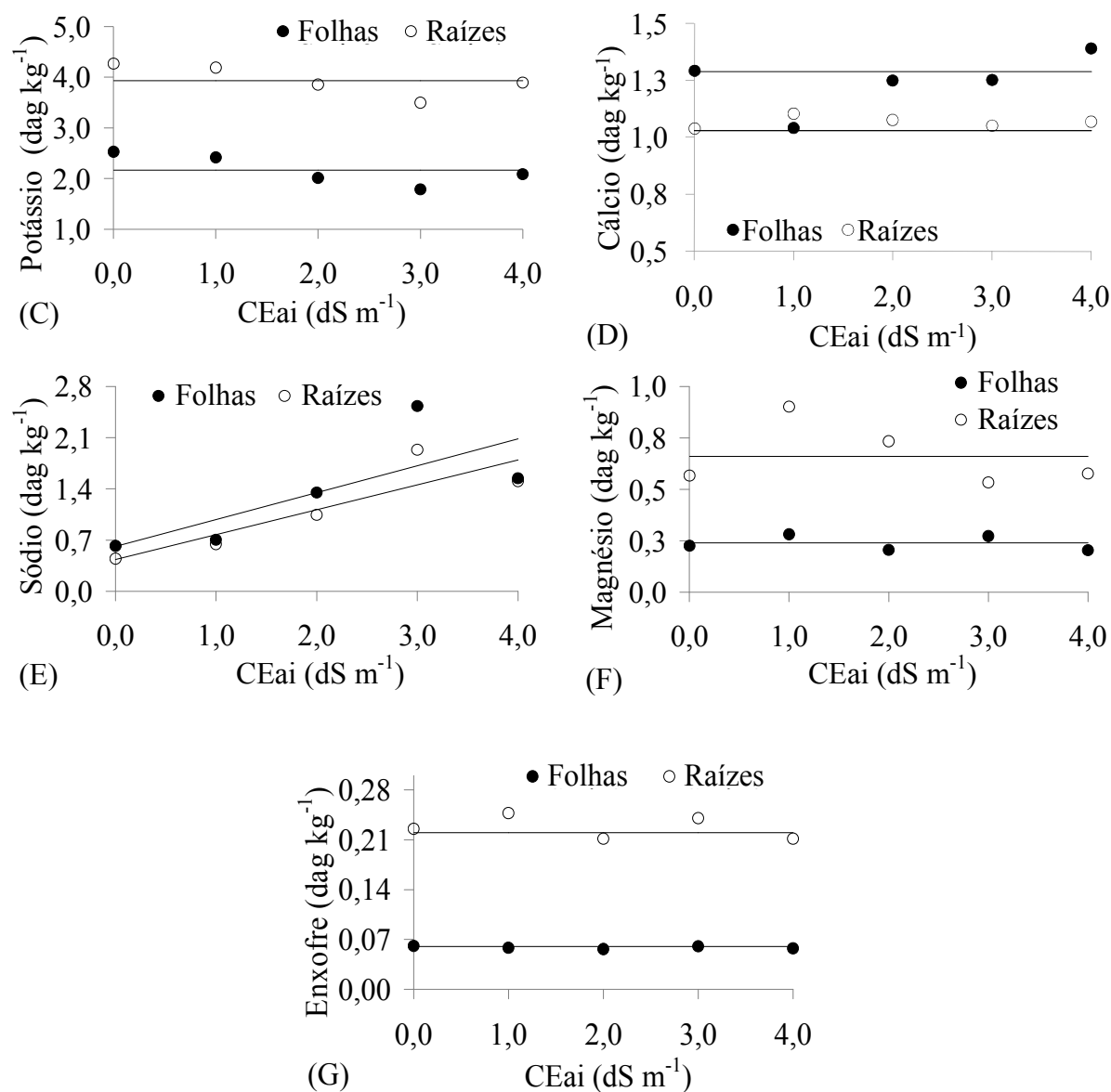


Figura 2. Curvas de respostas do N (A), P (B), K (C), Ca (D), Na (E), Mg(F) e S (G) determinados em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEai), em experimento dentro de casa de vegetação

