

EFEITO DE PARCELAMENTO DA FERTIRRIGAÇÃO COM N E K E SALINIDADE DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE CAFEIEIRO

Fábio Henrique de Souza Faria¹; Luiz Antônio Lima²; Moisés Santiago Ribeiro²; Fátima Conceição Rezende²; Janice Guedes Carvalho³

¹*Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, fabio.faria@unimontes.br*

²*Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, lalima@ufla.br;*

³*Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG*

1 RESUMO

A cafeicultura irrigada tem tido grande expansão devido aos ótimos resultados de técnicas como a fertirrigação. Pode-se propiciar rápido crescimento inicial das plantas, porém, a salinidade excessiva da solução nutritiva pode causar limitação do crescimento e mortalidade das plantas. O N e o K são os principais elementos aplicados em cobertura com dose recomendada de 4 g planta⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de cafeeiro 'Catuaí' e 'Catucaí' e a salinidade do solo resultante da fertirrigação com N (uréia) e K (KCl) na dosagem supracitada, parcelada a cada 2, 4, 6 e 8 semanas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFLA/DEG, Lavras-MG, com plantas em vasos de 13 L irrigadas à tensões entre 20 e 30 kpa durante 24 semanas. Avaliou-se a condutividade elétrica (CE) da solução fertilizante e do solo, altura de planta e diâmetro de caule para ciclos de 8 semanas. Os resultados indicaram que a dose de fertilizante foi excessiva, causando a mortalidade das plantas após 2 ciclos, à exceção do controle. As cultivares toleraram salinidade do solo $CE_{ea} = 1,2$ dS m⁻¹. Apesar da CE da solução aplicada ser elevada, os resultados se mostraram superiores aos de trabalhos similares com solução de NaCl para níveis inferiores de salinidade.

UNITERMOS: irrigação, café, fertilização, condutividade elétrica

FARIA, F. H. S.; LIMA, L. A.; RIBEIRO, M. S.; REZENDE, F. C.; CARVALHO, J. G. EFFECTS OF N AND K FERTIRRIGATION FRACTIONAL AND SOIL SALINITY ON COFFEE VARIETIES GROWTH.

2 ABSTRACT

Irrigated coffee production has expanded because of the excellent results of techniques such as fertigation. It can provide rapid initial growth; however, the salinity of excessive nutrient solution can limit plant growth and cause plant mortality. N and K are mainly used in covering layers and their recommended doses are 4 g plant⁻¹ month⁻¹. This study aimed to assess the initial growth of 'catuaí' and 'catucaí' coffee plants and soil salinity resulting from fertigation with N (urea) and K (KCl) according to the indicated doses and fractionated every 2, 4, 6 and 8 weeks. The experiment was carried out in a greenhouse of UFLA/DEG, Lavras-MG, Brazil, where 13-l vases were irrigated under soil water tensions between 20 and 30 kpa

during 24 weeks. The following were evaluated: CE fertilizer solution and CE soil solution, plant height and shoot diameter after 8-week cycles. Results indicated that the used fertilizer dose was excessive, causing plant death after 2 cycles, except for the control. These varieties resisted soil salinity ($CE_{ca} = 1.2 \text{ ds m}^{-1}$). Despite the CE of the applied fertilizer solution be high, the results were higher than those of similar studies with NaCl solution to lower salinity levels.

KEYWORDS: irrigation, coffee, fertilization, electric conductivity

3 INTRODUÇÃO

A cafeicultura irrigada tem grande expressão na economia brasileira, representando mais de 10% da área total da cultura, superior a 2 milhões de ha (Mantovani, 2000). As safras e os estoques mundiais de café não têm se mantido devido às condições climáticas adversas (AGRIANUAL, 2008). Esta situação somada a um crescente consumo eleva a cotação do produto e estimula o crescimento contínuo da cafeicultura irrigada, por proporcionar garantia de produção e incrementos significativos de produtividade.

Um dos sistemas de irrigação mais empregados na cafeicultura, o gotejamento, possibilita economia de água e fertilizantes, entretanto, limita a zona radicular a um restrito bulbo úmido que pode ser salinizado se manejado inadequadamente. A fertirrigação pode permitir a aplicação precisa de nutrientes para satisfação das exigências da cultura nas diferentes fases fenológicas, com solubilização otimizada dos nutrientes, podendo atingir aproveitamento ou eficiência de aplicação da ordem de 80 a 90% para o N e o K (Folegatti, 1999; Villas Boas et al., 2002).

A concentração da solução aplicada na fertirrigação tem grande influência no desenvolvimento e produção das culturas, comprovada por trabalhos de pesquisa (Dimenstein, 2004). Feitosa Filho et al. (2002) citando Keller & Karmeli (1975) e Pizarro (1987) recomendam concentrações de solução para a fertirrigação que variam de 4 a 700 ppm (mg L^{-1}) ou o correspondente a condutividade elétrica limítrofe de 1,44 a 2,88 dS m^{-1} . Porém, sob condição de umidade constante pode-se explorar o potencial osmótico da solução, utilizando nutrientes de baixa condutividade elétrica ou salinidade, como é o caso da uréia, concentrando as soluções além dos limites preconizados, bem como explorando os limites do metabolismo das diferentes espécies e variedades. Esta tecnologia permite maximizar a eficiência de uso dos fertilizantes pelas plantas a fim de promover produtividades elevadas.

A equação empírica que alguns autores utilizam para correlacionar sais dissolvidos totais da solução (SDT) e condutividade elétrica (CE) é $SDT = CE \cdot 640$, com CE em dS m^{-1} e mg L^{-1} para SDT (Ayers & Westcot, 1991).

