



Disponibilidade de cálcio e crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino

Availability of calcium and growth of eucalyptus changes under stress salino

Cleiton da Silva Oliveira¹, Ivana da Silva Gomes¹, Jessica Schroder Pacheco¹, Dalton Ribeiro¹, Fábio Santos Matos²

¹Mestrandos em produção vegetal, Universidade estadual de Goiás, Campus Ipameri.

²Professor Orientador, Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, rodovia GO 330, Km 241, anel viário. E-mail: fabio.agronomia@hotmail.com

Recebido em: 24/11/2014

Aceito em: 17/04/2018

Resumo: Apesar do elevado potencial brasileiro no setor florestal e sucesso do eucalipto, o país pode produzir mais a partir do desenvolvimento da espécie em áreas consideradas inaptas pela disponibilidade de água salina para irrigação. Pouco se conhece sobre os efeitos fisiológicos da disponibilidade de cálcio e do estresse salino em plantas de eucalipto. O presente estudo teve como objetivo identificar o efeito da disponibilidade de cálcio no crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com 80% de interceptação da radiação solar seguindo o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 [plantas diariamente irrigadas com solução nutritiva completa de Clark com cálcio e plantas irrigadas com a mesma solução nutritiva, mas sem cálcio e dois níveis de qualidade da água de irrigação: salina (100 mg L⁻¹ de NaCl) e não salina (destilada), sete repetições e parcela de uma planta útil. As mudas foram submetidas aos tratamentos durante 45 dias iniciados aos 130 dias de idade. Nos dias ímpares as plantas foram irrigadas com solução nutritiva com cálcio ou sem cálcio. Nos dias pares as plantas foram irrigadas com água salina ou destilada. O cálcio exerceu importante papel no equilíbrio iônico e manutenção da absorção de potássio em plantas de eucalipto irrigadas com água salina. A salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento vegetativo de plantas de eucalipto pela menor hidratação dos tecidos e baixa relação Na/K é indicativo de que a espécie é moderadamente tolerante a salinidade.

Palavras chave: Nutrição mineral, salinidade, silvicultura

Abstract: Despite Brazil's high potential in the forest sector and eucalyptus success, the country can produce more from the development of the species in areas considered unsuitable for the availability of salt water for irrigation. Little is known about the physiological effects of calcium availability and salt stress on eucalyptus plants. The present study aimed to identify the effect of calcium availability on the growth of eucalyptus seedlings under saline stress. The experiment was conducted in a greenhouse with 80% solar radiation interception following the completely randomized design in a 2x2 factorial arrangement [daily plants irrigated with complete nutrient solution of Clark with calcium and plants irrigated with the same nutrient solution, but without calcium and two irrigation water quality levels: saline (100 mg L⁻¹ NaCl) and non-saline (distilled), seven replicates and plot of a useful plant. The seedlings were submitted to treatments for 45 days starting at 130 days of age. On odd days the plants were irrigated with nutrient solution with calcium or without calcium. On even days the plants were irrigated with saline or distilled water. Calcium had an important role in the ionic balance and maintenance of potassium uptake in eucalyptus plants irrigated with saline water. The salinity of irrigation water reduced the vegetative growth of eucalyptus plants due to the lower hydration of the tissues and low Na / K ratio indicates that the species is moderately tolerant to salinity.

Key words: Mineral nutrition, salinity, silvicultura

INTRODUÇÃO

O aumento de gases que intensificam o efeito estufa na atmosfera terrestre em decorrência de ações antrópicas tem comprometido os recursos

naturais e a sobrevivência humana. A constante pressão para o desenvolvimento sustentável e preservação dos recursos naturais leva a





necessidade de exploração de florestas plantadas (Freitas et al., 2017).

O Brasil apresenta elevado potencial para exploração de florestas plantadas em função das características edafoclimáticas, biodiversidade e comprovada competência no desenvolvimento de tecnologias. A competitividade do setor florestal brasileiro, fruto das condições climáticas e da tecnologia desenvolvida pelas empresas e instituições de pesquisa eleva o país a posição de destaque no cenário mundial (Ibá e Pöyry, 2017). O setor florestal responde por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais contribuindo com 6,2% no PIB Industrial do País (Ibá e Pöyry, 2017).