Tabela 3. Equações ajustadas relacionado-se os valores de N, P, K, Ca, Na, Mg e S determinados em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEai), em experimento dentro de casa de vegetação

Parâmetro analisado		Equações	R ²
N	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 2,44 \pm 1,88$	-
	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 1,67 \pm 1,91$	-
	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 0,11 \pm 0,18$	-

P	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 0,10 \pm 0,09$	-
K	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 2,16 \pm 1,28$	-
	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 3,93 \pm 1,19$	-
Ca	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 1,29 \pm 0,51$	-
	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 1,03 \pm 0,66$	-
Na	Folha	$\hat{y} = 0,6151 + 0,3676$ ** CEai	0,9671
	Raíz	$\hat{y} = 0,4341 + 0,3407$ ** CEai	0,9777
Mg	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 0,24 \pm 0,13$	-
	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 0,66 \pm 0,03$	-
S	Folha	$\hat{y} = \bar{y} = 0,06 \pm 0,01$	-
	Raíz	$\hat{y} = \bar{y} = 0,26 \pm 0,22$	-

** - significativo a 1% de probabilidade

Em condições normais de cultivo uma planta de cafeeiro conilon, com seis anos de idade, acumula cerca de 250 g planta⁻¹ de N, e deste total acumulado 29% são alocados nas folhas e 20% nas raízes (Bragança et al., 2008). Nesse sentido, observando a concentração de N na Tabela 2 nota-se que realmente houve uma maior alocação deste nutriente nas folhas. Por outro lado, a concentração foliar de N está abaixo daquela considerada com a adequada para a cultura (2,9 – 3,2 dag kg⁻¹) em fase produtiva, conforme descrito por Costa & Bragança (2000).

Apesar da salinidade da água de irrigação não ter influenciado as concentrações de N nas folhas e raízes (Figura 2A), o teor deste nutriente nas plantas é afetado pela salinidade do solo e que a absorção e o transporte do nitrato são limitados, em condições de salinidade, devido ao efeito antagonístico existente entre o íon nitrato e o íon de cloro (Bar et al., 1997). Por outro lado, a salinidade pode afetar indiretamente o processo de nitrificação (conversão do N na forma amoniacal a forma nítrica) devido à diminuição no conteúdo de água decorrente do efeito osmótico, ocasionado pelo excesso de sais (Van Hoorn et al., 2001), conseqüentemente este fato explica a maior concentração de N da parte aérea das plantas estudadas.

Observando a concentração de P na Tabela 2 nota-se que não houve diferenças na alocação deste nutriente nas folhas e nas raízes, no entanto, em plantas de cafeeiro conilon 24% de P são alocados nas folhas e 15% nas raízes (Bragança et al., 2008). Por outro lado, a concentração foliar de P está abaixo daquela considerada com a adequada para a cultura (0,12 - 0,16 dag kg⁻¹) em fase produtiva, conforme descrito por Costa & Bragança (2000).

Apesar da similaridade em termos quantitativos da concentração de P, nota-se que a irrigação com água salina não influenciou a concentração deste nutriente nas partes analisadas (Figura 2B) mantendo-se em equilíbrio mesmo ocorrendo aumento na concentração salina da água de irrigação.

Martinez & Lauchili (1995) verificaram que altos níveis de NaCl diminuíram a absorção e translocação de P, em plantas de algodão, enquanto Awad et al. (1995) observaram que a absorção eficiente de P, na cultura do tomateiro, somente ocorreu em baixos níveis de NaCl.