A salinidade final do solo é resultante da soma da salinidade da água de irrigação, da solução fertilizante aplicada e da salinidade residual do solo (Feitosa Filho, 2002). Todavia, a CE pode não apresentar boa correlação com a soma de sais, em função dos diferentes elementos presentes e suas propriedades.

Villas Boas et al (2002) em simulação da fertirrigação nitrogenada do pimentão com nitrato de cálcio, recomendada em 2 g de N planta⁻¹ (13,3 g CaNO_3) a cada 15 dias, mostraram que a CE da solução fertilizante (CE_{SF}) com 1,8 g L^{-1} de CaNO_3 em uma frequência de 2 dias é de 2,76 dS m^{-1} , ao passo que progressivamente para outras frequências (3, 4, 5, 7 e 15 dias), e de modo não linear, a CE_{SF} atingiu 15,7 dS m^{-1} com 13,3 g do adubo

se aplicados de uma só vez aos 15 dias. Segundo Villas Bôas et al. (2002), a CE_{SF} de 1 g de uréia em 1 L de água deionizada é de $0,07 \text{ dS m}^{-1}$ e a do cloreto de potássio é de $1,67 \text{ dS m}^{-1}$.

Karasawa et al. (2000) testaram a cultivar de cafeeiro Acaíá Cerrado MG-1474 irrigada com água cloretada sódica a níveis de CE_{SF} entre 1,5 a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ e nenhuma planta resistiu. Concluíram que o limite de salinidade do solo para sua sobrevivência foi de condutividade elétrica do estrato saturado do solo (CE_{es}) $11,5 \text{ dS m}^{-1}$. Posteriormente, Karasawa et al. (2003 a, b e c) testaram níveis de CE_{SF} de 0,6 a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ avaliando parâmetros de crescimento inicial até 163 dias e concluíram que o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das mudas foram comprometidos significativamente. A CE_{es} do solo do controle alcançou $5,40 \text{ dS m}^{-1}$, resultando em um potencial hídrico foliar $\Psi_h = -6,0 \text{ bar}$, enquanto a CE_{es} do solo do tratamento mais salino variou de 8,82 a $11,13 \text{ dS m}^{-1}$ e correspondeu a um Ψ_h foliar = $-6,21 \text{ bar}$.

Figueiredo et al. (2006) estudaram o efeito da salinidade da água de irrigação cloretada sódica no crescimento inicial do cafeeiro cv. Catuaí e na salinização do solo, com CE_{SF} variando de 0,6 a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Atingiu-se com a maior dosagem um nível máximo de $16,23 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade na camada de 0-20 cm do solo. Observou-se fitotoxidez foliar por sódio e redução no crescimento em altura de planta e diâmetro de caule a partir de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$. O sódio destas soluções induz tais problemas e podem agravar os problemas do metabolismo das plantas, dificultando a definição de limites de tolerância à salinidade de soluções fertilizantes.

Matilello (1999) pesquisando cafeeiro sob gotejamento e salinidade do solo, conclui que as plantas toleram até $CE_{es} = 2 \text{ dS m}^{-1}$, com boa umidade de solo. O teor de umidade do solo influencia na salinidade da solução do solo devido sua condição de solvente e, como componente do potencial hídrico, já que em condição de umidade favorável os valores de potencial matricial do solo prevalecem sobre os valores do potencial osmótico, atenuando seus efeitos danosos. Assim, propriedades dos solos como a textura e a estrutura influem na salinidade da solução do solo devido ao armazenamento diferenciado de água.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de cafeeiro cv Catuaí e Catucaí sob a salinidade do solo resultante do parcelamento da fertirrigação com N e K.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, de fevereiro a agosto de 2007. O município de Lavras, no Sul de Minas Gerais, tem como coordenadas $21^{\circ}15'$ de latitude sul e $45^{\circ}00'$ de longitude oeste, e altitude de 918 m. O clima da região é do grupo CWb, de acordo com a classificação climática de Köepen, isto é, temperado com inverno seco e verão úmido, com chuvas irregularmente distribuídas ao longo do ano.

Utilizou-se mudas de cafeeiro das variedades Catuaí e Catucaí provenientes de viveirista credenciado, com 5 meses de idade (2 a 3 pares de folhas definitivas). Conduziu-se uma planta por vaso plástico de 13 L, em esquema DBC (blocos ao acaso), estabelecendo-se como variáveis estas variedades e 5 parcelamentos da fertirrigação: P_0 - controle sem fertirrigação, P_1 , P_2 , P_3 e P_4 - fertirrigação a cada 2, 4, 6 e 8 semanas com 7,7 g (4,4 g uréia + 3,3 g KCl), 15,4 g (8,8 g uréia + 7,7 g KCl), 23,1 (13,2 g de uréia + 9,9 g de KCl) e 30,8 g (20,9 g de uréia + 13,2 g de KCl), respectivamente, com 4 repetições. A ordenação dos parcelamentos objetivou CE_{SF} crescentes. As fertirrigações nos prazos supra estabelecidos completavam um ciclo a cada 8 semanas. Ao fim de cada ciclo e por 3 ciclos realizaram-se

medições dos parâmetros: altura de planta, diâmetro de caule e condutividade elétrica do extrato aquoso do solo ($CE_{eal:5}$). A ANAVA foi realizada com auxílio do programa computacional Sisvar versão 5.0 (Ferreira, 2003) comparando as médias pelo teste Tukey a 5%.