As espécies do gênero *Eucalyptus* são as principais integrantes das florestas plantadas no Brasil. O gênero *Eucalyptus* encontrou, no Brasil, as condições ideais para o crescimento. A produtividade dos plantios em terras brasileiras é superior a de países tradicionais como a Austrália, centro de origem da espécie (Souza et al., 2015). O Brasil é o maior produtor de espécies do gênero *Eucalyptus* no mundo, seguido da Índia e China. O país latino é o 4º produtor mundial de celulose (Du, et al., 2015). Os múltiplos usos do *Eucalyptus* na construção civil, construções rurais, móveis e artefatos de madeira incrementa anualmente a área explorada.

A elevada adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas possibilita a exploração comercial do eucalipto em várias regiões do Brasil. Apesar da facilidade de adaptação às condições tropicais, rápido crescimento, alta produtividade e tolerância a seca, obtêm-se as maiores produtividades em plantios conduzidos com irrigação. No entanto, a escassez de água em inúmeros reservatórios fluviais intensifica a necessidade de pesquisas analisando a possibilidade de cultivo de espécies vegetais irrigadas com água salina (Reis Filho, 2011).

O uso de água salina na irrigação torna-se importante alternativa diante da escassez de águas de boa qualidade em todo o mundo. A qualidade de muitas fontes hídricas é baixa, principalmente as águas de poços e reservatórios superficiais. Por conter sais solúveis, a água utilizada em irrigações periódicas acarreta incorporação de sais ao perfil do solo, na ausência de lixiviação, o sal se deposita na zona do sistema radicular e na superfície do solo, decorrente da evaporação da água (Veras et al., 2011).

A salinidade em solos de regiões áridas e semiáridas expressa preocupação social, uma vez que 400 milhões de hectares em todo o mundo são afetados por sais, reduzindo a capacidade produtiva destas áreas (Lima et al., 2006). A salinidade, tanto dos solos como das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas (Freitas et al., 2017; Matos et al., 2013) devido ao efeito osmótico, tóxico ou nutricional (Taiz e Zeiger, 2017). A salinidade afeta cerca de 10% da superfície terrestre. De acordo com Shannon et al. (1994), condutividades elétrica da água iguais ou superiores a 4 dS m⁻¹ reduz drasticamente o crescimento vegetal.

Em condições naturais o estresse salino pode reduzir a absorção de solução do solo e comprometer o status hídrico e nutricional dos vegetais. A presença de sódio em solos salinos pode reduzir a absorção de nutrientes como o potássio e promover decréscimo na concentração de Ca⁺² trocável, resultando em desequilíbrio prejudicial ao metabolismo vegetal. Segundo Taiz e Zeiger, (2017) a disponibilidade de cálcio é fundamental para manutenção de teores adequados de íons em tecidos vegetais e para minimizar os efeitos da salinidade.

Apesar do elevado potencial brasileiro no setor florestal e sucesso do eucalipto, o país pode produzir mais e transferir riqueza para outros segmentos da economia a partir do desenvolvimento da espécie em áreas consideradas inaptas pela disponibilidade de água salina para irrigação. Pouco se conhece sobre os efeitos fisiológicos da disponibilidade de cálcio e do estresse salino em plantas de eucalipto. O presente estudo teve como objetivo identificar o efeito da disponibilidade de cálcio no crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino.