A salinidade diminuiu a concentração de P no tecido das plantas devido aos efeitos de força iônica que reduzem a atividade do fosfato na solução do solo, da elevada adsorção do fosfato e da diminuição da solubilidade deste mineral com o aumento dos níveis de NaCl no solo. Resultados experimentais evidenciam que a concentração de P nos tecidos das plantas pode ser reduzida de 20% a 50%, em ambiente salino, sem apresentar evidências de deficiência de P nas plantas (Sharpley et al., 1992).

Observando a concentração de K na Tabela 2 nota-se que houve maior alocação deste nutriente nas raízes do que nas folhas. No entanto, em plantas de café conilon a maior parte do K acumulado ocorre nas folhas (40,53%) do que nas raízes (18,91%) (Bragança et al., 2008). Por outro lado, a concentração foliar de P está abaixo daquela considerada com a adequada para a cultura (2,0-2,5 dag kg⁻¹) em fase produtiva, conforme descrito por Costa & Bragança (2000).

Sob condições de salinidade, o aumento dos teores de Na não só interferem com a absorção de K, mas também afeta a seletividade das membranas do sistema radicular. Essa seletividade do sistema radicular para o K e o Na deve ser equilibrada de forma a atender concentrações adequadas de K exigidos para processos metabólicos, regulamentação do transporte de íons e para o ajustamento osmótico (Grattan & Grieve, 1999). Estudos com nabo forrageiro (Francois, 1984), feijão guandu (Subbarao et al., 1990), milho (Izzo et al., 1991), alcachofra (Graifenberg et al., 1995) e tomate (Perez-Alfocea et al., 1996) mostraram que a salinidade diminuiu a concentração de K nos tecidos vegetais enquanto que nas raízes aumentou.

A maior concentração de Ca nas folhas (Tabela 2) demonstra uma maior alocação deste nutriente na parte aérea das plantas estando de acordo com Bragança et al. (2008) onde 71,15% do Ca são alocados nas folhas e 19,71% nas raízes. Por outro lado, a concentração foliar de Ca está dentro da faixa considerada com a adequada para a cultura (1,0 – 1,5 dag kg⁻¹) em fase produtiva, conforme descrito por Costa & Bragança (2000). A manutenção da concentração de Ca nas folhas e nas raízes (Figura 2D) sob irrigação com água salina demonstrou existir uma relação definida entre a nutrição da planta e a concentração deste nutriente em seus tecidos sob condições de salinidade.

No entanto o aumento do teor de Na do meio externo pode ocasionar a diminuição dos teores de Ca nos tecidos das plantas, pois o Na desloca o Ca do plasmalema das células radiculares, o que resulta em uma perda da integridade da membrana e efluxo citossólico de solutos orgânicos e inorgânicos (Cramer et al., 1994). As alterações nas membranas onde o Ca é um íon estabilizante pode conduzir uma sensibilidade maior da cultura ao estresse salino, haja vista a seletividade das membranas nos processos de absorção e compartimentação iônica (Azevedo Neto & Tabosa, 2000). Trabalhos com plantas sob estresse salino tem demonstrado que a suplementação de Ca reduz a acumulação de Na e mantém os níveis de K e metabólicos fosfatados nos tecidos radiculares, além de reduzir as perdas de P (Colmer et al., 1994).

Notadamente, os valores da concentração de Na nas plantas de café conilon (Tabela 2), indicam maior acúmulo deste nutriente nas folhas do que nas raízes. Do mesmo modo, nota-se que a concentração deste nutriente nas folhas e nas raízes aumentou linearmente com o

incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 2E). Por outro lado, em relação ao Na, não existe especificamente uma concentração nos tecidos que pode ser considerada adequada para a cultura do cafeeiro, no entanto, Taiz & Zeiger (2004) descrevem que, de forma geral, a concentração de $0,01 \text{ dag kg}^{-1}$ de Na nos tecidos das plantas pode ser considerada adequada. Dessa forma, a concentração de Na nos tecidos foliares e das raízes está acima da considerada como adequada.