Analisou-se o solo no laboratório do DCS/UFLA e os resultados estão dispostos na Tabela 1. Sua classificação é Latossolo Vermelho distroférico típico, conforme Embrapa (1999).

Tabela 1. Análise de solo do experimento - DCS/UFLA

pH		P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	MO
1:2,5		Mehlich-1		Extração por KCl/titulometria			pH SMP	Colorimetria
H ₂ O	CaCl ₂	mg.dm ⁻³		cmol _c .dm ⁻³				g.dm ⁻³
6,97	6,50	26	39	1,90	3,90	0,0	0,58	13,7

O solo foi expurgado e corrigida sua acidez no envase com 10 g de calcário vaso⁻¹. Para nivelamento da fertilidade aplicou-se 100 g vaso⁻¹ do adubo Fosmag 586 M4, formulado composto de N-8; P-20; K-10; Ca-6,6; Mg-2,0; S-6,2; B-0,2; Cu-0,13; Mn-0,22 e Zn-0,38%. O manejo de irrigação foi baseado na tensão crítica de água do solo entre 20 e 30 kPa. Confeccionou-se a curva de retenção de umidade de amostra deformada do solo em laboratório, com dados de umidade (g g⁻¹) e tensão (kPa) ajustados de acordo com a metodologia proposta por Genuchten (1980), equação 1, utilizando o programa computacional SWRC (Dourado Neto et al., 1990).

$$\theta(\psi m) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \times \psi m^n)\right]^m} \quad (1)$$

onde:

$\theta(\psi m)$: umidade do solo em função do potencial matricial (cm³ cm⁻³);
 θ_s : umidade de saturação (cm³ cm⁻³); θ_r : umidade residual (cm³ cm⁻³);
 ψm : tensão ou potencial matricial (kPa); α : parâmetro de ajuste (cm⁻¹);
 m e n : parâmetros de ajuste da equação, adimensionais.

O resultado do ajuste dos dados do solo está apresentado na equação 2:

$$\theta(\psi m) = 0,234 + \frac{0,433}{\left[1 + (0,2383 \times |\psi m|)^{2,3536}\right]^{0,5751}} \quad (2)$$

Determinou-se a densidade aparente de amostra de solo indeformada em laboratório utilizando-se o método do cilindro de Uhlund e encontrou-se $d_g = 1,20$ g cm⁻³.

O manejo de irrigação empreendido na fase de pós-transplântio até 15 dias foi de duas irrigações por semana com 1 L vaso⁻¹. Posteriormente, consistiu de irrigações às tensões entre 20 e 30 kPa monitoradas por 10 sensores “Watermark”, instalados a 10 cm de profundidade e distância da planta, com uma unidade por tratamento para cada cultivar. Adotou-se a média

das leituras dos tratamentos que acusasse a faixa de tensão crítica representativa, considerada comum a todos os tratamentos. A umidade à capacidade de campo (-10 kPa) e umidade residual (-20 e -30 kPa) foram 0,357; 0,284 e 0,263 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$. Assim, através da equação 3, pode-se calcular o volume de irrigação, que variou entre 0,8 e 1,03 L.

$$V_i = (\theta_{cc} - \theta_r) \times V_s \quad (3)$$

onde:

V_i : volume de irrigação (m^3); θ_{cc} : umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

θ_r : umidade à tensão crítica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); V_s : volume de solo no vaso (m^3);

O volume de água calculado foi aplicado manualmente com um becker de 500 ml e utilizou-se um anel de PVC de 6" de diâmetro com 10 cm de altura cravado 4 cm na superfície do solo ao redor da planta, com o intuito de favorecer o fluxo de água na região próxima às raízes, evitando caminhos preferenciais de água junto à parede do vaso. O volume de água aplicado por vaso na fertirrigação foi fixado em 1 L.

Analisou-se a condutividade elétrica da solução fertilizante (CE_{SF}) e dos elementos individuais (uréia e cloreto de potássio puro para análise) em água deionizada nos níveis empregados para se ter conhecimento do efeito singular e aditivo da condutividade elétrica dos fertilizantes, a fim de se estabelecer um referencial. Utilizou-se um condutímetro Hanna H18733 para efetuar as leituras, com correção automática da leitura para temperatura atual.

Ao fim de cada ciclo, analisou-se a CE do estrato aquoso do solo ($CE_{ea1:5}$) aplicando a metodologia de Slavich & Peterson (1993). Coletaram-se amostras de solos de todos os tratamentos com a umidade de solo à capacidade de campo, com trado de 1" e procedeu-se a TFSA. Em seguida, diluiu-se, homogeneizando 10 g em 50 mL de água deionizada por 24 h. Filtrou-se e fez-se leituras da CE_{ea} do sobrenadante.

Mediu-se a altura das plantas com uma régua de 50 cm, a partir de 1cm do solo nivelado dos vasos, e o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital a uma altura média de 8 cm. Avaliaram-se os parâmetros ao fim de cada ciclo (8 semanas).

As condições climáticas temperatura do ar atual (T_a), máxima (T_{max}) e mínima (T_{min}) interna e externa à casa de vegetação; umidade relativa do ar atual (UR_a), máxima (UR_{max}) e mínima (UR_{min}) interna à casa de vegetação foram registradas por um termohigrômetro Minipa MT-241 e analisadas.