MATERIAL DE MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773m) Ipameri, Goiás em casa de vegetação com 80% de interceptação da radiação solar, durante os meses de abril e maio. Essa região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen. Inicialmente foram adquiridas mudas clonais do híbrido (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) com 120 dias de idade. As mudas foram plantadas em vasos com capacidade de cinco litros preenchidos com areia previamente



lavada. O experimento foi conduzido seguindo o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 [plantas diariamente irrigadas com solução nutritiva completa de Clark com cálcio e plantas irrigadas com a mesma solução nutritiva, mas sem cálcio e dois níveis de qualidade da água de irrigação: salina (100 mg L⁻¹ de NaCl) e não salina (destilada), sete repetições e parcela de uma planta útil. A solução completa de Clark foi preparada com os seguintes nutrientes em mmol L⁻¹: NO₃⁻ = 7; NH₄⁺ = 1; P = 0,069; K = 1,8; Ca = 2,6; Mg = 0,6; S = 0,6; B = 0,019; Mn = 0,007; Zn = 0,002; Fe = 0,045; Cu = 0,0005; Mo = 0,0006 2,4. O pH da solução nutritiva foi mensurado diariamente e ajustado no intervalo de 5,8 a 6,4. As mudas foram submetidas aos tratamentos durante 45 dias iniciados aos 130 dias de idade. Nos dias de números ímpares as plantas foram irrigadas com solução nutritiva com cálcio ou sem cálcio. Nos dias pares as plantas foram irrigadas com água salina ou destilada.

O volume de solução a ser fornecido diariamente foi determinado com base na capacidade de retenção de água do substrato conforme descrito por Sá et al. (2017). Inicialmente cinco vasos com mesma massa de substrato foram irrigados com volume de água suficientes para saturação, logo em seguida, os vasos foram submetidos a drenagem e mensurada a massa dos mesmos e obtida a máxima retenção do substrato (MRS). As plantas foram assim irrigadas com volume de solução referente a 100% MRS.

Aos 45 dias após implantação dos tratamentos foram analisadas as seguintes variáveis: Altura de planta, diâmetro do colo, teor relativo de água, área foliar, clorofilas totais, transpiração, razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF), biomassa total e concentrações foliares de potássio, cálcio e sódio.

Variáveis de crescimento

A altura de planta e o diâmetro do colo foram mensurados utilizando régua graduada e paquímetro digital. As análises destrutivas foram realizadas em seguida, quando folhas, raízes e caules foram separados e colocados para secar em estufa a 72°C até atingir massa seca constante e em seguida pesados. Com os dados de massa seca calculou-se a razão de massa da folha (RMF), razão de massa da raiz (RMR) e razão de massa do caule (RMC) que representam o quociente da relação

entre massa seca de cada órgão e biomassa total e biomassa total.

Teor relativo de água na folha (TRA)

Para obtenção do teor relativo de água foram retirados dez discos foliares de 12 mm de diâmetro cada, os quais foram pesados e colocados por quatro horas para saturar em placas de petri com água destilada. Em seguida, os discos foram novamente pesados e colocados para secar à temperatura de 70°C por 72 horas, sendo posteriormente obtido o peso seco em gramas e através de cálculos foi obtido o TRA.

$$\text{TRA} = \frac{\text{MF} - \text{MS}}{\text{MT} - \text{MS}} \times 100$$

Onde: MF = massa fresca, MS = massa seca e MT = massa túrgida

Transpiração

A transpiração diária total da planta foi mensurada pela diferença de peso dos vasos. Inicialmente cada vaso foi inserido dentro de um saco plástico fixado com borracha no caule da planta, ficando apenas a parte aérea (folhas e caule) externos ao saco, em seguida, o conjunto vaso com planta e saco plástico foram pesados às 12:00 h (massa 01) e 24 horas depois novamente pesados (massa 02). A transpiração total foi estimada pela diferença entre a massa 01 e massa 02.

Pigmentos fotossintéticos

Para a determinação da concentração de clorofilas e carotenoides totais foram retirados discos foliares de área conhecida e colocados em vidros contendo dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente, realizou-se a extração em banho-maria a 65 °C por uma hora. Retiraram-se alíquotas para leitura espectrofotométrica a 480, 649,1 e 665 nm. O conteúdo de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenoides foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994).

Análise nutricional

Amostras de folhas totalmente expandidas foram coletadas e determinadas as concentrações de potássio, cálcio e sódio no laboratório de ciência do solo da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Para determinação dos teores de potássio, cálcio e sódio foi utilizada a metodologia proposta por Johnson et al. (1959).