O excesso de Na^+ nos tecidos das plantas ocasiona distúrbios em relação ao balanço iônico do K e Ca, bem como os efeitos sobre as atividades de certas enzimas e membranas. Como consequência, pouca energia é produzida por meio da fosforilação, logo, a assimilação do N fica limitada, ocorre à acumulação de diaminas e de poliaminas (Flores, 1990).

De acordo com Marschner (1995), as espécies vegetais são caracterizadas como não aversas ou aversas ao Na, dependendo das suas reações no crescimento, suas capacidades para absorvê-lo pela raiz e o seu transporte a longa distância para a parte aérea. Por outro lado, como função do Na na nutrição mineral de plantas, três aspectos têm sido considerados: ele é essencial para algumas espécies vegetais, é a extensão na qual ele pode substituir as funções do K na planta e em alguns casos pode aumentar o crescimento.

O aumento da concentração de Na nos tecidos das plantas sob estresse salino tem sido estudado por vários pesquisadores. Semelhantemente ao observado neste trabalho Ferreira et al. (2001) observaram aumentos nos teores de Na nas folhas e raízes de goiabeira, Azevedo Neto et al. (2004) em plantas de milho, Bosco et al. (2009) em berinjela e Gurgel et al. (2010) em meloeiro.

As concentrações de Mg e S apresentadas na Tabela 2 demonstra que sob estresse salino, ocorreu maior alocação destes nutrientes nas raízes. Por outro lado, Bragança et al. (2008) relata que, respectivamente, 30 e 31% do Mg e S são alocados nas folhas enquanto, que nas raízes, a alocação destes nutrientes é de 25 e 24%. Por outro lado, conforme descrito por Costa & Bragança (2000) a concentração foliar de Mg está abaixo da faixa considerada com a adequada para a cultura em fase produtiva ($0,35\text{-}0,40 \text{ dag kg}^{-1}$) assim como a de S ($0,20\text{-}0,25 \text{ dag kg}^{-1}$).

Além do papel do Mg na atividade metabólica da planta, como co-fator em quase todas as enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, ele é requerido para a integridade dos ribossomos e contribui, efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucléicos e membranas (Taiz & Zeiger, 2004). Porém, a literatura disponível sobre as concentrações deste nutriente em plantas cultivadas sob estresse salino é bastante limitada, tanto para cafeeiro quanto para outras espécies.

As informações referentes ao acúmulo de S nos tecidos das plantas cultivadas sob condições de salinidade são bastante limitadas. A maioria dos estudos enfoca os diferentes efeitos, ocasionados pela salinidade decorrente do excesso de SO_4^- em relação àqueles ocasionados por Cl^- . Mor & Manchanda (1992) verificaram que a salinidade reduziu o teor de S nas folhas de ervilha, entretanto, relatam acúmulo de S nas raízes com o incremento da salinidade. Do mesmo modo Ferreira et al. (2007) verificaram que a concentração de S em plantas de milho diminuíram com o aumento dos níveis de salinidade do solo.

6 CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de salinidade do solo decorrentes da irrigação com água salina elevou os teores de Na nas folhas e raízes enquanto que nos demais nutrientes seus valores permaneceram constantes. As folhas do cafeeiro conilon variedade robusta capixaba apresentaram maiores alocação de N, Ca e Na, enquanto que nas raízes foram alocados em

maior concentração o K, Mg e S. Por outro lado, os teores de P não diferiram entre si nas partes estudadas.