Práticas culturais convencionais do cafeeiro como controle de pragas e doenças foram executadas ao longo do período experimental com defensivos e dosagens recomendadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos observados no período do experimento apresentaram variação de temperatura máxima e mínima no interior da estufa entre 5,9 e 44,5° C e no exterior, 5,9 a 41,1° C e variação da umidade relativa máxima e mínima no interior da estufa entre 21 e 85%. Os valores extremos de temperatura sugerem que as mudas podem ter sofrido paralização das atividades metabólicas por pequenos períodos no prazo do experimento.

No manejo da irrigação, observou-se tensões de água do solo que variaram entre tratamentos de 11 a 33 kPa compondo as médias permissivas da irrigação e indicando que ocorreram diferenças de absorção de água entre tratamentos nos intervalos entre regas. Notou-se que os tratamentos com maior parcelamento de fertilização acusaram as maiores tensões, porém, este comportamento não foi regra. Ao longo do experimento, alguns tratamentos com

menor parcelamento portadores de sensores tiveram mortalidade de plantas, impossibilitando a monitoração e comparação.

Durante os dois ciclos iniciais de fertilização, houve baixa mortalidade de plantas, mas a partir do início do terceiro ciclo, intensificou-se a partir de tratamentos menos parcelados e, progressivamente, culminou com número significativo de plantas mortas para todos os tratamentos, à exceção do controle. Por esta razão, houve avaliação de apenas dois ciclos.

Os valores de CE das soluções dos fertilizantes individuais e da soma destes estão mostrados na Figura 1, e sugerem que a CE não apresenta propriedade de aditividade.

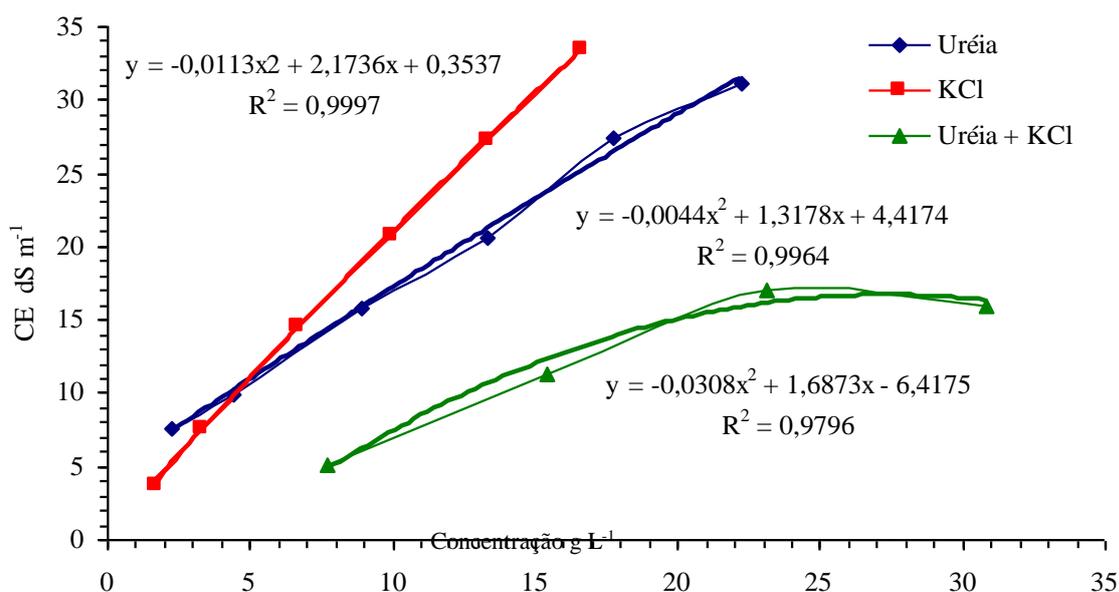


Figura 1. Condutividade elétrica dos fertilizantes.

O fato indica que pode-se optar por diferentes fontes ou combinações de fertilizantes para se prover diferentes nutrientes, com a finalidade de se obter menor condutividade elétrica ou salinidade. É provável, também, que ocorra saturação do meio em concentrações elevadas.

A análise da CE das soluções correspondentes às concentrações dos fracionamentos - CE_{SF} , resultaram: $P_0 = 0,06 \text{ dS.m}^{-1}$ (água de irrigação), $P_1 = 5,05 \text{ dS m}^{-1}$, $P_2 = 11,35 \text{ dS m}^{-1}$, $P_3 = 17,02 \text{ dS m}^{-1}$ e $P_4 = 16,01 \text{ dS m}^{-1}$. Obteve-se como CE inicial média do solo dos tratamentos $CE_{ea1:5} = 0,01 \text{ dS m}^{-1}$, em amostragem analisada anteriormente à adubação corretiva.

Os resultados da análise de variância da CE do extrato aquoso do solo ($CE_{ea1:5}$) da Tabela 2 permitem observar valores inferiores aos valores da CE_{SF} , mas elevados para esta metodologia. Tal relação também foi constatada em outros trabalhos que avaliaram níveis de salinidade do solo para crescimento inicial do cafeeiro, em que se adotou a condutividade elétrica do extrato aquoso, devido à sua diluição (Gervásio & Lima, 1998; Figueiredo et al., 2006).

A adoção da CE_{ea} como referencial de salinidade do solo não apresenta restrições. A metodologia foi estudada por Pereira et al. (1981) por ser de fácil consecução, sendo validada.