Análise dos dados

As variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de Newman-keuls para comparação das médias. As análises multivariadas foram feitas por meio das técnicas de componentes

principais utilizando-se uma matriz de correlação e o critério de seleção dos eixos por Broken stick aliado a análise de variância multivariada por permutação - PEMANOVA (Anderson, 2001). Utilizou-se análise de regressão múltipla para avaliar ao acúmulo de biomassa utilizando a seleção de modelo *forward stepwise* (Sokal e Rolf, 1969). Para a realização dessas análises foi utilizado o software R (R Core Team, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância e teste de média para altura de plantas, diâmetro do caule, biomassa, área foliar, razões de massa caulinar e foliar encontram-se na Tabela 1. Não houve interação significativa entre os tratamentos com cálcio e solução salina para nenhuma das variáveis citadas, no entanto, o diâmetro do caule e razão de massa caulinar foram respectivamente 14% e 25% superiores em plantas nutridas com cálcio em relação ao tratamento sem adição de cálcio. A biomassa e área foliar foram respectivamente 19%

e 17% superiores em plantas sem adição de cálcio em relação as plantas tratadas com este nutriente. A maior partição de assimilados para o caule pode estar relacionado com o papel do cálcio na expansão e estabilidade da parede celular conforme relata Taiz e Zeiger, (2017). O decréscimo da biomassa e área foliar é possivelmente resultado do efeito osmótico do cálcio na solução nutritiva que certamente decresceu o potencial hídrico e dificultou a absorção de água. A biomassa e área foliar inferiores em 35% e 22% respectivamente em plantas irrigadas com água salina é indicativo de redução do crescimento. O reduzido potencial hídrico do solo possivelmente dificultou a absorção de água a ponto de comprometer a turgidez celular necessária a expansão. Os resultados corroboram aos encontrados por Souza et al. (2015) que identificaram redução do crescimento vegetativo de plantas de eucalipto sob salinidade.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e teste de média para altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), biomassa (Biom), área foliar (AF), razões de massa caulinar (RMC) e foliar (RMF) e radicular (RMR) em mudas de eucalipto irrigadas com água salina e adubadas com cálcio em solução nutritiva.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		AP (cm)	DC (mm)	Biom (g)	AF (cm ²)	RMC	RMF
Cálcio (Ca)	1	2,1 ^{ns}	1,9 [*]	9,8 ^{**}	9142 [*]	0,03 ^{**}	9x10 ^{-3ns}
Sal (S)	1	8x10 ^{-3ns}	0,3 ^{ns}	49,0 [*]	15721 ^{**}	0,03 ^{**}	0,01 ^{ns}
Ca x S	1	2,5 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,2 ^{ns}	2901 ^{ns}	10 ^{-3ns}	0,01 ^{ns}
Erro	24	18,4	0,3	2,11	1634	0,003	0,003
CV (%)		11,7	13,2	24,1	20,6	24,8	17,8
Tratamento		Média					
+ Ca		36,7a	4,5a	5,4b	178,2b	0,28a	0,34a
- Ca		36,1a	3,9b	6,6a	214,4a	0,21b	0,35a
Tratamento		Média					
+ Sal		36,5a	4,1a	4,7b	172,6b	0,28a	0,33a
- Sal		36,4a	4,3a	7,3a	220,0a	0,21b	0,37a

* significativo a 1 % de probabilidade, **significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo pelo teste F. Os valores representam a média aritmética. Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Newman Keuls.