7 REFERÊNCIAS

- AWAD, A. S.; EDWARDS, D. G.; CAMPBELL, L. C. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. **Crop Science**, Madison, v.30, n.1, p. 123-128, 1995.
- AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J.N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o Na. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.2, p.165-171, 2000.
- AZEVEDO NETO, A.D.; et al. Effects salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. Campos dos Goytacazes, v.16, n.1, p. 31-38, 2004.
- BAR-TAL, A., FEIGENBAUM, S., SPARKS, D.L. Potassium-salinity interactions in irrigated corn. **Irrigation Science**. Sidney, v.12, p.27-35, 1997.
- BOURSIER, P.; et al., Chloride partitioning in leaves of salt-stressed sorghum, maize, wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**. Melbourne, v.14, p.463-473, 1987.
- BOSCO, M.R.O.; et al. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v.40, n.2, p.157-164, 2009.
- BRAGANÇA, S.M.; et al.. Accumulation of macronutrients for the conilon coffee tree. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.31, p.103-120, 2008.
- CRAMER, G.R.; ALBERICO, G.J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiologic**. Melbourne, v.21, p.675-692, 1994.
- CHEESEMAN, J.M. Mechanisms of salinity tolerance in plants. **Plant Physiology**, Rockville v.87, p.547-550, 1998.
- COLMER, T.D.; et al. Interactions of Ca²⁺ and NaCl stress on the relations and intracellular pH of sorghum bicolor root tips: Na in vivo 31P-NMR study. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.45, p.1037-1044, 1994.
- COSTA, A.N.; BRAGANÇA, S.M. **Software DRIS café: Sistema integrado de diagnose e adubação para o café conilon**. Vitória. Incaper. 2000. CD-ROM.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. CNPS. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. EMBRAPA. Brasília, 1989. 121pp.

FERREIRA, R.G.; TÁVORA, F.J.A.F.; HERNANDEZ, F.F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.79-88, 2001.

FERREIRA, P.A.; et al. Produção relativa do milho e teores folheares de N, P, S e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.7-16, 2007.

FLORES, H.E. Polyamines and plant stress. In: LASCHER, R.G.; CUMMING, J.R. **Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms**. New York. Wiley, 1990. p.217-239.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa. UFV. 2001, 122 p.

FRANCOIS, L.E. Salinity effects on germination, growth, and yield of turnips. **Horticulture Science**, Slezská, v.19, p.82-84, 1984.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Science Horticulture**, Slezská, v.78, p.127-157, 1999.

GRATTAN, S.R.; LAMENTA, M. **Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments**. In: Pessarakli, M. (Ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. New York, 1994, pp.203-226.

GRAIFENBERG, A.; et al. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissues in globe artichoke (*Cynara scolimus* L.) under saline-sodic conditions. **Science Horticulture**, Slezská, v.63, p.1-10, 1995.

GURGEL, M.T.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de K. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.1, p.18-28, 2010.

IZZO, R.; NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in Maize seedling as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**. Rockville, v.14, p.687-699, 1991.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed., California. Academic Press, California, 1995. 889 pp.

MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Phosphorus translocation in salt stressed cotton. **Plant Physiology**, Rockville, v.83, p.627-632, 1995.

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE**. (1992). Dissertação. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, Brasil, 1992. 137 pp.

MOR, R.P., MANCHANDA, H.R. Influence of phosphorus on the tolerance of table pea to chloride and sulfate salinity in a sandy soil. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, Ispra, v.6, p.41-52, 1992.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole plant responses to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.13, p.143-160, 1986.

PEREZ-ALFOCEA, F., et al. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. **Plant Soil**, Crawley, v.180, p.251-257, 1996.

SHARPLEY, A.N., MEIER-SINGER, J.J., POWER, J.F., SUAREZ, D.L., Root extraction of nutrients associated with long-term soil management. In: Stewart, B. (Ed.), **Advances in Soil Science**, vol.19. Springer. New York. 1992. pp.151-217.

SUBBARAO, G.V., et al. Effects of the sodium/ calcium ratio in modifying salinity response of pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Journal Plant Physiology**, Switzerland, v.136, p.439-443, 1990.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719pp.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and uptake and distribution on sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.21, n.2, p.1439-1451, 1998.

VAN HOORN, J.W.; et al. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, .51, p.87-98, 2001.