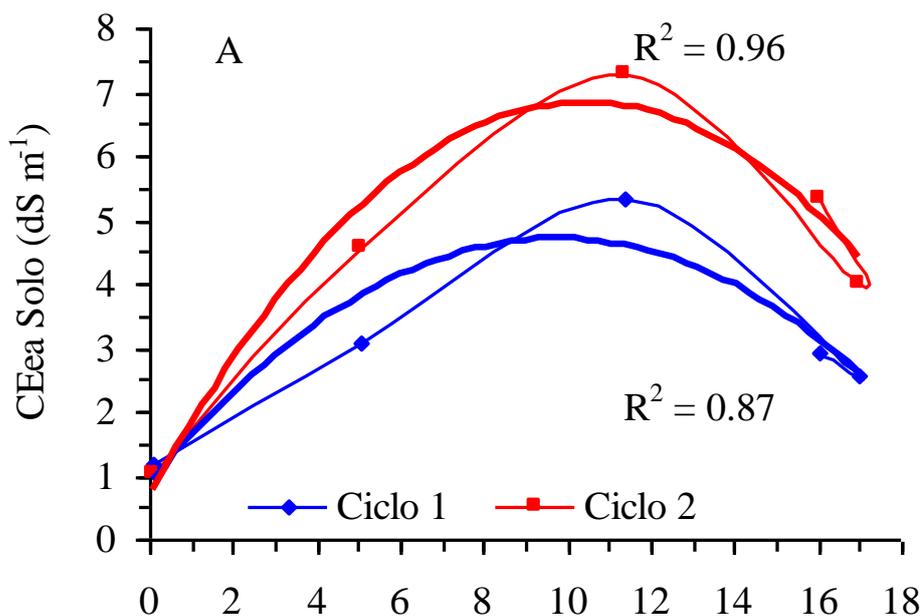
Houve diferença significativa apenas entre o controle e os parcelamentos, e entre estes as diferenças de CE só se evidenciaram na cv. Catuaí nos dois ciclos, sem tendência. Os

tratamentos com aplicação de maiores concentrações de fertilizantes não resultaram nas maiores CE_{ea} , possivelmente em função da condição de saturação do meio ou absorção de íons da solução. A salinidade observada nos dois ciclos não foi suficiente para causar a mortalidade das plantas. Após o 2º ciclo, ocorreu mortalidade de plantas, progressiva, acentuada, até restarem poucas plantas dos tratamentos mais fracionados. Apenas o tratamento controle não apresentou mortalidade de planta durante o experimento, o que indica que o valor de CE_{ea} próximo a $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ e originado da irrigação com $CE_a = 0,06 \text{ dS m}^{-1}$, é tolerado pela cultura e os demais excessivos. Este resultado corrobora os de Figueiredo et al. (2006), que concluíram ser $1,2 \text{ dS.m}^{-1}$ o limite de salinidade da irrigação (CE_a) para mudas de cafeeiro cv. Catuaí, e os de Karasawa et al. (2000; 2003a,b e c) com mudas de cafeeiro cv. Acaiaí Cerrado MG 1474 que toleraram níveis de CE_a até $0,9 - 1,2 \text{ dS m}^{-1}$, em teste com água salina (NaCl) variando de $1,5$ a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$, e em ensaios subseqüentes $0,3$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $0,3$ a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Tabela 2. Condutividade elétrica do extrato aquoso do solo de cultivares de cafeeiros.

Parcelamentos	$CE_{ea} \text{ 1:5} \text{ (dS m}^{-1}\text{)}$			
	Catuaí		Catucaí	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
P 0	1,19 a	1,02 a	1,26 a	1,08 a
P 1	3,08 b	4,58 b	2,81 b	6,97 b
P 2	5,34 c	7,30 c	3,02 b	7,33 b
P 3	2,55 b	4,00 b	2,89 b	5,56 b
P 4	2,90 b	5,32 bc	3,47 b	4,87 b
CV (%)	14,09	21,87	14,73	27,03

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)



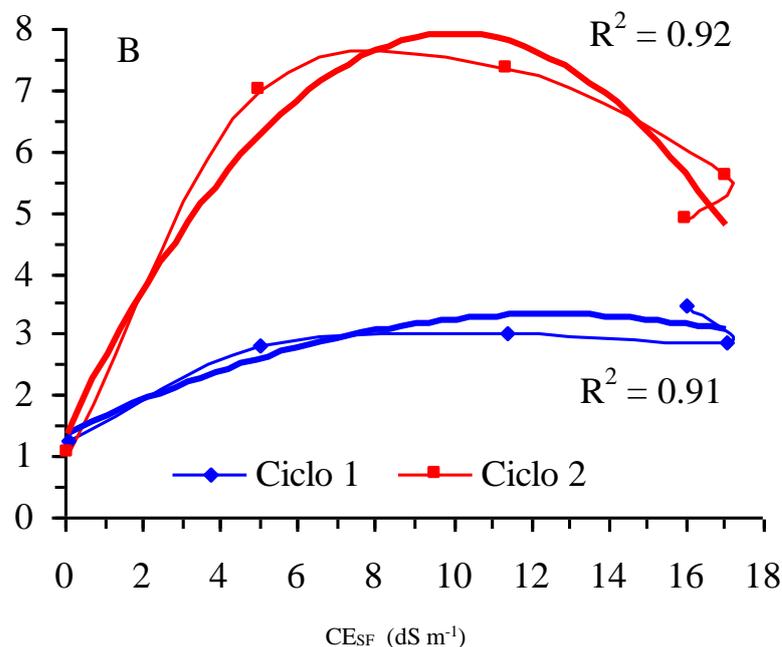


Figura 2. Influência da CE_{sf} na $CE_{ea\ 1:5}$ do solo em 2 ciclos para a cv 'Catuaí' (A) e 'Catucaí' (B)

A Figura 2 apresenta a variação da CE_{ea} do solo das cultivares em função da CE_{SF} nos dois ciclos. Pode-se observar elevação significativa de valores no 2º ciclo, indicando acúmulo de salinidade, com tendência de queda nos menores parcelamentos, enfatizando as ponderações supracitadas. Os resultados induzem a interpretação de que mesmo o maior parcelamento da fertilização gera alta CE_{ea} , colocando em risco plantas sensíveis.