O resumo da análise de variância e teste de média para teor relativo de água, clorofilas totais, razão entre sódio e potássio e percentuais foliares de potássio e sódio encontram-se na Tabela 2. Não houve interação significativa entre os tratamentos com cálcio e solução salina para nenhuma das variáveis citadas, contudo, a concentração de

clorofilas e percentual foliar de potássio foram 26% e 20% superiores em plantas nutridas com cálcio em relação ao tratamento sem adição deste nutriente. A maior concentração de clorofilas em plantas irrigadas com água salina é indicativo de ausência de efeitos tóxicos do sal, no entanto, o cálcio parece ter exercido importante papel na

manutenção da integridade de membrana necessário para absorção de potássio. As plantas irrigadas com água salina apresentaram teor de sódio 44% superior as plantas irrigadas com água destilada e, sugere-se que a planta de eucalipto não utiliza de mecanismos de tolerância que impeçam o influxo total de sal em suas células, no entanto, os baixos valores de Na/K indicam que existe até certo ponto um controle da absorção de sódio. O

teor relativo de água foi 19% inferior nas plantas sob salinidade e indica que os solutos promoveram significativas alterações no status hídrico das plantas. A redução da hidratação dos tecidos sob salinidade ou déficit hídrico é típico de espécies florestais isoídricas conforme relata Freitas et al. (2017).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para teor relativo de água (TRA), concentração foliar de clorofilas totais (Cl total), razão sódio e potássio foliar (Na/K), percentual foliar de potássio (K) e sódio (Na) em mudas de eucalipto irrigadas com água salina e adubadas com cálcio em solução nutritiva.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		TRA (%)	Cl total (g kg ⁻¹)	Na/K	K (%)	Na (%)
Cálcio	1	84,2 ^{ns}	3,9 ^{**}	0,003 ^{ns}	0,5 [*]	0,009 ^{ns}
Sal	1	1166 [*]	2,8 ^{**}	0,3 [*]	0,04 ^{ns}	0,39 [*]
Ca x S	1	28,7 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Erro	24	67,1	0,1	0,08	0,08	0,01
CV (%)		12,9	11,9	27,0	20,9	23,5
Tratamento		Médias				
+ Ca		61,4a	3,1a	0,32a	1,5a	0,45a
- Ca		64,9a	2,3b	0,34a	1,2b	0,41a
Tratamento		Médias				
+ Sal		56,7b	3,1a	0,44a	1,3a	0,55a
- Sal		69,6a	2,4b	0,23a	1,3a	0,31b

Estatística conforme tabela 1.

O resumo da análise de variância e teste de média para razão de massa radicular, transpiração e percentual de cálcio nas folhas encontram-se na Tabela 3. Houve interação significativa entre os tratamentos com cálcio e solução salina para as variáveis citadas. Observa-se que a razão de massa radicular e transpiração foram respectivamente 18% e 40% superiores nas plantas que não receberam cálcio nem sal em relação aos demais tratamentos. A menor concentração de solutos nestas plantas certamente elevou o potencial

osmótico e hídrico, proporcionando maior disponibilidade de água para expansão celular, absorção e custeio das elevadas taxas de transpiração. O cálcio foi 41% superior nos tratamentos que receberam este nutriente na solução em relação aos que não receberam. Este resultado indica que o fornecimento de cálcio eleva o conteúdo interno deste nutriente e certamente implica em ativação de mecanismos de transdução de sinais em resposta a salinidade.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para razão de massa radicular (RMR), transpiração (E) e percentual de cálcio (Ca) em mudas de eucalipto irrigadas com água salina e adubadas com cálcio em solução nutritiva.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		RMR	E (g H ₂ O dia ⁻¹)	Ca (%)
Cálcio (Ca)	1	0,02*	2800**	2,4**
Sal (S)	1	0,004 ^{ns}	5157**	0,71**
Ca x S	1	0,01*	514**	0,58**
Erro	24	0,002	115,4	0,02
CV (%)		12,4	20,0	15,8
Tratamentos		Médias		
+ Ca + sal		0,39b	34,3b	0,89b
+ Ca - sal		0,37b	52,8b	1,50a
- Ca + sal		0,40b	45,7b	0,59c
- Ca - sal		0,47a	81,4a	0,63c

Estatística conforme tabela 1.

A análise de regressão múltipla demonstra que a transpiração, área foliar e percentual de cálcio respondem por 83% da variação na biomassa da planta de eucalipto (Tabela 4). A manutenção da hidratação dos tecidos é essencial para expansão celular e incremento da área foliar e, por meio da manutenção da abertura estomática ocorre

incremento do influxo de CO₂ e acúmulo de biomassa. Estas condições também maximizam a transpiração. O cálcio parece exercer papel fundamental na manutenção da integridade de membrana e homeostase da absorção de potássio.

Tabela 4. Resumo da análise de regressão múltipla para avaliar o efeito das variáveis: transpiração (E), área foliar (AF) e percentual foliar de cálcio (Ca) sobre o acúmulo de biomassa em mudas de eucalipto irrigadas com água salina e adubadas com cálcio em solução nutritiva.

Biomassa (g)	R ² = 0,83		F(9, 18) p < 0,00003			
	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t (18)	p-level
Intercepto			-2.786	3.814	-0.730	0.475
E	0.515	0.149	0.051	0.015	3.462	0.003**
AF	0.317	0.134	0.013	0.006	2.364	0.030*
Ca	0.552	0.189	2.829	0.965	2.930	0.009**

* significativo a 1 % de probabilidade, **significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise de componentes principais (Figura 1) explica 76,7% da variação dos dados e demonstra que a transpiração e acúmulo de biomassa crescem no sentido contrário ao acúmulo de sódio. É possível identificar um 1º grupo de tratamentos irrigados com água salina a direita no eixo 1 e um 2º grupo de tratamentos sem sal a esquerda do mesmo eixo. Estes resultados indicam

que a salinidade da água de irrigação exerce importante efeito no crescimento de plantas de eucalipto conforme relata Souza et al. (2015); além disso, verifica-se que todos os tratamentos com sal sem cálcio agruparam-se negativamente ao eixo 2 e, dessa forma, sugere-se a presença de um 3º grupo indicando que o cálcio desempenha importante papel na atenuação dos efeitos deletérios do sal.

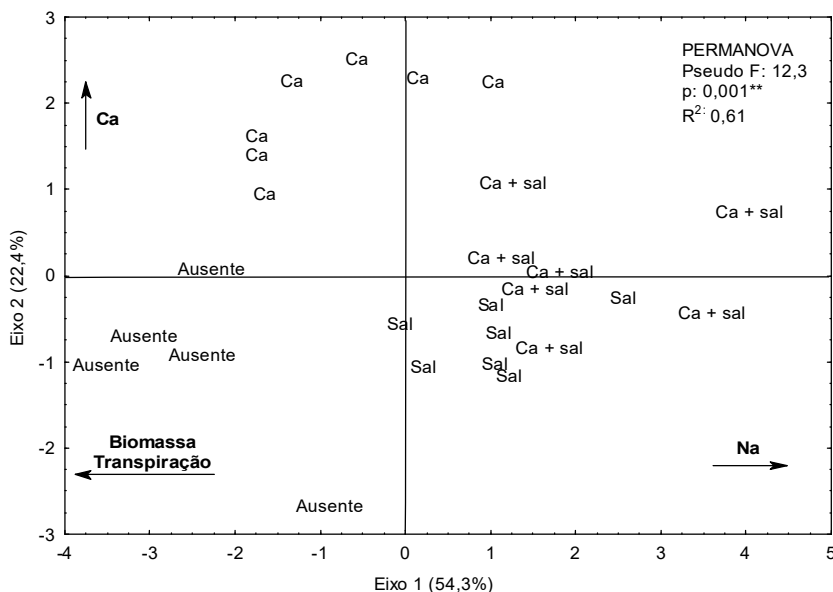


Figura 1. Análise de componentes principais para todas as variáveis analisadas em mudas de eucalipto irrigadas com água salina e adubadas com cálcio em solução nutritiva. Sem sal e com cálcio (Ca), com cálcio e sal (Ca+sal), ausência de cálcio e sal (Ausente), sem cálcio e com sal (Sal). **Significativo a 1% de probabilidade.