As equações de regressão das correlações entre $CE_{ea1:5}$ (y) e CE_{SF} (x) estão dispostas na Tabela 3 e podem ser referenciais na designação de níveis de salinidade intermediários a serem testados, em caso de refinamento da pesquisa.

Tabela 3. Equações de regressão para correlação entre $CE_{ea1:5}$ e CE_{SF} .

Cultivar	Ciclo	Equações de Regressão	r^2
Catuaí	1º Ciclo	$y = -0,0563x^2 + 1,1752x + 0,70$	$r^2 = 0,86$
Catuaí	2º Ciclo	$y = -0,0402x^2 + 0,7854x + 0,8632$	$r^2 = 0,95$
Catucaí	1º Ciclo	$y = -0,0127x^2 + 0,318x + 1,3163$	$r^2 = 0,91$
Catucaí	2º Ciclo	$y = -0,0652x^2 + 1,3131x + 1,2971$	$r^2 = 0,91$

As Tabelas 4 e 5 apresentam testes de médias das variáveis altura de planta e diâmetro de caule para as duas cultivares estudadas. Não houve diferença significativa entre tratamentos para altura de plantas nas duas épocas para as cultivares. A cv. Catucaí apresentou diferença significativa entre tratamentos nos ciclos 1 e 2, porém, sem definição de tendência. As cultivares testadas apresentaram resultados de crescimento similares aos do trabalho de Gervásio & Lima (1998), para nível de lâmina igual a 40% da ECA, enfatizando a

paridade da restrição de água à salinidade. No ensaio desses autores apenas as plantas irrigadas com lâminas acima de 100% da ECA sobreviveram ao final de um ano.

Tabela 4. Altura de planta e diâmetro de caule – cv. Catuaí sob fracionamento da fertirrigação

Tratamentos	Altura Planta (cm)		Diâmetro Caule (cm)	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
P 0	27,62 a	36,52 a	3,30 a	4,16 a
P 1	27,67 a	32,95 a	3,78 a	4,43 a
P 2	26,20 a	33,75 a	2,94 a	3,64 a
P 3	25,97 a	34,80 a	3,31 a	3,62 a
P 4	22,70 a	37,10 a	3,36 a	4,01 a
CV (%)	9,55	5,99	19,37	13,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Comparando estes resultados com os do trabalho de Figueiredo et al. (2005) verificou-se que houve correspondência de altura média de plantas aos níveis testados de salinidade $CE_{es} = 0$ a $0,6 \text{ dS.m}^{-1}$, sugerindo maior tolerância das cultivares aos níveis ou origem da salinidade testada. Karasawa et al. (2003b) obtiveram resultados de altura de plantas inferiores a 22 cm, aos 163 dias de idade de cafeeiros cv. Acaíá Cerrado MG 1474, sob baixa salinidade da água de irrigação (0 a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$), reforçando que as variedades deste estudo são mais tolerantes à salinidade proveniente de fertilizantes devido aos níveis elevados de CE_{SF} dos tratamentos.

Tabela 5. Altura de planta e diâmetro de caule – cv. Catucaí sob fracionamento da fertirrigação

Tratamentos	Altura Planta (cm)		Diâmetro Caule (cm)	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
P 0	23,02 a	39,50 b	3,18 a	4,25 a
P 1	27,15 b	34,00 a	3,15 a	3,88 a
P 2	26,10 a b	37,75 a b	3,16 a	4,19 a
P 3	25,97 a b	36,25 a b	3,20 a	3,75 a
P 4	21,55 a	38,37 a b	3,29 a	3,67 a
CV (%)	8,52	5,80	10,20	11,21

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Considerando-se que o extrato saturado deva ter superioridade de salinidade entre 5 a 12 vezes ao extrato aquoso, conforme equações de calibração dos trabalhos de Pereira et al.

(1981), Karasawa et al.(2000 e 2003a e c) e Figueiredo et al. (2006), estes resultados sugerem que as plantas demonstraram sensibilidade à salinidade aos níveis de CE_{ea} registrados, podendo ser considerados excessivos, e tolerância aos níveis de CE_{ea} do controle, nível este considerado tolerável. A continuidade dos tratamentos, mesmo fracionados, provocou acúmulo de salinidade, causando mortalidade de plantas.

A Figura 3 correlaciona a altura de planta com os níveis de parcelamento da fertilização. Observa-se pequena diferença de valores entre as cultivares para o aumento da salinidade, com superioridade para a cv. Catucaí. Nota-se tendências opostas de reação à salinidade em crescimento com relação aos ciclos.

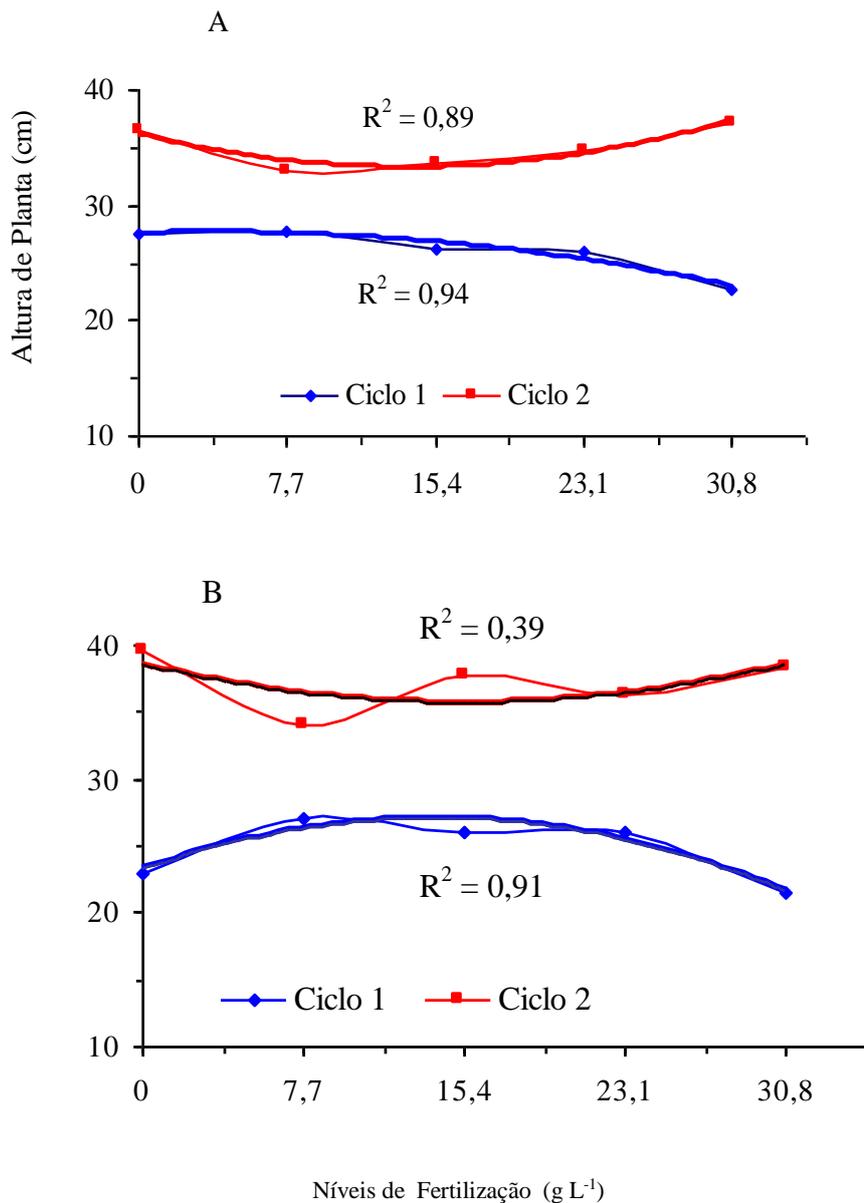


Figura 3. Influência do parcelamento da fertilização na altura das cultivares Catucaí (A) e Catucaí (B) nos dois ciclos

A influência do parcelamento de fertilização sobre o diâmetro de caule das cultivares de cafeeiro nos dois ciclos de avaliação é mostrada na Figura 4. Houve heterogeneidade dos valores entre tratamentos, com variação de 3,6 a 4,4 cm no 2º ciclo.