A redução do crescimento esteve relacionado com o status hídrico da planta, pois o reduzido potencial osmótico da solução salina aliado a absorção de sódio certamente contribuiu para redução da hidratação dos tecidos e limitou a expansão celular. É importante salientar que a relação Na/K nas folhas sempre se manteve abaixo de 0.6 é indica que a planta apresenta moderada tolerância a salinidade conforme relatado por Matos et al. (2017) e Taiz e Zeiger, (2017). Em adição, a adubação com cálcio incrementou a absorção de potássio possivelmente pelo papel determinante na estabilidade de membrana e, com isso, atenuou o estresse osmótico ocasionado pela salinidade.

CONCLUSÕES

O cálcio exerce importante papel no equilíbrio iônico e manutenção da absorção de potássio em plantas de eucalipto irrigadas com água salina.

A salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento vegetativo de plantas de eucalipto pela menor hidratação dos tecidos.

A baixa relação Na/K é indicativo de que o eucalipto é moderadamente tolerante a salinidade.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Australian Ecology**. v. 26, p. 32-46. 2001.

DU, H.; ZENG, F.; PENG, W.; WANG, K.; ZHANG, H.; LIU, L.; SONG, TONGQING. Carbon Storage in a *Eucalyptus* Plantation Chronosequence in Southern China. **Forests**, v.6, p.1763-1778, 2015.

FREITAS, I. A. S.; DOS SANTOS, L. V. B.; DA SILVA, A. C. F.; DA SILVA, C. R.; DA SILVEIRA, P. S.; MATOS, F. S. Growth of *Tectona grandis* seedlings irrigated with saline water. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 961-967, 2017.

IBÁ e PÖYRY. Relatório 2017 IBÁ. Disponível em:<http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 05 dezembro de 2017.

JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. Analytical methods for use in plants analyses. Los Angeles: University of California, v. 766, p.32-33, 1959.

LIMA, M.D.B.; BULL, L.T. & GRASSI FILHO, H. Índices fisiológicos e absorção de nutrientes pela cultura da cebola submetida a condições de salinidade e estresse hídrico. **Irriga**, v.3, p.356-366, 2006.

MATOS, F.S.; ROCHA, E.C.; CRUVINEL, C.K.L.; RIBEIRO, R.A.; RIBEIRO, R.P.;



TINOCO, C.F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Ciências Solo**, v.37, p.947-954, 2013.

MATOS, F. S.; RIBEIRO, R. P.; NEVES, T. G.; DOS ANJOS, R. A.; DA SILVEIRA, P. S.; CRUVINEL, C. K. L.; JUEN, L.; TORRES JÚNIOR, H. D. Growth of *Jatropha curcas* L. plants under salt and nutrition stress. **Academic Journal**, v. 12, n.30, p.2468-2474, 2017.

R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Disponível em: <http://www.R-project.org/>, Acesso em: 15 abril de 2018.

REIS FILHO, W.; SANTOS, F.; STRAPASSON, P.; NICKELE, M.A. Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 65, p. 37, 2011.

SHANNON, M. C.; CRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole Plant Response to Salinity. In: WILKIMAN, R. E. (Ed.) *Plant Environment Interactions*. New York: **Marcel Dekker**, p.199-244, 1994.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. *The principles and practice of statistics in biological research*. San Francisco: WH Freeman and company, Fourth edition, p.222-223, 1969.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; SOUZA, F. M.; MESQUITA, S. O.; PAIVA, E. P.; SILVA, A. M. Depleção de água e composição do substrato na produção de mudas de melancia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.11, n.3, p.1398-1406, 2017.

SOUZA, B. R.; FREITAS, I. A.S.; LOPES, V. A.; ROSA, V. R.; MATOS, F. S. Growth of *eucalyptus* plants irrigated with saline water. **African Journal of Agricultural**. v.10, n.10, p. 191-196, 2015.

VERAS, R.P.; LAIME, E.M.O.; FERNANDES, P.D.; SOARES, F.A.L. & FREIRE, E.A. Altura de planta, diâmetro caulinar e produção do pinhão-manso irrigado sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.582-587, 2011.

TAIZ L, ZEIGER E (2017) *Fisiologia vegetal*. 6rd edn. ArtMed. Porto Alegre: 858p.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.