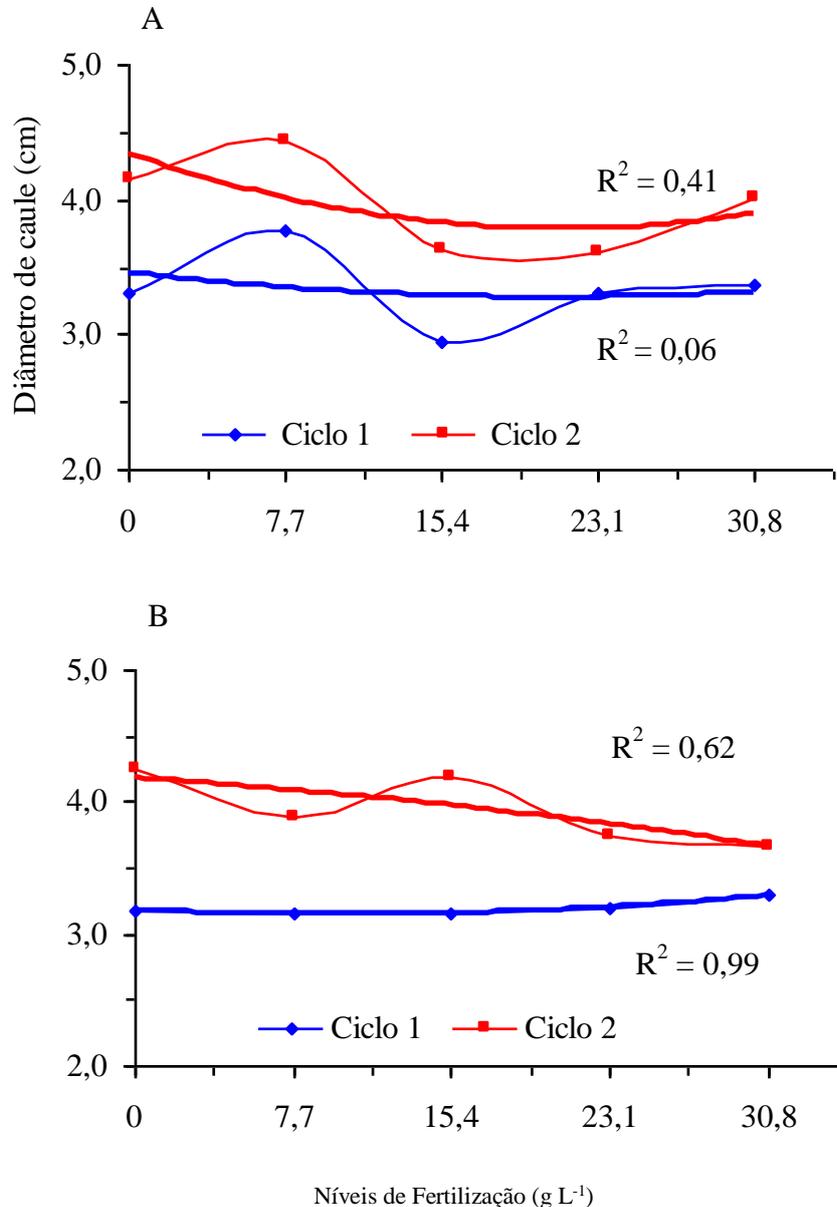


Figura 4. Influência do parcelamento da fertilização no diâmetro de caule das cultivares Catuaí (A) e Catuaí (B) nos dois ciclos

Os valores encontrados correspondem aos obtidos por Figueiredo et al. (2006) aos 125 dias de idade da cv. Catuaí para níveis de salinidade da água de 0,6 a 1,8 ds m⁻¹. A importância da analogia deve-se à diferença da condição da salinidade da água - cloretada sódica. Pode ser considerado indício de que as mudas reagem de modo diferenciado à condição de salinidade, tolerando melhor soluções com elementos nutrientes, já que os tratamentos testados chegaram a uma $Ce_a = 17,01$ ds m⁻¹.

6 CONCLUSÕES

Os valores de condutividade elétrica da solução fertilizante (CE_{SF}) utilizados neste estudo se mostraram excessivos e proibitivos por causarem alta mortalidade das plantas. A CE_{SF} é um parâmetro que pode ser usada como indicativo de limite de salinidade da fertilização, mas sujeita à variação em função dos fertilizantes utilizados.

As variedades de cafeeiros testadas apresentaram relativa tolerância à salinidade de modo diferenciado às apresentadas na literatura para outras cultivares e soluções com água cloretada-sódica, comprovado pela elevada salinidade da solução fertilizante dos tratamentos ministrados.

Os valores de CE_{ea} obtidos do controle sugerem que as cultivares toleraram 1,2 dS m⁻¹. Recomenda-se que menores concentrações sejam testadas a fim de se possibilitar melhor definição de dosagem de fertirrigação dos elementos.

7 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas de estudos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, 2008. 536 p.

AYERS, R. S; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem; n.29).

DIMENSTEIN, L. **Nutrição vegetal e fertirrigação em cultivos**. Fortaleza, Instituto Frutal: 2004.136 p.(Curso Técnico)

DOURADO NETO, D. et al.. Programa para confecção da curva de retenção da água no solo utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, p. 92-102, jul. 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FEITOSA FILHO, J. C.; ZANINI, J. R. Injeção de fertilizantes em sistemas de irrigação. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BOAS, R. L. V.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia**. Jaboticabal, SP: FUNESP. 2002. p. 27-51.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical analysis software) e planejamento de experimentos - SISVAR 5.0 (Build 61)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Disponível em <http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>. Acessado em 12.03.2008.

FIGUEIRÊDO, V. B.; FARIA, M. A.; SILVA, E. L. Crescimento inicial do cafeeiro irrigado com e água salina e salinização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 1, p. 50-57, 2006.

FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 458 p.

GENUCHTEN, M. T. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 44, n. 4, p. 892-898, jul/ago. 1980.

GERVÁSIO, E. S.; LIMA, L. A. Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro na fase inicial de formação da lavoura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 68-74, jan./abr., 1998.

KARASAWA, S. et al. Comportamento de mudas de café submetidas à irrigação com diferentes níveis de salinidade. (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., Fortaleza, 2000. **Anais.....** Fortaleza: SBEA, 2000. CD-ROM

KARASAWA, S. et al. Desenvolvimento aéreo da muda do *Coffea arabica* L. submetido à irrigação com água salina. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA Café. 2003 b. p. 121.

KARASAWA, S. et al. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigadas com água salina. **Revista de Engenharia Rural**, Jaboticabal. v. único, p. 1-12, 2003 a.

KARASAWA, S. et al. Resposta da muda do *Coffea arabica* L. submetido à irrigação com água salina. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Brasília, DF. **Anais....** Brasília, DF: EMBRAPA Café. 2003 c. p. 148.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. **ITEM**, Brasília, DF, n. 48, p. 45-49, set. 2000.

MATIELLO, J. B. Evolução da salinidade e comportamento do cafeeiro em área irrigada por gotejamento em Brejões, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 25., 1999, Franca. **Anais...** Franca, SP: CP&D, 1999. p. 185.

PEREIRA, F.A.M. et al. Solos afetados por sais no Nordeste. I: efeito da relação água-solo nos valores de condutividade elétrica. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 2, p. 148-154, 1981.

SLAVICH, P. G.; PETERSON, G. H. Estimating a electrical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil:water suspensions and texture. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 31, n. 1, p. 73-81, 1993.

VILLAS BOAS, R. L. V.; ZANINI, J. R.; FEITOSA FILHO, J. C. Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BOAS, R. L. V.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia**. FUNESP, Jaboticabal, SP. 2002. p. 1-25.